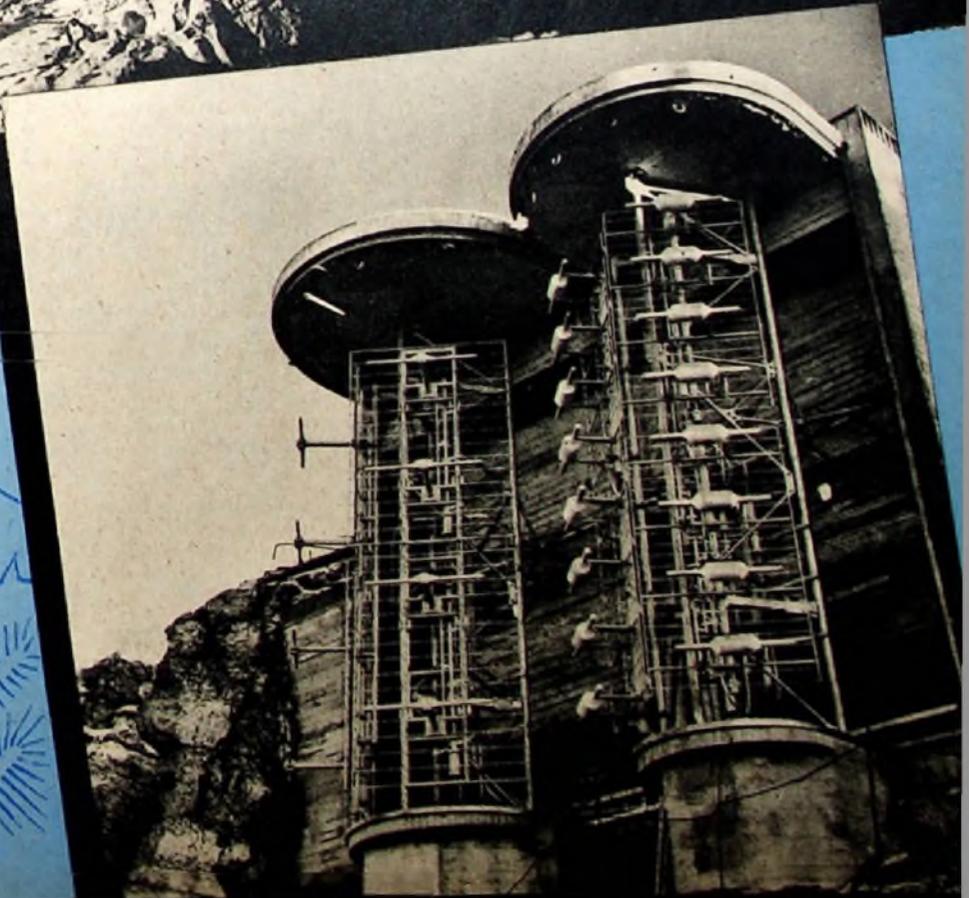
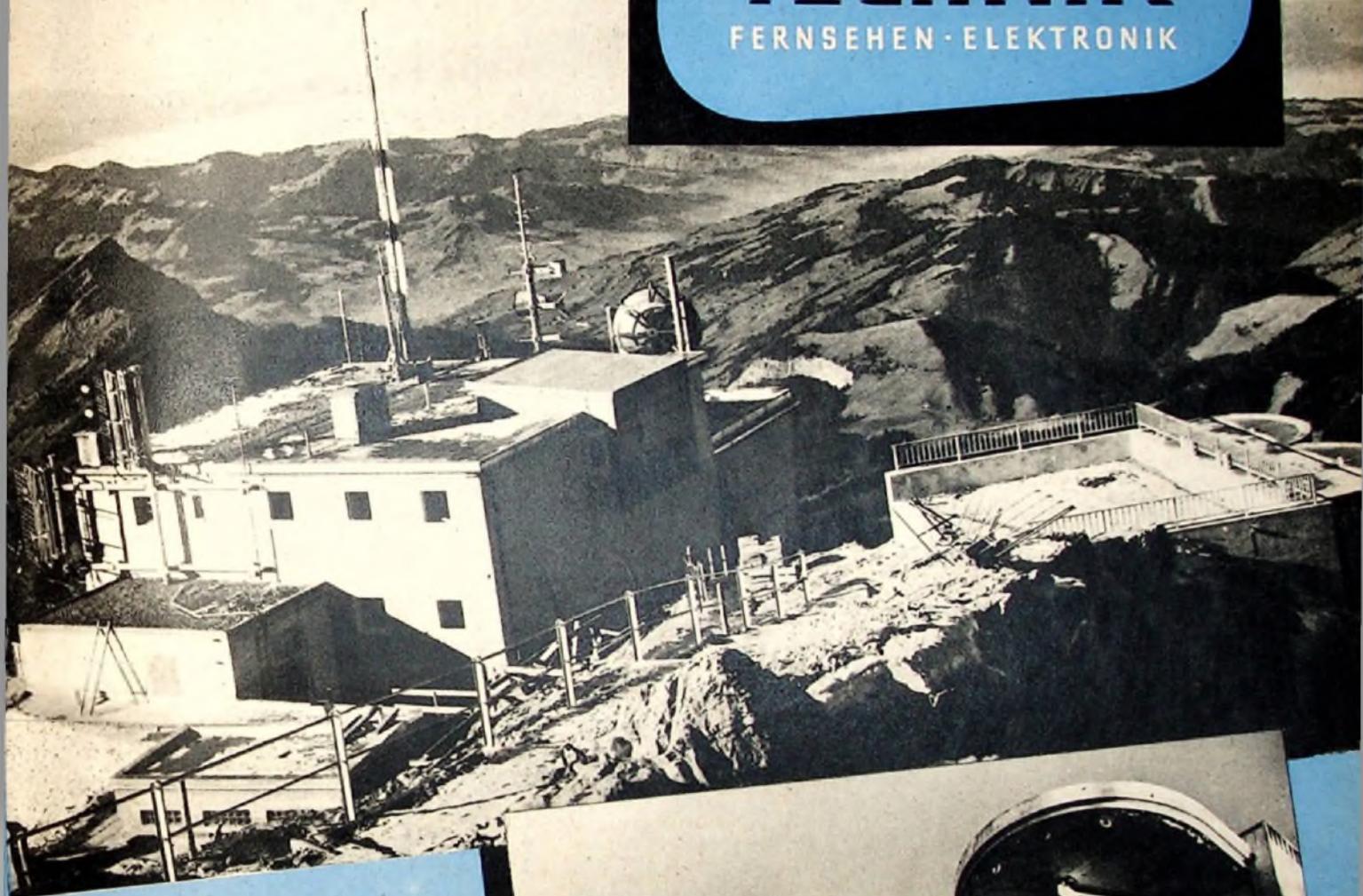


BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK





40 Sendestunden je Woche beim Deutschen Fernsehfunk. Das Fernsehen in der DDR geht 1958 von bisher 27 auf 40 Sendestunden je Woche über. Es werden unter anderem mehr Fernsehspiele gesendet. Die „Aktuelle Kamera“ soll auch am Schluß des täglichen Abendprogrammes noch ein zweites Mal neu berichten. Einem vermehrten Programmaustausch mit der CSR wird später noch ein solcher mit Polen und Ungarn folgen. Als Ziel der nächsten fünf Jahre ist ferner die Sicherstellung von Direktübertragungen aus Moskau über Kiew und Prag vorgesehen. Das Fernsehen in der DDR zählt jetzt über 125 000 Teilnehmer. Im Fernsehzentrum in Berlin-Adlershof sind nach offiziellen Angaben rund 1000 Personen beschäftigt. Vier Studios stehen in Adlershof zur Verfügung.

Ernennungen bei Saba

Mit Wirkung vom 1. 1. 1958 wurden von den Inhabern der Saba-Werke zu Fabrikdirektoren ernannt die Herren Rudolf Föhrenbach (Allgemeine Verwaltung), Dr. Hans Meyer-Oldenburg (Verkauf), Emil Schanz (Einkauf), Dr.-Ing. Walter Schnabel (Technik). Prokuristen wurden die Herren Georg Lauterbach (Abteilung Kundendienst) und A. Gerhard Niemann (Verkaufsförderung).

Paul E. Klein, 10jähriges Geschäftsjubiläum

Am 1. Januar 1958 bestand die Firma Dr.-Ing. Paul E. Klein, Elektronenstrahl-Sichtgeräte, zehn Jahre. Nach dem Einzug in ein eigenes Werk in Teitznang am Bodensee am 1. Januar 1958 widmet sich die Firma in den letzten Jahren vor allem der Schaffung von modernen Geräten zur gleichzeitigen Messung, Anzeige und Registrierung einer sehr großen Anzahl von Vorgängen.

Farbige Zusatz-Lautsprecher

Die Deutsche Philips GmbH brachte jetzt Zweitlautsprecher in den Farben pastell-blau, rosa und hellblau heraus, und zwar 4-W-Systeme mit 5-Ohm-Impedanz. Für den Anschluß an Philips-Geräte mit eisenloser Endstufe wird auch ein System mit einer Impedanz von 800 Ohm in hellblauer Farbe im Gehäuse geliefert.

Blaupunkt-„Bildkompaß“

Der neue „Bildkompaß“ von Blaupunkt ist eine durch eine Taste einschaltbare Abstimmanzeige des Fernsehempfängers, bei der ein senkrechter schwarzer Balken in der Mitte des Bildschirms erscheint. Bei richtiger BildEinstellung wird der Balken schmaler, um schließlich annähernd oder ganz zu verschwinden.

Grundig „Musikgerät 50“

Das jetzt auf dem deutschen Markt erhältliche „Musikgerät 50“ (M. 4 Ro. Ferritantenne) entspricht dem bisher nur für den Export gefertigten „Exportsuper 50“.

Koffereempfänger von Schaub-Lorenz

Schaub-Lorenz kündigt jetzt zwei neue Koffereempfänger an. „Polo 58“: ML, 6 Kreise, 4 Röhren + Tgl. Fernantenne, perfom-

dyn. Hochleistungsautsprecher, Batterie/Netzbetrieb, Anodenbatterie-Regeneration, Kunststoffgehäuse, 28 X 18,3 X 8,7 cm, 2,8 kg. „Amigo 58 U“: UKML, 7/10 Kreise, 7 Röhren + 2 Ge-Dioden + Tgl. 6 Drucktasten, Parrot- und UKW-Teleskop-Antenne, Deac-Heizzeile, Batterie/Netzbetrieb, Anodenbatterie-Regeneration, Anschlußmöglichkeit für Außenantenne, Erde und Autobatterie, großflächige Linearkäfige, Gehäuse 31,5 X 21,5 X 11,5 cm, 4,5 kg.

Druckschriften

fuba

fuba-Spiegel Nr. 4

In komprimierter Form zeigt diese kleine Zeitschrift (DIN A 5, 16 S.), was es an neuartigen UKW-Antennen, an vertikal polarisierten Antennen für Band III sowie an sonstigen Neubeiten bei H. Kolbe & Co gibt. Ein technischer Übersichtsbeitrag „Leitungsführung in Gemeinschaftsanlagen: Planung und Ausführung“ sowie ein gut beheldeter Rundgang durch das fuba-Werk schließen sich u. a. an.

Grundig

Technische Informationen Nr. 1

DIN A 4, 40 Seiten + 1 Klappblatt im DIN-A-2-Format. Den Großteil des Heftes füllen ausführliche Beschreibungen und Verwendungshinweise für die Tonbandkoffer „TK 830“ und „TK 16“ sowie für den Schwebungsummer „295 A“. Die Fernsehtechnik kommt unter anderem mit dem Aufsatz „Eine neue Schaltung zur Konstanthaltung der Hochspannung in Fernsehempfängern“ mit Reparaturwinken für gedruckte Schaltungen und mit dem Aufsatz „Fernseh-Kennwähler mit gedruckten HF-Kreisen“ zu Wort. Am Beispiel der Zauberspiegel-Geräte „437“ und „438“ wird dem Service-Techniker (nicht zuletzt mit Hilfe neuartiger, mehrfarbiger „Leitungspläne“) die Anordnung gedruckter Schaltungen übersichtlich aufgezeigt.

Hirschmann

Die Brücke zum Kunden Nr. 10

DIN A 4, 12 Seiten. Der Aufsatz „Kleinteile, ein mannigfaltiger Fertigungszweig“ behandelt ebenso wie sachliche Übersichten (und eine humoristische Darstellung) einen wichtigen Fertigungszweig von Hirschmann. „Konjunkturebewegungen in der Fernsehbranche“ stellt Dr. Fischer sehr klar dar. „Hinweise zum Einbau von Autoantennen in neue Personenkraftwagen“ runden den Inhalt des Heftes ab.

Loewe Opta

Fernsehservice

Neue Ergänzungsbücher zum Ringordner (DIN A 4) bringen insbesondere Service-Angaben für das Gerät „Iris 824“.

Nordmenda

Am Mikrophon: Nordmenda Nr. 4

DIN A 4, 24 Seiten. Beiträge des Heftes behandeln unter anderem die Musikreihe „Caruso“, den „Phono-Super 58“ sowie den neuen Universal-Oszillographen „UO 983“. Die „Technische Beratungsstunde“ kommt auch diesmal mit der 7. Folge „Praktischer Umgang mit Fernseh-Maßgeräten“ nicht zu kurz, während die „Kleine Fernseh-Reparatur-Kunde“

mit einem Schlußsatz ausklingt. Gern gelesen werden auch wieder die kleinen Notizen, in denen z. B. über die Fernsehblätter IV und V geplaudert wird, Fachbücher besprochen, rechtliche Fragen erörtert und viele andere Tatsachen aus dem sich immer wieder schließenden Kreis „Gerät — Handel — Verbraucher — Sender“ präsentiert werden.

Philips

Fernseh-Service

In dem vorbildlich aufgemachten Sammelwerk (Ringordner, DIN A 4) wird für die verschiedenen Philips-Fernsehempfänger (ausgehend von dem Blockschalbild) jede Stufe in sich geschlossen beschrieben. Die Funktionsbeschreibung ist dabei nicht auf einen bestimmten Empfängertyp, sondern auf einzelne Stufen abgestimmt, die in Empfängern unterschiedlich kombiniert sein können. Wo es zweckmäßig ist, ergänzen Prinzipschaltbilder, Kurven und Impulsdiagramme den sehr gut formulierten Text. Nachdem bereits vor einiger Zeit die Unterlagen für die Spitzengeräte „Raffael“ und „Leonardo“ herausgegeben wurden, erschien als Ergänzung jetzt die Funktionsbeschreibung für den „Titan“. Hier sind nur die Stufen neu beschrieben, die gegenüber den beiden anderen Empfängern größere Abweichungen aufweisen.

Saba

Schalbilder und Abgleichanweisungen

Für die Geräte der laufenden Saison liegen jetzt neue Schalbilder mit Abgleichanweisungen für Rundfunkempfänger und Truben sowie für Fernsehempfänger vor.

K. Sauerbeck

Bauteile für Kleinbaugeräte

In einer neuen Sammelliste (DIN A 5, 36 S.) hat die Nürnberger Firma ihr Angebot zusammengestellt. Die Liste enthält Angaben über Bauteile in Miniaturausführung für Radiogeräte und elektronische Geräte, Transistoren, Transistor-Radiogeräte und Bauteile hierzu, Batterie-Kleinmotoren, Ordnungskästen, Kleinwerkzeugmaschinen u. a.

TeKaDe

TeKaDe Mitteilungen Nr. 2/3

Auf 12 Seiten des Heftes (DIN A 4) werden die Dokumenten-Prüfanlage, die UKW-Punktsprengeräte „FA 1255 FW“ und „FA 1257 BW“ sowie die neue TeKaDe-Sprach- und Musikübertragungsanlage mit Transistoren vorgestellt. Aus dem übrigen Inhalt sei noch erwähnt, daß die erste Folge einer Aufsatzreihe über Transistoren einleitend Betrachtungen über analoge Beziehbungen Röhre—Transistor bringt.

Wisi

Gemeinschaftsantennen-Anlagen

In Blockform (DIN A 4 11 Blatt) brachte W. Sihn Ausschreibungsunterlagen gemäß den Richtlinien für Gemeinschafts-Antennenanlagen heraus. Diese Unterlagen enthalten die Technischen Rahmenbedingungen für Gemeinschafts-Antennenanlagen, ein Leistungsverzeichnis, einen Kostenvoranschlag, ein Prüf- und Abnahmeprotokoll und einen Antennen-Wartungsvertrag.

AUS DEM INHALT

1. FEBRUARHEFT 1958

FT-Kurznachrichten 66
Fernsehempfänger für 500 DM? 67
ECC 86 - Eine neue Spanngitter-Doppeltriode für Autoempfänger 68
Messen und Ausstellungen 69
Die Navigationsverfahren TACAN, VORTAC und der TACAN-Zusatz „Data Link“ 70
Elektrische Messung nichtelektrischer Größen
Messung von Bewegungsgrößen 71
Die Industrie baut weiter aus 73
8-Röhren-6/9-Kreis-Autosuper mit KW-Konverter für das 80-m-Band 74
»Dlwefon 15/7-57« - HI-FI-Zweikanal-Verstärker nach dem PPP-Prinzip 76
Persönliches 77
Elektronische Regelung von Heizungsanlagen 78
Bellagen
Impulstechnik
Einführung in die Impulstechnik (16) 79
Der Oszillograf als Meßgerät
Phasenmessung (6) 81
Für den KW-Amateur
Dezimeterwellen-Kleinsender für das 70-cm-Band 83
Grundpläne-Antenne (aufgebaut aus Teilen der „FT-100“-Richtantenne) 85
Universal-Katodenstrahloszillograf für Fernservice und Laboratorium 86
Von Sendern und Frequenzen 86
Der UKW- und Fernsehsender Säntis 87
Ein interessanter Ausgangsspannungsteller 88
Wirkungsweise und Schaltungstechnik der Elektronenröhre (19) 89
UKW-Qualität bei Magnettongeräten 91
Aus Zeitschriften und Büchern
Elektronisch angetriebener Plattenspieler 92
FT-Briefkasten 93

Unser Titelbild: Der Mehrzwecksender Säntis/Schweiz. Das rechte Foto zeigt die Antennen, die im Betrieb mit halbkreisförmigen Kunststoffrahmen abgedeckt sind (siehe hierzu „UKW- und Fernsehender Säntis“ auf S. 87).
Aufnahmen: PTT

Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Baumalburg, Kortus, Rahberg, Schmidke, Schmah) nach Angaben der Verleger. Seiten 95 und 96 ohne redaktionellen Teil

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





FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Fernsehempfänger für 500 DM?

Das Geheimnis des außerordentlich guten Rundfunkempfängerabsatzes der letzten Jahre kann man etwa folgendermaßen aufschlüsseln: Durch hohe Auflageziffern sind allgemein preisgünstige Geräte möglich. Diese Feststellung ist eine wirtschaftliche Binsenwahrheit. Es gibt heute in den Preisklassen von rund 100 DM und darunter bis herauf zu 700 DM für jedermann Rundfunkempfänger zu erschwinglichen Preisen.

Aus begreiflichen Gründen konnte für Fernsehempfänger dieser Idealzustand bis heute nicht erreicht werden. Der technische Aufwand liegt hier wesentlich höher, und die Angst vor Mißerfolgen, wenn man ein gewisses technisches Minimum unterschreitet, ist begreiflich. Man weiß auch, daß der ernsthafte Interessent schon vor Jahren mit dem Kauf eines Fernsehempfängers gewisse Komfortvorstellungen verbund und die bisherigen Versuche, billige Fernsehgeräte zu schaffen, nur bis zur Preisklasse von etwas über 700 DM vordringen konnten.

Die Existenzberechtigung eines nach preisgünstigeren Fernsehempfängers steht außer Frage. Die Fernsehlawine ist im vergangenen Jahre zweifellos etwas ins Rollen gekommen. Sie wäre wahrscheinlich größer, wenn ein Fernsehgerät zum volkstümlichen Preis — sagen wir für rund 500 DM — angeboten würde. Auf dem Rundfunkmarkt konnte schon öfters bewiesen werden, daß Absatz und Teilnehmerziffern durch auffallend preisgünstige Empfänger ungewöhnlich ansteigen. Auf dem Fernsehgebiet ist an diesem Ziel nicht allein die Fernsehgeräteeirtschaft interessiert, vielmehr darf man das schnelle Anwachsen der Teilnehmerzahlen als eine wichtige Voraussetzung auch für die Fortschritte der Programmgestaltung und der Zukunftsmöglichkeiten des deutschen Fernsehens ansehen.

Es ist in diesem Zusammenhange aufschlußreich, einen Blick hinter die Kulissen des Fernsehempfängergeschäfts zu werfen. Die Statistik lehrt, daß der Fernsehempfänger in jenen Familien Eingang gefunden hat, in denen der Lebensstandard als zufriedenstellend beurteilt wird. Familien mit bescheidenen Einkommensverhältnissen wagen jedoch vielfach trotz vorhandenen Interesses und der angebotenen Hilfe der TZ-Finanzierung noch nicht den entscheidenden Schritt. Bei ihnen gibt es noch andere vordringliche Probleme, wie zum Beispiel Ergänzung der Wohnungseinrichtung, des allgemeinen Haushaltes, der Elektro-Einrichtungen vom Kühlschrank bis zur Waschmaschine usw. Es ist nicht jedermanns Sache, bei sparsamer Lebensweise etwa eine Anzahlung von 300 DM für das Fernsehgerät auf den Tisch zu legen und noch über ein Jahr lang TZ-Raten zu tilgen. In solchen Fällen steht der Fernsehempfänger nicht im Anschaffungsetat der nächsten Zukunft.

Wie könnte nun ein Fernsehempfänger zu volkstümlichem Preis technisch realisiert werden? Gewissermaßen als „Richtwerte“ sollten die folgende Beschränkung auf das unbedingt Notwendige an technischem Aufwand sowie eine angemessene Bild- und Tonqualität gefordert werden. Da die Bildröhre das teuerste Bauelement ist, liegt es nahe, auch mit Rücksicht auf das zunehmende Interesse an Zweitempfängern, zum 36-cm-Bildschirm zurückzukehren, der in der Anfangszeit der Fernsehentwicklung der Nachkriegsjahre zuerst eine Rolle spielte. Das verhältnismäßig kleine Bildformat dürfte vom angesprochenen Abnehmerkreis akzeptiert werden, denn es stehen doch häufig nur kleinere Wohnräume zur Verfügung.

Daneben gibt es auch Familien in besseren Einkommensverhältnissen, die als Argument gegen die Anschaffung eines Fernsehgerätes Platzmangel anführen. Die heutigen 43-cm-Tischgeräte mit modernen Bildröhren für 90°-Ablenkung sind zwar zum Teil wesentlich kleiner als frühere Modelle geworden, aber immerhin für die kleine Wohnung noch zu groß. Man wird also verminderte Gehäuseabmessungen anstreben müssen, nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Gründen. Übrigens liegen die Kosten für Gehäuse und allgemeine äußere, vielfach luxuriöse Ausstattung des Normaltyps verhältnismäßig hoch. Wesentliche Abstriche sind

hier ratsam. Gewisse Chancen darf man dem modernen oberflächenbehandelten Metallgehäuse geben, wie der Rundfunkempfängerumsatz lehrt. Metallgehäuse in neuzeitlicher Aufmachung sind beim Publikum durchaus „angekommen“.

Rationelle Schaltungs- und Konstruktionstechnik spielen bei einem Fernsehempfänger dieser Preisklasse eine entscheidende Rolle. Gewisse Erfahrungen liegen aus der Fertigung mancher Fernsehempfänger-Typen vor. Der Entwicklungsstatus solcher Geräte berücksichtigte etwa den Stand der Fernsehversorgung im Zeitabschnitt 1956/57. Inzwischen konnte der Ausbau des deutschen Fernsehsendernetzes Fortschritte machen, und man trifft heute im Versorgungsbereich der Fernsehsender vielfach höhere Feldstärkenwerte als zu jener Zeit an. Inwieweit angesichts dieser Situation Vereinfachungen der gebräuchlichen Schaltungstechnik vertretbar sind — und zwar unabhängig von der selbstverständlichen technischen Weiterentwicklung der Standard-Empfänger und Spitzengeräte —, wird die Entwicklungsarbeit der Industrielabors zeigen müssen.

Einsparungen an schaltungstechnischem Aufwand muß man dort befürworten, wo es den mehr für die Ausstattung maßgeblichen Aufwand zu verringern gilt. Verzichten darf man bei „billigen“ Geräten unter anderem auf Drucktastenschalter für Bild- und Tonqualität, auf Anschlüsse für Fernbedienung, Zusatzlautsprecher, Plattenspieler oder Tanbandgerät. Auch die heute traditionelle Gehäuseantenne scheint in diesem Fall überflüssig, da es an Raum fehlen wird und das Metallgehäuse die Verwendungsmöglichkeit ausschließt.

Rationell wäre gegebenenfalls auch der Verzicht auf den allgemein üblichen 12-Kanal-Schalter. Heute überwiegt der Empfang eines ganz bestimmten vom Aufstellungsart abhängigen Kanals; aber im Hinblick auf ein für später geplantes Zweites Programm dürfte zumindest die Wahl möglichst unter zwei Kanälen zweckmäßig bleiben. Ein Zweikanal-Tuner, zum Beispiel in gedruckter Schaltung, ist jedoch zweifellos eine wesentlich billigere Baueinheit als der heutige 12-Kanal-Standard-Tuner. Der Spulensreifen könnte auswechselbar (eventuell steckbar) gemacht werden, um den Empfänger leicht den örtlichen Verhältnissen anpassen zu können.

Denkbar ist ferner die Entwicklung der einen oder anderen Spezialröhre, die nach dem Kombinationsprinzip zur konstruktiven Vereinfachung bestimmter Baugruppen führen kann. Die Rundfunkentwicklung ist reich an Beispielen dieser Art. Diese Technik wird interessanter, je mehr man in der Fabrikation der Automatisierung zustrebt. Die Verwendung von Halbleiterdioden an geeigneten Stellen der Empfängerschaltung hat schon seit einigen Jahren zu gewissen Vereinfachungen geführt. Die Benutzung der nach verhältnismäßig teuren Transistoren mit ihrer gegenüber Röhren kleineren Verstärkung läßt jedoch in keinem Fall eine Verbilligung des Fernsehempfängers erwarten, zumal bei einer gemischten Bestückung noch zusätzliche Anpassungsfragen der einzelnen Stufen zu lösen wären.

Wir wollen hier die Reihe der technischen Rationalisierungsmaßnahmen nicht weiter fortführen, die man in manchen Baustufen, auch im Tantell, verwirklichen kann, sondern uns abschließend der wirtschaftlichen Bedeutung eines 500-DM-Fernsehempfängers zuwenden. Man hört oft von der Gefahr, die der Radiowirtschaft von seiten des Versandhandels und anderer Vertriebsmethoden droht. Ein Gerät einer niedrigen Preisklasse würde nun sicherlich viele Interessenten wieder den Weg zum Fachhandel zurückfinden lassen. Diese Entwicklung käme nicht zu spät, denn noch schätzt der überlegende Käufer auch die Vorzüge des örtlichen Service. Gleichzeitig kann ein Empfängertyp dieser Abmessungen und Preisklasse ein guter, preiswerter Zweitempfänger der Zukunft werden, ebenso aber auch ein ideales Test- und Vergleichsgerät für Service und Antennenbau.

Werner W. Diefenbach

Eine neue Spanngitter-Doppeltriode für Autoempfänger

In der Reihe der neuen Röhren für Autoempfänger zur direkten Entnahme der Anodenspannung aus der Starterbatterie, in der bisher die Röhren EBF 83, ECH 83, EF 97 und EF 98 auf dem Markt erschienen sind, fehlte zur vollständigen Bestückung kombinierter AM-FM-Autosuper noch eine Doppeltriode, die die UKW-Vor- und Mischverstärkung übernimmt. Mit der neuen Spanngitter-Doppeltriode ECC 86 kann nun ein kompletter AM-FM-Super im HF-ZF-Teil für eine Anodenspannung von 6,3/12,6 V aufgebaut werden (NF-Teil mit Transistoren). In dem nachstehenden Beitrag werden die technischen Daten und die wichtigsten Eigenschaften der Röhre sowie ein Dimensionierungsbeispiel einer UKW-Vor- und Mischstufe besprochen.

DK 621.385 621.396 62.629.114

Die Stromversorgung der Autoempfänger war bisher an die Verwendung eines Gleichspannungswandlers, im allgemeinen eines mechanischen Zerkhackers, gebunden, der die niedrige Batteriespannung in die zum Betrieb der Hochvakuumröhren notwendige hohe Gleichspannung von etwa 250 V umwandelt. Transistoren ermöglichen es nun, schon mit den niedrigen Spannungen der Autobatterien bei entsprechenden hohen Strömen Ausgangsleistungen von mehreren Watt zu erzeugen. Damit läßt sich der Hauptstromverbraucher, nämlich die Endröhre, durch einen Transistor ersetzen. Ein Ersatz der HF- und ZF-Röhren durch Transistoren ist jedoch zur Zeit — zumindest im UKW-Bereich — noch nicht in wirtschaftlich vertretbarer Form durchführbar. Zu ihrer Stromversorgung würde also weiterhin ein Zerkhacker benötigt werden, der zwar weniger Leistung abzugeben braucht, aber alle Nachteile eines Zerkhackers aufweist (z. B. Störungszeugung und begrenzte Lebensdauer). Eine bessere Möglichkeit zur Stromversorgung bietet die Verwendung von Gleichspannungswandlern mit Transistoren, deren Lebensdauer sehr lang ist und die auch weniger Störungen als mechanische Zerkhacker verursachen. Natürlich ist bei einer solchen Lösung ein gewisser zusätzlicher Aufwand für die Stromversorgung der ZF-Stufen nicht zu vermeiden.

Um eine getrennte Stromversorgung der ZF-Stufen gänzlich überflüssig zu machen, wurde bereits vor einiger Zeit mit der Entwicklung von Röhren zur direkten Speisung aus einer 6- oder 12-V-Batterie begonnen, so daß damit nur noch eine einzige Stromquelle zur Heiz- und Anodenstromversorgung des Empfängers notwendig ist. Wegen der in Deutschland am häufigsten vorkommenden Auto-Elektroanlagen für 6 V wurde besonders die Eignung für diese Spannung in den Vordergrund gestellt.

Mit den bisher verfügbaren Röhren für die niedrige Betriebsspannung von 6 V¹⁾ ließen sich Empfänger für Kurz-, Mittel- und Langwellen bauen. Im UKW-Bereich benötigt man aber für die Bestückung von Autoempfängern noch — im Anschluß an die bisherige bewährte Schaltungstechnik — eine Doppeltriode, die die UKW-Vor- und Mischverstärkung übernimmt und in der gleichen Weise wie die Doppeltriode ECC 85 (in vom Netz gespeisten Empfängern) eingesetzt wird. Mit der neuen Doppeltriode ECC 86 ergeben sich keine prinzipiell neuen Schaltungen. Man muß aber auf die Besonderheiten, die sich aus der niedrigen Betriebsspannung ergeben, bei der Schaltungslegung Rücksicht nehmen.

Aufbau und Daten der ECC 86

Die ECC 86 ist eine Spanngitter-Doppeltriode in Novaltechnik und ähnlich wie die PCC 88 aufgebaut. Die Heizläden der beiden Systeme sind in Reihe geschaltet. Die Systeme sind durch einen Schirm statisch gegeneinander abgeschirmt. Der Schirm ist an einen besonderen Sockelstift geführt. Die beiden Systeme sind identisch, so daß eine beliebige Reihenfolge in der Verwendung möglich ist. Bild 1 zeigt die Sockelschaltung. In Tab. I sind die technischen Daten wiedergegeben.

Die erreichte hohe Steilheit von 2,6 mA/V im Arbeitspunkt ist nur unter Anwendung der Spanngitterbauweise möglich. Dabei stellt der Verstärkungsfaktor von 14 einen günstigen Kompromiß dar, und zwar zwischen den Eigenschaften für Geradeausverstärkung und den Bedingungen für ein gutes Arbeiten als Oszillatorröhre.

Die ECC 86 in einer UKW-Vor- und Mischstufe

Eine für die ECC 86 dimensionierte Schaltung ist im Bild 2 dargestellt. Das erste System der ECC 86 arbeitet darin in Gitterbasisschaltung zur Vorverstärkung des Signales. Das Gitter ist mit einem keramischen Kondensator von 500 pF HF-mäßig geerdet. Die Anodenspannung wird über eine Drossel von etwa 2 µH (25 Wdg., Spulenkörper 6 mm Ø) zugeführt. Kathoden- und Anodenkreis werden induktiv abgestimmt. Die Speisung über eine Siebdrossel wurde hier bevorzugt, um jeden Spannungsverlust durch das Einschalten eines Siebwiderstandes zu vermeiden. Die Einstel-

lung des Arbeitspunktes der HF-Vorstufe wird durch die Forderung nach einer möglichst hohen Verstärkung bestimmt. Bei gegebenem Außenwiderstand (bei UKW in der Größenordnung von 5 kOhm) und vorgegebenem μ muß ein möglichst kleiner Innenwiderstand bei hoher Steilheit eingestellt werden, damit das Verhältnis Außenwiderstand zu Innenwiderstand möglichst groß wird. Die negative Gitterspannung liegt bei etwa -0,4 V. Sie wird an einem Gitterableitwiderstand von 100 kOhm durch den Anlaufstrom erzeugt.

HF-Kathodenkreis und Rauschzahl

Die HF-Spannung wird mit dem Übertrager L1, L2 (Spulendaten s. Tab. II) in die Kathode der Röhre eingespeist. Der Abstimmkreis L2 hat einschließlich der Zusatzdämpfungen durch die Röhre einen Gesamtleitwert von 1,32 mS (760 Ohm).

Auch hier ist der Übertrager L1, L2 so eingestellt worden, daß Rauschanpassung erreicht wird. Messungen ergaben einen Optimalwert des auf den Abstimmkreis übertragenen Antennenwiderstandes von 800 Ohm, ein Wert, der sich mit dem Gesamteingangswiderstand gut deckt. Es besteht also in diesem Fall keine Abweichung zwischen Leistungs- und Rauschanpassung.

Mit der beschriebenen Eingangsschaltung wird eine Grenzempfindlichkeit von 5 kT₀ erreicht. Damit können mit einer 60-Ohm-Antenne Signale von etwa 1 µV bei idealer Amplitudenbegrenzung noch brauchbar (26 dB Rauschabstand) empfangen werden. Mit dem Eingangswiderstand von 760 Ohm wird die Antennenauflastung v_{ant} von einer 60-Ohm-Antenne etwa 3,56.

HF-Anodenkreis und HF-Verstärkung

Der Anodenkreis der HF-Stufe wird mit einem Dämpfungskern abgestimmt. Die Impedanz des Kreises ist einschließlich der Zusatzdämpfung durch die Mischstufe (s. Bild 3) 6,5 kOhm groß. Damit erhält man eine Verstärkung der Gitterbasisröhre von $v_{GB} = 8,5$ zwischen Kathode und Anode. Bis zum Gitter der Mischröhre tritt eine Teilung der Spannung zwischen den Kondensatoren C_1 und C_2 ein, wie das im Bild 3 dargestellt ist. Der Teilungsfaktor ist

$$t = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

Bei abgeglicherer Oszillatorbrücke erhält man mit den Kapazitätsangaben im Bild 2

$$t = 0,408$$

Die Gesamtverstärkung bis zum Gitter der Mischröhre wird damit

$$v_{HF} = v_{ant} \cdot v_{GB} \cdot t = 3,56 \cdot 8,5 \cdot 0,408 = 12,3$$

Selbstschwingende Mischstufe
Aus Bild 2 ist auch die Schaltung der Mischstufe zu ersehen. Die Oszillatorfrequenz wird durch den abgestimmten Gitterkreis L4 be-

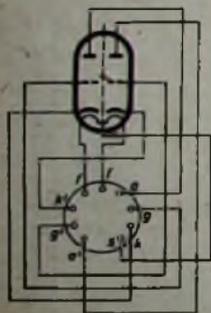
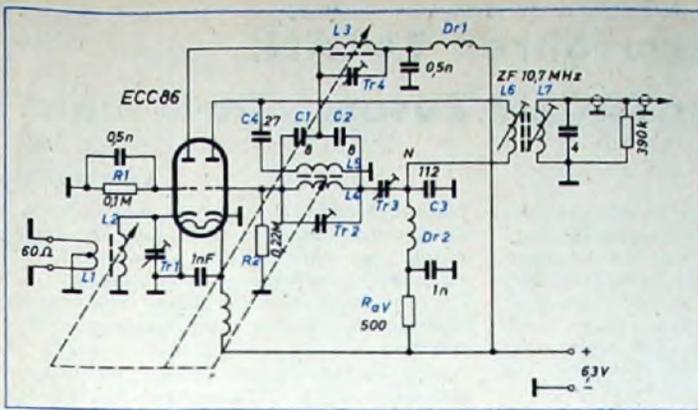


Bild 1. Prinzipschema des Aufbaus und Sockelschaltung der ECC 86

Tab. I. Technische Daten der ECC 86

Heizung: indirekt, Parallelspeisung	
$U_f = 6,3 \text{ V}$	$I_f = 0,33 \text{ A}$
Kapazitäten	
$C_i = 3,0 \text{ pF}$	$C_{aa'} < 0,05 \text{ pF}$
$C_o = 1,8 \text{ pF}$	$C_{gg'} < 0,005 \text{ pF}$
$C_{ag} = 1,3 \text{ pF}$	$C_{ag'} < 0,005 \text{ pF}$
Kenndaten: (je System)	
$U_a = 6,3 \text{ V}$	$S = 2,6 \text{ mA/V}$
$U_g = -0,4 \text{ V}$	$\mu = 14$
$I_a = 0,8 \text{ mA}$	
Betriebsdaten	
als HF-Verstärker	als selbstschwin- gende Mischstufe
$U_a = 6,3 \text{ V}$	$U_b = 6,3 \text{ V}$
$R_g = 0,1 \text{ MOhm}$	$R_{aV} = 0,5 \text{ kOhm}$
$U_{bg} = 0 \text{ V}$	$R_g = 220 \text{ kOhm}$
$I_a = 0,9 \text{ mA}$	$U_{osz eff} = 0,7 \text{ V}$
$S = 2,6 \text{ mA/V}$	$I_a = 0,4 \text{ mA}$
$r_o = 5 \text{ kOhm}$	$R_c = 0,8 \text{ mA/V}$
	$r_{ac} = 11 \text{ kOhm}$

1) Jungmanns, W.: Neue Röhren für niedrige Betriebsspannung zur Bestückung von Autosuper. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 15, S. 518—520



Tab. II. Spulendaten

Pos.	Wdg.	\varnothing [mm]	Draht Art	Spulen-körper- \varnothing [mm]	Wickelart
L 1	3	0,5	Schaltendraht	11	eng über L 2 gewickelt
L 2	4	1,0	Cu versilbert		
L 3	5	1,0	Cu versilbert		
L 4	4	1,0	Cu versilbert	11	Rückkopplungsspule; in das kalte Ende von L 4 gewickelt
L 5	3	0,5	Schaltendraht		
L 6	41	0,25	CuSS	7	
L 7	41	0,25	CuSS	7	

Bild 2. Schaltung der HF-Stufe, des Oszillators und der Mischstufe für den UKW-Teil eines Autoempfängers, bestückt mit der neuen Doppeltriode ECC 86

stimmt. Die Rückkopplung erfolgt von der Anode her über L 5. Der Koppelkondensator C 4 von 27 pF ist im wesentlichen Kreiskapazität des Primärkreises des Bandfilters. Zur Entdämpfung des Innenwiderstandes der Mischröhre wird die Rückkopplungsschaltung angewendet, die mit Hilfe des Kondensators C 3 einen Teil der ZF-Ausgangsspannung auf

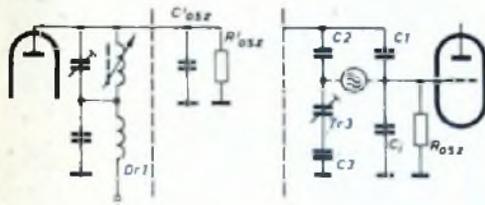


Bild 3. Ersatzbild des HF-Anodenkreises

das Gitter zurückführt. Der scheinbare Innenwiderstand R_{ic} der Mischröhre wurde durch Wahl von C 3 auf etwa 70 kOhm eingestellt. Die Bedämpfung des ersten ZF-Kreises ist mit diesem Wert noch nicht zu groß. In der Zuführung der Anodenspannung fällt eine Schaltungsbesonderheit auf. Der Anodenwiderstand R_{av} , der in Verbindung mit der Entdämpfungsschaltung für den inneren Widerstand eine Unterdrückung des Überschwingens bewirkt, wird (weil er parallel zu einem Teil des ersten ZF-Kreises liegt) je nach Größe der Anzapfung als Belastung auf den Kreis transformiert. In den bisherigen Schaltungen hat er meistens eine Größe von 10 kOhm und mehr, so daß sich dadurch verhältnismäßig kleine Dämpfungen ergeben. Bei den 6/12-V-Röhren kann dieser Widerstand kaum größer als 500 Ohm gemacht werden, um nicht zuviel an Anodenspannung zu verlieren. Die gegenkoppelnde Wirkung bleibt auch bei diesem Wert noch erhalten. Der ZF-Kreis würde aber ohne besondere Maßnahme zu stark bedämpft werden; das wäre der Trennschärfe und Verschärfung abträglich. Mit der Einfügung einer HF-Drossel Dr 2 und eines zwischen Widerstand und Drossel gegen Erde geschalteten Kondensators von etwa 800 ... 1000 pF wird dieser Nachteil unter Beibehaltung der beabsichtigten Wirkung des Widerstandes beseitigt. Infolge des kleinen Blindwiderstandes des Kondensators ist der Fußpunkt der Drossel für die Frequenz von 10,7 MHz nahezu geerdet, so daß der reine

Blindwiderstand der Drossel auf den ZF-Kreis transformiert wird und keine Dämpfung mehr ausübt. Die Drossel soll einen Wert von 4 ... 6 μ H nicht unterschreiten, damit die Verminderung der Gesamtinduktivität des ZF-Kreises klein bleibt. Hier sei noch kurz eine Bemerkung zum Überschwingen des Oszillators gemacht. Das Überschwingen hängt im wesentlichen von der Gitterzeitkonstante und der Form der Röhrenkennlinie ab. Schaltungstechnisch kann man im allgemeinen das Überschwingen durch Verkleinern der Zeitkonstante am Gitter beseitigen. Das erfolgt dann durch Verkleinern des Gitterkondensators und besonders des Gitterableitwiderstandes. Es gibt aber drei wichtige Gründe, die bei UKW-Empfang einen großen Gitterableitwiderstand und Gitterkondensator wünschenswert scheinen lassen: Das sind die Verstärkung, das Rauschen und die Störstrahlung. Je kleiner der Gitterstrom ist, um so niedriger sind das Rauschen und die Oberwellenerzeugung. Aus diesen Gründen findet man in selbstschwingenden UKW-Mischschaltungen fast ausnahmslos Gitterableitwiderstände von 500 kOhm bis 1 MOhm. Bei 6/12-V-Röhren ist die Gefahr des Überschwingens größer, weil man, um die notwendige Oszillatorspannung zu erreichen, eine ziemlich feste Rückkopplung anwenden muß und dabei an die Grenze des Aussteuerbereiches kommt. Mit dem im Bild 2 angegebenen Widerstandswert erhält man stabile Schwingungen ohne wesentliche Beeinträchtigung der obenerwähnten Forderungen. Die Oszillatorspannung wurde auf einen Effektivwert von etwa 0,7 V eingestellt. Damit erreicht man die maximale Mischteilheit. Die relative Kopplung q des ZF-Bandfilters ist 0,9 und die effektive Transimpedanz 15,75 kOhm. Die Mischverstärkung wird mit $S_c = 0,8 \text{ mA/V}$ und $Z_{trans \text{ eff}}$

$$v_c = 12,6$$

Gesamtverstärkung

Mit dem berechneten Wert der HF-Verstärkung erhält man eine Gesamtverstärkung von

$$v_{ges} = v_{HF} \cdot v_c$$

$$v_{ges} = 12,3 \cdot 12,6 = 155$$

Die Messung ergab einen Wert von 170. Die Differenz ist auf einen leichten Rückmischungseffekt zurückzuführen, durch den die Verstärkung etwas erhöht wird.

Die Störstrahlung

An den Antennenklemmen wurde eine Störspannung der Grundwelle von 2 mV ($E = 70 \mu\text{V/m}$) und für die Oberwelle von 0,5 mV gemessen.

Mit dem jetzt vorliegenden Röhrensatz für Autoempfänger läßt sich eine Reihe von Schaltungen aufbauen. So wurden bei einem Empfänger, wie er im Bild 4 in einem Blockschema dargestellt ist, für eine Ausgangsleistung von 50 mW bei FM eine benötigte Eingangsspannung von weniger als 1 μ V gemessen, während bei AM für die gleiche Leistung eine Spannung von etwa 3 μ V vorhanden sein muß.

Messen und Ausstellungen

Fernseh-Regionalschau

Wie jetzt von der Fachabteilung „Rundfunk und Fernsehen“ im ZVEI mitgeteilt wurde, findet in diesem Jahr keine Fernseh-Regionalschau statt. Es ist deshalb wahrscheinlich damit zu rechnen, daß bereits zur Deutschen Industrie-Messe 1958 Hannover die Hersteller von Fernsehempfängern ihre ersten diesjährigen Neuheiten vorstellen werden. Die Fernsehempfänger-Neuheitenperiode endet am 30. 9. 1958.

Große Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung 1959

Spätestens Ende März 1958 soll entschieden werden, ob die nächstjährige Große Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung 1959 nach Berlin zurückkehren oder in Frankfurt bleiben wird. Die Funkausstellung 1959 soll im internationalen Rahmen stattfinden.

Phillips-Schau

auf der „Grünen Woche Berlin“

In rund 85 von je 100 landwirtschaftlichen Betrieben gibt es nach neuen Konsumentenbefragungen Rundfunkgeräte. Mit dem Fernsehen eröffnete sich lerner auch für die Landbezirke eine neue Informations- und Unterhaltungsquelle, deren Wert in der Aktualität der optisch-akustischen Programmleistungen gerade für die Wechselbeziehung zwischen Land und Stadt nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Phillips weist in seiner Sonderausstellung auf der „Grünen Woche“ (31. 1. bis 9. 2. 1958) auf diese auch volkswirtschaftlich wichtige Arbeit an Hand von Beispielen hin. Hinzu kommen auf der Phillips-Schau (dort werden auf 800 m² noch viele der Landwirtschaft interessierende Glühlampen, Bestrahlungsgeräte, Haushaltsgeräte usw. vorgeführt) Planenspieler, Schallplatten und elektroakustische Geräte für die verschiedensten Verwendungszwecke.

Leipziger Frühjahrsmesse 1958

Leipzig rüstet zur Frühjahrsmesse 1958. Sie wird als Technische Messe und Mustermesse in der Zeit vom 2. 3. bis 13. 3. durchgeführt. Rundfunk- und Fernsehgeräte werden wieder im Haus des Rundfunks und Fernsehens (Städtisches Kaufhaus) ausgestellt.

Deutsche Industrie-Messe 1958 Hannover

Die Neubauten auf dem Ausstellungsgelände (s. FUNK-TECHNIK Bd. 12 [1957] Nr. 23, S. 782) sind so weit vorgeschritten, daß mit ihrer fristgerechten Fertigstellung pünktlich zur Messe (27. 4. bis 6. 5. 1958) gerechnet werden kann.

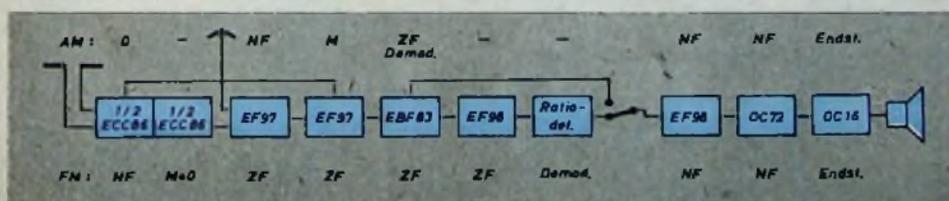


Bild 4. Blockschema eines AM/FM-Autoempfängers

Die Navigationsverfahren TACAN, VORTAC und der TACAN-Zusatz „Data Link“

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 13 (1958) Nr. 2, S. 38

DK 421.396.933.1

3. VORTAC

Es wurde bekanntgegeben [7], daß das in den USA verwendete Entfernungsmessverfahren (DME) nur noch bis 1960 in Betrieb bleiben werde und an seiner Stelle das genauere Entfernungsmessverfahren des TACAN mit dem auch weiterhin zugelassenen VOR (UKW-Drehfunkfeuer) für die Azimutpeilung zu verwenden sei. Die so entstehende Kombination erhielt den Namen VORTAC.

VORTAC arbeitet mit einer Antennenkombination (Bild 6), deren VOR-Signale im 100-MHz-Bereich und deren TACAN-Signale im 1000-MHz-Bereich sowohl Militär- als auch Zivilflugzeuge versorgen; die Bordgeräte können also reine TACAN-Geräte sein oder aber aus dem bereits eingeführten VOR-Teil für die Azimut- und dem TACAN-Teil für die Entfernungsmessung bestehen. Unabhängig von dem fortschreitenden Ausbau der TACAN-Bodenstationen können bestehende VOR-Bodenanlagen für diese Betriebsart ergänzt werden, um Flugzeughaltern sofortigen Nutzen durch den TACAN-DME-Teil zu bringen. Neben der hervorzuhebenden, nur geringen Luft-

Sicht durchaus angemessen, da sich die Engpaßfaktoren (absolute Luftverkehrsdichte, Luftverkehrsdichte bezogen auf Landebahnen, Flugzeuggeschwindigkeiten, Internationalisierung in sprachlicher Hinsicht) multiplizieren. Dieses Zusatzgerät nutzt die relativ große Informationskapazität des TACAN-Systems aus, so daß sich die TACAN-Funktionen folgendermaßen zusammenfassen lassen:

1. Kontinuierliche Entfernung- und Azimutmessung im Flugzeug.
2. Vollautomatische und praktisch ununterbrochene Meldung von Azimut, Entfernung, Geschwindigkeit, Kurs, Höhe und Kennung vom Flugzeug an die Luftverkehrsüberwachung, und zwar gleichzeitig von bis zu 120 Flugzeugen innerhalb 6 s.
3. Praktisch gleichzeitige Übermittlung von Navigationsanweisungen vom Boden aus an bis zu 120 Flugzeuge innerhalb 6 s und Darstellung dieser Instruktionen auf Bordinstrumenten.
4. Praktisch verzögerungsfrei bestätigte Übertragung von maximal 31 verschiedenen, aber stets wiederkehrenden Meldungen vom Boden zum Flugzeug und umgekehrt zur Entlastung der Funksprechkanäle. Diese Nachrichten erscheinen im Flugzeug und am Boden auf Leuchtschriftfeldern in jeder beliebigen Sprache.
5. Darstellung der Luftlage durch Sichtgeräte (einschließlich Kennung und Höhenangaben) zur Kontrolle und Auswertung durch den FS-Dienst; Möglichkeit des Einsatzes von elektronischen Rechnern.
6. Mitverwertung der TACAN-Bordausstattung zur Schlechtwetterlandung (Lokalizier, Gleitweg sowie Distanz).

Obwohl der TACAN-Zusatz bereits praktisch erprobt wurde [11], haben nicht alle US-amerikanischen Dienstzweige seine sofortige Einführung anordnen können [12]. Auch die Zivilluftfahrt dürfte erst nach dem Data Link greifen, wenn sich die erwähnten Engpaßfaktoren noch weiter verstärkt haben.

4.1 Informationskapazität des TACAN-Zusatzes

Die Boden-Bordsendungen umfassen codierte Rufzeichen (bis zu 1008), 31 verschiedene Anweisungen, wie „Warten“, „Fahrgebot“ ausfahren“ usw., sowie 5 Befehlswechselzeichen (angeordnete Distanz in den Skalenbereichen 0...20 oder 0...200 Meilen, angeordneter Azimut 0...360°, angeordnete Höhe in den Skalenbereichen 0...5000 und 0...50000 Fuß, angeordneter Kurs 0...360° und angeordnete Geschwindigkeit). Bei den Bord-Bodensendungen handelt es sich im wesentlichen um Bestätigungen der Anordnungen, automatische Ausendung von Meßwerten (Entfernung, Azimut, Höhe, Kurs, Geschwindigkeit usw.) und um 31 vom Flugzeugführer veranlaßte Meldungen, wie „ich warte“, „ich lande“ usw.

4.2 Die Geräte

Der für Meßaufgaben erforderliche bordseitige Fernwirtsatz ist bereits vollkommen transistorisiert und wiegt nur 5,5 kg (zusätzlicher Raumbedarf 7 dm³). Als Zusatz zum VORTAC-Gerät sorgt er für automatisches Melden von Position, Höhe, Kurs und Geschwindigkeit. Das Codiergerät mit dem Decodierer für empfangene Anweisungen wiegt 23 kg und hat einen Raumbedarf von 30 dm³.

Die erforderlichen Instrumente sind als Mehrzweckinstrumente ausgeführt, d. h., sie zeigen sowohl die fünf empfangenen Anweisungen als auch die laufenden Bordanzeigewerte an. Zur Bestätigung einer bordseitig empfangenen Meldung ist lediglich ein Fingerdruck erforderlich.

Zum TACAN-Bodengerät treten drei weitere Einheiten, eine gemeinsame Steuereinrichtung, ein gemeinsamer Codierer/Decodierer und ein Digitalspeicher. Zu den Steuergeräten für das FS-Personal ist ein Sichtgerät in der Entwicklung, das auf einem Schirm die Position aller in der Nähe befindlichen Flugzeuge zeigt, jedoch nicht durch helle Flecke wie beim Radar, sondern durch zwei Zahlenwerte (Kennung und Höhe) und einen Pfeil (Kurs), wobei Entfernung und Azimut vom Flugplatz sich aus der Entfernung und Lage zur Schirmmitte ergeben.

4.3 Puls codierung

Sämtliche Informationen und Meßwerte haben die Form von Impulstelegrammen, die entweder aus einer beliebigen Kombination von 2...9 Doppelpulsen in dem jeweils zugeordneten Zeitabschnitt von 69...276 µs oder aus einem Impuls bestehen, dessen Informationsgehalt sich mit einer Stellung im zugeordneten Zeitabschnitt ändert. Die Gesamtzeit für alle Informationen ist 2918 µs (Boden-Bord). So wird zum Beispiel die Ankündigung einer neuen Anweisung durch eine willkürlich gewählte Kombination von 5 Impulsen im Zeitabschnitt von 174 µs der Gesamtzeit dargestellt (PCM), während man die angeordnete Geschwindigkeit durch die Stellung eines einzigen Impulses an einer bestimmten Stelle der Zeitachse in einem Bereich von 93 µs (der für angeordnete Geschwindigkeiten reserviert ist) kennzeichnet (PPM).

Damit sämtliche Impulse im Bordgerät richtig gedeutet werden, darf keine zeitliche Verschiebung erfolgen. Eine Verschiebung der gesamten Impulsperiode von 2918 µs um nur 20 µs würde sämtliche Informationen verstümmeln. Gleichlauf von Bodensender und Bordempfänger ist daher die unerläßliche Voraussetzung für einwandfreie Arbeiten. Dieser Gleichlauf, der beim TACAN auf den Bezugsimpulsen basiert, wird innerhalb von 20 s nach Beginn des Suchvorganges hergestellt und bleibt bis zum Abschalten bestehen. Die codierten Informationsimpulse füllen den Raum zwischen den Bezugsimpulsen aus und üben zusätzlich die bereits besprochenen TACAN-Funktionen aus, d. h., ihre Amplitudenspitzen bilden die Hüllkurve zur Azimutbestimmung, und ihre Laufzeit (zusammen mit der Laufzeit der Abfrageimpulse) stellt die Grundlage für die Entfernungsmessung dar.

Schrifttum

- [7] Das Tacan-System und die Erprobungsergebnisse von Alaska Interavia Bd. 11 (1956) Nr. 10, S. 815-817
- [8] Form No. P 849, New Integrated vortac system, Federal Telephone & Radio Company, Clifton NJ, USA
- [9] Kramer, E.: Neuere Tendenzen der Luftfahrt-elektronik, Interavia Bd. 11 (1956) Nr. 10, S. 785-786
- [10] Jerome, R. H.: Die elektronische Ausrüstung von Strahlverkehrsflugzeugen, Interavia Bd. 11 (1956) Nr. 10, S. 791
- [11] Form 3/57-3 M Tacan data link, Federal Communications Laboratories, Nutley NJ, USA
- [12] American Aviation Bd. 20 (1957) Nr. 23, S. 87

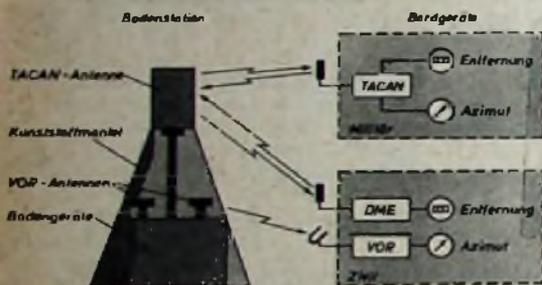


Bild 6. Versorgung zweier Bordgerätekombinationen durch eine VORTAC-Bodenstation

widerstand bietenden Bordantenne wurde eine glatt abschließende Antenne entwickelt, und alle Röhrendioden ersetzte man durch Siliziumdioden. Dieser DME-Teil für VORTAC-Betrieb wiegt nur 15 kg, das Anzeigelinstrument 1350 g, die hervorsteckende Antenne 450 g, die glatt abschließende 1350 g. Die größte noch angezeigte Entfernung ist 195 nautische Meilen. Die Bordleistung beträgt 1 kW im schlechtesten Kanal [8]. Für den getrennt lieferbaren Azimutteil (Gewicht 9 kg) garantiert die herstellende IT&T-Firma, die Federal Telephone and Radio, eine Genauigkeit von $\pm 0,25^\circ$ (ohne die bereits erwähnten vorübergehenden Geländefehler).

4. TACAN-Zusatz „Data Link“

Extrapoliert man die Kurven für die Zunahme der Luftverkehrsdichte und der Fluggeschwindigkeiten, dann muß man für die nahe Zukunft wirkungsvolleren Kollisionschutz und schnellere Abwicklung des Funksprechverkehrs in der Flugsicherung (FS) fordern. Es ist das Privileg der FS-Pioniere, diese Forderungen rechtzeitig zu erheben, und es ist die Aufgabe der zuständigen Stellen, solche Forderungen nicht ungehört verhallen zu lassen, wenn sie von bewährten Fachleuten, wie Kramer oder Jerome, erhoben werden [9, 10].

Eine Lösung dieses Problems hat sich technisch bereits angebahnt. Es handelt sich dabei um den TACAN-Zusatz „Data Link“, der an Stelle des gesprochenen Wortes eine tausendmal schnellere Informationsübermittlung ermöglicht. Diese Größenordnung ist auf weite

Messung von Bewegungsgrößen

DK 421.317.39:531.74

Bei Bewegungsvorgängen sind Kenntnisse über den Weg, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung eines bestimmten Punktes für den Konstrukteur oder den Benutzer einer Anlage von Interesse. Hier soll zunächst nur auf Meßmethoden für periodische Vorgänge eingegangen werden, da die meisten Bewegungsvorgänge in der Technik periodisch ablaufen. Eine Ausnahme bilden rein fortschreitende Bewegungen, die bei Messungen an Fahrzeugen, Geschossen o. ä. sowie bei Strömungsmessungen zu erfassen sind.

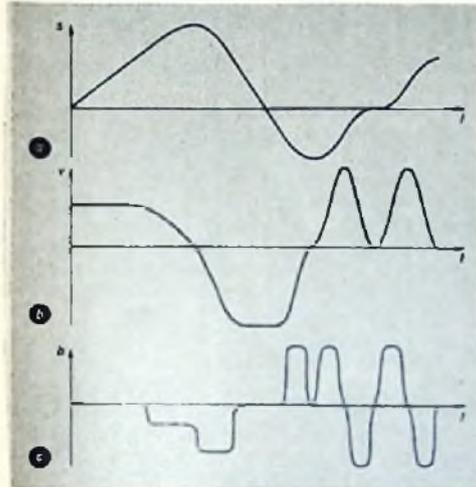


Bild 1. a = Schwingweg, b = Geschwindigkeit, c = Beschleunigung

Im Bild 1a ist ein beliebiger Bewegungsvorgang, etwa die Schwingung eines Fundamentes unter dem Einfluß einer arbeitenden Maschine, in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Es kann zum Beispiel die Aufgabe der Messung dieses Schwingweges s bestehen. Ferner kann man nach der Geschwindigkeit v fragen, die sich als $\frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$

$$v = \frac{s}{t}$$

ergibt. Dieser Ausdruck ist jedoch nur dann gültig, wenn die Bewegung gleichförmig erfolgt, d. h., wenn in gleichen Zeitabschnitten gleiche Wege zurückgelegt werden. Bei einem Vorgang nach Bild 1a ist das offenbar nicht der Fall, man errechnet daher einen zeitabhängigen Momentanwert der Geschwindigkeit aus der Beziehung $\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Wegänderung}}{\text{Zeitänderung}}$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Ändert sich im Zeitintervall Δt der Weg stark, so ist die Geschwindigkeit groß; tritt während Δt keine Wegänderung auf, dann ist v gleich Null. Wird der Zeitabschnitt Δt , in dem man die Wegänderung Δs beobachtet, immer kleiner gewählt (im Grenzfall unendlich klein), so benutzt man an Stelle von Δt die Schreibweise dt und schreibt dann

$$v = \frac{ds}{dt}$$

Dieser Ausdruck wird als Differentialquotient bezeichnet. Die Geschwindigkeit ist also der erste Differentialquotient des Weges nach der Zeit. Bild 1b zeigt den zum Wegverlauf nach Bild 1a gehörigen Geschwindigkeitsverlauf.

Die Beschleunigung eines Punktes errechnet sich aus der Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit nach der Formel

$$b = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Bei einer Beschleunigung von $b = 1 \text{ m/s}^2$ nimmt die Geschwindigkeit des betrachteten Körpers je Sekunde um 1 m/s zu. Negative Beschleunigungen (Verzögerungen) bedeuten entsprechende Geschwindigkeitsabnahmen in der Zeiteinheit. Die Kenntnis der an einem bestimmten Ort herrschenden Beschleunigungswerte ist besonders wichtig, da nach der Newtonschen Formel $F = m \cdot b$ die auf einen Körper mit der Masse m ausgeübte Kraft F der Beschleunigung b direkt proportional ist. Elektrische Bauelemente, insbesondere Elektronenröhren, vertragen immer nur eine beschränkte auf das System einwirkende Kraft und daher auch nur eine beschränkte Beschleunigung. Der Wert der Beschleunigung kann in m/s^2 angegeben werden, man gibt ihn jedoch auch oft in Vielfachen der Erdbeschleunigung g an ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Bei der Beschleunigung $b = 7,5g$ wirkt also auf den Körper eine Kraft, die dem 7,5fachen seines Eigengewichts entspricht.

Im Bild 1c ist der zum Geschwindigkeitsverlauf 1b gehörige Beschleunigungsverlauf aufgetragen. Die Ermittlung des zu einem bestimmten Wegverlauf $s(t)$ gehörigen Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlaufes kann durch zeichnerische oder rechnerische Differentiation erfolgen. Besonders einfache Verhältnisse ergeben sich bei rein sinusförmigen Bewegungen. Aus

$$s = A \sin \omega t \quad (1a)$$

ergibt die Rechnung

$$v = \omega A \sin (\omega t + 90^\circ) \quad (1b)$$

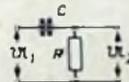
und

$$b = \omega^2 A \sin (\omega t + 180^\circ) \quad (1c)$$

Die Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurven verlaufen ebenfalls sinusförmig. Sie haben die Amplituden ωA beziehungsweise $\omega^2 A$ und sind gegen den Wegverlauf um 90° beziehungsweise 180° phasenverschoben.

Wird der Wegverlauf $s(t)$ durch eine elektrische Spannung U_1 dargestellt, dann kann man den Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf auch durch ein- beziehungsweise zweimalige elektrische Differentiation erhalten. Für die Ausgangsspannung U_2 der Schaltung nach Bild 2 gilt

Bild 2. Schaltung zur elektrischen Differentiation



Wird $RC \gg 1/\omega$ gewählt, dann ergibt sich näherungsweise

$$U_2 = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} U_1 \quad (2)$$

Wenn die Zeitkonstante RC klein gegen $1/\omega$ ist, läßt sich an Stelle von Gl. (2) näherungsweise

$$U_2 = jRC \omega U_1$$

schreiben. U_2 ist demnach, vom Maßstabsfaktor RC abgesehen, gleich ωU_1 (der Faktor j gibt eine Phasenverschiebung von 90° an). Beim Vergleich mit Gl. (1b) erkennt man, daß mit der Schaltung nach Bild 2 eine Sinusspannung differenziert werden kann. Da man jeden beliebigen periodischen Vorgang nach

Fourier in eine Summe von Sinusschwingungen zerlegen kann, läßt sich mit der Schaltung nach Bild 2 somit auch ein beliebiger Vorgang differenzieren, wenn nur die Bedingung $RC \ll \frac{1}{2\pi f_0}$ (f_0 = Frequenz der

Grundwelle des periodischen Vorganges) eingehalten wird. Durch Kettenschaltung zweier Anordnungen nach Bild 2, die zur Verhinderung gegenseitiger Beeinflussung zweckmäßigerweise noch durch eine Verstärkerstufe getrennt werden, läßt sich auch eine zweimalige Differentiation durchführen und so aus einem Wegverlauf der Beschleunigungsverlauf ermitteln.

Ist der Beschleunigungsverlauf gegeben, dann muß zur Bestimmung des Geschwindigkeits- und Wegverlaufes der umgekehrte Weg gegangen werden. Mathematisch entspricht der Umkehrung der Differentiation die sogenannte Integration, und man benutzt die Schreibweise

$$v = \int b dt; \quad s = \int v dt$$

Für sinusförmige Zeitverläufe ergeben sich wieder einfache Formeln. Aus

$$b = H \sin \omega t \quad (3a)$$

erhält man

$$v = \frac{H}{\omega} \sin (\omega t - 90^\circ) \quad (3b)$$

und

$$s = \frac{H}{\omega^2} \sin (\omega t - 180^\circ) \quad (3c)$$

Die Amplituden werden durch die Integration auf H/ω beziehungsweise H/ω^2 verkleinert und die Phasen um -90° beziehungsweise -180° gedreht. Man kennt auch graphische Verfahren zur Konstruktion der „Integralkurve“ aus

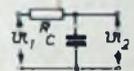


Bild 3. Schaltung zur elektrischen Integration

einem gegebenen Zeitverlauf. Ebenso läßt sich auch eine Integration auf elektrischem Wege durchführen. So kann man aus einem als Spannung gegebenen Beschleunigungsverlauf die Geschwindigkeit und den Schwingweg ermitteln. Eine dazu geeignete Schaltung zeigt Bild 3. Für die Ausgangsspannung U_2 erhält man

$$U_2 = \frac{1}{1 + j\omega RC} U_1 \quad (4)$$

Wird $RC \gg 1/\omega$ gewählt, dann ergibt sich näherungsweise

$$U_2 = -j \frac{U_1}{RC \omega}$$

Die Ausgangsamplitude wird also mit $1/\omega$ multipliziert und die Phase der Ausgangsspannung entsprechend dem Faktor $-j$ um -90° gedreht. Das bedeutet nach Gl. (3b) eine Integration der Sinusspannung U_1 . Daher lassen sich mit der Schaltung nach Bild 3 auch beliebige periodische Zeitfunktionen integrieren, deren Grundfrequenz $f_0 \gg \frac{1}{2\pi RC}$ ist.

Durch Kettenschaltung zweier Glieder nach Bild 3 erhält man eine zweifache Integration. Allerdings werden die Amplituden der Ausgangsspannungen recht klein, so daß im allgemeinen eine Verstärkung der integrierten Spannung erforderlich ist.

Das Grundschema einer Anordnung, mit der sich sowohl Schwingwege als auch Geschwindigkeiten und Beschleunigungen messen lassen, ist im Bild 4 dargestellt. In einem Gehäuse G kann eine Masse M an einer Feder F frei schwingen. Die Bewegungen werden durch eine Dämpfung D geschwindigkeitsproportional gedämpft. Das Gehäuse G ist mit dem zu untersuchenden Maschinenteil verbunden und macht dessen Schwingungen mit. Bei sinusförmiger Bewegung von G führt auch die Masse M Sinusschwingungen aus. Für die Relativbewegung Z zwischen Masse und Gehäuse ergibt die Rechnung

$$\frac{Z}{A} = \frac{\omega^2}{-\omega^2 M + C + j\omega D} \quad (5)$$

Darin sind $\omega = 2\pi f$, f die Frequenz und A die Amplitude der Erregerschwingung, C die

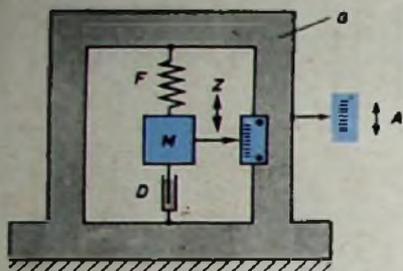


Bild 4. Aufbau eines Schwingungsmeßsystems; G = Gehäuse, M = Schwingmasse, F = Feder, D = Dämpfung

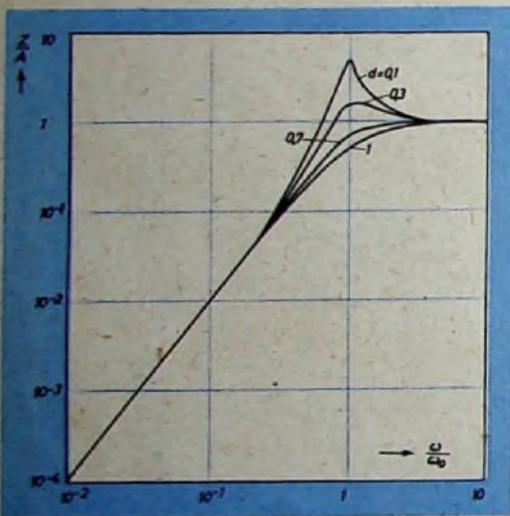


Bild 5. Frequenzgang der Anordnung nach Bild 4 bei verschiedenen Werten des Dämpfungsgrades d

Federkonstante sowie D die Dämpfung des Systems. An Stelle von Gl. (5) kann man auch die allgemeinere Gleichung

$$\frac{Z}{A} = \frac{\omega^2}{-\omega^2 + \omega_0^2 + j2d\omega_0\omega} \quad (6)$$

$$= \frac{\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2 - 1 + j2d\frac{\omega_0}{\omega}}{1}$$

$\left(\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{M}} = \text{Eigenfrequenz des Schwingensystems, } d = \frac{D}{2\omega_0} = \text{Dämpfungsgrad}\right)$ schreiben,

durch die alle Schwingungsvorgänge dieser Art beschrieben werden und deren Verlauf in Abhängigkeit von $\frac{\omega}{\omega_0}$ im Bild 5 dargestellt ist. Mit der Anordnung nach Bild 4 werden je nach dem Verhältnis Eigenfrequenz ω_0 zu Meßfrequenz ω verschiedene Meßgrößen erlaubt.

Schwingwegmesser

Aus Gl. (6) ergibt sich für den Bereich $\omega \gg \omega_0$ bei Vernachlässigung der Dämpfung die Beziehung $Z \approx A$. Das gleiche Ergebnis ist auch aus Bild 5 zu entnehmen. Für den Bereich $\omega > 3\omega_0$ gehen alle Kurven in die Gerade $\frac{Z}{A} = 1$ über. Das bedeutet aber, daß mit einer

tiefer abgestimmten Meßanordnung der Schwingweg A gemessen werden kann. Man muß dazu nur die Relativbewegung Z zwischen Masse und Gehäuse in ein entsprechendes elektrisches Signal umwandeln. Das ist auch physikalisch sehr leicht einzusehen: Eine niedrige Eigenfrequenz ω_0 erfordert eine große Masse M und eine weiche Feder F. Bewegungen, deren Frequenz höher als ω_0 ist, vermag die Masse infolge ihrer Trägheit praktisch nicht zu folgen, und sie bleibt daher im Raume stehen, so daß der Weg zwischen Masse und Gehäuse nur durch den Weg des Gehäuses bestimmt wird.

Die Umwandlung des Meßweges Z in ein elektrisches Signal kann auf verschiedene Weise erfolgen. Man verwendet meistens Anordnungen, die ähnlich den schon beschriebenen Verfahren zur induktiven Wegmessung arbeiten¹⁾. Dadurch lassen sich die gleichen Anzeige- und Registrereinrichtungen verwenden, die auch zur reinen Wegmessung benutzt werden.

Bei der Konstruktion von Schwingweggebern wird besonderes Augenmerk auf einen günstigen Dämpfungsgrad d gelegt, um Resonanzerscheinungen und Verfälschungen bei der Wiedergabe stoßartiger Meßgrößen zu vermeiden. Man wählt meistens Dämpfungsgrade von 0,6 ... 0,7, bei denen sich nach Bild 5 ein günstiger Verlauf des Frequenzganges ergibt. Die Dämpfung erfolgt im allgemeinen durch Silikonöl, da Temperaturunabhängigkeit gewährleistet sein muß; man findet jedoch auch elektrische Wirbelstromdämpfungen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die schwingende Masse auch von der Erdanziehung beeinflusst wird. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen läßt sich der Einfluß der Erdbeschleunigung jedoch kompensieren, so daß die Geber in jeder Lage betrieben werden können. Ausgeführte Geber zur Schwingwegmessung gestatten die Messung von Schwingwegen im Frequenzbereich ab 1,2 Hz, bei anderen Konstruktionen ab 30 Hz. Die Gesamtmeßwege können bis zu ± 25 mm betragen, die kleinste auswertbare Wegänderung liegt je nach Konstruktion in der Größenordnung von etwa 10^{-4} mm. Wichtig für die Auswahl der Geber ist, daß bei einer niedrigen Meßfrequenz auch die Eigenfrequenz des Gebers entsprechend gering sein muß. Das bedingt neben einer entsprechend weichen Feder auch eine große schwingende Masse. So hat z. B. ein Geber mit einer Eigenfrequenz von 0,7 Hz, der Messungen ab 1,2 Hz gestattet, ein Gesamtgewicht von 12 kp. Geber mit Eigenfrequenzen ab 10 Hz wiegen dagegen nur 220 p. Bei der Auswahl der Geber muß man diesen Gesichtspunkt mit berücksichtigen.

Geschwindigkeitsmesser

Eine weitere Möglichkeit zur Messung mit tief abgestimmten Meßsystemen entsteht dadurch, daß man nicht den Relativweg, sondern die Relativgeschwindigkeit zwischen Masse und Gehäuse in ein elektrisches Signal umwandelt. Das kann sehr einfach durch ein Tauchspulmeßwerk erfolgen, das ähnlich einem dynamischen Tauchspulmikrofon aufgebaut ist und dessen Ausgangsspannung nach dem Induktionsgesetz der Geschwindigkeit der Spulspule proportional ist. Dadurch wird unmittelbar die Geschwindigkeit $v = \frac{ds}{dt}$ gemessen.

¹⁾ Claus, G.: Wegmessungen. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 18, S. 663-664

Zur Ermittlung der Geschwindigkeit oder Beschleunigung aus der Ausgangsspannung eines Schwingweggebers kann man diese auch ein- oder zweimal mit Schaltungen nach Bild 2 unter Zwischenschaltung entsprechender Verstärker elektrisch differenzieren. Ebenso läßt sich die Ausgangsgröße eines Tauchspul-Geschwindigkeitsgebers einmal differenzieren, und man erhält dann die Beschleunigung. Im allgemeinen wird von dieser Möglichkeit jedoch nur in Ausnahmefällen Gebrauch gemacht.

Beschleunigungsgeber

Ganz andere Ergebnisse erhält man, wenn man die Anordnung nach Bild 4 in dem Frequenzbereich $\omega \ll \omega_0$ betreibt, in dem also die Eigenfrequenz des Gebers groß gegen die zu messende Frequenz ist (hoch abgestimmtes Meßsystem). Aus Gl. (6) ergibt sich dann

$$Z \approx \frac{\omega^2}{\omega_0^2} A = c\omega^2 A \quad (7)$$

Aus Bild 5 erhält man das gleiche Ergebnis. Für $\omega < 0,25\omega_0$ verlaufen alle Kurven mit einem Anstieg proportional ω^2 . Da für die Amplitude H der Beschleunigung bei sinusförmigem Zeitverlauf $H = \omega^2 A$ gilt, geht aus dem Vergleich hervor, daß bei einem hoch abgestimmten System die Relativbewegung zwischen Schwingmasse und Gehäuse dessen Beschleunigung direkt proportional ist. Man erhält also einen Beschleunigungsmesser, wenn der Relativweg in ein entsprechendes elektrisches Signal umgewandelt wird.

Diese Umwandlung kann wie bei Schwingwegmessern durch induktive Systeme erfolgen. Häufig verwendet man auch Anordnungen mit Dehnungsmeßstreifen oder piezoelektrischen Einrichtungen. Das Schema eines piezoelektrischen Beschleunigungsgebers zeigt Bild 6. Das piezoelektrische Meßverfahren hat dabei

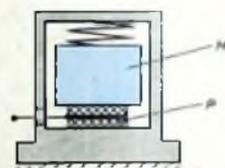


Bild 6. Piezoelektrischer Beschleunigungsgeber; M = Masse, P = Piezokristall

den Vorteil, daß sich sehr hohe Resonanzfrequenzen erreichen lassen. Allerdings ist die Empfindlichkeit derartiger Meßanordnungen dem Quadrat ihrer Eigenfrequenz umgekehrt proportional, so daß sich bei hoher Eigenfrequenz nur geringe Ausgangsspannungen ergeben. Man verwendet daher bei piezoelektrischen Beschleunigungsgebern wegen ihrer hohen piezoelektrischen Konstanten auch Seignettesalz und Bariumtitanat²⁾. Wegen der ungünstigen Isolationseigenschaften dieser Materialien lassen sich allerdings mit solchen Gebern keine Messungen bei beliebig tiefen Frequenzen durchführen. Ihre untere Grenzfrequenz liegt etwa bei 1 Hz und ist abhängig vom Eingangswiderstand der folgenden Verstärkerstufe. Elektrometerstufen werden bei Seignettesalz- und Bariumtitanatgebern aber im allgemeinen nicht verwendet. Ausgeführte piezoelektrische Beschleunigungsgeber gestatten Messungen im Frequenzbereich von 2 Hz bis 28 kHz. Die größte meßbare Beschleunigung wird mit 5000 g angegeben, die geringste mit 0,25 g. Die Gewichte dieser Geber (Hersteller Brüel & Kjaer) sind 16 beziehungsweise 7 p. Beschleunigungsgeber mit induktivem Meßsystem (Bild 7) gestatten Messungen bis zu etwa 1000 Hz und werden für Meßbereiche

²⁾ Claus, G.: Kraft- und Momentenmessungen. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 23, S. 792-794

von 0,0001 g bis zu 1000 g gebaut. Ihr Gewicht liegt zwischen 150 und 700 g. Zur Gewinnung der Geschwindigkeits- und Weggrößen aus den Ausgangsspannungen der Beschleunigungsgeber integriert man diese einbeziehungsweise zweimal elektrisch unter Ver-

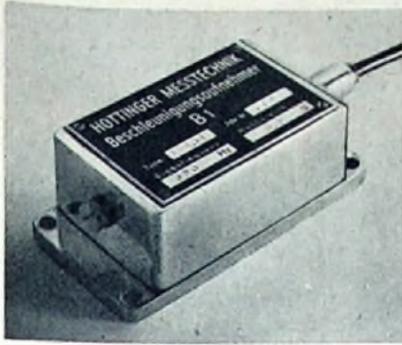


Bild 7. Induktiver Beschleunigungsgeber „B 1“ der Hottinger Meßtechnik GmbH

wendung entsprechender Verstärker. Dieses Verfahren der Wegmessung ist dann von besonderer Bedeutung, wenn sich der Weg auf andere Weise nicht oder nur mit sehr großem Aufwand messen läßt. Das kann bei der Steuerung bestimmter Flugkörper der Fall sein. Die Quersteuerung der V 2 erfolgte beispielsweise auf Grund von Beschleunigungsmessungen mit nachfolgender Integration.

Messung von Strömungsgeschwindigkeiten

In der Verfahrenstechnik ist die Messung der Geschwindigkeiten und Durchflußmengen flüssiger Medien von großer Bedeutung. Soweit dabei elektrische Meßmethoden verwendet wurden, beschränkte man sich meistens auf elektrische Abtastung und Weiterleitung der Anzeige eines rein mechanischen Meßgerätes, etwa der Lage eines Schwebekörpers oder einer Ringwaage, der Drehzahl eines Trommelzählers oder dgl. Ein rein elektronisches Verfahren zur Messung von Durchflußgeschwindigkeiten, das auf dem Induktionsgesetz beruht, wurde vor einigen Jahren von der Firma N. V. Alto, Amsterdam, für den industriellen Einsatz entwickelt. Schneidet ein mit der Geschwindigkeit v bewegter Leiter mit der Länge l die Kraftlinien eines Magnetfeldes B , so wird in ihm die Spannung

$$E = v B l \quad (8)$$

Induziert, wenn die Bewegungsrichtung des Leiters und die Richtung des Magnetfeldes aufeinander senkrecht stehen. Zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten benutzt man die durchströmende Flüssigkeit selbst als bewegten Leiter. Man kann sich die Flüssig-

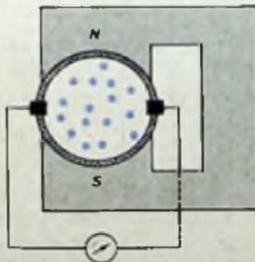


Bild 8. Prinzipanordnung zur induktiven Durchflußmessung

keitsäule aus einzelnen Scheiben bestehend vorstellen, die nacheinander die Kraftlinien des Magnetfeldes schneiden und in denen dabei nach Gl. 8 eine Spannung induziert wird.

Das Schema einer solchen Anordnung ist im Bild 8 dargestellt. Die in der Flüssigkeit in-

duzierte Spannung wird durch Elektroden gemessen, die isoliert in der Rohrwandung angebracht sind. Das Verfahren eignet sich naturgemäß nur für leitende Flüssigkeiten, so daß man Öle u. dgl. nicht messen kann. Als Mindestleitfähigkeit werden 10^{-4} S/cm verlangt. Diese Forderung ist nicht besonders scharf, da die Leitfähigkeit von normalem Leitungswasser im Durchschnitt schon 10mal größer als der geforderte Mindestwert ist.

Diese Meßmethode bietet große Vorteile gegenüber den herkömmlichen Verfahren. Die theoretische Rechnung und praktische Versuche zeigten, daß die induzierte Spannung nicht von der Strömungsform im Meßquerschnitt abhängt. So vermögen auch unmittelbar in Nachbarschaft der Meßstelle gelegene Unstetigkeiten im Rohrverlauf, wie Krümmen oder Ventile, die Meßgenauigkeit nur unwesentlich zu beeinflussen. Die Messung ist ferner unabhängig von der Konsistenz der Flüssigkeiten. Zähle Pasten und Festkörperrückenschwemmungen kann man ohne zusätzliche Fehler messen. Da die mit der Flüssigkeit in Berührung kommende Meßstelle praktisch nur aus einem Stück Isolierrohr besteht, in dessen Wandung die Elektroden eingelassen sind, besteht keine Anfälligkeit gegenüber Korrosion und Verstopfungen. Die Anzeige des Meß-

gerätes gibt unmittelbar Auskunft über die Richtung der Flüssigkeitsströmung, so daß Pulsationen sicher und trägheitslos angezeigt werden. Bei ausgeführten induktiven Durchflußmessern verwendet man keine Permanentmagnete wie im Bild 8, sondern wechselstromgespeiste Elektromagnete. Dadurch ergeben sich einige Vorteile: Elektrochemische Störungen werden vermieden, und der Einfluß des Erdmagnetismus wird beseitigt. Allerdings induziert das magnetische Wechselfeld auch in einer ruhenden Flüssigkeit eine Spannung; ebenso können kapazitive Einstreuungen auftreten. Durch entsprechenden Aufbau des Verstärkereinganges und phasenabhängige Gleichrichterschaltungen lassen sich diese Störeinflüsse jedoch beseitigen.

Induktive Durchflußmesser sind für Strömungsgeschwindigkeiten ab 0,5 m/s erhaltlich. Eine obere Grenze für die Strömungsgeschwindigkeit besteht nicht; die Anzeige erfolgt linear, die Meßbereiche sind leicht umschaltbar. Die Meßwertgeber werden listenmäßig für Nennweiten von 3 mm bis 1 m und für einen Nenndruck von 10 atü ausgeführt. Die Anzeigegenauigkeit der gesamten Anlage ist besser als $\pm 1\%$ vom Meßbereich-Endwert; der Anschluß von Zählern, Schreibern und Reglern ist leicht möglich.

Die Industrie baut weiter aus

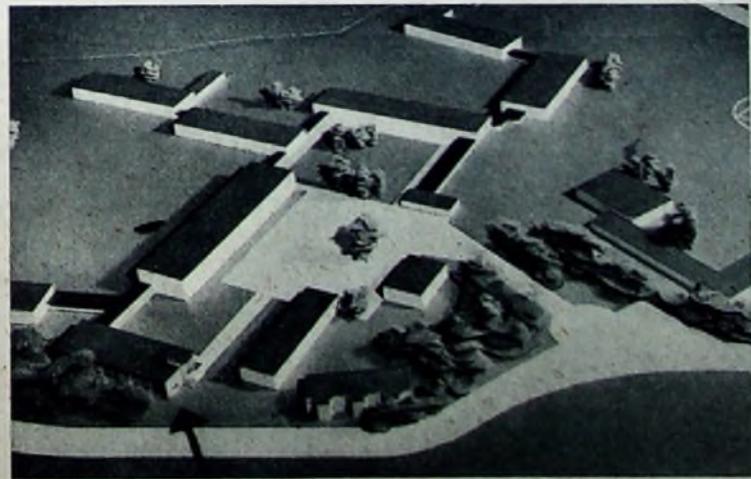
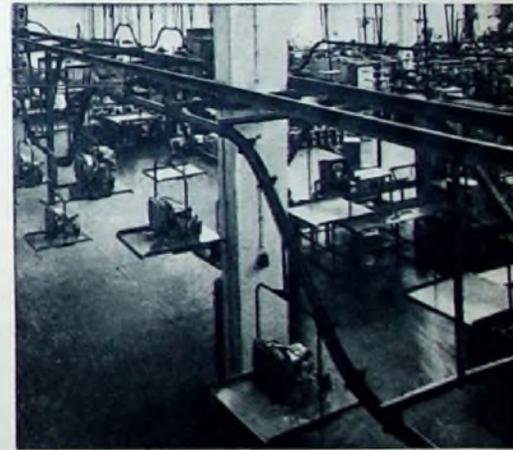


Nordmende

Nur wenige 100 m vom Stammhaus in Bremen-Hemelingen entfernt, entstand in neun Monaten Bauzeit auf einer Grundfläche von 200 x 60 m ein imposanter Schalen-Shell-Bau, der die gesamte Fernsehempfänger-Fertigung von Nordmende aufgenommen hat. Dort ist Platz für 1500 Mitarbeiter (Nordmende beschäftigt z. Z. über 3000 Mitarbeiter). Die Kapazität des neuen Werkes ist so bemessen, daß alle 30 Sekunden ein Gerät das Werk verlassen kann. 19 Bogen von je 9 m Breite (s. obiges Bild) schwingen über die Halle und gewährleisten durch die Eigenart ihrer Konstruktion ausgezeichnete Lichtverhältnisse an jedem Arbeitsplatz. Das rechte Foto zeigt einen Blick in die Montagehalle.

Saba

In Oberlingen am Bodensee errichtet Saba ein Werk für Einzelteilfertigung. Zum Projekristen und technischen Leiter dieses neuen Saba-Werkes wurde Herr Dr.-Ing. Karl Immandorf berufen.



Deutsche Philips GmbH

Modellaufnahme des Philips-Zentrallaboratoriums in Hamburg-Stellingen. Das mit Pfeil gekennzeichnete erste Gebäude wurde (wie bereits in FUNK-TECHNIK Bd. 12 [1957] Nr. 23, S. 791, berichtet) am 14. 11. 1957 seiner Bestimmung übergeben.

Für die Demodulatorstufe ist keine besondere Duodiode eingesetzt, sondern es wird von der Dillenburg-Schaltung Gebrauch gemacht, die mit nur einer Diode der EBF 80 und einem an den Anschluß 6 des Kombifilters „KRF 364“ gelegten 10-pF-Kondensator als Nachbildung der 2. Diode auskommt. Der Dillenburg-Demodulator hat gegenüber dem Radiodetektor eine größere Empfindlichkeit. Als Nachteil ist jedoch die fehlende Begrenzerwirkung zu erwähnen. Der letzten ZF-Stufe ist deshalb besonderes Augenmerk zu schenken, da sie allein die Begrenzung übernehmen muß. Der Primärkreis des Demodulatorfilters ist gegebenenfalls durch einen 30-kOhm-Widerstand zu bedämpfen. Der Abgleich ist nicht besonders kritisch. Die höherfrequente Flanke der Durchlaßkurve soll bei richtiger Einstellung völlig geradlinig verlaufen und symmetrisch zur ZF von 10,7 MHz liegen. Der Scheitel der im übrigen unsymmetrisch verlaufenden Durchlaßkurve liegt bei etwa 10,5 MHz. Sollte sich später herausstellen, daß infolge starker Störungen und Feldstärkeschwankungen die Begrenzung nicht ausreicht, dann besteht unter anderem die Möglichkeit, an Stelle des KW-Konverters eine weitere als Begrenzer geschaltete ZF-Stufe einzubauen, die auf einen Radiodetektor arbeiten kann. Die dadurch notwendig werdende Schaltungsänderung geht aus Bild 3a hervor. Die EAA 91 wird dann zweckmäßigerweise mit Hilfe eines kleinen Alu-Winkels unter dem Chassis angebracht. Dies möge als Anregung dienen, um auch in verkehrsreichen Gegenden einen einwandfreien Empfang schwächerer UKW-Stationen zu gewährleisten.

Der NF-Teil.

Um eine ausreichende Verstärkungsreserve zu erhalten, wurde der NF-Teil mit zwei Pentoden bestückt. Auf Grund der bei der hohen Verstärkung sich ergebenden starken Brumm anfälligkeit müssen alle NF-Leitungen sorgfältig abgeschirmt sein. Auf einwandfreie Anordnung der Massepunkte ist dabei besonders zu achten. Alle zu einer Stufe gehörenden Schaltelemente sollen zu einem in der Nähe dieser Stufe liegenden Erdungspunkt führen. Eine zusätzliche Verbindung aller Erdungspunkte ist wegen der sich dann ergebenden Erdchleifen unbedingt zu vermeiden. Die Kathodenwiderstände der EF 41 und der EL 41 sind, um eine gute Tiefenwiedergabe zu

gewährleisten, mit 50 μ F überbrückt. Der Ausgangsrafo kann reichlich dimensioniert werden, da genügend Platz zur Verfügung steht. Zwischen den Anoden der Endröhre EL 41 und der NF-Vorröhre EF 41 ist eine frequenzabhängige Spannungsgegenkopplung eingefügt. Sie soll den Klirrfaktor der Endstufe herabsetzen und gleichzeitig eine Korrektur des Frequenzganges vornehmen. Gegenüber industriellen Autosupern hat das Mustergerät eine etwas stärkere Höhenanhebung, die eine größere Hellhörigkeit gegenüber Störungen (insbesondere Zündfunkenstörungen) auf dem UKW-Bereich zur Folge hat. Soll aus diesem Grunde

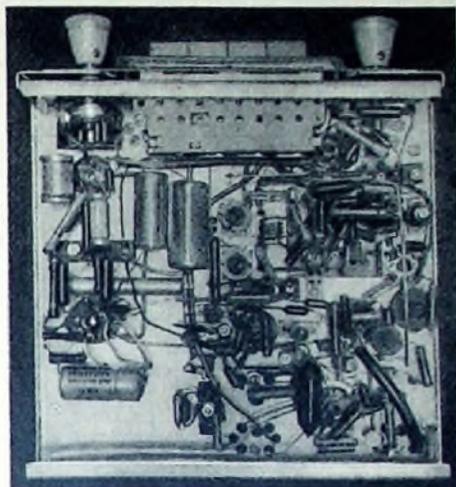


Bild 5. Verdrahtungsansicht des Empfängerteils

eine Verringerung der Höhenanhebung erfolgen, dann ist der Kapazitätswert des im Gegenkopplungskanal liegenden 1-nF-Kondensators zu verkleinern. Durch diese Maßnahme wird gleichzeitig der Einsatz der Anhebung nach höheren Frequenzen hin verschoben. Der Arbeitspunkt der Endstufe ist so gewählt, daß eine Leistung von etwa 3,5 W zur Verfügung steht.

Das Stromversorgungsgerät

Da für einen Autosuper als einzige Spannungsquelle die eingebaute Wagenbatterie (meistens 6 V₋) vorhanden ist, muß die Versorgung des Empfängers mit Anodenspannung

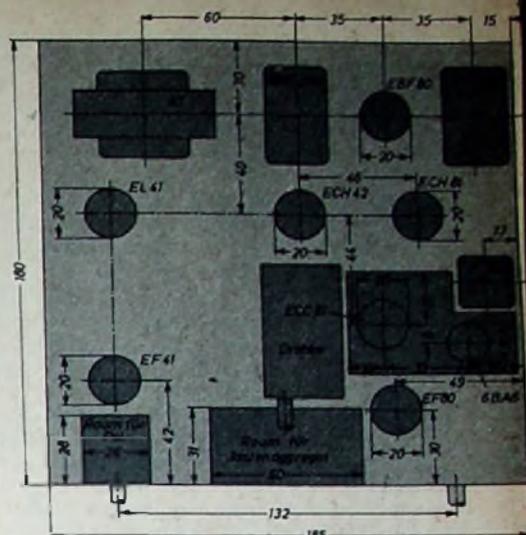


Bild 4. Anordnung der Bauelemente auf dem Empfängerchassis

über einen Wechselrichter erfolgen. Infolge des hohen Anodenstromes von 100 mA ist eine primäre Schaltleistung von etwa 25 W zu verarbeiten. Es mußte deshalb nach einer Maßnahme gesucht werden, die eine Überlastung des Zehacklers verhindert, denn für den im Gerät verwendeten Zehacker ist nur eine maximale Kontaktbelastung von 3,5 A zugelassen. Eine höhere Belastungsfähigkeit konnte durch Mitverwendung des sonst der mechanischen Wiedergleichrichtung dienenden 2. Kontaktpaares erreicht werden. Ein exakter mechanischer Gleichlauf beider Systeme ist durch einfaches Parallelschalten aber nicht zu erreichen, so daß eine 2. Wicklung auf dem Zehackertrafo aufgebracht wurde. Über die Dimensionierung von Zehackertrafos wurde schon des öfteren berichtet¹⁾, so daß hier nur einige we-

1) Zehacker und Zehackererschaltungen. FUNK-TECHNIK Bd 5 (1950) Nr. 6, S. 174-176

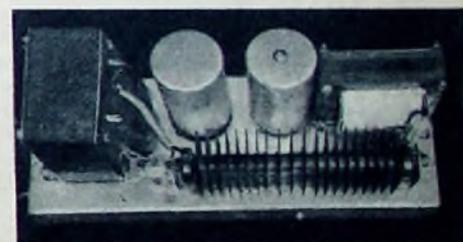
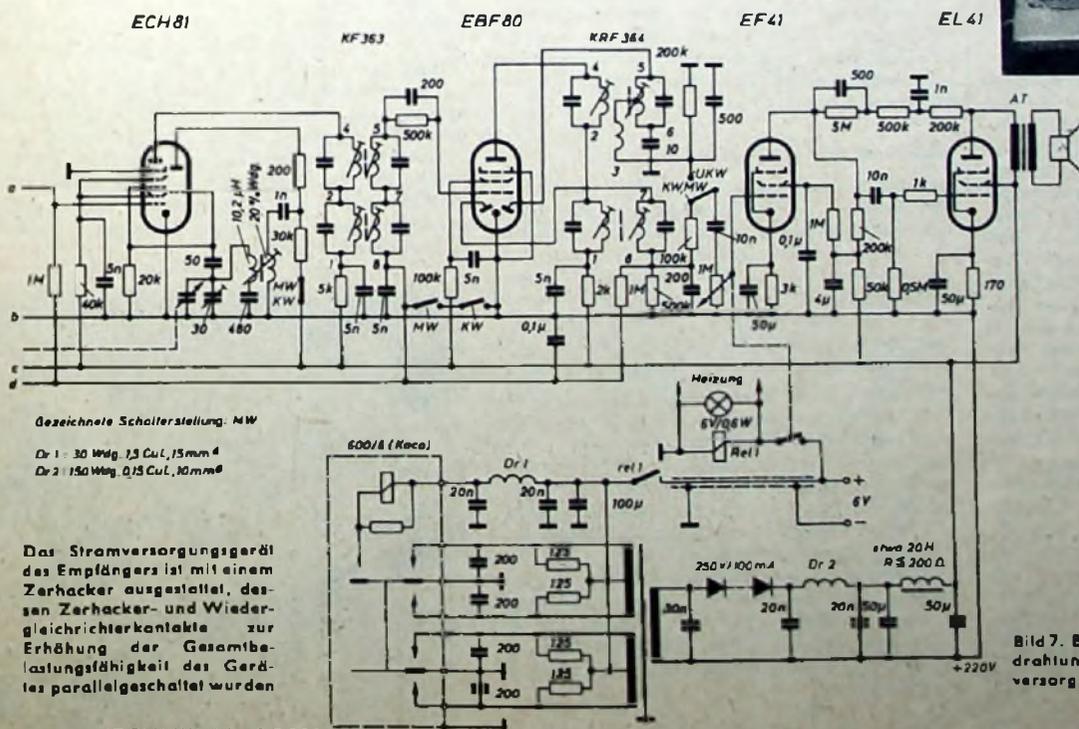


Bild 6 (oben). Ansicht des Stromversorgungsgeräts



Gezeichnete Schalterstellung: MW

Dr 1: 30 Wdg, 1,5 CuL, 15 mm ϕ
Dr 2: 15a Wdg, 0,15 CuL, 10 mm ϕ

Das Stromversorgungsgerät des Empfängers ist mit einem Zehacker ausgestattet, dessen Zehacker- und Wiedergleichrichterkontakte zur Erhöhung der Gesamtbelastungsfähigkeit des Gerätes parallelgeschaltet wurden

Bild 7. Blick in die Verdrahtung des Stromversorgungsgeräts

entliche Hinweise angeführt seien. Wegen der hohen Zerkhackerfrequenz von 115 Hz ist für den Kern hochwertiges Eisen zu verwenden (mindestens Dynamoblech IV), damit die Verluste und die Kernabmessungen nicht zu groß werden. Die Sekundärwicklung ist für eine Spannung von 250 V und einen Strom von 150 mA auszulegen. Da der Trafo im späteren Betrieb teilweise großer Feuchtigkeit ausgesetzt ist, empfiehlt es sich, ihn im Vakuum tränken zu lassen.

Das Schalten des Primärstromes erfolgt durch ein Relais. Primärseitig wird der Zerkhacker über den Relaiskontakt rel 1 an die Batterie geschaltet. Dadurch wird eine zu starke Belastung des mit dem Lautstärkeregel gekuppelten Schalters vermieden und gleichzeitig verhindert, daß der Heizstrom mit über die Zerkhackerleitung fließt. Die Relaiskontakte sind gut zu warten, da sie im Betrieb eine häufige Fehlerquelle bilden können. Der Querschnitt der „wasserdicht“ abzuschirmenden Zerkhackerleitung soll, um den Spannungsabfall klein zu halten, den Wert von 1,5 mm² nicht unterschreiten. Die Abschirmung darf an nur einer Stelle geerdet werden. Die günstige Stelle ist nach dem Einbau des Autosupers empirisch zu ermitteln; beim Mustergerät erfolgte die Erdung ausschließlich am Zerkhackergerät (dabei hat sich eine Überbrückung der Anschlußklemmen mit einem 0,5-µF-MP-Kondensator bewährt). Die Größe der Entstörglieder ist im Schaltbild angegeben. Sie müssen gegebenenfalls mit Hilfe eines Oszillografen optimal bemessen werden, da sonst ein vorzeitiger Verschleiß der Zerkhackerkontakte die Folge ist. Die Zerkhackerfassung braucht nicht federnd gelagert zu sein; zu beachten ist nur, daß die Richtung der Beschleunigungskräfte nicht mit der Schwingungsrichtung der Zunge zusammenfällt.

Der mechanische Aufbau

Wer sich schon die Mühe macht, einen Autosuper selbst zu bauen, wird dies in den seltensten Fällen aus Ersparnisgründen tun. Die Industrie stellt heute (passend für jeden Geldbeutel und für jeden Autotyp) eine Vielfalt verschiedenster Autoempfänger her. Auch der ausgezeichnete Service der Hersteller läßt für den im Bau weniger Geübten zum Kauf eines industriellen Gerätes raten. Der unentwegte Bastler wird aber doch aus dem Vorrat seiner Bauelementen-Kiste manches für den hier gezeigten Vorschlag verwenden können.

Der mechanische Aufbau des Empfängerteils geht aus Bild 4 hervor. Als Material für das Chassis ist 1,5 mm dickes, halbhartes Aluminiumblech zweckmäßig. Die UKW-Mischstufe wird — wie bereits erwähnt — zusammen mit der Vorstufe auf ein gesondertes Kupferblech aufgebaut. Die Verbindung dieses Bauteils mit dem Chassis erfolgt durch drei Laschen. Um eine Korrosion und damit Bildung von Lokalelementen zu vermeiden, müssen alle Verbindungsstellen durch Lack geschützt werden. Der gesamte Empfänger ist (wie aus Bild 1 ersichtlich) mit einer Abschirmhaube zu versehen. Diese aus 1 mm dickem, verkupferten Stahlblech bestehende Abschirmhaube erhält später noch einige Bohrungen, die für eine einwandfreie Wärmeabfuhr sorgen. Auch für den Aufbau des Zerkhackergerätes läßt sich entsprechendes Material verwenden. Um dem Ganzen ein gefälliges Aussehen zu geben, erfolgt die Abdeckung des Skalen- und Tastenteiles am besten durch eine industrielle Blende (im Mustergerät: Abdeckblende des Autosupers „Köln“ von Blaupunkt). Als Drucktastenschalter kann beispielsweise ein Klein-Drucktastenschalter Serie „L“ (4 x L 17, 5 N 4 u“) der Firma Schadow, Berlin, benutzt werden.

WERNER W. DIEFENBACH

»DIWEFON 15/7-57«

Hi-Fi-Zweikanal-Verstärker nach dem PPP-Prinzip

Technische Daten

Verstärkung des Steuerverstärkers: zweistufig, bei Mikrofön-Übertragungen dreistufig

Verstärkung des Hoch- und Tiefkanales: je dreistufig (einschl. Phasenumkehröhre)

Ausgangsleistung des Hochtonkanales: 7 W

Ausgangsleistung des Tieftonkanales: 15 W

Frequenzbereich des Gesamtverstärkers: 20 ... 20 000 Hz (Taste F1 gedrückt)

Trennung der Kanäle: bei etwa 700 Hz

Klirrfaktor: 1,5 %

Intermodulation: nicht über 2 %

Höhen- und Tiefenregelung: ,

bei 12 kHz +10 ... -20 dB

bei 50 Hz +10 ... -20 dB

Leistungsaufnahme: 130 W

Die anderen technischen Daten entsprechen der Einkanal-Ausführung

Der in FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 22, S. 756—758 beschriebene „15-Watt-Mischverstärker mit PPP-Endstufe „Diwefon 1557“ ist ein ausgesprochener Spitzenverstärker mit einer ausgefeilten und modernen Schaltung. Fügt man einen Hochtonkanal nach dem PPP-Prinzip hinzu, dann erhält man einen außergewöhnlich klavollen Zweikanal-Verstärker für geringste Verzerrungen innerhalb des Wiedergabebereiches 20 ... 20 000 Hz.

Bei den nachstehenden Erläuterungen ist auf nochmalige Veröffentlichung der Gesamtschaltung des genannten Mischverstärkers mit PPP-Endstufe verzichtet worden. Dieser Verstärker bildet bei der Zweikanal-Ergänzung den Baßkanal. Der vor dem Entzerrer-Netzwerk liegende Steuerverstärker mit Mischeinrichtung arbeitet unverändert für die Verstärkung des gesamten Frequenzbereiches. Da das Entzerrer-Netzwerk getrennte Regler für Höhen und Tiefen aufweist, kann der sich an dieses Netzwerk anschließende Verstärkerteil ohne weiteres als Baßkanal dienen. Der neu zu bauende Hochtonverstärker mit PPP-Endstufe wird — wie aus dem Ergänzungsschaltbild ersichtlich — eingangseitig zum Höhenregler P 8 des Netzwerkes geführt.

Schaltung des Hochtonkanales

Bei der Schaltung des Hochtonkanales konnte das Prinzip des Mischverstärkers grundsätzlich übernommen werden. Auch hier schließt sich nach der Entzerrung eine Vorstufe mit der Pentode EF 86 an. Dann folgt eine Phasenumkehröhre ECC 83 mit der PPP-Endstufe 2 x EL 95. Sparübertrager „GA 2 x EL 95 PPP“ und Netztransformator „NTM 10 PPP“ sind den Daten der Röhren 2 x EL 95 angepaßt.

Ein Vergleich mit der Schaltung des „Diwefon 1557“ zeigt, daß Widerstands- und Kondensatorwerte des Hochtonkanales (mit Ausnahme der frequenzbestimmenden Glieder) denen des Baßkanales entsprechen. Charakteristisch für den Frequenzgang dieses Kanales ist die Bemessung des Kopplungskondensators C 25 vor dem Höhenregler mit nur 250 pF. Katoden- und Kopplungskondensatoren der Endstufe sind mit Rücksicht auf das PPP-Prinzip etwas größer bemessen worden, als es normalerweise in einem Hochtonverstärker üblich wäre; gegenüber dem Baßkanal weichen die Werte ab.

Die beiden Katodenwiderstände R 88 und R 89 der Endröhren sollen (wie die entsprechenden Widerstände des Baßkanals) regelbar sein, um die Röhren auf den genauen Anodenstromwert von 22 mA einstellen zu können.

Das Frequenzgemisch wird im Klangregel-Netzwerk durch die Potentiometer P 8 und P 9 getrennt. Von dem Schleifer des Höhenreglers P 8 gelangen die Frequenzen ab etwa 700 Hz aufwärts zum Steuergitter der EF 86 (Rö 8). Die Bässe werden wie bisher am Schleifer des Tiefenreglers P 9 abgenommen und über R 30 und C 30 dem Steuergitter der EF 86 (Rö 3) zugeführt; R 56 in der Gegenkopplungsleitung von Punkt D des Ausgangsnetzes zur Katode dieser Röhre (s. Heft 22/1957) ist zweckmäßigerweise auf 20 kOhm zu erhöhen.

Die Anodenspannung für die Vorstufenröhre EF 86 (Rö 8) im Hochtonkanal wird dem Baßverstärker am Kondensator C 43 entnommen. Anoden- und Schirmgitterspannungen aller Röhren sind sorgfältig gesiebt und entkoppelt.

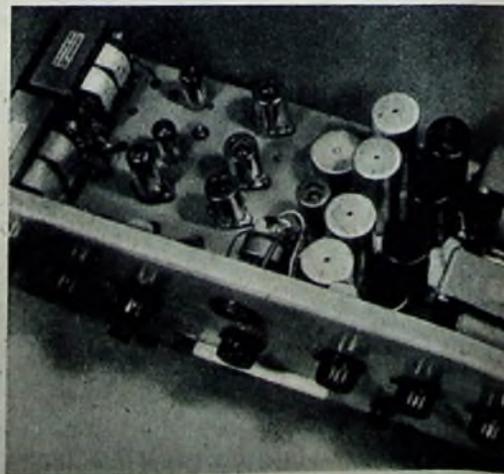
Ratschläge für den konstruktiven Aufbau

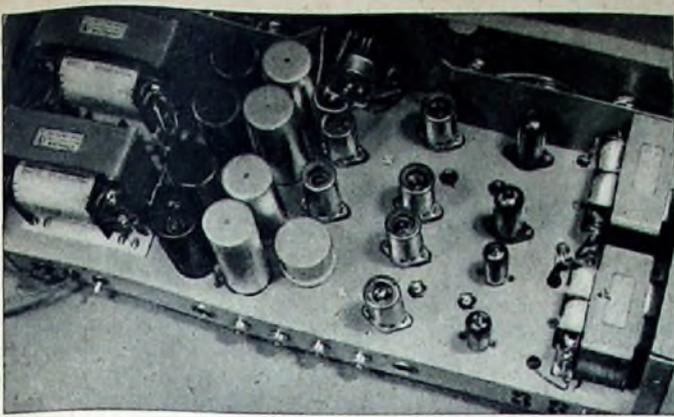
Schon bei der Beschreibung des „Diwefon 1557“ wurde auf die vorhandenen Raumreserven für Ergänzungen hingewiesen. Der ganze Verstärker einschließlich Hoch- und Tieftonkanal ist in einem Leister-Metallgehäuse „Nr. 4“ untergebracht. Das im Heft 22/1957 rechts oben auf S. 757 veröffentlichte Foto zeigt bereits die für den Hochtonkanal erforderlichen Bohrungen und Ausschnitte. Demnach ist für den Einbau des Hochtonkanales die zweite rückwärtige Chassisfläche vorgesehen.

Die ergänzte Skizze der Einzelteileanordnung läßt alle Einzelheiten erkennen. Röhren, Elektrolytkondensatoren und Transformatoren beider Kanäle sind in gleicher Reihenfolge angeordnet. Der Hochtonausgang wird an die Buchse B 8 gelegt.

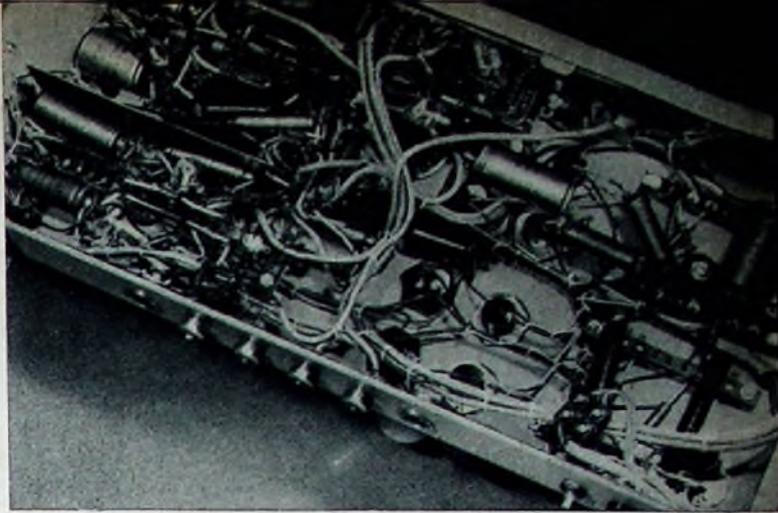
Für die Verdrahtung gelten die allgemeinen Grundsätze des Verstärkerbaues. Um Rückwirkungen der Kanäle über die Verdrahtung auszuschließen, ist unterhalb des Chassis eine Abschirmwand in der aus der Ansicht der Gesamtverdrahtung unterhalb des Chassis und der Skizze der Einzelteileanordnung ersichtlichen Art befestigt.

Ist der Verstärker fertig verdrahtet und sind Ströme und Spannungen eingestellt, dann wird mit dem Regler R 77 der Frequenzgang des Verstärkers dem der Lautsprecherkombination angepaßt. Verwendet man zum Beispiel eine Baßreflexbox und getrennte Höhenlautsprecher, dann liefert der Zweikanal-Verstärker optimale Klanggüte.





Chassis-Rückansicht mit Anschlüssen und (rechts) Ansicht der Gesamtverdrahtung unterhalb des Verstärkerchassis

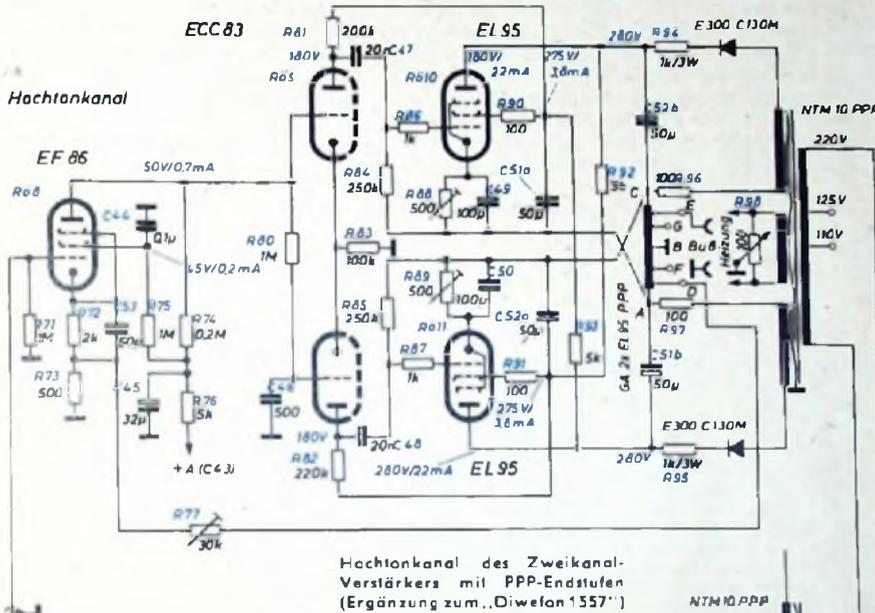


Persönliches

Alexander Meißner †

Am 3. Januar d. J. ist wieder einer der Wegbereiter der Funktechnik in die Ewigkeit aberufen worden: Professor Dr. Alexander Meißner. Kein Gerüchtere als Marconi hat Meißner als denjenigen Erfinder bezeichnet, der neben dem Amerikaner Lee de Forest für die drahtlose Telegrafie besonders wertvolle Beiträge beigetragen hat. Hierzu gehören neben dem berühmten Rückkopplungspatent für Röhrensender (DRP 291 604 vom 10. 4. 1913) und die Fremderregung von Katodenröhren (DRP 298 484) sowie grundlegende Untersuchungen über Sendeantennen, die zur Entwicklung der bekannten Antennenformen für Langwellensender führten, seine umfassenden Untersuchungen der Verwendbarkeit von Funkwellen höchster Frequenzen, mit denen durch die Rückstrahlung an der Heavisideschicht ein Weitverkehr erreicht werden kann. Er benutzte hierzu bereits horizontale Dipole, die sich als die Grundelemente der Kurzwellen-Richtantennen bewähren sollten. Auch die Entwicklung der schwundmindernden $\lambda/2$ -Antennen regte er an, deren Bedeutung für den Rundfunk allgemein bekannt geworden ist. Er war es, der umfassende Untersuchungen über die Frequenzstabilisierung durch Quarzkristalle anregte und förderte. Den ganzen weiten Weg der Funktechnik vom Marconisender und Empfänger über den Löschfunkensender und den Maschinensender bis zum Röhrensender hat er beschritten und immer bewiesen, daß er dabei den richtigen Kompaß in der Tasche hatte. Allen Hindernissen zum Trotz schuf er 1915 den ersten Röhrensender, an dessen Verwirklichung damals namhafte Fachleute zweifelten. Meißner wurde am 14. September 1883 in Wien geboren, studierte an der TH Wien und wurde 1907 Telefunken-Ingenieur. Bei dieser Firma hat er bis 1930 die für die Entwicklung der Funktechnik entscheidenden Richtlinien bestimmt. Später hat er im Forschungslabor der AEG in Berlin-Reinickendorf erfolgreich gearbeitet. Nach dem 2. Weltkrieg, der ihm schwere Schicksalsschläge brachte, beschäftigte er sich mit Grundfragen der neuen Physik. Zahlreiche Ehrungen sind ihm zuteil geworden.

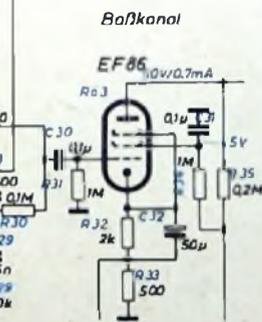
Willy Möbus



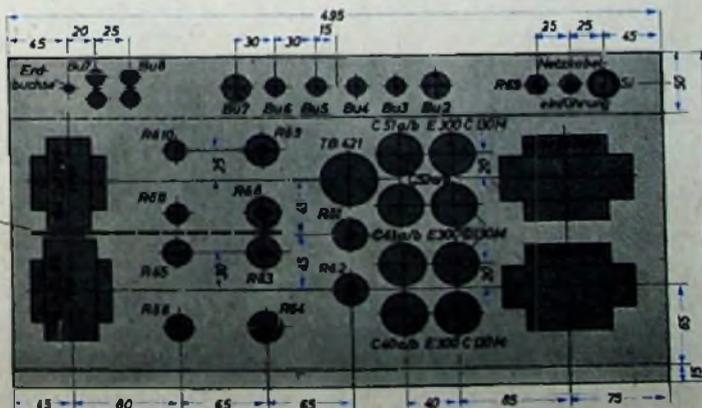
Hochtonkanal des Zweikanal-Verstärkers mit PPP-Endstufen (Ergänzung zum „Diwelon 1557“)

Liste der Spezialteile für den Hochtonkanal

- Netztransformator „NTM 10 PPP“ (Engel)
- Ausgangstransformator „GA 2 X EL 95 PPP“ (Engel)
- 2 Selengleichrichter E 300 C 130 M (AEG)
- Elektrolytkondensatoren (NSF)
- Roll-Elektrolytkondensatoren (NSF)
- Niedervolt-Elektrolytkondensatoren (NSF)
- Doppelbuchse „45 102“ (Dr. Mazar)
- Novallröhrenfassungen (Preh)
- Miniaturröhrenfassungen (Preh)
- Widerstände (Dralowid)
- Rollkondensatoren (Wima)
- Röhren 2 X EL 95, ECC 83, EF 86 (Valva)



Chassisansicht des Hi-Fi-Zweikanal-Verstärkers



Maße des Chassis und Einzelteilanordnung auf dem Chassis

Elektronische Regelung von Heizungsanlagen

Für die Steuerung und Regelung von Heizungsanlagen sind Thyatronschaltungen vorteilhaft, da sich mit ihnen die Heizleistung kontinuierlich und fast verlustlos ändern läßt. Im folgenden werden einige Vorschläge zur elektronischen Temperaturregelung gemacht. Da die angegebenen Schaltungen nur das Grundsätzliche der Gedankengänge zeigen sollen, wurde auf die Angabe der genauen Dimensionierungen für die Bauelemente verzichtet.

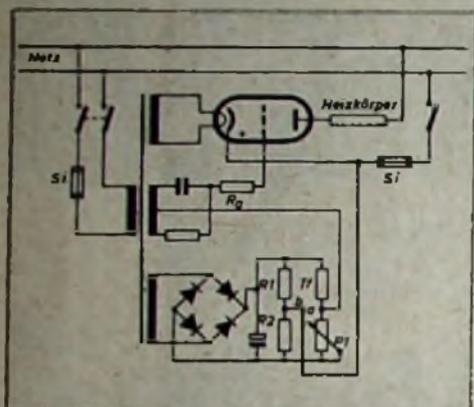


Bild 1. Thyatron-Halbwellenschaltung zur voll-elektronischen Regelung eines Heizkörpers. Als Temperaturfühler Tf dient ein in einer mit Gleichspannung gespeisten Brückenschaltung liegender Halbleiter. Die Diagonalspannung der Brücke steuert das Thyatron

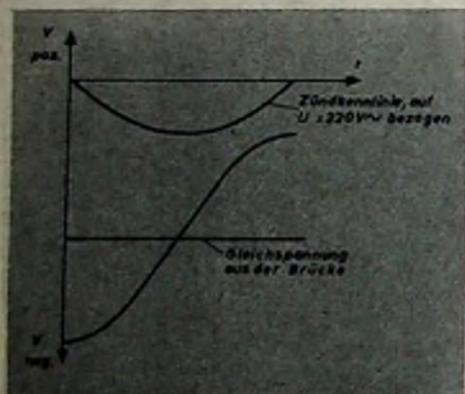


Bild 2. Änderung des Zündwinkels eines Thyatrons mit Hilfe einer phasenverschobenen Wechselspannung, die der Brückengleichspannung überlagert wird

Bild 1 zeigt eine Halbwellenschaltung, bei der der meistens für Vollwellenbetrieb ausgelegte Heizkörper zwar nur die Hälfte seiner Nenn-Heizleistung abgibt, die sich jedoch durch niedrigen Aufwand auszeichnet, da sie nur ein Thyatron und einen Temperaturfühler benötigt. Der Temperaturfühler Tf, ein Halbleiter, liegt in einer mit Gleichspannung gespeisten Brückenschaltung ($Tf, P1, R1, R2$), deren Diagonalspannung das Thyatron steuert. Befindet sich der Temperaturfühler in einem sehr heißen Raum, dann steht (je nachdem, wie die Brücke ausgelegt ist) am Punkt a eine gegen b negative Spannung, die sich bei einer Abkühlung nach Null und dann weiter zu positiven Werten ändert. Da sich mit einer Steuergleichspannung aber nur eine Zündverzögerung von maximal 90° erreichen läßt, wird

Will man die Temperatur in engeren Grenzen konstanthalten, als es mit dem Temperaturfühler allein möglich ist, dann muß man die Brückendiagonalspannung in einem Gleichspannungsverstärker verstärken (Bild 4). Um auch dabei auf einfache Weise eine Zündverzögerung von $0 \dots 180^\circ$ zu erreichen, wird von der fest um 90° phasenverschobenen Wechselspannung eine Halbwellen abgeschnitten (Bild 5). Ist die Diagonalspannung der Brücke so hoch, daß $R01$ (Bild 4) gesperrt ist, dann tritt keine Zündverzögerung ein, und das Thyatron führt während der ganzen Halbwelle Strom. Bei einer Verringerung der negativen Gittervorspannung von $R01$ fließt ein Anodenstrom, und an $R0$ fällt eine Gleichspannung ab, die die Zündverzögerung des Thyatrons bewirkt.

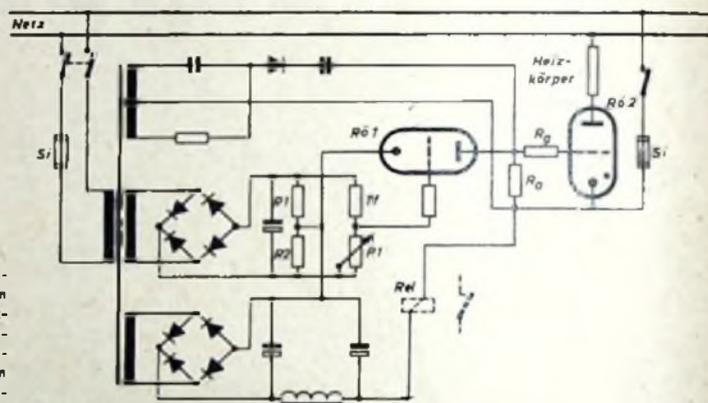


Bild 4. Thyatronschaltung zur elektronischen Regelung eines Heizkörpers in engen Grenzen; die Brückendiagonalspannung wird noch in einem Gleichspannungsverstärker verstärkt

der Gleichspannung eine um 90° gegen die Anodenspannung phasenverschobene Wechselspannung überlagert. Dadurch läßt sich der Zündwinkel des Thyatrons durch Änderung der Gleichspannung auf jeden Wert zwischen 0° und 180° einstellen (Bild 2). Mit dem Potentiometer P1 kann man den Sollwert der konstantzuhaltenden Temperatur wählen.

Im Bild 3 ist eine Vollwellenschaltung dargestellt, die zwar für jedes Thyatron eine besondere Steuerungseinrichtung benötigt, aber den Vorteil bietet, daß die Temperatur an zwei verschiedenen Stellen gemessen werden kann. Bei einer Raumheizung läßt sich z. B. ein Temperaturfühler in der Nähe des Heizkörpers und der andere in der Nähe des Fensters oder der Tür anbringen. Der Temperaturfühler in der Nähe des Heizkörpers sorgt dafür, daß die Wärme in seiner näheren Umgebung nicht zu hoch wird, der Temperaturfühler am Fenster erhöht bereits die Heizleistung, bevor beim Öffnen des Fensters die Temperatur auch in der Nähe des Heizkörpers abgesunken ist. Einen Temperaturfühler kann man auch im Freien anbringen und dadurch die Heizleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur regeln. Der Sollwert der Temperatur wird mit P1 und P2 eingestellt. Stellt man den einen Temperaturfühler auf eine niedrigere Temperatur ein als den anderen, dann wird in dem dadurch bestimmten Temperaturbereich die Heizleistung auf maximal 50% begrenzt. Das hat jedoch zur Folge, daß die Thyatrons ungleichmäßig belastet werden.

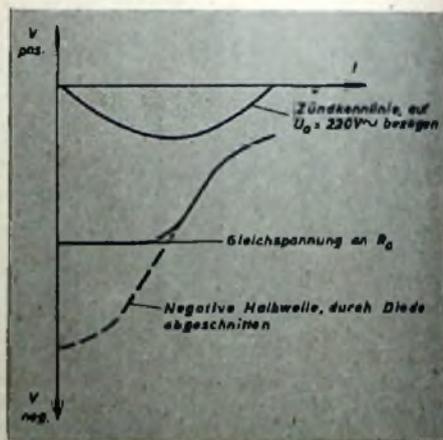


Bild 5. Änderung des Zündwinkels des Thyatrons zwischen 0° und 180° mit Hilfe einer Halbwellen einer phasenverschobenen Wechselstromes, die der Ausgangsspannung des Gleichspannungsverstärkers überlagert wird

Bei Anlagen, in denen keine Temperatursprünge auftreten, kann man in den Anodenkreis von $R01$ ein Relais Rel einbauen, das die Heizung des Thyatrons abschaltet, wenn der Anodenstrom einen Wert erreicht hat, nachdem das Thyatron nicht mehr zündet. Dabei muß aber dafür gesorgt werden, daß bei einem Rückgang der Temperatur die vorgeschriebene Anheizzeit des Thyatrons (etwa $5 \dots 6$ min) eingehalten wird, bevor es wieder zündet.

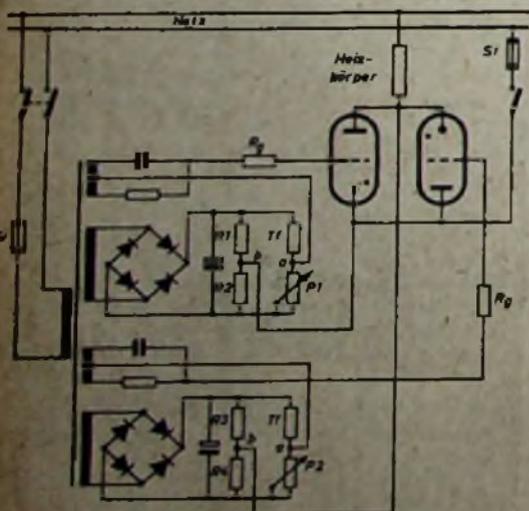


Bild 3. Thyatron-Vollwellenschaltung zur elektronischen Regelung eines Heizkörpers mit Hilfe von zwei Temperaturfühlern

Dezimeterwellen-Kleinsender für das 70-cm-Band

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd 13 (1958) Nr. 2, S. 44

Schaltungs- und Aufbau Einzelheiten des Modulationsverstärkers

Der Modulationsverstärker ist dreistufig (Bild 12) und für die Übertragung von Sprachfrequenzen dimensioniert. Er hat eine gute Eingangsempfindlichkeit, die es erlaubt, auch bei größerem Sprechabstand noch 100%igen Modulationsgrad zu erreichen. Weil hochverstärkende NF-Verstärker bei HF-Einstreuung leicht zum „Heulen“ neigen, ist eine wirkungsvolle HF-Eingangssperre eingebaut worden. Eine Abblockung hilft meistens nur wenig; dagegen erweist sich eine entsprechend dimensionierte HF-Drossel *Dr 6*, die unmittelbar vor das Steuergitter geschaltet wird, als recht wirkungsvolle Schutzmaßnahme. Eine leichte Gegenkopplung vom oberen Ende der Sekundärwicklung des Modulationsübertragers *M-D* über einen 1,5-MOhm-Widerstand auf den unterteilten Katodenwiderstand der *EF 86* wirkt eventuell auftretenden Überspannungen entgegen. Da NF-Teil und Netzteil gemeinsam auf einem Chassis untergebracht sind, wurde die NF-Eingangsstufe (EF 86) an einer Stelle aufgebaut, die in größtmöglicher Distanz zum Netztransformator und der 1. Netzdrossel liegt. Die Ausgangsleistung der mit zwei EL 84 bestückten Gegentakt-Endstufe ist etwa 15 W.

Besonderheiten des Netzteils

Die Stromversorgung (Bild 13) übernehmen ein Transformator für die Anodenspannungserzeugung (*Tr 1*) und ein Transformator für die Heizstromversorgung (*Tr 2*). Als Gleichrichter arbeiten zwei parallelgeschaltete GZ 34. Der Siebteil hat Drosselzugang, wodurch von einer bestimmten Stromentnahme ab ($I_B > 100 \text{ mA}$) gute Spannungstabilität bei Lastschwankungen erreicht wird. Die gleichgerichtete Spannung läuft bei jedem Gleichrichter (gleichgültig, ob an ihm ein C- oder L-Glied angeschlossen ist) bei fehlender Last auf den Scheitelwert der Transformatorspannung hoch. Um diesen nicht immer zu verhindern, ordnet in dem beschriebenen Mustergerät die Laströhre *EL 84 III* dafür, daß die Spannung U_B nicht über 370 V anwachsen kann. Die Glimmröhre *Gl* ergibt eine größere Steilheit des Regelvorganges, da durch sie die Spannungsdifferenz ungeteilt auf das Gitter gegeben wird. Die Wirkung der Laströhre wird durch die im Bild 14 wiedergegebene Messung besonders deutlich. Diese Schutzmaßnahme gestattet daher den Einbau von Kondensatoren, deren Betriebsspannungen unter 400 V liegen. Die Laströhre hat noch eine zweite Aufgabe: An dem

Bild 13. Schaltung des Netzteils; die EL 84 arbeitet als Laströhre, um ein Hochlaufen der Betriebsgleichspannung bei ausgangsseitigem Leerlauf zu verhindern

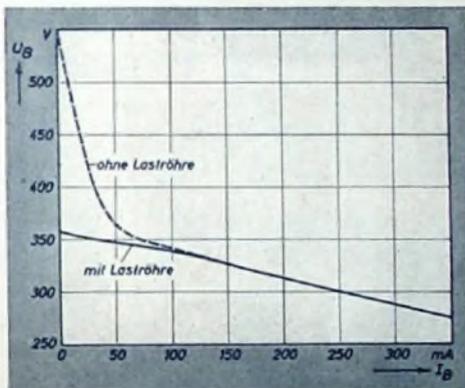
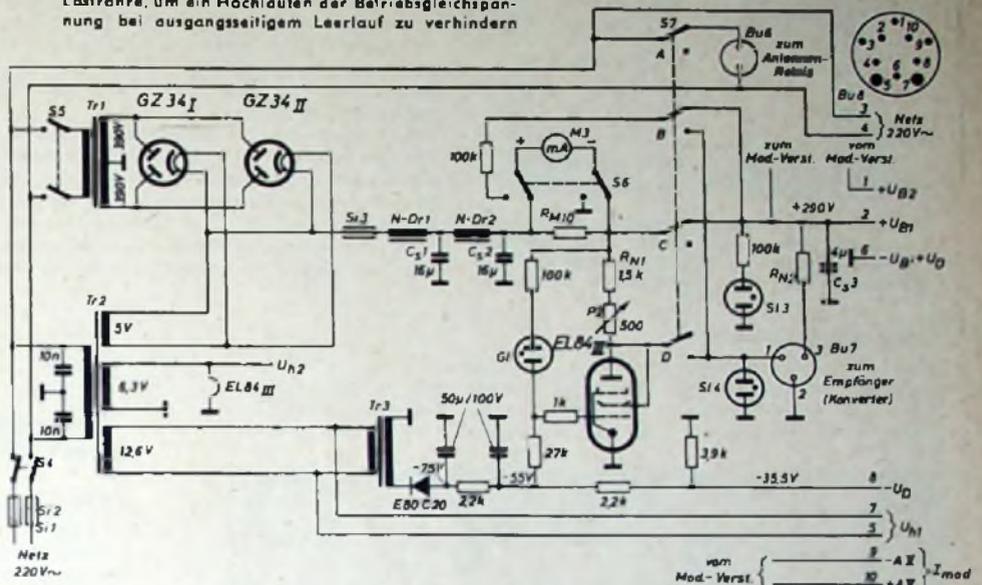


Bild 14. Lastabhängigkeit der Betriebsgleichspannung U_B mit und ohne Laströhre (EL 84 III)

Punkt, an dem ihre Anode und ihr Schirmgitter zusammengeschaltet sind, kann eine grob stabilisierte Gleichspannung für die Empfänger- oder Converter-Stromversorgung abgenommen werden. Wird durch den Schalter *S 7* von Sendebetriebs auf Empfangsbetrieb geschaltet, dann wird dem Sender die Betriebsgleichspannung weggenommen und dem Empfänger eine Spannung (U_F) im Bereich von 200 bis 250 V zur Verfügung gestellt. Den gewünschten Spannungswert stellt man mit Hilfe des Reglers *P 2* ein. Die Stromversorgungsleitung des Empfängers wird über die Buchse *Bu 7* angeschlossen; der Verfasser betreibt daran den in [4] beschriebenen Converter, der bei 200 V etwa 75 mA (U_{EK} im Bild 15) be-

fänger eine Spannung (U_F) im Bereich von 200 bis 250 V zur Verfügung gestellt. Den gewünschten Spannungswert stellt man mit Hilfe des Reglers *P 2* ein. Die Stromversorgungsleitung des Empfängers wird über die Buchse *Bu 7* angeschlossen; der Verfasser betreibt daran den in [4] beschriebenen Converter, der bei 200 V etwa 75 mA (U_{EK} im Bild 15) be-

Tab. III. Wickel-daten der Netztransformatoren und Netz-drosseln sowie des Modulationsübertragers

Tr 1: Kern M 102 b, Dynamoblech IV (Trafo-perm o. ä.), Bleche wechselseitig geschichtet Primärwicklung: 220 V, 590 Wdg., 0,6 mm Ø CuL-Draht Sekundärwicklung: 2 x 390 V bei 300 mA (max. zulässige Stromentnahme 350 mA), 2 x 1070 Wdg., 0,38 mm Ø CuL-Draht Beide Wicklungen lagenweise wickeln. Leerlaufstrom (220 V) etwa 75 mA
Tr 2: Kern M 85 a, Dynamoblech IV (Trafo-perm o. ä.), Bleche wechselseitig geschichtet Primärwicklung: 220 V, 1007 Wdg., 0,38 mm Ø CuL-Draht, lagenweise wickeln Sekundär- 5 V, 25 Wdg., 1,3 mm Ø CuL-Draht wicklun- 6,3 V, 32 Wdg., 1,1 mm Ø CuL-Draht gen: 12,6 V, 64 Wdg., 1,1 mm Ø CuL-Draht Leerlaufstrom (220 V) etwa 45 mA
Tr 3: Kern M 42, Dynamoblech IV (Trafo-perm o. ä.), Bleche wechselseitig geschichtet Primärwicklung: 12,6 V, 320 Wdg., 0,2 mm Ø CuL-Draht, durchgehend wickeln Sekundärwicklung: etwa 70 V, 2250 Wdg., 0,12 mm Ø CuL-Draht, alle 750 Windungen Ölpapier einlegen
N-Dr 1, N-Dr 2: Kern: M 74, Luftspalt 1 mm, Dynamoblech IV (Trafo-perm o. ä.), Bleche einseitig geschichtet Mit 0,36 mm Ø CuL-Draht vollwickeln; alle 1000 Wdg. Ölpapier einlegen
M-D: Kern M 65; Luftspalt 1 mm, Dynamoblech IV (Trafo-perm o. ä.), Bleche einseitig geschichtet Unterwicklung (Sekundärseite): 1760 Wdg., 0,22 mm Ø CuL-Draht Oberwicklung (Primärseite): 2 x 1400 Wdg., 0,18 mm Ø CuL-Draht Beide Wicklungen lagenweise wickeln

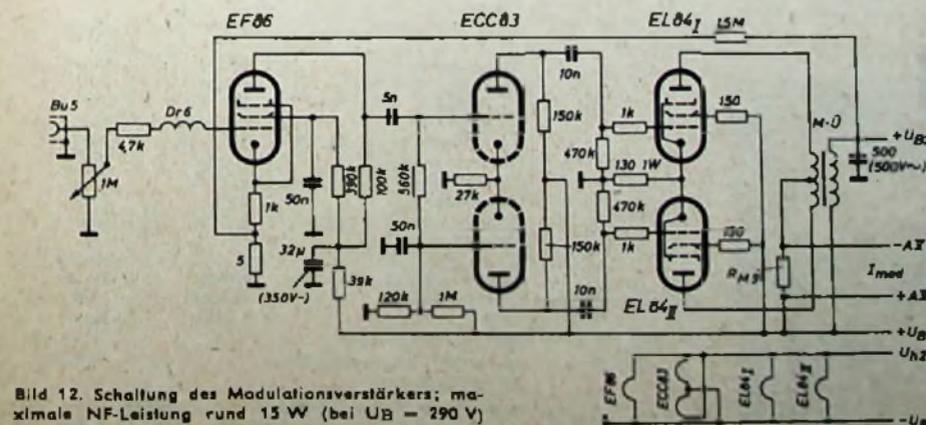


Bild 12. Schaltung des Modulationsverstärkers; maximale NF-Leistung rund 15 W (bei $U_B = 290 \text{ V}$)

nötigt. Die Abhängigkeit der Betriebsspannung von der Strombelastung zeigt Bild 15.

Die Fotos (Bilder 16 bis 18) lassen den Aufbau des Einschubes für den Modulationsverstärker und den Netzteil erkennen.

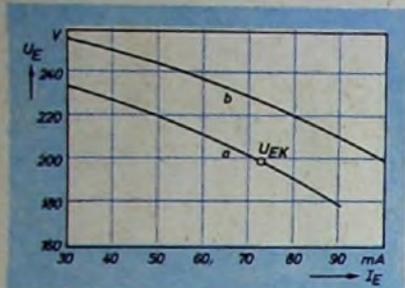


Bild 15. Zwei Einstellmöglichkeiten des Potentiometers P 2; Abhängigkeit der für einen Empfänger oder einen Konverter zur Verfügung gestellten Gleichspannungen U_E vom entnommenen Gleichstrom

Mechanische Einzelheiten

Besondere mechanische Einzelteile benötigt man für die auf 435 MHz arbeitenden Stufen. Die wichtigsten davon sind im Bild 9 (Heft 2/1958, S. 44) angegeben. Auch die Abstimm-

vorrichtungen bedingen eine gewisse mechanische Arbeit, die aber mit entsprechendem handwerklichem Geschick amateurmäßig zu meistern ist. Die Drehung der exzentrischen Scheiben, deren Maße im Bild 8 wiedergegeben wurden, erfolgt über 5-mm-Achsen mit M 5-Gewinde, an deren inneren Enden Seilscheiben mit einem Durchmesser von 40 mm aufgesetzt sind. Die Seilscheiben bewegt man über Seilzüge (Skalenseil), die von aus der Frontplatte herausragenden und mit Drehknöpf abgeschlossenen 6-mm-Achsen angetrieben werden. Die Schnittzeichnungen der Bilder 10 und 11 geben über die wichtigsten Montageeinzelheiten Auskunft.

Die Leitersysteme L 7 und L 9 dürfen nur über die vorgeschriebenen Kühlklemmen (Valva) an die Röhren angeschlossen werden. Diese Kühlklemmen gewährleisten nicht nur eine gute Wärmeableitung an den Anodenstiften, sondern entlasten diese durch ihre dünnen Bänder auch mechanisch. Die Leitersysteme sind

auf die Kühlklemmenbänder nicht zu läten, sondern zu schrauben, da die hier auftretenden Temperaturen die Haltbarkeit von Lötverbindungen beeinträchtigen würden. Um einem Wärmestau unter der Abschirmhaube, die zwecks Reduzierung von Strahlungsverlusten über die beiden letzten Stufen gesetzt wird, zu verhindern, wird von der Ausgangsseite her mit Hilfe eines kleinen Ventilators ein leichter Luftstrom durch die Haube geblasen. Im Mustergerät besteht der Ventilator aus einem kleinen Lorenz-Spaltpolmotor mit einem Lüfterflügel, wie man ihn zur Eigenbelüftung größerer Motoren benutzt.

Die beiden Einschubchassis haben gleiche Frontplatten- und Chassis-Abmessungen (Bild 19). Im entgültigen Betriebszustand kommt der HF-Teil-Einschub über dem Netzteil-Einschub zu liegen. Sämtliche Anschlußbuchsen befinden sich auf der linken Seite der Chassis, so daß das Frontplattenbild und die Bedienung der Drehknöpfe nicht durch herumhän-

Bild 16 (unten). Frontplatte von Netzteil und Modulationsverstärker

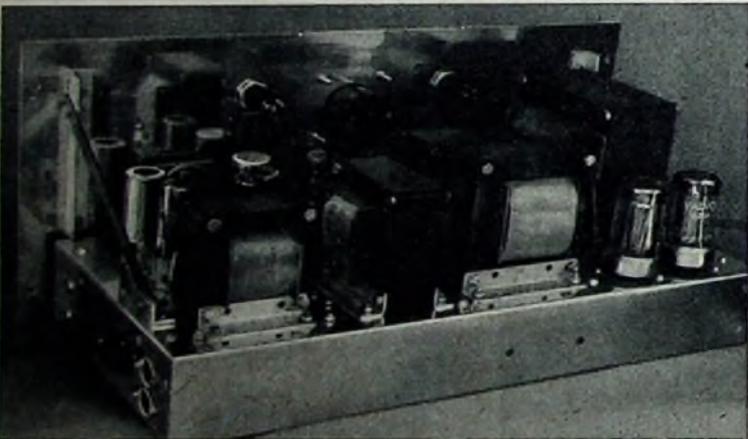
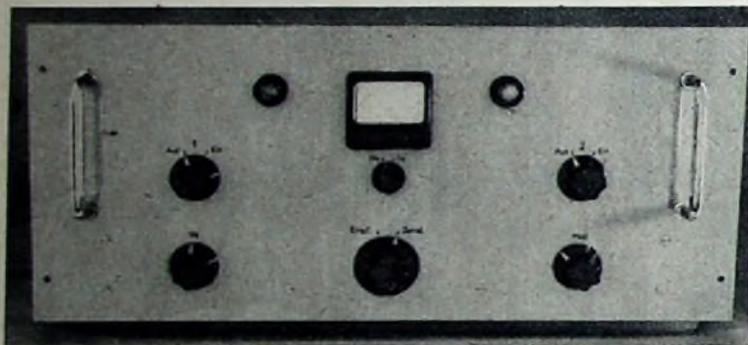


Bild 17. Die Hinteransicht der Einschubeinheit gewährt einen Überblick über den Aufbau der Transformatoren, Netzdröseln, Röhren usw. auf dem Chassis

Bild 18 (unten). Blick in die Verdrahtung des Modulationsverstärkers und des Netzteils

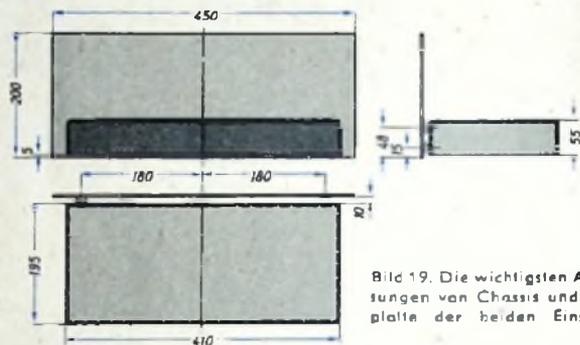
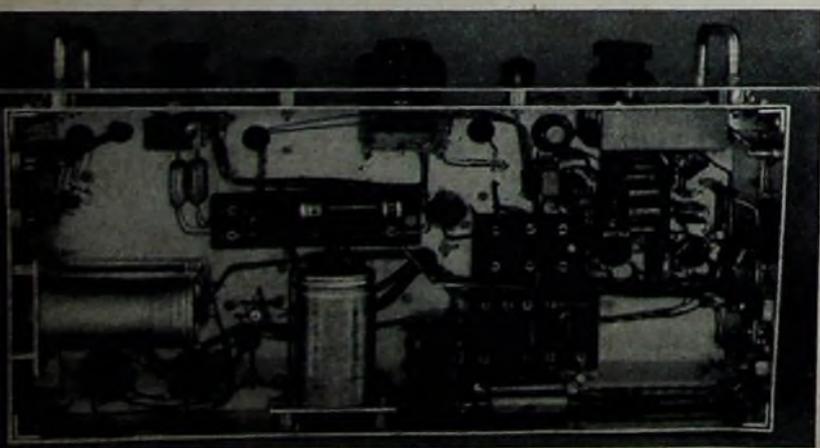


Bild 19. Die wichtigsten Abmessungen von Chassis und Frontplatte der beiden Einschübe

Besondere Einzelteile des Modulationsverstärkers und des Netzteils

Position	Anzahl	Gegenstand	Typ	Fabrikat
P 1	1	Schicht-Potentiometer 1 MOhm log.	4800	Preh
Bu 5	1	Mikrofonbuchse (Kupplungsdose)	KK 1	Peiker
	1	Mikrofonstecker (Kupplungsstecker)	KK 2	Peiker
C _s 1, C _s 2	2	MP-Kondensatoren 16 µF, 350 V ₋	KO/MP 48/16 G 350/1	Bosch
C _s 3	1	MP-Kondensator 4 µF, 350 V ₋	KO/MP 35/4 G 350/1	Bosch
P 2	1	Draht-Potentiometer 500 Ohm, 10 W	P 10	Rosenthal
M 3	1	Stab-Selengleichrichter	E 80 C 20	AEG
	1	Drehapulinstrument 4 mA (Skala 0...400)	Pxr 0	Gossen
S 4, S 5	2	Dreh-Netzschalter, 2polig	4384	Preh
S 7	1	Stufenschalter, 4 x 2 Pole	F 842	Mayr
Bu 6	1	Zwerg-Steckdose, 2polig	6070	Preh
	1	Zwergstecker, 2polig	5784	Preh
Bu 7	1	Zwerg-Steckdose, 3polig	5991	Preh
	1	Zwergstecker, 3polig	5972	Preh
Bu 8	1	10polige Einbaubuchse	Meb 100	Hirschmann
	1	10poliger Stecker	Mes 100	Hirschmann
Gl	1	Glimmlampe m. eingebaut. Widerstand 220 V, Sockel E 14	75 3700	Oerom
St 1, St 2, St 3	3	Sicherungshalter	FT 4	Wickmann
	3	Endpentoden	FL 84	Valvo
	2	Gleichrichterröhren	GZ 34	Valvo
	1	NF-Pentode	EF 86	Valvo
	1	Doppeltriode	ECC 83	Valvo
	5	Novalfassungen (Preolit C)	4971	Preh
	4	Abschirmkragen	4642/6	Preh
	2	Abschirmhauben	5360/50	Preh
	2	Oktalfassungen	4416	Preh
St 3, St 4	2	Signallampenfassungen mit facher Linse	201162	Raf
	4	Zeigerdrehknöpfe	K 551	Mozar
	1	Zeigerdrehknopf	K 423	Mozar
	1	Zeigerdrehknopf	K 5214	Mozar
	2	Griffe	J 54410	Mozar
		Transformatoren und Dröseln gemäß Wickeldaten in Sonderanfertigung		Schumacher, München

Alle Einzelteile sind über den Fachhandel zu beziehen

Besondere Einzelteile des HF-Teils

Position	Anzahl	Gegenstand	Typ	Fabrikat	Position	Anzahl	Gegenstand	Typ	Fabrikat
C 1, C 2	2	Drehkondensatoren 25 pF	210	Hopt	1	1	Triode-Pentode	PCF 82	Valvo
C 3, C 5, C 6	3	Luft-Abgleichkondensatoren (Schmetterlings-Ausführung) $\Delta C = 2,5$ pF	82071/2 E 6	Valvo	2	2	Doppeltetrode	QQE 03/12	Valvo
C 4	1	Drehkondensator $R + 8$ pF	201	Hopt	1	2	Doppeltetroden	QQE 03/20	Valvo
C 7, C 8, C 9, C 10, C 11	5	Luft-Abgleichkondensatoren $\Delta C = 4$ pF	82070/4 E	Valvo	1	1	Doppeldiode	HAA 91	Lorenz
L 1/L 2	1	Stiefelkörper	B 7/34	Vogt	1	1	Stabilisatorröhre	90 C 1	Valvo
Q	1	Eisenkern M 7 (rote Kennfarbe)	FC-FU II	Vogt	2	2	Signallampenfassungen mit flacher, weißmattierter Linse	201152	Raji
Bu 1	1	Schwingquarz, Nennfrequenz z. B. 8.065 MHz	FF 1	Steg & Reuter	2	2	Novalfassungen, keramisch	4983/B	Preh
M 1	1	Fassung für Schwingquarz	QF 1	Vertrieb: H. Reuter	2	2	Abachtermkragen dazu	6642/6	Preh
M 2	1	Drehapulinstrument 0,4 mA (Skala 0...4 mA)	Pxr 0	Gossen	2	2	Spezialfassungen für QQE 03/20	40202	Valvo
S 1, S 2	2	Drehapulinstrument 1,0 mA (Skala 0...100 mA)	Pxr 0	Gossen	4	4	Kühlklemmen für QQE 03/20	40823	Valvo
S 3	1	Stufenschalter, 2 x 5 Pole	A 126	Mayr	1	1	Miniaurfassung	5419/B	Preh
Bu 2	1	Stufenschalter, 4 x 2 Pole	A 942	Mayr	1	1	Spaltpolmotor	EM 300 1c	Lorenz
Bu 3	1	Doppelbuchse	N 45102	Mozar	8	2	Lüfterflügel, dazu passend		
Bu 4	1	HF-Buchse, Z = 60 Ohm	Hokei 60 ¹⁾	Hirschmann	2	2	Zeigerdrehknöpfe	K 551	Mozar
	1	HF-Stecker, Z = 60 Ohm	Heat 60 ¹⁾	Hirschmann			Griffe	J 54410	Mozar
	1	10polige Einbaubuchse	Meb 100	Hirschmann			keramische Kondensatoren (einachsl. Durchführungskondensatoren)		Valvo
	1	10poliger Stecker	Mes 100	Hirschmann			Widerstände	u a Typ R	Dralourd
	5	keramische Stützpunkte, 1polig	LSP/A	Klar & Beilachmidt					
	5	keramische Stützpunkte, 1polig	HG 1	Klar & Beilachmidt					
	1	Germaniumdiode	GA 73	Valvo					

Alle Einzelteile sind über den Fachhandel zu beziehen

gende Kabel gestört wird. Das Chassis des HF-Teils ist durch eine Unterwandplatte abgedeckt, die den Austritt von höheren HF-Spannungen und das Eindringen von Netzteilwärme verhindert. Das Chassis des Netzteils und Modulationsverstärkers braucht nach unten nicht abgedeckt zu werden; es empfiehlt sich jedoch, die NF-Eingangsverdrahtung durch ein entsprechend geformtes Blech gut abzuschirmen.

Die Frontplatten sind nicht unmittelbar auf die Chassis, sondern über 10-mm-Distanzrollen anzuschrauben. Dadurch sind die Befestigungsschrauben der Drehkondensatoren, Schalter usw. nicht mehr sichtbar, während das Aufsetzen der Drehknöpfe durch den kleinen Abstand zur Frontplattenfläche noch gut möglich ist.

Inbetriebnahme und Abgleich des Senders

Die Stufen sind — vom Quarzoszillator angefangen — nacheinander in Betrieb zu setzen. Für einen ordnungsgemäß arbeitenden Quarzoszillator gilt, daß die Schwingungen mit Hilfe des Quarzes synchronisiert werden. Durch Variation der Rückkopplung, die durch Ändern der Kerneintauchtiefe der Spule L 1/L 2 in bestimmten Grenzen möglich ist, suche man den Betriebszustand, der die Synchronisation durch merkliches Anwachsen des Gitterstromes deutlich zu erkennen gibt. Bei der Abstimmung der folgenden Frequenzvervielfachstufen erweist sich ein Absorptionsfrequenzmesser [5] als leicht zu handhabendes Meß- und Kontrollgerät. Man prüfe dabei die Ströme auf ungefähre Übereinstimmung mit dem Stromplan (Heft 2, S. 44). Um die Kreise der Bandfilter richtig einzustellen, stimme man zuerst die Anodenkreise so ab, daß die Gitterströme der angekoppelten Röhren Maximumwerte zeigen. Daraufhin stimme man die Gitterkreise ab, um gegebenenfalls zusätzliche Ausschläge zu erhalten. Mittels wechselseitigen Abstimmens ist die Einstellung zu suchen, bei der größtmögliche Gitterstromwerte erreicht werden. Dieser vereinfachte Bandfilterabgleich ist nur dann möglich, wenn der Kopplungsfaktor k_0 nicht viel größer als 1 ist. Stärkere Kopplungen erschweren Abgleich und Abstimmung. Während die Gitterkreise nach dem Hauptabgleich fest eingestellt bleiben, können die Anodenkreise von der Frontplatte aus jederzeit nachgestimmt werden.

Sämtliche Stufen arbeiten mit Betriebsdaten, die weit unterhalb der Grenzdaten liegen, so daß auch bei ungenauen Einstellungen keine Überlastungen vorkommen können.

Der Antennenkreis ist mit drei variablen Kapazitäten ausgestattet. Diese Anordnung ermöglicht nicht nur, einen realen Anschlußwert einzustellen, sondern ergibt auch einen guten Übergang von der symmetrischen Schaltung zum unsymmetrischen Kabelanschluß (60-Ohm-Koaxialkabel). Der Abgleich dieser Anordnung hat natürlich nur Sinn, wenn der Ausgang richtig abgeschlossen wird. Da von Blindkomponenten freie Lastwiderstände in den meisten Fällen nicht zur Verfügung stehen dürften, sei vorgeschlagen, eine an das Kabel gut angepaßte einfache Antenne in einem Abstand von mindestens 3 m anzuschließen, die die angebotene Leistung abstrahlt. Ein in entsprechender Entfernung aufgestellter Absorptionsfrequenzmesser dient zur Leistungskontrolle. Man überzeuge sich beim Abgleich davon, daß sich auf dem Kabel

keine stehenden Wellen bilden. Bei veränderten Kabellängen (beispielsweise in $\lambda/4$ -Werten) dürfen sich keine Rückwirkungen auf Abstimmung und abgestrahlte Leistung ergeben.

Schrifttum

- [1] Schweißzer, H.: Dezimeterwellen-Praxis. Berlin 1956. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH
- [2] Schultheiß, K.: Der Ultrakurzwellen-Amateur. 5. Auflage, Stuttgart 1955, Franck'sche Verlagsbuchhandlung
- [3] Lickfeld, K. G.: DL 3 FM: Verdreilacher und 80-W-Endstufe für das 435-MHz-Amateurband. FUNK-TECHNIK Bd. 10 (1955) Nr. 9, S. 248—249 und Nr. 10, S. 275—277
- [4] Schweißzer, H.: DL 3 TO: Quarzkontrollierter 70-cm-Konverter mit „pencil tube“-Vorstufe. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 15, S. 522—526, Nr. 16, S. 576—577 und Nr. 17, S. 607—608
- [5] Schweißzer, H.: DL 3 TO: Absorptionsfrequenzmesser für Ultrakurz- und Dezimeterwellen. FUNK-TECHNIK Bd. 9 (1954) Nr. 12, S. 325—326

Ground-plaine-Antenne

aufgebaut aus Teilen der „FT-100“-Richtantenne

Ein halbes Strahlerelement der „FT-100“-Richtantenne¹⁾, bestehend aus den Teilen 1, 24, 3, 23, 6, 12, 21a, 9, 16, 17, 14, 10, 13, 6, 12, 21, 9, 16, 30, ergibt in Verbindung mit vier Gegengewichten (radials) einen ausgezeichneten Rundstrahler für 20-, 15- und 10-m-Funkbetrieb.

Das Ende eines Rohres (Teil 24) wird mit zwei Ringen (Teil 29) und dem Isolator (Teil 28) auf einem Holzstück von 80x50 mm Größe befestigt und die Seele des Koaxialkabels ($Z \approx 52 \dots 60$ Ohm) mit Teil 29 verschraubt. Am Mantel des Kabels werden die vier radials mit einer Bandschelle befestigt. Die Länge jedes Gegengewichtes ist 5100 mm (2 mm dicker isolierter Cu-Draht).

Da der Strahler nur etwa 4200 mm lang ist,

kann die Antenne auch in Städten unauffällig montiert werden. Mit einer Versuchsausführung in München, bei der in einem zweistöckigen Haus die radials im Dachboden verlegt waren, wurden sehr gute Erfolge bei dem letzten „world wide dx contest (fone)“ erreicht. Bei Vergleichen mit einer üblichen etwa 6000 mm langen Ground-plaine-Antenne in den Richtungen nach CE 7, VE 8, VK 6, TG 9, W und VR 2 ergaben sich immer gleich gute, meistens sogar um 0,5 ... 1 S-Stufe bessere Ergebnisse. Auch beim Vergleich mit gut abgeglichenen Einband-beams bei annähernd gleicher Sendeleistung war die Antenne in vielen Fällen überlegen.

Die Sicherheit gegen TVI (Fernsehstörungen) und BCI (Rundfunkstörungen) ist sehr gut, zumal durch Verändern der Längen X, Y und Z sowie durch Abwinkeln der radials die Wellenlänge m immer gleich oder kleiner als $1 : 1,5$ gemacht werden kann. H. Hoschke, DL 1 AU

¹⁾ Hoschke, H.: Die „FT-100“-Richtantenne (W 3 DZZ-beam) FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 20, S. 703—707

Universal-Katodenstrahloszillograf

für Fernsehservice
und Laboratorium

Fortsetzung aus PUNK-TECHNIK Bd. 13 (1958) Nr. 2, S. 46

Als Abschluß der Bauanleitung sollen einige Hinweise für das praktische Arbeiten mit dem Katodenstrahloszillografen gegeben und einige Schirmbilder gezeigt werden¹⁾.

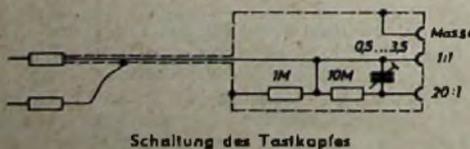
Ratschläge für Aufstellung und Betrieb

Der Katodenstrahloszillograf ist durch den Netztransformator galvanisch vom Lichtnetz getrennt. Um den VDE-Vorschriften zu entsprechen, hat die dreipolige Netzschur einen Schutzkontaktstecker. An der Geräterückseite ist eine Buchse für den etwaigen Anschluß einer Erdleitung angebracht.

Bei Messungen an Allstromgeräten, zum Beispiel Fernsehempfängern, soll man das Meßobjekt über einen Trenntransformator an das Wechselstromnetz anschließen. Arbeitet man jedoch ohne Trenntransformator, dann muß das jeweilige Gerät so gepolt werden, daß der Nulleiter des Lichtnetzes am Chassis liegt. Obwohl das Schirmbild der Katodenstrahlröhre eine beachtliche Helligkeit zeigt, sollte man den Oszillografen so aufstellen, daß die Raumbeleuchtung nicht unmittelbar auf den Bildschirm fällt. Besonders ungünstig ist das Licht von Leuchtstofflampen, dessen hoher Ultraviolettanteil den Schirm zum Mitleuchten anregt. Zum Fernhalten des störenden Lichtanteiles ist es zweckmäßig, die Filterscheibe herunterzuklappen. Durch diese Maßnahme wird ferner erreicht, daß der Helligkeitsregler nicht weiter als unbedingt notwendig aufgedreht werden muß. Das verhindert auch das Einbrennen des Leuchtschirmes bei längerem Betrieb.

Durch Rechtsdrehen des Helligkeitsreglers (3) wird der Oszillograf eingeschaltet. Es leuchtet dann die zwischen den Knöpfen (7) und (8) angeordnete Betriebsanzeige auf. Der Regler soll zunächst auf den niedrigsten Wert eingestellt werden, damit man die Katode der Bildröhre beim Anheizen nicht überlastet. Ferner ist darauf zu achten, daß die Entlüftungslöcher auf der Oberseite des Oszillografengehäuses nicht verdeckt sind.

Etwa 1/3 min nach dem Einschalten ist der Katodenstrahloszillograf betriebsbereit. Die Benutzung eines Tastkopfes empfiehlt sich für alle Messungen. Dadurch können Brummeinströmungen und andere Beeinflussungen unterbunden werden. Die Schaltung eines geeigneten Tastkopfes, wie er auch von der Industrie verwendet wird, zeigt die untenstehende Skizze. Spannungen bis maximal 12,5 V_{eff} (35 V_{max}) lassen sich mit dem Eingang 1 : 1 (Eingangsimpedanz 65 pF || 0,5 MOhm) messen, höhere Spannungen sind zur Vermeidung von Übersteuerungen des Y-Verstärkers an den

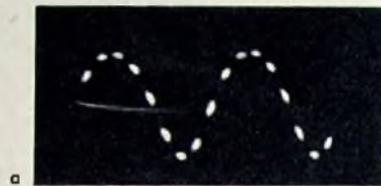


Eingang 20 : 1 zu legen. Die maximale Spannung, die man bei dieser Abschwächung dem Tastkopf zuführen kann, ist 700 V_{max}. In diesem Falle hat die Eingangsimpedanz den Wert 6,5 pF || 10,5 MOhm.

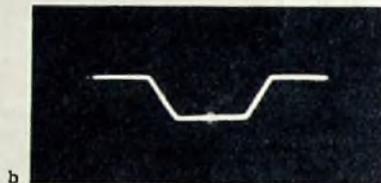
¹⁾ s. a. die laufende Beitragsreihe „Der Oszillograf als Meßgerät“ auf den Mittelseiten der PUNK-TECHNIK

Schirmbilder

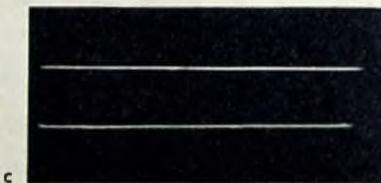
Die Oszillogramme a bis d zeigen einige typische Schirmbilder des Oszillografen. Im Oszillogramm a ist die Sinuskurve der Frequenz 1000 Hz dargestellt, die mit einer zweiten Frequenz helligkeitsmoduliert ist. Diese Methode bewährt sich, wenn eine unbekannte Frequenz ermittelt werden soll. Man legt die Meßfrequenz f_x an die Y-Platten und stellt die



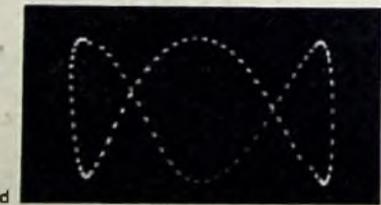
Helligkeitsmodulierte Sinuskurve



Kurvenverlauf der Vergleichsspannung



Durch entsprechend gewählte Kippfrequenz und große Bilddehnung erhält man oben und unten je eine stark leuchtende Begrenzungslinie



Lissajousche Figur für das Frequenzverhältnis 1 : 3

Kippfrequenz sorgfältig ein. Nun wird die Vergleichsfrequenz f_n (zum Beispiel eines RC-Generators) zwischen Gitter der Katodenstrahlröhre und Chassis der Oszillografen gelegt (Au 6). Die Rücklaufverdunklung ist dabei durch die Schaltbuchse abgeschaltet. Durch Ändern der Vergleichsfrequenz kann man annähernd stehende Punkte erreichen. Aus der Anzahl der hellen Punkte im Bild des Spannungsverlaufes der unbekanntenen Frequenz ergibt sich

$$f_x = \frac{N_{fx}}{N_p} \cdot f_n$$

Darin sind N_{fx} die Anzahl der Perioden der unbekanntenen Frequenz und N_p die Anzahl der Hellpunkte.

Die Oszillogramme b und c zeigen die Vergleichsspannung des eingebauten Vergleichsspannungsgenerators. Will man die Höhe einer

am Verstärkereingang liegenden Spannung feststellen, so ist das am einfachsten und schnellsten mit Hilfe der Vergleichsspannung möglich. Dabei wird der Schalter (8) von der Stellung Y in die Stellung \sim gebracht und der Schalter (5) zusammen mit dem Feinregler (6) so eingestellt, daß die Vergleichsspannung die gleiche Bildhöhe wie die Meßspannung auf dem Schirm hat. Es erscheinen dann je nach der eingestellten Kippfrequenz eine obere und eine untere stark leuchtende Begrenzungslinie auf dem Bildschirm. Im Oszillogramm c ist die Spannungshöhe besonders gut festzustellen, da das Bild weit auseinandergezogen wurde. Die Rasterscheibe ermöglicht in Verbindung mit der Flußlichtbeleuchtung einen bequemen Höhenvergleich. Bei Verwendung des Tastkopfes mit dem Eingang 20 : 1 ist die abgelesene Spannung mit 20 zu multiplizieren.

Legt man an beide Ablenkplattenpaare jeweils eine der Spannungen, deren Frequenzverhältnis bestimmt werden soll, dann entstehen sogenannte Lissajousche Figuren. Sind beide Frequenzen gleich, dann erhält man eine einfache Figur ohne Kreuzungen. Im Oszillogramm d ist die Lissajousche Figur für das Frequenzverhältnis 1 : 3 mit eingeschalteter Helligkeitssteuerung dargestellt.

Von Sendern und Frequenzen

Deutschland

Die effektive Strahlungsleistung des Fernsehempfängers Lübeck wurde Ende Dezember 1957 durch Inbetriebnahme eines von der Firma Wisl gelieferten Umsetzers auf 50 W verstärkt. Der Umsetzer empfängt im Kanal 9 den Fernsehsender Hamburg und strahlt im Kanal 7 mit 10 kHz Offset wieder aus.

Die Fernsehversorgung in Wildbad konnte durch einen Fernseh-Kleinumsetzer des Südwestfunks erheblich verbessert werden. Die in Kanal 5 arbeitende Sendeanlage verfügt über zwei Antennen zur besseren Erlassung des Versorgungsgebietes.

Nach zweijähriger Planungs- und Bauzeit konnte der Süddeutsche Rundfunk mit einer Übertragung aus Erlingen seine zwei neuen Fernseh-Übertragungswagen offiziell in Dienst stellen.

Die Empfangsberichte über den noch vor Weihnachten in Versuchsbetrieb genommenen NDR-Fernsehsender Flensburg sind überraschend günstig, obwohl z. Z. nur mit einem Fünftel der ursprünglichen Sendeleistung gearbeitet wird. Dieser Fernsehsender wird durch einen MW-Strahler und zwei UKW-Stationen ergänzt.

Nach Abschluß von Versuchsendungen konnte kürzlich der Sender Karl-Marx-Stadt (Chemnitz) als 15. UKW-Station der DDR auf einer Frequenz von 99,5 MHz die offiziellen Sendungen aufnehmen.

Ein kleiner Mittelwellensender (0,2 kW) wurde vom Süddeutschen Rundfunk im Dezember 1957 in Gerabrann in Betrieb genommen. Der Sender arbeitet auf der Frequenz 1484 kHz (202 m); durch die Inbetriebnahme konnten die Empfangsverhältnisse auf Mittelwelle in dem von der Richtantenne des Senders Mühlacker nicht genügend versorgten Gebiet verbessert werden.

Der Süddeutsche Rundfunk nahm zur Verbesserung der Empfangsverhältnisse auf MW kürzlich in Giengen a. d. Brenz eine kleine 0,2-kW-Station in Betrieb. Der Sender arbeitet auf der Frequenz 1484 kHz (202 m).

In diesen Tagen konnte die Senderzentrale München-Ismaning des Bayerischen Rundfunks (BR) 25jähriges Bestehen feiern. Heute werden von hier aus alle bayerischen Sender überwacht und versorgt.

Der UKW- und Fernsehsender Säntis



Die außerordentlich günstige Lage des Säntis in der Schweiz hat schon früh den Gedanken aufkommen lassen, sich dieses Berges für die Nachrichtenübermittlung zu bedienen. Als dann im Jahre 1952 der Schweizer Fernsehbetrieb versuchsweise mit dem Sender Uetliberg aufgenommen wurde, trat allenthalben in der Nordostschweiz der Wunsch zutage, dieses Gebiet mit einem eigenen leistungsfähigen Fernsehsender zu versorgen. Das Post- und Eisenbahndepartement sowie die oberste Leitung der PTT brachten diesem Wunsch volles Verständnis entgegen, und so konnte jetzt am 31. Dezember 1957 auf dem Säntis-Gipfel eine umfangreiche Mehrzweckanlage den Sendebetrieb vorerst probeweise aufnehmen. Über den Gesamtplan der Fernsehversorgung in der Schweiz konnte bereits in FUNK-TECHNIK Bd. 10 (1955) Nr. 10, S. 272 berichtet werden.

Neben den unübertrefflichen Sichtverhältnissen haben aber noch weitere, ebenso wichtige Vorzüge die Wahl des Säntis-Gipfels zum Senderstandort entschieden. So ist vor allen Dingen der Zugang zum Gipfel zu jeder Zeit durch den ganzjährigen Betrieb der Säntis-Schwebebahn sichergestellt. Die Schwebebahn war aber auch in der Lage, die außerordentlich hohen Anforderungen des Transportes von Baumaterial und sehr schwerer Geräte und Maschinenanlagen ohne Schwierigkeiten zu bewältigen. Ferner ist der Gipfel über eine Hochspannungszuführung mit Starkstrom normaler Frequenz versorgt. Im weiteren Verlauf der Studien über die Art und Weise, wie und wo man die erforderlichen Geräte für den Fernsehsender unterbringen könnte, ergaben sich dann zwangsläufig neue und zum Teil bestechende Aspekte bezüglich der Aufstellung weiterer Anlagen der Übermittlungstechnik.

Die einzigartige Lage des 2505 m hohen Säntis als vorgeschobene Hochwacht gegen Nordosten, sein über den Kranz der umliegenden Berge hinausragender Gipfel, sind wie dazu geschaffen, die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen sehr hoher Schwingungszahl, für die quasioptische Ausbreitungsverhältnisse gelten, auf möglichst weite Entfernung zu ermöglichen. Ebenso können die Sendungen aber auch in viele tiefliegende Täler eingestrahlt werden. Was lag da näher als die Zusammenfassung mehrerer technischer Ausrüstungen in einer Mehrzweckanlage?

Mit dem Bau wurde bereits im Mai 1956 begonnen. Die schlechte, vielfach kühle Witterung und der in dieser Höhe sehr oft auftretende Schneefall verzögerten jedoch das Arbeitstempo in unliebsamem Maße. Heute präsentiert sich nun dem Besucher ein stattlicher, fünf Stockwerke hoher Zweckbau. Er ist als Anbau dem bereits seit 1936 bestehenden Maschinenhaus der Bergstation angefügt.

Neben-Fernsehantenne des Senders Säntis (im oberen Bild ganz links). Das rechte Foto zeigt links unten nochmals diese Antenne von vorn und rechts eine Neben-UKW-Antenne. Die Gesamtansicht der Anlage geht aus dem Titelbild des Heftes hervor.



Die Antennenanlage für die Abstrahlung der Sendeenergie des UKW-Rundfunks und des Fernsehens ist in eine rund 15 m vom Sendergebäude entfernte Felsnische (mit Richtung gegen Nordwesten, Norden und Nordosten) in der gegen den Blauen Schnee hin abfallenden Nordostwand des Gipfels eingelassen. Die Nische ist durch einen unterirdischen Tunnel vom Sendergebäude aus zugänglich, sie ist etwa 10 m hoch und 8 m breit und trägt oben eine aus armiertem Beton gegossene Platte, die den Besuchern des Gipfels als willkommene Aussichtsplattform dienen wird. Die Abstrahlungsfelder der Antenne werden durch neuartige Kunststoffelemente, die man halbkreisförmig um sie herum aufbaute, vor der schädlichen Einwirkung von Schnee, Eis und Sturm geschützt.

Das Sendergebäude selbst ist über das Treppenhaus der Bergstation erreichbar. In seinem untersten Stockwerk ist eine Diesel-Notstromgruppe von 200 PS Leistung mit allen erforderlichen Schaltanlagen für die Starkstromverteilung untergebracht. Im zweiten Stock befinden sich ein Lager und eine Heizungsanlage, die mit Öl betrieben wird. Der dritte Stock enthält außer einer modern eingerichteten Werkstatt den eigentlichen Senderaum. Hier stehen zwei UKW-Sender von Brown, Boveri & Cie. Sie haben eine Ausgangsleistung von je 10 kW; das ergibt bei einem 4,5fachen Antennengewinn eine Strahlungsleistung von 45 kW. Die hochfrequente Energie wird über etwa 8 bis 10 cm dicke koaxiale Speisekabel den Antennen in der Felsnische zugeführt. Bemerkenswert ist, daß über ein und dasselbe Antennensystem die UKW-Programme I (Beromünster) 94,5 MHz und II (Konstrastprogramm) 99,9 MHz gleichzeitig abgestrahlt werden.

Der Sender birgt ferner die umfangreiche Apparatur des Fernsehsenders. Wie bei den UKW-Sendern, erfolgt die Energieversorgung wiederum durch den Stollen zur gesonderten Antennenanlage für das Fernsehen in der Felsnische. Bei einer Ausgangsleistung von 1,5 kW und einem zehnfachen Antennengewinn strahlt die gegen Nordwesten, Norden und Nordosten gerichtete Antenne eine Leistung von 15 kW aus. Ein Teil der Sendeenergie wird jedoch sowohl bei UKW als auch beim Fernsehen abgezweigt und von kleineren Antennen gebildet (s. obige Bilder),

die an der Rückseite des Gebäudes angebracht sind, in Richtung Süden und Südwesten ausgestrahlt.

Im vierten Stock des Sendergebäudes sind (vollständig durch Kupferfolien ausgekleidet, um die starken elektromagnetischen Störfelder abzuhalten, die in der Nähe der Antennen auftreten) die Empfangsgeräte der Richtstrahlverbindungen eingebaut. Die gesamte Nachrichtenübermittlung zum Sender erfolgt nicht durch Kabel, sondern ausschließlich drahtlos. So besteht für das Video-Signal eine direkte Richtstrahlverbindung Uetliberg-Säntis. Der Ton für das Fernsehprogramm wird ebenfalls vom Uetliberg bezogen, jedoch über eine gesonderte Richtstrahlverbindung.

Im fünften Stock schließlich sind alle für die Bedienungsmannschaft notwendigen Aufenthaltsräume untergebracht.

Zusätzlich zu diesen Anlagen ist auf dem Säntis noch ein Autorufsender erstellt worden, der es erlaubt (zusammen mit einem gleichen Sender auf dem Chasseral) alle mit Autoruf versehenen Fahrzeuge, die sich irgendwo im schweizerischen Mittelland aufhalten, durch selektiven Ruf zu erreichen. Der Autoruf arbeitet nach einem einfachen, billigen System. Der über das normale Telefonnetz anzurufende Autoruf-Teilnehmer hat eine sechsstellige Rufnummer. Die Rufimpulse wurden über eine automatische Zentrale in Biel den Autorufsendern Säntis und Chasseral zugeleitet. Der Teilnehmer empfängt von dort den Ruf. In seinem Wagen ertönt ein akustisches und leuchtet ein optisches Signal. Das ist für ihn die Aufforderung, von der nächst erreichbaren Fernsprechstelle sofort eine vereinbarte Nummer anzurufen.

Die Höhenstation auf dem Säntis ist ferner als Relaisstelle einer Ost-West- und unter Umständen einer Nord-Süd-Verbindung für den Austausch von Fernsehprogrammen im Rahmen der Eurovision vorgesehen. Ebenso soll sie als Relais-Stützpunkt für den Reportagewagen des Studio Bellerive Zürich bei der Aufnahme aktueller Programme in der Ostschweiz dienen. Beabsichtigt ist ferner, ein sich über die ganze Schweiz erstreckendes Basismetz der Richtstrahltelefonie zu errichten. Dabei wird der Säntis als nordöstlicher Eckpfeiler der Schweiz wiederum eine wesentliche Rolle spielen.

Ein interessanter Ausgangsspannungsteiler

Von Meßgeräten mit regelbarer Ausgangsspannung ist unter anderem zu fordern, daß ihr Innenwiderstand entweder sehr klein ist oder daß er einen festen Wert hat, an den das Meßobjekt anzupassen ist. Im ersten Fall ist die abgegebene Spannung praktisch unabhängig vom Verbraucher, solange dessen Widerstand groß gegen den Innenwiderstand des Generators bleibt.

Besonders bei Generatoren, die für ganz bestimmte Zwecke und Anwendungen gebaut sind, wird die zweite Möglichkeit bevorzugt (z. B. bei Meßsendern für UKW- und Fernsehgeräte). Diese haben — entsprechend den Eingangswiderständen der zu messenden Objekte — einen definierten Innenwiderstand von beispielsweise 60 oder 240 Ohm. Durch die Anpassung werden u. a. Reflexionen vermieden, die die ganze Messung wertlos machen können, und außerdem ist die abgegebene Spannung bei Abschluß mit dem richtigen Verbraucherwiderstand eindeutig festgelegt.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten für die Ausführung von Ausgangsspannungsteilern [1]. Oft werden einfache Drehschichtregler oder kapazitive Teiler benutzt. Auch Kettenleiteranordnungen sind weitverbreitet. Allen diesen Methoden ist jedoch gemeinsam, daß sich der Generatorinnenwiderstand mit der eingestellten Spannung ändert.

Dagegen ist es mit einer Anordnung nach Bild 1 möglich, den Generatorinnenwiderstand unabhängig von der jeweiligen Ausgangsspannung zu machen. Die Schaltung entspricht

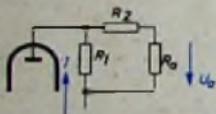


Bild 1. Prinzipschaltung eines Ausgangsspannungsteilers mit konstantem Innenwiderstand

einem π -Glieder oder — ohne Belastungswiderstand — einem „umgedrehten“ L-Regler, wie er aus der Elektroakustik bekannt ist.

Die Parallelschaltung von R_1 und $R_2 + R_B$ wird vom Anodenwechselstrom I durchflossen. Dieser ist bei den hier verwendeten, im Verhältnis zum Innenwiderstand der Röhre sehr geringen Widerständen des Spannungsteilers bei konstanter Ansteuerung ebenfalls konstant. Die an R_0 stehende Spannung U_B ist die verlangte Ausgangsspannung des Generators. Wenn die Summe von R_1 und R_2 in allen Spannungsbereichen konstant und außerdem gleich R_0 ist, dann ist die Forderung nach Anpassung erfüllt. Wird das Verhältnis R_1/R_2 verändert, dann ändert sich die Ausgangsspannung U_B , während der Innenwiderstand der Anordnung (von den Ausgangsklemmen her in die Schaltung gesehen) konstant bleibt. Durch geeignete Bemessung des Widerstandsverhältnisses läßt sich jedes gewünschte Teilverhältnis M erreichen.

Die Berechnung der einzelnen Widerstände erfolgt nach den Gleichungen

$$n = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_0 \cdot I}{2 U_B} - 1 \quad (1)$$

$$R_1 = \frac{R_0}{1 + n} \quad (2)$$

$$R_2 = R_1 \cdot n \quad (3)$$

$$I \geq \frac{2 U_{a \max}}{R_0} \quad (4)$$

Als Beispiel sei die Schaltung nach Bild 2 gewählt. Bei einem Pegelgenerator für Trä-

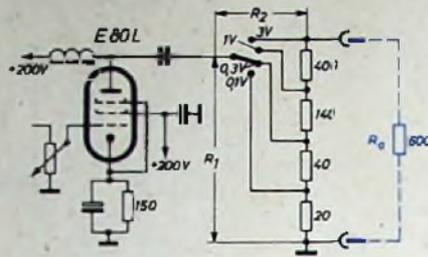


Bild 2. Regelbarer Spannungsteiler 0,1...3 V eines Pegelgenerators (50...120 kHz) für konstanten Innenwiderstand des Generators von 600 Ohm

gerfrequenzen (50...120 kHz) war ein konstanter Innenwiderstand von 600 Ohm gefordert. Die Ausgangsspannung sollte in den Stufen 0,1 — 0,3 — 1 — 3 V schaltbar und dazwischen kontinuierlich regelbar sein.

Der Wert des benötigten Anodenwechselstromes ist nach Gleichung (4)

$$I \geq \frac{2 U_{a \max}}{R_0} = \frac{3 \text{ V}}{(600 \parallel 600) \text{ Ohm}} = 10 \text{ mA}_{\text{eff}}$$

Die Endröhre ist so auszuwählen, daß sie diesen Anodenwechselstrom mit möglichst geringem Klirrfaktor abgeben kann. Gewählt wurde eine E80 L, da diese als Röhre der Farbserie lange Lebensdauer und enge Toleranzen, die sich im Laufe der Lebensdauer nicht wesentlich ändern, aufweist. Nach Einzeichnen der Widerstandsgeraden für 300 Ohm in das $U_a - I_a$ -Kennlinienfeld und Umzeichnen in das $U_a - U_0$ -Diagramm sieht man, daß die Kennlinie zwischen etwa 15 und 45 mA fast gerade verläuft. Es steht also ein aussteuerbarer Anodenstrombereich von 30 mA_{eff} zur Verfügung, das entspricht einem Effektivstrom von 10,6 mA. Die Berechnung der zu erwartenden Verzerrungen [2] ergibt etwa den Wert Null, wenn der Ruhearbeitspunkt mit 30 mA gewählt wird. Das entspricht einer Grundgitterspannung von -4,5 V. Die zur vollen Aussteuerung erforderliche Gitterwechselspannung ist 3 V_{eff}, entsprechend 1,06 V_{eff}. Die Berechnung des Spannungsteilers nach den obigen Gleichungen und mit den angegebenen Werten ergibt:

U_a [V]	n	R_1 [Ohm]	R_2 [Ohm]
3	0	600	0
1	2	200	400
0,3	9	60	540
0,1	29	20	580

Zwischen diesen Stufen wird die Spannung durch Änderung der Ansteuerung mit einem direkt geichteten Potentiometer variiert.

Bei einer Ausführung der Schaltung nach Bild 2 ergeben sich allerdings einige Schwierigkeiten. Der kleinste an der Anode überhaupt auftretende Arbeitswiderstand besteht in der Stellung 0,1 V aus der Parallelschaltung von 20 Ohm mit $R_2 + R_0$. Stellt man die Forderung, daß der Spannungsabfall am Koppelkondensator höchstens 1% der Ausgangsspannung betragen darf, dann darf, dessen Scheinwiderstand bei der tiefsten Frequenz (50 kHz) höchstens 0,01 · 20 Ohm groß sein. Das ergibt eine Kapazität von 16 μ F! Die Anodendrossel müßte, wenn durch diese ebenfalls ein Spannungsabfall von 1% zugelassen wird, eine Induktivität von mindestens 96 mH haben.

Da diese Werte recht un bequem sind, wird ein Schaltungstrick angewandt (Bild 3). Der

Pluspol der Anodenspannung wird geerdet, und die Fußpunkte der gesamten Schaltung (erdseitige Enden der Gitterwiderstände, Kathoden usw.) legt man an ein Minuspotential von -200 V. Sonst ändert sich an der ganzen Schaltung nichts. Durch die Einsparung von Anodendrossel und Koppelkondensator ist man aller Bemessungsorgen ledig. Soll der Ausgang gleichspannungstreu gehalten werden, dann kann der gestrichelt gezeichnete Trennkondensator eingefügt werden. Seine Mindestgröße ist — wieder mit einem zugelassenen Spannungsabfall von maximal 1% — in diesem Fall 0,5 μ F.

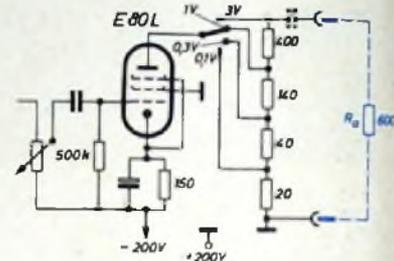


Bild 3. Abgeänderte Schaltung des Spannungsteilers zwecks Einsparung des Koppelkondensators und der Anodendrossel

Bei derartig niedrigen Arbeitswiderständen und den recht niedrigen Arbeitsfrequenzen ist eine Frequenzabhängigkeit durch die Röhren- und Streukapazitäten noch nicht zu befürchten. Auch die Kapazität eines angeschlossenen Verbindungskabels bringt noch keine wesentlichen Verfälschungen, denn selbst eine schädliche Kapazität von 100 pF parallel zum Ausgang verursacht im ungünstigsten Fall, bei 120 kHz, erst einen Spannungsabfall von etwa 5%.

Schrifttum

- [1] ● Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd III, S. 628, Berlin 1955, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
- [2] ● Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker, Bd I, S. 306, Berlin 1949, VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Heft 1/1958 unter anderem folgende Beiträge

Komplexe Anpassung

Über sprunghafte Peilanzeigeränderungen beim Feilen von Mittelwellen-Vierkurtsfunkfeuern mittels Sichtfunkpeiler

Wechselspannungsbetrieb von Dauerstrichmagnatrons

Ein neuer Partikelmagnet hoher Feldstärke

Die Verzerrung beliebiger Kurven durch Galvanometer, Schleifenoszillografen und Direktschreiber

Der Stand der Entwicklung und die Wirkungsweise von Mikrowellenröhren III

2. Bericht über die INTERKAMA 57

Referate & Neue Bücher

Format DIN A4 - monatlich ein Heft - Preis 3,- DM

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH
BERLIN-BORSIGWALDE

Wirkungsweise und Schaltungstechnik der Elektronenröhre

19

6.34 Transformatorverstärker

6.341 Schaltungstechnik und Bemessungsalagen

Das Schaltbild des früher sehr beliebt gewesenen Transformatorverstärkers zeigt Bild 87. Im Anodenkreis liegt die Primärwicklung eines Aufwärtstransformators T_r , dessen Sekundärseite das Gitter der folgenden Röhre steuert, also praktisch unbelastet ist. Die Gittervorspannungen werden durch Katodenwiderstände erzeugt. Der Transformatorverstärker ist ebenfalls frequenzabhängiger als der RC-Verstärker, man erreicht jedoch wegen der möglichen Aufwärtstransformation bei

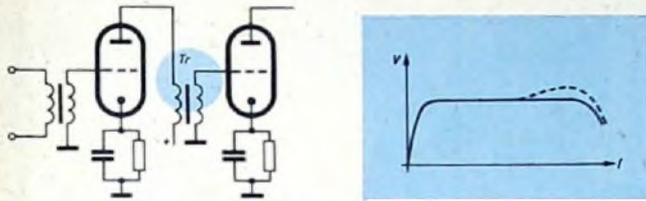


Bild 87 (links) Prinzipschaltbild des Transformatorverstärkers. Bild 88 (rechts). Auswirkung der Streuinduktivität bei Transformatorverstärkern

richtiger Bemessung eine wesentlich höhere Verstärkung. Nachteilig sind die durch den Transformator möglichen nichtlinearen Verzerrungen (bedingt durch die gekrümmte Magnetisierungskurve) sowie der relativ frühzeitige Verstärkungsabfall bei niedrigen Frequenzen, wenn man nicht sehr große und damit teure Transformatoren verwendet. Im allgemeinen kommen aus später noch zu erwähnenden Gründen nur Trioden für Transformatorverstärker in Frage. Die Verstärkung einer Stufe läßt sich dann durch die Gleichung

$$V = \frac{\bar{u}}{D} \cdot \frac{j\omega L}{R_i + j\omega L} \quad [-] \quad (50)$$

ausdrücken. Darin bedeuten \bar{u} = Übersetzungsverhältnis, L = Primärinduktivität und R_i = Innenwiderstand der Röhre. Eine günstige Bemessung liegt vor, wenn $j\omega L \gg R_i$ wird. Dann kann man R_i im Nenner der Gleichung vernachlässigen, und man erhält $V = \bar{u}/D$. Die Verstärkung ist in diesem Fall also \bar{u} -mal größer als bei RC-Verstärkern. Für die mittleren Tonfrequenzen lassen sich diese günstigen Verhältnisse insbesondere bei Trioden verwirklichen. Bei tiefen Frequenzen jedoch treten wegen des Abfalls des induktiven Blindwiderstandes bereits erhebliche Schwierigkeiten auf. Die Verwendung von Pentoden ist ungünstig, weil dann der Außenwiderstand klein gegenüber dem Innenwiderstand ist. Gl. (50) geht dann über in

$$V = \frac{\bar{u}}{D} \cdot \frac{j\omega L}{R_i} \quad [-] \quad (51)$$

das heißt, die Verstärkung ist der Frequenz proportional, ein in der Praxis natürlich nicht haltbarer Zustand.

Noch ein anderer Grund spricht für die Wahl von Trioden in Transformatorverstärkern. Bei den hohen Frequenzen machen sich nämlich ähnlich wie beim RC-Verstärker die unvermeidbaren Parallelkapazitäten C zur Sekundärseite des Transformators bemerkbar. Besäße der Transformator keine Streuinduktivität (was in der Praxis meistens doch der Fall ist), dann würde für hohe Frequenzen der Ausdruck für die Verstärkung

$$V = \frac{\bar{u}}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (R_i \omega C)^2}} \quad [-] \quad (52)$$

lauten. Die Verstärkung würde also etwa umgekehrt proportional zur Frequenz sein. Meistens ist jedoch eine sekundäre Streuinduktivität L_s vorhanden. Wird diese berücksichtigt, dann ergibt sich für die Verstärkung

$$V = \frac{\bar{u}}{D} \cdot \frac{1}{R_i + j(\omega L_s - 1/\omega C)} \cdot \frac{1}{j\omega C} \quad [-] \quad (53)$$

Wird nun $\omega L_s = 1/\omega C$, dann tritt Resonanz auf, und die Verstärkung erreicht ein Maximum, das bei um so höheren Frequenzen liegt, je kleiner die Wicklungskapazitäten und die Streuinduktivitäten sind. Oberhalb dieses Wertes sinkt dann die Verstärkung schnell ab. Die Streuinduktivität wird meistens gern benutzt, um die obere Grenzfrequenz möglichst hoch zu legen. Man kennt einen ähnlichen Effekt bei den zahlreichen, in Breitband-Verstärkern vorkommenden Kompensationsschaltungen. Allerdings muß die Dämpfung des so zustande

kommenden Resonanzkreises einen bestimmten Wert haben, um eine zu starke Bevorzugung bestimmter hoher Frequenzwerte zu vermeiden. Eine gute Dämpfung erreicht man nun mit Trioden, die relativ kleine Innenwiderstände haben. Das ist der zweite für die Trioden sprechende Grund. Bild 88 zeigt, wie sich die Dämpfung auf den Frequenzgang auswirkt. Bei unzureichender Dämpfung würde die Kurve zu stark angehoben werden (gestrichelt), bei richtiger Dämpfung erhält man eine „glatte“ Kurve, bei der sich die Resonanz nur noch in einer Heraufsetzung der oberen Grenzfrequenz bemerkbar macht. Das Übersetzungsverhältnis der Transformatoren soll nicht größer als etwa 3...5 sein, weil sonst die Resonanz bei zu tiefen Frequenzwerten auftritt.

6.342 Gleichstromfreie Ankopplung des Transformators

Wie schon erwähnt, haben Transformatorverstärker trotz der damit möglichen großen Verstärkungsziffern erhebliche Nachteile, so daß man sie heute nur noch in Sonderfällen anwenden wird. Besonders störend ist die Eisen-Vormagnetisierung, die zu erheblichen Verzerrungen der Tonfrequenzspannung führen kann. Durch Anwendung eines Luftspaltes läßt sich dieser Einfluß zwar herabsetzen; dann braucht man aber zur Erreichung einer noch ausreichenden Primärinduktivität schwere Eisenkerne und viel Kupfer, so daß der Transformator teuer wird.

Ein anderer Ausweg besteht nach Bild 89 in der gleichstromfreien Ankopplung der Primärwicklung. Der Anodengleichstrom durchfließt hier einen ohmschen Außenwiderstand R , der Wechselstrom fließt über C in die Primärwicklung, so daß keine Vormagnetisierung stattfindet. Damit entfällt jedoch ein weiterer Hauptvorteil des Transformatorverstärkers, nämlich die gute Ausnutzung der Gleichspannung wegen des

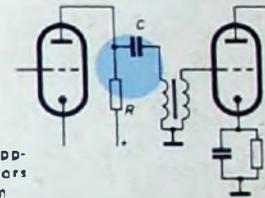


Bild 89. Gleichstromfreie Ankopplung des Zwischentransformators bei Transformatorverstärkern

kleinen primärseitigen Wicklungswiderstandes des Transformators. In dessen gibt es Sonderfälle, in denen man Transformatoren mit Nutzen als Koppelglieder in Verstärkern einsetzen kann (beispielsweise, wenn es bei einer bestimmten mittleren Tonfrequenz oder bei einem relativ schmalen Tonfrequenzband auf eine möglichst große Verstärkung ankommt).

Hiermit wurden die Grundlagen der NF-Spannungsverstärker erläutert. Der nächste Abschnitt befaßt sich mit der Leistungsverstärkung bei Tonfrequenz, bezieht sich also auf die wichtigen Ton-Endverstärker.

6.4 Endverstärker

Wird eine Röhre angesteuert, dann fließt ein Anodenwechselstrom, und am Außenwiderstand entsteht eine Anodenwechselspannung. Es leuchtet ein, daß als Produkt dieser beiden Größen eine Wechselstromleistung auftritt, deren Wert von verschiedensten Faktoren abhängen kann. So spielt vor allem die absolute Größe des Wechselstroms und der Wechselspannung eine Rolle; ferner ist der Wert des Außenwiderstandes im Verhältnis zum Röhreninnenwiderstand, also die Anpassung, von entscheidender Bedeutung.

6.41 Leistungsumsatz, Wirkungsgrad

Die von der Röhre abgegebene Wechselstromleistung wird letzten Endes der Anoden-Gleichstromquelle entnommen. Ein Endverstärker oder Leistungsverstärker ist daher — genau genommen — ein Leistungsformer, denn er formt die Gleichstromleistung der Betriebsstromquelle in (z. B. tonfrequente) Wechselstromleistung um. Diese Umformung erfolgt wie bei allen technischen Einrichtungen nicht verlustfrei. Es gilt

$$N_z = N_n + N_v \quad [W] \quad (54)$$

Die gesamte, von der Betriebsstromquelle aufzubringende Leistung N_z ist also gleich der Summe aus der an den Außenwiderstand abgegebenen Nutzleistung N_n und der in der Röhre oder in sonstigen Teilen der Schaltung verbrauchten Verlustleistung N_v . Diese Leistungsbilanz hat immer Gültigkeit, ganz gleich welche Schaltung verwendet wird.

Ferner ist es üblich, den Wert

$$\eta = \frac{N_1}{N_2} \quad [-] \quad (55)$$

als Wirkungsgrad der Anordnung zu bezeichnen. Dabei ist N_1 stets kleiner als N_2 , so daß auch der Wirkungsgrad immer kleiner als 1 ist. In der Praxis ist man natürlich bestrebt, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit den Wirkungsgrad so groß wie möglich zu machen. Im Gegensatz zu dem Wirkungsgrad bei Spannungsverstärkern, der meistens überhaupt nicht interessiert. Allerdings sind der Erhöhung des Wirkungsgrades Grenzen gesetzt, vor allem durch die eventuell möglichen Verzerrungen. Schon eine einfache Überlegung zeigt, daß Anodenwechselstrom und Anodenwechselspannung um so größer werden, je weiter man die Röhre aussteuert. Große Aussteuerungen bedeuten aber gewöhnlich nicht unbeträchtliche Verzerrungen, weil dann die Nichtlinearität der Kennlinien zur Geltung kommt. Hier liegt die eine Grenze für die mögliche Leistungsverstärkung. Weiterhin leuchtet ein, daß große Ströme und Spannungen sehr kräftige Röhren voraussetzen. Die Röhren müssen also für die Abgabe von Leistung besonders gebaut sein.

6.42 Ermittlung der Nutzleistung aus dem Kennlinienfeld

Im Bild 90 ist ein I_a-U_a -Kennlinienfeld mit eingetragener Widerstandsgeraden R_a dargestellt. Der Arbeitspunkt sei A bei $-U_{G0}$. Die Röhre soll zwischen B und C ausgesteuert werden, die Gitterspannungsschwankung habe also den Wert ΔU_G . Die Amplitude des entstehenden Anodenwechselstromes ist damit $I_{a \max}$, die Anodenwechselspannungsamplitude $U_{a \max}$. Ist der verwendete Außenwiderstand rein ohmisch, was hier angenommen sein soll, so berechnet sich nach den Grundgesetzen der Elektrotechnik die an R_a auftretende Leistung zu

$$N_a = \frac{I_{a \max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_{a \max}}{\sqrt{2}} = \frac{I_{a \max} U_{a \max}}{2} = I_{eff} \cdot U_{eff} \quad [W] \quad (56)$$

Der Inhalt des schraffierten Dreiecks BPA ist demnach ein Maß für die abgegebene Nutzleistung. Auf diese Weise kann man bei gegebenem Kennlinienfeld und gegebenem Außenwiderstand die erreichbare Wechselstromleistung grafisch bestimmen. Dabei ist zu beachten, daß die Amplitude des Anodenwechselstromes niemals größer als der Anodengleichstrom im Arbeitspunkt sein kann, denn bei negativer Aussteuerung kann der Anodengleichstrom höchstens gleich Null werden. Auch die Amplitude der Anodenwechselspannung kann niemals größer als die Anodengleichspannung sein. Wie schon erwähnt, setzen die bei größeren Aussteuerungen möglichen Verzerrungen der Höchstnutzleistung meistens eine wesentlich frühere Grenze. Auch die Röhre selbst beschränkt die maximal mögliche Nutzleistung, weil aus Überschlagsgründen bestimmte Höchstspannungswerte nicht überschritten werden dürfen. Ähnliches gilt für den Anodenstrom. Schließlich darf die Anodenverlustleistung im Interesse der Lebensdauer der Röhre niemals überschritten werden.

6.43 Bedeutung des Außenwiderstandes

Bild 90 zeigt bereits, daß die Größe des Außenwiderstandes die erreichbare Nutzleistung stark beeinflusst. Denken wir uns zunächst die beiden Extremfälle $R_a = 0$ und $R_a = \infty$. Im ersten Fall verläuft die Widerstandsgerade parallel zur I_a -Achse. Der Flächeninhalt des Dreiecks BPA wird demnach Null, d. h., es wird überhaupt keine Leistung

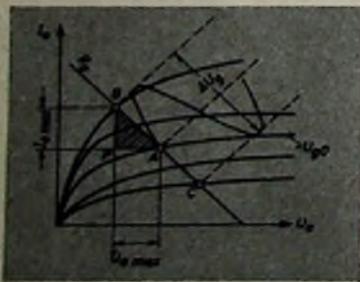


Bild 90. Ermittlung der Sprechleistung aus dem I_a-U_a -Kennlinienfeld

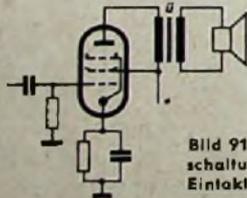


Bild 91. Prinzipschaltung einer Eintakt-Endstufe

abgegeben. An einem fehlenden Außenwiderstand kann ja schließlich selbst bei einem maximalen Strom, der dann vorhanden ist, kein Spannungsabfall auftreten. Im zweiten Fall ($R_a = \infty$) verläuft die Widerstandsgerade parallel zur U_a -Achse. Auch dann wird die Leistung Null, weil nur Spannung, aber kein Strom vorhanden wäre. Zwischen diesen beiden Extremwerten gibt es einen Bestwert, bei dem der Flächeninhalt des Dreiecks BPA maximal ist. Es wird also bei einem bestimmten Widerstandswert Höchstleistung abgegeben werden. Allerdings gilt hier nicht das Anpassungsgesetz $R_a = R_i$ ohne Einschränkung; es kommt vielmehr ganz auf die Art der Schaltung an, bei welchem Verhältnis R_a/R_i der Leistungsabhöchstwert erreicht wird. Auch der erreichbare Wirkungsgrad hängt stark von den genannten Faktoren ab.

6.44 Eintakt-Endverstärker

Bild 91 zeigt die einfache und sehr häufig vorkommende Schaltung. Die Gittervorspannung für die Röhre wird wie üblich durch einen Katodenwiderstand erzeugt. Im Anodenkreis liegt die Primärseite des Ausgangstransformators mit dem Übersetzungsverhältnis \bar{u} . Die Sekundärseite ist mit dem Sprechspulenwiderstand des Lautsprechers, der die elektrische Leistung in Schall-Leistung umformt, belastet. Es handelt sich, von der Primärseite aus gesehen, um einen Abwärtstransformator, da die Impedanzen der Sprechspulen aus konstruktiven Gründen nur sehr klein sind. Der Transformator hat die Aufgabe, den Sprechspulenwiderstand so an den Innenwiderstand der Röhre anzupassen, daß die jeweils gültigen Anpassungsforderungen erfüllt sind. Nimmt man an, daß der Transformator keine Streuung hat und daß sein Kopplungsgrad $k = 1$ ist (diese Annahmen sind in erster Näherung meistens zulässig), dann erscheint an der Primärseite der Widerstand

$$R_p = \bar{u}^2 R_a \quad [\Omega] \quad (57)$$

wobei \bar{u} das Übersetzungsverhältnis des Transformators und R_a der Sprechspulenwiderstand ist, den man als nahezu ohmisch annehmen

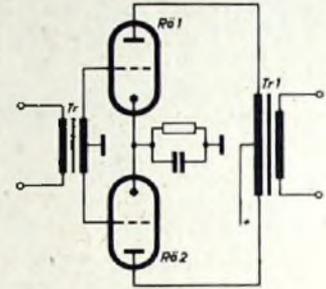


Bild 92. Prinzipschaltung einer Gegentakt-Endstufe

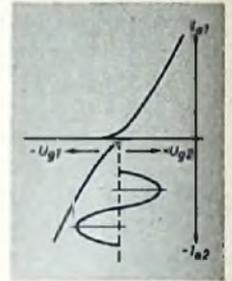


Bild 93. Aussteuerung der Röhrenkennlinien bei Gegentakt-Endstufen

kann. Durch Wahl von \bar{u} kann man demnach jede beliebige Anpassung erreichen. Die Primärwicklung muß so bemessen sein, daß auch noch für die tiefste zu übertragende Frequenz eine genügend große Primärinduktivität vorhanden ist.

Die erreichbare Ausgangs- oder Sprechleistung hängt vor allem von den Daten der Röhre ab. Die Röhrenhersteller geben Listen heraus, mit deren Hilfe der geeignete Typ für eine bestimmte Sprechleistung leicht ausgewählt werden kann. Aus den Röhrendaten erhält man auch Aufschluß über die Größe des günstigsten Anpassungswiderstandes bei einem bestimmten Klirrfaktor, ferner über die hierfür erforderliche Eingangswchselspannung. Es lassen sich also auch allein an Hand der Röhrendaten brauchbare Endverstärker entwickeln, ohne daß man dabei im einzelnen die später noch angegebenen Formeln benutzt.

Der Wirkungsgrad der Eintaktverstärker ist nicht groß, weil man die Röhren im Interesse eines kleinen Klirrfaktors nicht zu weit aussteuern darf. Die Verstärker werden gewöhnlich im A-Betrieb verwendet; die Röhre wird so ausgesteuert, daß noch kein Gitterstrom fließt. Es können sowohl Pentoden als auch Trioden verwendet werden; am häufigsten findet man wegen des besseren Wirkungsgrades Pentoden.

6.45 Parallelschaltung von Endröhren

Sind besonders große Ausgangsleistungen erwünscht, so kann man zwei oder auch mehr Röhren parallelschalten und bei der Schaltung nach Bild 91 bleiben. Dann addieren sich einfach die Nutzleistungen der einzelnen Röhren. Da aber mit steigender abgegebener Leistung die Fragen des Wirkungsgrades immer mehr in den Vordergrund treten, empfiehlt sich dieses Vorgehen nicht. Der Wirkungsgrad einer im Eintakt und im A-Betrieb arbeitenden Endverstärkerstufe ist nämlich relativ schlecht und wird durch die Parallelschaltung zweier oder mehrerer Röhren nicht verbessert. Das fällt um so mehr ins Gewicht, je größer die Nutzleistungen werden. In bestimmten Fällen bietet allerdings die Parallelschaltung von Röhren den Vorteil, daß der resultierende Innenwiderstand sehr klein wird. Dann läßt sich auch bei relativ kleiner Anodenspannung eine größere Nutzleistung erreichen. Indessen zieht man in der Mehrzahl der Fälle die sogenannte Gegentakttschaltung vor, die einen hohen Wirkungsgrad hat und auch bei relativ großen Aussteuerungen verzerrungsarm arbeitet.

6.46 Gegentaktverstärker

6.461 Wirkungsweise und Schaltung

Die Prinzipschaltung des Gegentaktverstärkers ergibt sich aus Bild 92. Im Gitterkreis der beiden Röhren liegt die Sekundärseite eines Transformators T_1 , der Mittelpunkt der Sekundärwicklung liegt an Masse. Legt man an die Primärwicklung eine Wechselspannung, dann wird in der Sekundärwicklung eine Spannung induziert. Steigt die Spannung am oberen Wicklungsanschluß gegenüber dem Nullpunkt an, dann fällt sie am unteren Wicklungsanschluß gegenüber dem Nullpunkt ab. Die Röhren werden also gegenphasig gesteuert. Infolgedessen erhöht sich der Anodenstrom der unteren Röhre, wenn der Anodenstrom in der oberen Röhre abnimmt. Im Anodenkreis liegt die Primärwicklung eines Transformators T_1 . Über die Mittelanzapfung, die wechsellspannungs-

mäßig dem Schaltungsnulldpunkt entspricht, wird die Anodengleichspannung zugeführt. Die Gegenphasigkeit der Anodenströme bewirkt ein Ansteigen der Spannung am oberen Anschluß der Primärwicklung, wenn am unteren Anschluß die Spannung abfällt. Die Wechselströme in der Primärwicklung induzieren in der Sekundärwicklung, die mit dem Lautsprecher belastet ist, zwei Wechselströme, die sich addieren.

Bild 93 zeigt diesen Aussteuerungsvorgang an Hand zweier spiegelbildlich zueinander liegenden Kennlinien. Man sieht, daß zur Aussteuerung einer Kennlinie immer nur die eine Halbwelle der Steuerwechselspannung benutzt wird. Schon daraus ergibt sich eine gute Röhrenausnutzung, so daß ein hoher Wirkungsgrad erwartet werden darf. Theoretische Überlegungen und Versuche bestätigen diese Annahme. Vorteilhaft ist außerdem, daß sich die Anodengleichströme in der Primärwicklung in bezug auf die Vormagnettisierung des Eisenkerns von $T_r 1$ aufheben, so daß die durch den Kern bedingten Verzerrungen relativ gering ausfallen. Voraussetzung ist absolute Gleichheit der Anodengleichströme, was man eventuell durch getrennte Einstellung der Arbeitspunkte der beiden Röhren leicht erreichen kann (zum Beispiel durch Verwendung getrennter Katodenwiderstände).

6.462 Verzerrungen

Die starke Durchsteuerung einer Kennlinie mit einer Halbwelle der Steuerwechselspannung bewirkt an sich erhebliche Verzerrungen der einzelnen Anodenströme. Nun kann man jedoch an Hand einer grafischen Konstruktion zeigen, daß sich die dabei auftretenden geradzähligen Oberwellen gegenseitig aufheben, während sich die ungeradzähligen Oberwellen, zu denen auch die Grundwelle gehört, addieren. Der Fortfall der Verzerrungen durch Kompensation der geradzähligen Oberwellen ist eine praktisch außerordentlich wichtige und vorteilhafte Eigenschaft des Gegentaktverstärkers. Um die durch die ungeradzähligen Oberwellen bedingten Verzerrungen kleinzuhalten, wählt man Röhren mit Kennlinienformen, bei deren Aussteuerung vorzugsweise nur geradzählige Oberwellen auftreten, die sich dann, wie beschrieben, kompensieren. Da sich das gut machen läßt, bleibt zum Beispiel die durch die dritte Oberwelle bedingte Verzerrung sehr klein, und die ungeraden Oberwellen höherer Ordnungszahl spielen ohnehin keine allzu große Rolle mehr. Man sieht, daß man unter Beachtung gewisser Bemessungsvorschriften ohne weiteres die Aussteuerung sehr weit treiben kann. In diesem Zusammenhang interessieren die verschiedenen bei Endverstärkern möglichen Betriebsarten, die anschließend besprochen werden sollen.

(Wird fortgesetzt)

Unsere Leser schreiben . . .

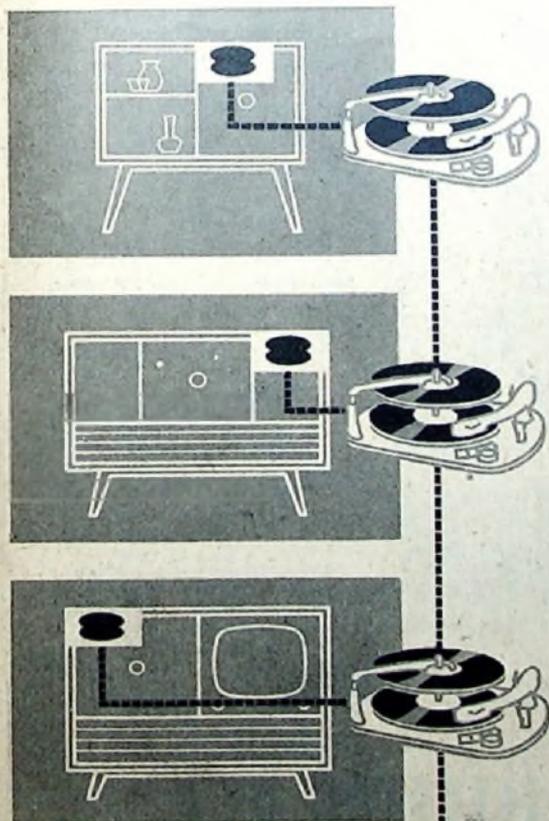
UKW - Qualität bei Magnettongeräten für den Heimgebrauch

Im vergangenen Jahr haben verschiedene Hersteller von Helmmagnettongeräten bei einigen ihrer Fabrikate auch die Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s eingeführt. Dieser Schritt wurde im Hinblick auf den geringeren Bandverbrauch von den Magnettonfreunden begrüßt. Dabei mußte allerdings in Kauf genommen werden, daß der Frequenzumfang — er ist bei den verfügbaren Bändern direkt von der Bandgeschwindigkeit und der Spaltbreite des verwendeten Tonkopfes abhängig — nicht ausreicht, um zum Beispiel eine Wiedergabe in der gewohnten UKW-Qualität zu erreichen. Die Wünsche der Verbraucher steigen nun aber stets mit dem Angebot. Hierzu sei — im Auszug — eine kürzlich in der Redaktion eingegangene Zuschrift unseres Lesers F. K a r w e n zur Diskussion gestellt.

„Anfang letzten Jahres las ich eine Meldung, daß ein kleinerer Fabrikant von Tonköpfen bei 4,75 cm/s Bandgeschwindigkeit Aufnahmen mit UKW-Qualität vorführte. In einigen Fachzeitschriften erschienen kurz darauf Erklärungen, die auf die Unmöglichkeit hinwiesen, heute schon serienmäßig den Frequenzumfang bei 4,75 cm/s Bandgeschwindigkeit nennenswert über Sprachqualität hinaus zu erweitern. Besonders wurde auf die Schwierigkeit der serienmäßigen Fertigung von Köpfen verwiesen, die dann ja statt der heute verwendeten 6- μ -Spalte etwa einen 3,5- μ -Spalt haben müßten.

Ich möchte nicht unterstellen, daß die Teilaments bestellte Arbeit waren. Immerhin liegt der Gedanke nahe, daß interessierte Kreise der Industrie es vorziehen, weniger präzise Tonköpfe und Tonbandgeräte zu fertigen und dem Kunden die höheren Kosten für Tonbänder aufzubürden; bei der Bandgeschwindigkeit 19 cm/s kostet die Spelatunde rund 23 DM, bei 9,5 cm/s rund 11,50 DM, bei 4,75 cm/s dagegen nur noch etwa 5,50 DM.

Der Einwand, daß die bandsparende Geschwindigkeit von 4,75 cm/s zu erheblich teureren Geräten führen muß, ist meines Erachtens nicht berechtigt. Der Aufwand für die präziseren Köpfe, die genauere Bandführung und die Beherrschung der Tonhöhenchwankungen wird sicher durch die Möglichkeit, wegen der dann ausreichenden Spulen kleineren Durchmessers einen schwächer dimensionierten Motor verwenden zu können, aufgewogen. Da nach meinen Erfahrungen als Tonbandgeräte-Verkäufer eine Spieldauer von zwei Stunden je Spur genügen dürfte, braucht ein Gerät mit UKW-Qualität bei 4,75 cm/s Bandgeschwindigkeit also nur 13-cm-Spulen zu haben. Ich glaube ernstlich, daß die Leistung eines nahezu unbekanntem Herstellers von Tonköpfen serienmäßig auch von den großen und erfahrenen Herstellern von Tonbandgeräten erreicht werden müßte.“

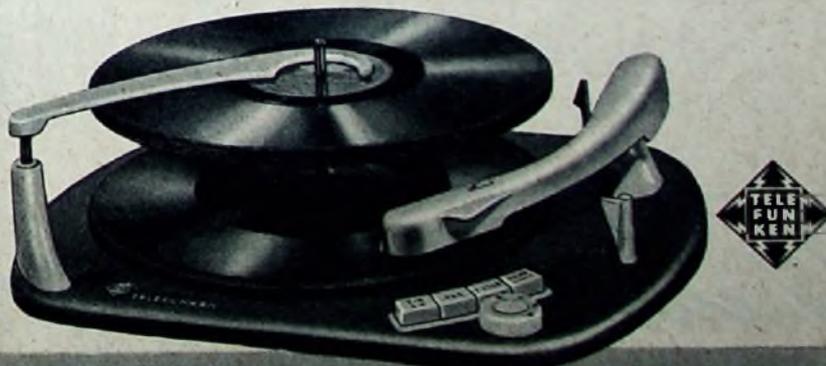


Sicherheit als Mitgift

TELEFUNKEN-Plattenwechsler sind in Truhen und Vitrinen sehr beliebt, weil man die Sicherheiten schätzt, die sie bei ihrem Einbau bieten:

- Sprichwörtliche Narren- und Betriebssicherheit • Zuverlässigkeit im Gleichlauf • automatische Nullstellung nach Spielende • sicherer Sitz in der Montageplatte bei einfachster, zeit- und kostensparender Montage • Wechselachse und Plattenhalter fest eingebaut und sicher vor Verlust • einfachste Umstellung von 50 Hz auf 60 Hz, daher auch bei Einzelverkauf exportsicher • durch Horizontal-Plattenhalter und „Plattenlift“-Wechselachse beste Sicherheit für Schonung der Platten

Bauen Sie Sicherheiten ein — bauen Sie Plattenwechsler von TELEFUNKEN ein



TELEFUNKEN

Wer Qualität sucht — findet zu

Elektronisch angetriebener Plattenspieler

Von einem universell brauchbaren Plattenspieler muß man verlangen, daß er zur Wiedergabe der verschiedenartigen marktgängigen Schallplatten geeignet ist und zu diesem Zweck auf mehrere Geschwindigkeiten, und zwar auf 78, 45, 33 1/3 und 16 1/2 U/min. umgeschaltet werden kann. Im allgemeinen ist hierfür in den meisten Plattenspielern ein umschaltbares Untersetzungsgetriebe, bestehend aus Reibrädern oder Riementrieben, zwischen Antriebsmotor und Plattenteller vorhanden. Einer ganz anderen Lösung bedient sich der von der amerikanischen Firma Fairchild herausgebrachte Plattenspieler Modell „412-4“. Dieses hochwertige und für hohe Ansprüche bestimmte Gerät soll sich durch Vielseitigkeit und zuverlässige Arbeitsweise auszeichnen. Es läßt sich auf die Geschwindigkeiten 16 1/2, 33 1/3, 45 und 78 U/min umschalten und hält diese Geschwindigkeiten auch über große Zeiträume und bei starker Beanspruchung mit einer Genauigkeit von besser als $\pm 0,3\%$ ein. Sogar stärkere Schwankungen der Netzspannung und der Netzfrequenz können diese Genauigkeit nicht beeinträchtigen. Daher kann man den Plattenspieler mit einer Netzspannung zwischen 85 V und 135 V (die normale Spannung des amerikanischen Netzes ist 117 V) betreiben, ohne daß sich bei Spannungsschwankungen innerhalb dieses Intervalles die Geschwindigkeit ändert oder Nachregulierungen notwendig wären. Die Speisespannung kann eine Frequenz von 50, 60 oder 400 Hz haben oder auch einer Batterie oder einem Gleichstromnetz über einen Zerkhacker entnommen werden. Für jede der vier einstellbaren Geschwindigkeiten des Plattenspielers gibt es eine individuelle Feinjustierung, mit der man die eingestellte Geschwindigkeit innerhalb eines Bereiches von $\pm 5\%$ variieren kann.

Diese Eigenschaften des neuen Plattenspielers ergeben sich dadurch, daß die Speisespannung nicht wie üblich unmittelbar dem Antriebsmotor zugeführt wird, sondern eine elektronische Steuerschaltung speist, die ihrerseits die Wechselspannung für den Antriebsmotor liefert und dessen Drehzahl bestimmt. Die Steuerschaltung ist im Grunde nichts weiter als ein sehr konstant arbeitender Niederfrequenzoszillator mit stufenweise veränderbarer Frequenz, während als Antriebsmotor ein sehr sorgfältig ausgebildeter Synchronmotor dient, dessen Umdrehungszahl streng proportional der Frequenz der ihn speisenden Wechselspannung ist. Der Synchronmotor ist so dimensioniert, daß er rund 30 W verbraucht und seine Umdrehungszahl in der Sekunde gleich der halben Frequenz der speisenden Wechselspannung ist. Bei einer

Frequenz von 60 Hz läuft der Motor also mit 1800 U/min. Zwischen Motor und Plattenteller befindet sich ein nicht veränderbarer und schlupffreier Rlementrieb mit einem Übersetzungsverhältnis von 54 : 1, so daß der Plattenteller bei der Frequenz von 60 Hz mit 33 1/3 U/min umläuft.

Somit muß die elektronische Steuerschaltung für die Geschwindigkeiten 16 1/2, 33 1/3, 45 und 78 U/min wahlweise Wechselspannungen mit den Frequenzen 30 Hz, 60 Hz, 81 Hz und 141 Hz und einer für den Betrieb des Synchronmotors ausreichenden Leistung abgeben. Diese Steuerschaltung geht aus Bild 1 hervor; sie besteht in erster Linie aus einem RC-Oszillator mit Wiencher Brücke, deren frequenzbestimmende Elemente die Widerstände R 8 und R 10 sowie die wahlweise einschaltbaren Kondensatoren C 1 bis C 8 sind. Da es auf eine hohe Frequenzkonstanz des Oszillators ankommt, werden Präzisionswiderstände mit leicht negativem Temperaturkoeffizienten benutzt, während die Kondensatoren einen entsprechenden positiven Temperaturkoeffizienten haben. Durch diese Maßnahme wurde erreicht, daß sich die Frequenz des Oszillators nach einer gewissen Anwartszeit um nicht mehr als 0,02 % je Grad Celsius ändert. Die Regelröhre R 6 hält die Anodenspannung der eigentlichen Schwingstufe R 1A/1B konstant. Außerdem ist der Arbeitspunkt so gewählt, daß sich etwaige Schwankungen von Heizspannung und Anodenspannung in der Auswirkung weitgehend gegenseitig ausgleichen. Insgesamt zeigt der Oszillator eine Frequenzkonstanz, die zwischen 0,1 % und 0,3 % liegt.

An den Gegentaktausgang des eigentlichen Oszillators R 1A/1B schließen sich eine Spannungsverstärkerstufe R 2A/2B, eine Treiberstufe mit den Katodenverstärkern R 3A/3B und die Endstufe R 4, R 5 in B₂-Schaltung an. Die gesamte Leistungsaufnahme der Schaltung einschließlich des Synchronmotors bewegt sich je nach der eingestellten Schwingfrequenz zwischen rund 80 und 90 W.

Die den vier Plattengeschwindigkeiten entsprechenden Frequenzen werden mittels des Wahlschalters S 2 mit den fünf Schaltebenen A bis E eingeschaltet. Eine Feinjustierung der Frequenzen ist durch die vier Potentiometer P 1, P 2, P 3 und P 4 möglich, die aber nicht von außen zugänglich, sondern verdeckt angebracht sind. Da der Blindwiderstand des Synchronmotors mit steigender Frequenz zunimmt, muß auch die Speisespannung mit der Frequenz erhöht werden. Dies erfolgt durch die Schalterebene S 2D, die die Sekundärseite des Ausgangstransformators T 2 so schaltet, daß die Speisespannung von 150 V für 16 1/2 U/min bis auf 450 V für 78 U/min anwächst.

Mittels der Schalterebene S 2C kann man den Plattenteller für kürzere oder längere Zeit anhalten, ohne den Oszillator oder den Verstärker ausschalten zu müssen, so daß das Warten während der Anheizzeit

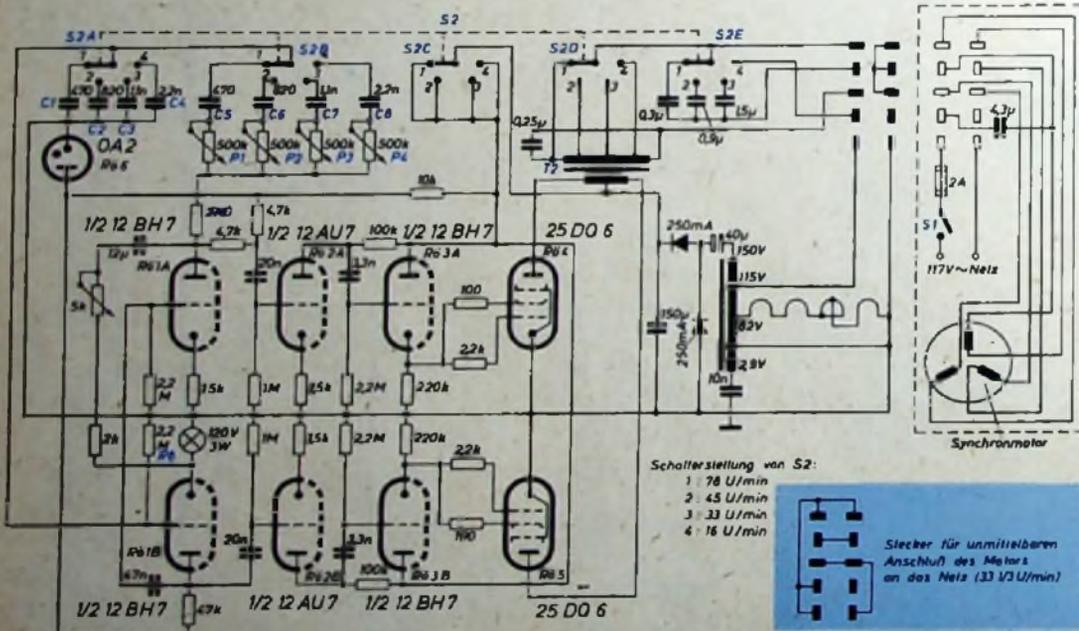


Bild 1. Gesamtschaltbild der elektronischen Steuerung des Plattenspielers. Der Ausgang des auf vier verschiedenen Frequenzen umschaltbaren NF-Generators liefert die Speisespannung für den antreibenden Synchronmotor (Impedanzen des Ausgangstransformators T 2: Primärwicklung Z = 4500 Ohm; Sekundärwicklung 78 U/min: Z = 4500 Ohm; 45 U/min: Z = 1125 Ohm; 33 1/3 U/min: Z = 900 Ohm; 16 1/2 U/min: Z = 600 Ohm)

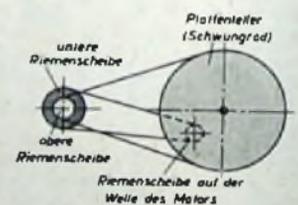


Bild 2. Schema des Riementriebes zwischen Antriebsmotor und Plattenteller mit einem Übersetzungsverhältnis von 54 : 1

Wenn Gla: dann

PHILIPS ELA



Erfahrene Ingenieure stehen Ihnen in unseren Niederlassungen unverbindlich zur Verfügung

entfällt. Der Schalter S2 wird zum Anhalten einfach in eine Lage zwischen zwei beliebigen der vier Geschwindigkeitsstellungen gebracht, wodurch S2C die Anodenspannungszuleitung unterbricht. Sollte aus irgendeinem Grunde die Steuerschaltung mit dem Oszillator ausfallen (etwa durch einen Röhrenschaden), dann kann der Synchronmotor mit dem im Bild 1 rechts unten sichtbaren Stecker unmittelbar mit dem Netz verbunden werden. Bei dem in den USA üblichen 60-Hz-Netz läuft dann der Plattenspieler mit $33\frac{1}{3}$ U/min.

Wie schon erwähnt, befindet sich zwischen Motor und Plattenteller ein Riemtrieb mit dem festen Untersetzungsverhältnis von 54 : 1. Selbst bei einem Durchmesser des Schwungrades am Plattenteller von 25 cm müßte die Riemenscheibe auf der Motorwelle einen Durchmesser von weniger als 5 mm haben. Ein derartig kleiner Durchmesser würde aber nur schwer mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen sein und eine zu geringe Haftung des Riemens ergeben. Aus diesem Grunde wird der im Bild 2 gezeigte zweistufige Riemtrieb verwendet, bei dem die Riemenscheibe auf der Motorwelle einen Durchmesser von etwa 12 mm hat. Die Welle der links sichtbaren doppelten Riemenscheibe ist elastisch und durch einen Exzenter etwas verschiebbar gelagert. Infolge dieser Anordnung läuft der Plattenspieler völlig erschütterungsfrei. Außerdem kann durch den Exzenter die Spannung der Riemen ein- oder nachgestellt werden. Die Riemen bestehen aus einem Spezialmaterial, das eine gute Haftung an den Riemenscheiben und einen schlupffreien Antrieb gewährleistet. —gs

(An electronic turntable drive. Radio & TV News Bd. 58 [Sept. 1957] Nr. 3, S. 42)

Empfänger-Schaltungen der Radio-Industrie. Bd. XI. Von H. Lange. Leipzig 1957. Fachbuchverlag Leipzig. 322 S., DIN A 5. Preis im Halbb. geb. 9,80 DM. Die im X Band begonnene Zusammenstellung der Schaltbilder österreichischer Rundfunkgeräte erfährt im vorliegenden Band ihre Fortsetzung und ihren Abschluß mit den Schaltbildern von Empfängern der Firmen Kruschker, Minerva, Radione, Siemens-Austria, Zehetner und Zerdik. —e

Transistor-Praxis. Praxis der Elektronik, 3. Teil. Von H. Richter. Stuttgart 1956. Franckh'sche Verlagsbandlung. 226 S. mit über 170 B. 13,5 X 20 cm. Preis im Halbb. geb. 12,— DM.

Dieses leichtverständlich geschriebene Buch geht in der ersten Hälfte auf die Vorgänge in Halbleitern und Sperrschichten ein und gibt dort Hinweise

über den Aufbau, die Wirkungsweise sowie die technischen Daten von Halbleiter-Ventilen und von Transistoren. In den anschließenden Abschnitten werden an Hand von vielen, exakt dimensionierten Beispielen die Arbeits- und die Schaltungstechnik bei Transistoren besprochen. Ein Abschlußkapitel enthält Angaben für fotoelektrisch wirksame Halbleiterschichten. Literaturverzeichnis und Sachregister runden den Inhalt des Werkes ab. Es ist für alle empfehlenswert, die sich auch ohne allzu viel mathematische Vorkenntnisse mit dieser Materie vertraut machen wollen. —ajf.

BBC-Handbook 1958. Herausgegeben von der British Broadcasting Corporation. London 1957. 288 S., 12,5 X 19 cm. Preis im Ganzl. geb. 5 s.

Seit 1928 erscheint das Handbuch der Britischen Rundfunkgesellschaft. Die neueste Ausgabe gibt wieder — ebenso wie die vorhergehenden Ausgaben — einen ausgezeichneten Überblick über den Stand und die Entwicklung des Rundfunks und Fernsehens in England. Wertvoll sind zu Vergleichszwecken die genauen statistischen Angaben. Man erfährt zum Beispiel aus dem Rundfunkbereich nicht nur, daß die Durchschnittskosten für eine Rundfunkstunde auf 575 £ gestiegen sind oder daß ein Drittel aller Rundfunksendungen aus Musik besteht, sondern erhält auch eine gute Übersicht über das Verbreitungsgebiet. Auch in England ist Empfangsmöglichkeit von UKW-Sendungen jetzt für 96 % der Bevölkerung gegeben. Am Fernsehen sind zur Zeit nur noch 16 Millionen der erwachsenen Bevölkerung nicht beteiligt. 55 Sendestunden in der Woche (eine Sendestunde kostete übrigens 3256 £) ist das Durchschnittsergebnis der letztjährigen Fernseh-Bilanz. Im ganzen Jahre konnten über 4000 Fernseh-Einzelsendungen durchgeführt werden. Aber alle diese Angaben können nur einen winzigen Teil von dem wiedergeben, was die BBC — sie beschäftigt über 15 000 Personen und ihre Sendungen werden zum Teil regelmäßig von 50 Ländern übernommen — dankenswerterweise mit großer Sorgfalt in dem Handbuch zusammengestellt hat. —j

FT - BRIEFKASTEN

M. K. Z. (Bremsung eines dreimotorigen Magnetonlautwerkes)

In meiner dreimotorigen Tonbandmaschine möchte ich die Regelung des Rückspul- und Aulapulmotors nicht mechanisch, sondern elektrisch vornehmen. Wie groß muß beim Rückpulmotor die Bremsspannung sein und wie groß muß die Spannung sein, die dem Aulapulmotor zugeführt wird?

Sollen bei einem dreimotorigen Magnetonlautwerk Auf- und Abwickelpule mit den Lautern der entsprechenden Motoren starr gekuppelt sein, dann ist sowohl für eine Bremsung der Abwicklung beim Vorlauf als auch der Aufwicklung beim Rücklauf zu sorgen. Werden als Vor- oder Rückwickelmotoren

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

SIEMENS GEMEINSCHAFTS- ANTENNENANLAGEN

... nach Maß

Fordern Sie bitte den Sonderdruck SH 5574 „Kosteneinsparung bei Siemens-Gemeinschafts-Antennenanlagen“ und die Anlagenstromläufe für 8, 35 und 90 Teilnehmer an.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT

PLANEN

nach den ausführlichen Siemens-Planungsunterlagen

WÄHLEN

aus dem reichunterteilten Siemens-Typenprogramm

BAUEN

den entsprechenden Typ, die Anlage nach Maß bis 8, bis 35 oder bis 90 Teilnehmer

Das bedeutet:

Hohe Leistung — geringe Kosten durch zweckbestimmte Auswahl hochwertiger Bauelemente, individuelle Zusammenstellung und rationelle Montage.

Optimalen Empfang — originalgetreue Übertragung durch hohe Übersteuerungsfestigkeit und ausgeglichenen Frequenzgang der modernen Siemens-Antennenverstärker.

Lange Lebensdauer — gleichbleibende Leistung auch bei Dauerbetrieb durch Siemens-Langlebensröhren. Zukunftssicherheit bei Ausbau des Sendernetzes durch Siemens-Fernsehantennenverstärker in Breitbandtechnik.

Konzentrisches und rationelles Leitungssystem, übersichtliche Armaturen, formschöne Einzel-, Doppel- und Kombinations-Steckdosen und Empfängeranschlußsnüre.

Darum
Siemens-Gemeinschafts-
Antennenanlagen
nach Maß

An 23

Die Röhre ist des Supers Kern; von Lorenz



wählt sie jeder gern.

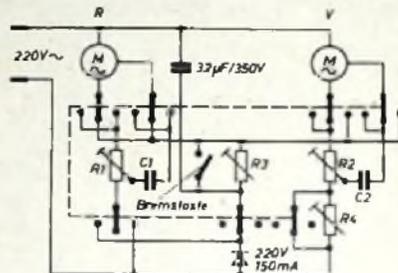
die üblichen Tonmotoren verwendet, dann ist eine reine Gleichstrombremsung der Abwicklung während des Vorlaufs nicht möglich, da wegen der Ausgestaltung dieser Motoren mit Synchronisierstufen das Bremsmoment in Abhängigkeit von der Stellung des Läufers zur Wicklung schwankt, das würde zu periodischen Änderungen des Bandzuges und damit der Tonhöhe führen. Dagegen sollte im Schnellvorlauf sowie zum Bremsen der Aufwicklung im Rücklauf mit Gleichstrombremsung gearbeitet werden, da diese durch die Drehzahlabhängigkeit des Bremsmomentes auch bei großen Änderungen des Bandwickeldurchmessers die Drehzahl in gewissen Grenzen halt

Welterhin genügt es nicht, die Betriebsspannung für den jeweils antreibenden Motor einfach herabzusetzen. Die Drehzahl ist dann stark lastabhängig, und die Belastung des Motors ändert sich mit dem Durchmesser Verhältnis der beiden Bandwickel erheblich (meistens 1:10). Ein in dieser Hinsicht günstigeres Verhalten der Motoren erhält man, wenn man sie über Vorwiderstände speist, wobei die Phasenschiebenkondensatoren an Abgriffen liegen. Der Vorwiderstand des Aufwickelmotors sollte umschaltbar sein, damit der Motor beim Schnellvorlauf eine höhere Betriebsspannung erhält als im normalen Vorlauf. Gut bewährt hat sich die hier abgebildete Schaltung.

Bei Vorlauf wird dem Rückwickelmotor über einen Gleichrichter ohne Glättungskondensatoren ein pulsierender Gleichstrom zugeführt. Der Phasenschiebenkondensator für die Hilfswicklung bewirkt, daß der Gleichstromanteil nur über die Hauptwicklung fließt, während der Wechselstromanteil in beiden Wicklungen ein Drehfeld erzeugt, das entgegen der Abwickeldrehrichtung umläuft. Dadurch tritt die Wirkung der Synchronisierstufen nicht in Erscheinung. Bei richtiger Einstellung der Widerstände dreht sich der Rückwickelmotor bei nicht aufgelegtem Band im Vorlauf ganz langsam rückwärts (etwa 1...2 U/s), d. h., das Drehmoment muß gerade etwas stärker sein als das Bremsmoment. Im Rücklauf und Schnellvorlauf erhält jeweils ein Motor seine Betriebsspannung über Vorwiderstände, während der andere an eine Bremsgleichspannung gelegt wird. Im Vorlauf wird der zur Gewinnung der Gleichspannung nötige Glättungskondensator abgeschaltet und die Betriebsspannung des Vorwickelmotors durch einen zusätzlichen Vorwiderstand weiter herab-

gesetzt. Der Begrenzungswiderstand für den Bremsstrom kann zum Abbremsen der Maschine aus dem Schnellvorlauf und Rücklauf durch eine Taste überbrückt werden.

Die günstigsten Werte der Vorwiderstände und Kondensatoren sind durch Versuch zu ermitteln. Sie hängen außer von dem Motortyp vom maximalen



Schaltung zur elektrischen Bremsung eines dreimotorigen Magnettongerätes

und minimalen Bandwickeldurchmesser und den gewünschten Vor- und Rücklaufgeschwindigkeiten ab. Ungefähre Richtwerte sind: R_1 und $R_2 = 500 \dots 2000$ Ohm, $R_3 = 1,5 \dots 4$ kOhm, $R_4 = 500 \dots 1000$ Ohm, C_1 und $C_2 = 0,5 \dots 2$ µF. $R_1 \dots R_4$ sind sämtlich Drahtwiderstände mit einer Belastbarkeit von etwa 20 W. Der Tonmotor ist in üblicher Weise geschaltet und nur bei Vorlauf in Betrieb. Er wurde deshalb nicht eingezeichnet.

Beichtigung: Die „PT-100“-Richtantenne

in Tab. II auf S. 703 der FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 20 ändert sich die Abgleichlänge Z von 100 auf 1000 mm.

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

DYNAMIC² magische Augen
Expander
MIT DYNAMIC-REGISTERN
UND DYNAMIC-ANZEIGEN

DM 478.-

STEREODYN
-RAUMAKUSTIK

KÖRTING
Dynamic 830 W

IN DER RAUMAKUSTIK DER ERSTEN MODERNEN RUNDFUNKTECHNIK
FERNSEHEN · RUNDFUNK · MAGNETTON **KÖRTING**

FERNSEH-KABEL RÖHREN · ELKOS

nach wie vor preiswert!



BERLIN - NEUKÖLLN

Am B- und U-Bahnhof Neukölln
Bilbersteinstraße 5-7, Tel.: 621212
Geschäftszeit: 8-17, sonnabends 8-14 Uhr
Röhrenangebote stets erwünscht!

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

Kaufgesuche

Radioröhren, Spezialröhren, Sende-
röhren gegen Kasse zu kaufen gesucht.
Stiebel, Hamburg-Altona, Schlachter-
buden 8, Tel.: 31 23 50

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

Wehrmachtgeräte, Meßgeräte, Röhren.
Restpostenkauf, Alzertadio, Berlin,
Siresemannstr. 100, Ruf: 24 25 26

Radioröhren, Spezialröhren zu kaufen
gesucht Neumüller & Co. GmbH, Mün-
chen 2, Lenbachplatz 9

Labor-Instr., Kathodengraben, Charlotten-
burger Motoren, Berlin W 35

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

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 haben uns be-
stätigt, daß sie durch Teilnahme an unseren theoretischen
und praktischen

Radio- und Fernseh-Fernkursen

mit Aufgabenkorrektur und Abschlußbestätigung (getrenn-
te 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 Ing. Heinz Richter
Güntering 3 · Post Hechendorf/Pilsensee/Obb.

GLASIERTE und ZEMENTIERTE WIDERSTÄNDE



Asbestisolierte Leitungen
Litzen, Kabel und Spezialleitungen (auch mit
Glas, Silikon und Feuchtigkeitsschutz), Asbest-
Heiz- und Widerstandskordeln, Hochohm-
kordeln, Glimmerkondensatoren.

Monette-Asbestdraht GmbH.
Zweigniederlassung Marburg (L.), Tel. 27 17

ENGEL-LOTER



Radio-Bespannstoffe
neueste Muster

Ch. Rohloff · Oberwinter bei Bonn
Telefon: Rolandseck 289

Antennen Testgeräte

Zum Einrichten und Prüfen
von Fernsehantennen



KLEMT
OLCHING BEI MÜNCHEN · ROGGENSTEINER STR. 5 · TEL. 428

Tonbandamateure!

Verlangen Sie neueste Preisliste über
Standard- und Langspielband sowie über
das neue SUPER-Langspielband mit
100% längerer Spieldauer.

Tonband-Verlag Dr. G. Schröter,
Karlsruhe-Durlach, Schinnrainstraße 16

Vor Verlust und Beschädigung geschützt, bilden die
Hefte der FUNK-TECHNIK in den praktischen

Sammelmappen

mit Stabeinhängenvorrichtung für die Hefte des laufenden
Jahrgangs oder in den

Einbanddecken

für jeweils einen kompletten Jahrgang

*ein Nachschlagewerk
von bleibendem Wert*

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



FUNK-TECHNIK

stets griffbereit

Ausführung: Halbleinen mit Titelprägung.

Preis: Sammelmappe 4,— DM zuzüglich Porto (Berlin: bis
2 Sammelmappen 40 Pf., bis 4 Sammelmappen 70 Pf.; Bundes-
gebiet: bis 4 Sammelmappen 70 Pf.). Einbanddecke 3,— DM
zuzüglich Porto (Berlin: bis 2 Einbanddecken 40 Pf., bis 5 Ein-
banddecken 70 Pf.; Bundesgebiet: bis 5 Einbanddecken 70 Pf.)

Lieferung bei Voreinsendung des Betrages auf das Postscheck-
konto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH,
Berlin West 76 64



OC 30

OC 16



OA 31

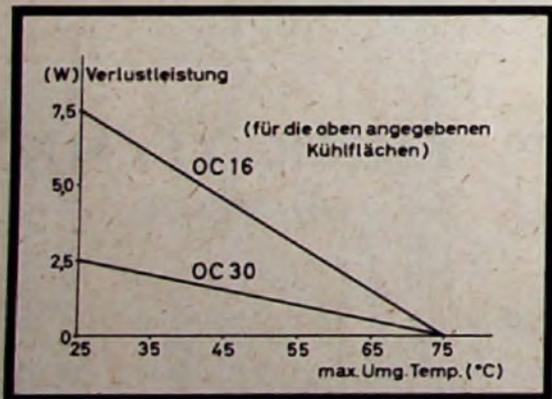


LEISTUNGSTRANSISTOREN

p-n-p Flächentransistoren für NF-Endstufen

	OC 30	OC 16	
Grenzdaten:			
Kristalltemperatur T_j	max. 75	max. 75	°C
Wärmewiderstand α	max. 7,5	max. 2,5	°C/W
Kollektorspannung (Spitzenwert) $-U_{cs}$	max. 32	max. 32	V
Kollektorstrom (Spitzenwert) $-I_{cs}$	max. 1,5	max. 3	A
Betriebsdaten:			
bei Umgebungstemperatur 45°C			
Kühlfläche (je Transistor) (Aluminium oder Kupfer, geschwärzt, Dicke min. 1 mm)	100 x 50	200 x 90	mm
Klasse A Endstufe			
Speisespannung U_B	6	6	V
Ausgangsleistung N_o	max. 1	max. 2,3	W
Gegentakt Klasse B Endstufe			
Speisespannung U_B	6 12	6 12	V
Ausgangsleistung N_o	max. 4 max. 8	max. 8 max. 17	W

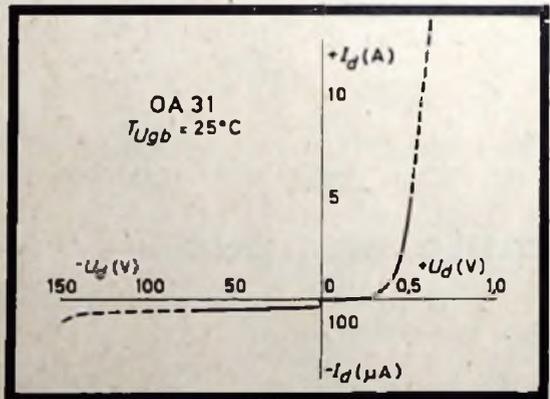
(ausreichende Maßnahmen für die Garantie der thermischen Stabilität in der Schaltung werden vorausgesetzt.)



LEISTUNGSDIODE

Germanium-Flächendiode für Leistungsgleichrichter

		OA 31	
Grenzdaten:			
Sperrspannung (Spitzenwert) $-U_{ds}$		max. 75	V
Durchlaßstrom (periodischer Spitzenstrom) I_{ds}		max. 11	A
Ladekapazität der Last C_L		max. 1000	µF
Betriebsdaten:			
Bei Umgebungstemperatur 45°C			
Kühlfläche (je Diode) 100x80 mm (Kupfer, Dicke min. 1 mm)			
Einphasen-Halbweg-Schaltung			
Transformatorspannung U_{Tr}		54	Veff
Gleichstrom I_o		3,5	A
Gleichspannung U_o		24	V
Zweiphasen-Vollweg-Schaltung			
Transformatorspannung U_{Tr}		54	Veff
Gleichstrom I_o		7	A
Gleichspannung U_o		48	V
Dreiphasen-Vollweg-Schaltung			
Transformatorspannung U_{Tr}		31	Veff
Gleichstrom I_o		10,5	A
Gleichspannung U_o		70	V



VALVO

HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19