

BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK

2 | 1959

2. JANUARHEFT

Gesetz über den Betrieb von Hochfrequenzgeräten

Der unter 53 der „Technischen Bestimmungen der Deutschen Bundespost für Hochfrequenz-Geräte und -Anlagen“ angegebene Grenzwert für die Störfeldstärke 30 Mikrovolt pro Meter in 30 Meter Entfernung gilt vom 1. Januar 1959 auch im Frequenzbereich 41 ... 68 MHz und vom 1. Januar 1960 an im Frequenzbereich 470 ... 800 MHz als Genehmigungsvoraussetzung für Hochfrequenz-Geräte und -Anlagen bei der technischen Prüfung von Einzelgeräten sowie als Voraussetzung für die Ausstellung einer Prüfungsurkunde mit Serienprüfnummer. Das geht aus einer Veröffentlichung im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 121 vom 9. 12. 1958 hervor.

Wellen voll ausgenutzt

Nach einer Erklärung des Intendanten des Westdeutschen Rundfunks ist unter den dem Norddeutschen Rundfunk und dem Westdeutschen Rundfunk zugeteilten Wellen keine, die nicht voll ausgenutzt wird. In jüngster Zeit haben neue Entwicklungen auf dem Gebiet des Antennenbaus wohl sehr vage Hoffnung aufkommen lassen, über die bisher für ein Gemeinschaftsprogramm benutzten Wellen (971 und 1586 kHz) je ein getrenntes Programm des Norddeutschen Rundfunks und des Westdeutschen Rundfunks senden zu können. Die Hochfrequenzabteilungen des Norddeutschen Rundfunks und des Westdeutschen Rundfunks überprüfen mit dem Institut für Rundfunktechnik der Arbeitsgemeinschaft der westdeutschen Rundfunkanstalten theoretisch und experimentell die Auswirkungen einer solchen Wellentrennung auf die Rundfunkversorgung. Erst wenn die Gewißheit besteht, daß die Umstellung für die beiden Rundfunkanstalten gegenüber dem derzeitigen Zustand zumindest keine Verschlechterung ihrer Reichweiten bringen wird, kann man der mit nicht unerheblichen Kosten verbundenen Verwirklichung dieses Projektes näher treten. Es wird sich hierbei immer um eine Notlösung handeln. Deshalb sollte nach wie vor bei der nächsten

Wellenkonferenz dafür eingetreten werden, daß den beiden Rundfunkanstalten je eine Mittelwelle zugeteilt wird, von denen jede in ihrer Qualität ungefähr der Welle entsprechen müßte, die bis 1945 den Funkhäusern in Köln und in Hamburg zur Verfügung stand.

Leipziger Frühjahrsmesse

Die diesjährige Leipziger Frühjahrsmesse findet vom 1.—10. März 1959 statt. Bisher sind über 9000 Aussteller gemeldet. Das Schwergewicht wird wie alljährlich zu den Frühjahrsmessens bei den Branchen der Technik liegen. Westdeutsche und ausländische Hersteller belegen mit ihrem Angebot rund 1/3 der Gesamtfläche. Insgesamt stehen in Leipzig 290 000 m² Ausstellungsfläche zur Verfügung.

Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung

Die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung findet in der Zeit vom 14.—23. August 1959 in Frankfurt a. Main statt; nähere Einzelheiten s. S. 38.

Zehn Jahre Bayerischer Rundfunk

Im Januar 1959 beabsichtigt der Bayerische Rundfunk sein zehnjähriges Jubiläum mit einer Festwoche zu feiern. Der ursprünglich amerikanisch lizenzierte Sender ging am 25. Januar 1949 in deutsche Regie über.

Deutsche Fernsehgesellschaft eV (DFG)

Mit Sitz in Bonn hat sich die „Deutsche Fernsehgesellschaft eV“ (DFG) gebildet. Nach ihren Satzungen sieht sie ihre Aufgabe in: Erforschung der Wünsche und Meinungen der Fernsehteilnehmer; Einwirkung auf die Programmgestaltung; Erwecken des Interesses für das Fernsehen; Förderung des Fernseh-Schulfunks als lebendiges Unterrichtsmittel; Aufnahme und Förderung von Verbindungen zu ähnlichen Gemeinschaften des Auslandes; Ausschöpfen aller sonstigen im Interesse der Gemeinschaft liegenden Möglichkeiten.

Neue Anschrift von Feho

Am 2. Januar 1959 bezog die Feho-Lautsprecherfabrik GmbH neue, eigene Fabrik-

räume, und zwar in Remscheid-Lennep, Industriehof.

Zehn alte „Philetta“ gesucht

Aus Anlaß des 10jährigen „Geburtstages“ der „Philetta“ sucht die Deutsche Philips GmbH zehn alte „Philetta“-Empfänger („BD 293 U“) aus der Produktion des Jahres 1948. Die gesuchten Gerätenummern sind „1948“ bis „1957“. Wer einen solchen Empfänger besitzt, kann ihn in jedem Fachgeschäft gegen eine neue „Philetta“ mit UKW („BD 293 U“) umtauschen.

Saba-Musikband

Das neue Saba-Musikband „2 Stunden beschwingte Klänge“ enthält 39 Musikstücke mit bekannten Melodien, die von erstklassigen Bar-Besetzungen gespielt werden. Das 350 m lange Band wird spielfertig auf einer 18-cm-Spule und in einer handlichen Archiv-Kassette geliefert. Die Abspiegeschwindigkeit ist 9,5 cm/s. Das Musikband wurde insbesondere für die Wiedergabe in Gaststätten, Hotelhallen usw. geschaffen.

Philips Tonmeister-Stereoanlagen

In Weiterentwicklung der „Hi-Fi-Technik“ bringt Philips jetzt eine Serie der „Capella-Tonmeister“-Geräte für stereophonische Wiedergabe heraus, und zwar „Capella-Tonmeister 783 Stereo“ und „Capella-Tonmeister 784 Stereo“ sowie eine Phono-Kombination „Capella-Tonmeister-Phono 785 Stereo“ mit eingebautem Plattenspieler. Die Geräte „783“ und „784“ unterscheiden sich voneinander in der Gehäuseform und in der Anordnung der Bedienelemente. Im technischen Aufbau schließen sich die Empfänger eng an die Philips Truhe „1008 Stereo“ an. Die Lautsprecher sind (wie bisher) nicht eingebaut. Zu einer kompletten Anlage gehören daher mindestens zwei Außenlautsprecher für die beiden Stereo-Kanäle. Speziell für die Tonmeister-Anlagen wurde die Tonsäule „KD 1018“ zur Wiedergabe des gesamten Frequenzbereichs geschaffen. Die Anlage kann auch für höchste Qualitätsansprüche mit einer Kombination aus zwei Baßreflexboxen und zwei Höhenstrahlern betrieben werden.

AUS DEM INHALT

2. JANUARHEFT 1959

FT-Kurznachrichten	
Im Wandel der Zeiten - Funktechnik und Elektroakustik als Hobby	
Barkhausen-Kurz-Schwingungen in Elektronenröhren	
Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung	
OC 170 - OC 614 - Die neuen Transistoren im ZF-Verstärker	
Elektrische Analogrechner - Technische Grundlagen	
Filter und Frequenzweichen für Antennen	
Neuer Rundfunk-Übertragungswagen mit Funksprech- und Fernsehanlage	
Beilagen	
Schaltungstechnik	
Transistor-Schaltungstechnik (5)	47
Der Oszillograf als Meßgerät	
Registrierung von Oszillogrammen (2)	49
Drehmelder und ihre Anwendungen (6)	52
Für den KW-Amateur	
Der Multibandkreis in Sender-Endstufen, am Gitter oder als Antennenkoppler	56
Grundlagen und Praxis der Strahlungsmeßtechnik (3) (Fortsetzung)	58
Aus Zeitschriften und Büchern	
Das bifilare T-Filter	62
Unser Titelbild: Prüfanlage („Der sture Otto“) für die weitgehend automatisierte Prüfung von Magnetongeräten im Berliner Philips-Werk. Aufnahme: FT-Schwahn	

Aufnahmen FT-Schwahn (7) - Zeichnungen vom FT-Labor (Bartsch, Beumelburg, Rehberg, Schmidtke, Schmolz, Straube) nach Angaben der Verfasser. Seiten 51, 53, 55, 63 und 64 ohne redaktionellen Teil

Prüfung von Fernsehempfängern im Karlon



Durch eine neue Ausführung der Wellpappenkarlons ihrer Fernsehempfänger hat die Deutsche Philips GmbH jetzt ein besonderes Problem gelöst. Die Fernsehgeräte-Karlons sind mit einem perforierten Ausschnitt versehen, hinter dem sich Bedienelemente und unterer Teil des Bildschirms befinden. Nach Aufreißen dieser Klappe kann man das Fernsehgerät innerhalb der Originalverpackung in Betrieb nehmen (das Netzanschlusskabel ist von vorn zugänglich) und beispielsweise mit Hilfe eines Bildmustergenerators alle Funktionen der Bild- und Tonwiedergabe überprüfen. Dazu wird das Ausgangskabel des Bildmustergenerators auf die Verpackung gelegt. Diese Ankopplung genügt, um das einwandfreie Arbeiten des Empfängers zu kontrollieren. Auf der Innenseite der Klappe ist vermerkt, daß der Kanalwähler im Werk auf Kanal 7 eingestellt wurde und die Betriebszeit wegen der Wärmeentwicklung 10 Minuten nicht überschreiten darf, um das Gerät nicht zu gefährden.

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141-147; Telefon: Sammel-Nr. 492331; Telegrammschrift: Funktechnik Berlin; Fernschreib-Anschluß: 0184352; Fachverlage bin: Chefredakteur: Wilhelm Roth, Berlin-Frohnau; Stellvertreter: Albert Jänicke, Berlin-Haselhorst; Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin und Kempen/Allgäu, Postfach 229; Telefon: 6402; Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Berlin; Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK, Postcheckamt Berlin West Nr. 2493; 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; Satz: Druckhaus Tempelhof, Berlin; Druck: Elsnerdruck, Berlin SW 68.



Chefredakteur: WILHELM ROTH Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH



Im Wandel der Zeiten

Funktechnik und Elektroakustik als Hobby

Nicht allein die Mode ändert sich. Auch im technischen Bereich erlebt man einen häufigen Wechsel der Auffassungen und Erscheinungsformen. Wie war es denn, als 1923 der Rundfunk in Deutschland mit Sendern kleinster Leistung, vielfach improvisiert, die ersten Konzerte ausstrahlte? In den Städten wurde Detektorempfang mit Kopfhörern modern, und der Hörer von Anno dazumal war glücklich mit dem Empfang eines einzigen Programms aus Entfernungen bis etwa fünf Kilometer. Man experimentierte mit Antennen und Erdleitungen und verwünschte oft die kritischen Einstellpunkte des Detektorkristalls oder des Kopfhörers. Jeder auf diese Weise erreichte Lautstärkegewinn gab neuen Auftrieb zu Versuchen.

Als dann die Röhrenempfänger Fernempfang herbeizauberten und vor allem auf Langwellen Königswusterhausen oder Paris-Eiffelturm regelmäßige Programme übertrugen, war es der Stolz vieler Hörer, mit den ersten Röhrengeräten Reichweitenrekorde aufzustellen. Wer damals im funktechnischen Metier nicht zu Hause war, bestaunte den Fernempfang wie ein Wunder. Madrid, Barcelona oder Rom auf Mittelwelle in später Nachtstunde gut zu hören, galt als eine der Glanzleistungen auf den Ätherwellen. Wer besonderes Geschick besaß, brachte es fertig, einen dieser Fernempfangs-Favoriten mit einem 5-Röhren-Rückkopplungsempfänger im quäkenden Trichterlautsprecher vorzuführen.

In diesem Zeitabschnitt wandten sich manche Rundfunkhörer aus Begeisterung der Funktechnik als neuem Hobby zu, brachte doch der Rundfunk fremde Länder mit ihren kulturellen Reizen und später auch andere Kontinente näher. Man bastelte Detektor- und Rückkopplungsempfänger aller Varianten, und es gehörte damals zu den Selbstverständlichkeiten, alle Arten von gebräuchlichen Rückkopplungsschaltungen von Leithäuser bis Reinartz erprobt zu haben. Die aufblühenden Radio-Clubs als Zentralstellen des funktechnischen Hobbys rekrutierten sich vorwiegend aus gleichgesinnten Hörern. Es bildeten sich verschiedene Arbeitsgruppen, darunter auch für Fernempfang, und es wurde ein beliebter Sport, seltene Stationen aus dem Mittelwellenbereich zu fischen. Mancher Rundfunksender gab in Verbindung mit fernmeldetechnischen Instituten durch regelmäßige Ball-Übertragungen ferner Stationen viele Anregungen für die Wellenjagd.

Ein Jahrzehnt später kam der Kurzwellenrundfunk auf. Die Amateure entdeckten etwa 1921 die große Reichweite der höheren Frequenzen, und Versuchsstationen in aller Welt sammelten Erfahrungen im Weltrundfunk. Um 1930 war der KW-Bereich im Rundfunkempfänger noch eine Seltenheit. Einige KW-Amateure mit Spezialempfängern nahmen oft in erstaunlicher Reinheit KW-Rundfunksender aus England, Holland, den USA oder Niederländisch-Indien auf. Die passionierten Wellenjäger des MW-Bereiches wurden dadurch angespornt und wandten sich dem Bau von KW-Empfängern, zunächst in der einfachsten Audionform, zu. Von dieser Zeit an bildete das KW-Hören eine neue Domäne. Stationen wie Chelmsford (England), Eindhoven (Holland) oder Schenactady (USA) gehörten zu den Standard-Trophäen des SWL. Der Reiz des KW-Rundfunkhörens hat im Laufe der Jahrzehnte nicht an Popularität verloren. Die Rundfunkindustrie verstand es, den KW-Teil im Heimempfänger hoch zu entwickeln. Übersee-Empfang mit normalen Empfangsantennen von etwa 15 m Länge wurde so zur Spielerei, also ein echter Zeitvertreib, der auch heute noch trotz der unzähligen Störsender auf allen Bändern

hoch im Kurs steht. Internationale Organisationen unterstützen diesen Sport, und die meisten Weltrundfunksender quittieren heute gute Empfangsberichte mit einer hübschen Bestätigungskarte.

Der Weg vom KW-Hörer zum KW-Amateur ist oft nicht weit. Vor drei Jahrzehnten leisteten KW-Amateure Pionierarbeit. Das Senden mit kleinen Leistungen rund um die Erde war etwa 1930 bei der damaligen geringen Belegung der Frequenzbänder ein reines Vergnügen. Jahrzehntelang kämpften aber auch die deutschen KW-Amateure um eine großzügige Lizenzierung. Dieser Wunsch wurde erst 1949 mit dem Gesetz über den Amateurfunk erfüllt. Wer die Prüfung bei der Bundespost abgelegt hat, erhält heute seine Sendelizenz, ein Fortschritt, dem viele ihr heutiges Hobby verdanken und der eine glanzvolle Epoche des deutschen KW-Amateurwesens einleitete. In den Ortsverbänden des DARC reift heute der Nachwuchs heran, der morgen mit technischem Können und behördlicher Genehmigung seine Gespräche im Wellenraum aufnehmen kann. Viele Tausend lizenzierte KW-Amateure stellen heute in Deutschland Funkverbindungen mit aller Welt her.

Die Freigabe des Sendens für Liebhaberzwecke ließ gleichzeitig auch einen anderen Hobbyzweig aufleben, die Fernsteuerung von Flug- oder Schiffsmodellen. Auf Standardfrequenzen können die Modellbauer ihre Kleinsender betreiben, deren Lizenzierung durch ein gegenüber dem Amateurfunk vereinfachtes Verfahren bedeutend vereinfacht ist. Die Industrie nahm sich dieser beiden an der Sendetechnik interessierten Gruppen an und liefert heute für den technisch weniger Interessierten komplette Empfangs- und Sendegeräte.

Die Phontechnik konnte nicht immer mit der allgemeinen rundfunktechnischen Entwicklung Schritt halten. Kritische Musikliebhaber bemängelten die bekannten Nachteile der alten Schellackplatte. Erst die Einführung der Langspielplatte schuf die Voraussetzung für den Siegeszug der Hi-Fi-Technik. Sie erfreut sich größter Popularität und rief den Hi-Fi-Fan auf den Plan, der oft Verstärker und Lautsprecherkombinationen in der neuen Technik selbst konstruiert und damit ein befriedigendes Tätigkeitsfeld gefunden hat.

Hi-Fi-Fans sind vielfach auch Magnettonfreunde, denn auch die Magnetontechnik läßt heute ein klangliches Optimum selbst bei der Standardgeschwindigkeit von 9,5 cm/s zu. Manche Magnetbandaufnahmen gelten als nahezu studiamäßig, und die nationalen und internationalen Wettbewerbe zeigen, welche hervorragenden Klangwirkungen möglich sind, wenn Kräfte am Werke sind, die oft Gleichwertiges wie die Toningenieure des Rundfunks schaffen.

Erst in jüngster Zeit steht dem Hi-Fi-Freund ein neues Gebiet offen: die Stereophonie. Seit die Industrie komplette Anlagen für hochwertige Stereophonie-Wiedergabe auf den Markt bringt, haben sich schon erstaunlich viele Phonofreunde diesem Gebiet zugewandt. Mit einfachen Mitteln ist es möglich, Stereo-Ergänzungen vorzunehmen, wie sie in der FUNK-TECHNIK verschiedentlich beschrieben wurden. Das Stereo-Hobby steht erst am Anfang seiner Entwicklung; es läßt weitere Betätigung zu, wenn man an die Stereo-Magnetontechnik oder den in einigen Jahren sicherlich kommenden Stereo-Rundfunk denkt. Die Zukunft muß beweisen, inwieweit sich dieses Hobby auch die Stereo-Aufnahmetechnik mit Magnetongeräten erobern kann.

Werner W. Diefenbach

Barkhausen - Kurz - Schwingungen in Elektronenröhren

Einführung

Im Jahre 1920 entdeckten H. Barkhausen und sein Mitarbeiter K. Kurz im Verlaufe ihrer Arbeiten über den Zusammenhang zwischen negativem Gitterstrom und Röhrenvakuum ultrakurzwellige Schwingungen, die sie in Analogie zu dem von ihnen vermuteten Schwingungsmechanismus mit „Elektronentanzschwingungen“ kennzeichneten [1]. Im Schrifttum bezeichnet man sie nach den Entdeckern heute allgemein als Barkhausen-Kurz-Schwingungen (B-K-Schwingungen).

Schwingungen dieser Art können in Erscheinung treten, wenn zum Beispiel bei einer Triode die Spannungen an Anode und Steuergitter miteinander vertauscht werden, so daß an der Anode die negative und am Gitter die positive Spannung liegt. Das Prinzip dieser Schaltungsweise zeigt Bild 1; der zugehörige Potentialverlauf innerhalb der Röhre ist ebenfalls dargestellt. Da sich zwischen Gitter und Anode ein Bremsfeld ausbildet, können die Elektronen die Anode nicht mehr erreichen; sie müssen im Gitter-Anodenraum ihre Flugrichtung wechseln und umkehren. Diese reflektierten Elektronen werden je-

sich zu diesem Zeitpunkt in ihrer Nähe befinden. Als Folge dieses Vorganges, den man als Elektronenaussortierung bezeichnet, wird die Elektronenströmung eine Verminderung ihrer Dichte erfahren. Da sich diese Dichteschwankungen periodisch wiederholen, entspricht dies einer Dichtemodulation des Elektronenstromes. Die Elektronengruppen laufen nunmehr, bedingt durch den sich einstellenden Schwingungsmechanismus, gegen ein bremsendes Hochfrequenzfeld an und geben durch Influenzwirkung Energie an dieses ab, wodurch ungedämpfte Schwingungen auftreten können. Im wesentlichen erfolgt bei solchen Bremsfeldröhren die Energieübertragung durch den Mechanismus der Anoden- und Katodenaussortierung [2, 3, 4]. In bestimmten Fällen kann auch die sogenannte Phasenaussortierung an Stelle der Katoden- und Anodenaussortierung zur Anfandung von B-K-Schwingungen führen. Im Rahmen dieses Beitrages soll darauf jedoch nicht näher eingegangen, sondern auf die einschlägige Literatur verwiesen werden [5, 15].

Die Grundfrequenz einer Barkhausen-Kurz-Schwingung ist angenähert durch die Zeit gegeben, die ein Elektron benötigt, um eine volle Pendelung zwischen Katode und Anode auszuführen. Sie ist bei vorgegebenen Elektrodenabständen lediglich abhängig von den an diesen Elektroden vorhandenen Gleichspannungen [1, 3, 6, 7, 8].

Störeffekte in Elektronenröhren

Bereits im Jahre 1933 trat bei der Entwicklung der Mischröhre ACH 1 im Kurzwellenbereich eine unerwünschte Erscheinung auf, als deren Ursache K. Steimel bereits damals Laufzeiteffekte nachweisen konnte [9]. Selbständige Schwingungen wurden jedoch in diesem Falle nicht beobachtet, sondern es kam lediglich eine Elektronenaussortierung am ersten Steuergitter zustande.

Bei Doppelsteuerröhren und Pentoden, vor allem aber bei Leistungspentoden, kann man echte B-K-Schwingungen nachweisen, wenn man diese Röhren in Bremsfeldschaltungen betreibt. Die Vermeidung solcher Schwingungen durch Anwendung äußerer Schaltmittel, wie es beispielsweise bei den Rückkopplungsschwingungen üblich ist, gelingt bei diesen laufzeitbedingten Schwingungen nicht. Man kann lediglich durch sorgfältige Verdrosselung der Speiseleitungen das Eindringen dieser Schwingungen in andere Stufen des Gerätes verhindern. In allen Fällen, in denen diese Schwingungen auftreten, liegen also Schaltungen vor, bei denen die Röhre ausgangseitig gesperrt ist, und zwar etwa dadurch, daß an der Anode und am Bremsgitter (bei Doppelsteuerröhren auch am zweiten Steuergitter) eine negative Spannung liegt, während die Katode infolge einer positiven Schirmgitterspannung noch emittieren kann.

Man hat daher bei Hochfrequenzgeräten solchen Schaltungen besondere Aufmerksamkeit zu widmen, damit sich im Betrieb keine Störungen bemerkbar machen, da bei den heute üblichen Elektrodenabständen herkömmlicher Röhren Grundschwingungen im Frequenzbereich von 100...500 MHz auftreten können. An einigen Bei-

spielen soll im folgenden die Entstehung von B-K-Schwingungen sowie deren Frequenzverhalten erläutert werden.

In der Fernsehtechnik liegt die Aufgabe vor, eine saubere Abtrennung der Synchronisierimpulse vom Bildinhalt durchzuführen. Gleichzeitig strebt man an, etwa auftretende Störimpulse so wenig wie möglich wirksam werden zu lassen, damit die Ablenkeinrichtungen für die horizontale und vertikale Auslenkung des Elektronenstrahles der Bildröhre nicht gestört werden.



Bild 2. Querschnitt durch eine Doppelsteuerröhre mit negativem Gitter g3, wodurch Elektronenumkehr (Pendelbewegung wie eingezeichnet) hervorgerufen wird

Eine einfache Möglichkeit bietet sich hierbei durch Verwendung einer Doppelsteuerröhre zur Impulsabtrennung bei gleichzeitiger Störaustattung an [10, 11]. Im Betrieb liegen dann bei dieser Schaltung am ersten Steuergitter die eventuell auftretenden Störimpulse und sperren dadurch die Röhre. Am zweiten Steuergitter liegen die Synchronisierimpulse (sowie auch der abzutrennende Bildinhalt) und öffnen und sperren ebenfalls die Röhre, wobei in der Sperrphase bei Abwesenheit eines Störsignals die Katode ständig emittiert. Vor dem zweiten Steuergitter müssen die Elektronen daher in der Sperrphase d. h. während des Zeilenhinlaufs, ihre Flugrichtung ändern (Bild 2) und geraten daher in eine Pendelbewegung, die zur Schwingungsanfandung führen kann.

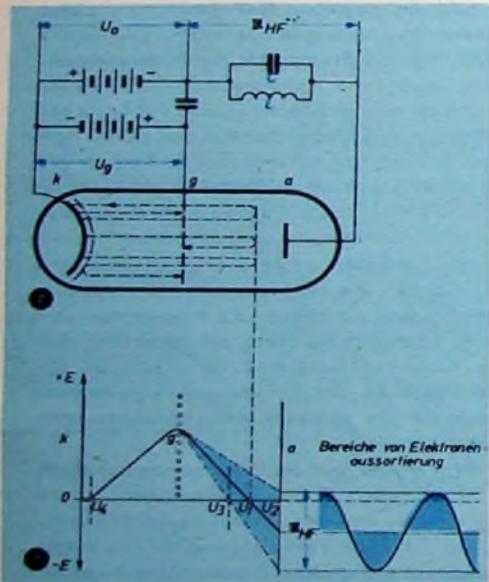


Bild 1. a) Schematische Darstellung einer Bremsfeldröhre mit angedeuteten Elektronenbahnen; b) zugehöriger Potentialverlauf in einem planparallelen Triodensystem. U_1 = Umkehrhöhe der Elektronen im statischen Bremsfeld, U_2, \dots, U_4 = Umkehrbereiche bei Anwesenheit einer HF-Wechselspannung U_{HF} , U_4 = katodenseitige Umkehrhöhe

doch nicht sofort nach ihrer Umkehr vom positiven Beschleunigungsgitter aufgefangen, sondern ein Teil von ihnen gelang zwischen den Gitterwindungen hindurch wieder in den Katodenraum zurück, in dem jedoch nun abermals Elektronenumkehr stattfindet, so daß die Elektronen in eine Pendelbewegung geraten.

Ist der negativen Anodenspannung eine Hochfrequenzwechselspannung solcher Höhe überlagert, daß während des positiven Momentanwertes der Wechselspannung das Anodenpotential ebenfalls positiv wird (Bild 1), so können diejenigen Elektronen jetzt die Anode erreichen, die

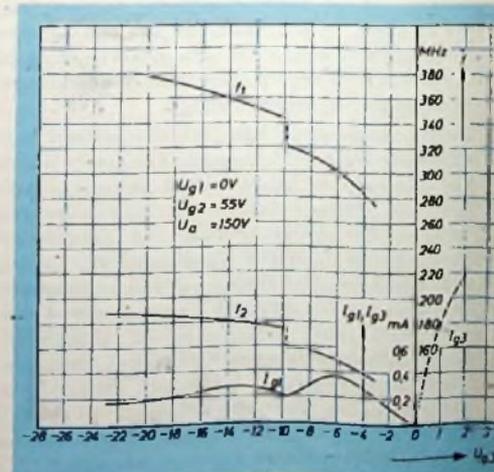


Bild 3. Frequenzverlauf sowie Gitterströme I_{g1} und I_{g2} in Abhängigkeit von der Spannung U_{g2} am zweiten Steuergitter einer Doppelsteuerröhre

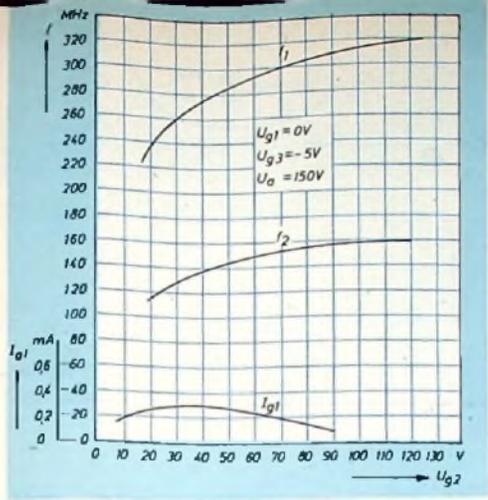


Bild 4. Frequenzverläufe und Gitterstrom I_{g1} in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung U_{g2} einer in Bremsfeldschaltung betriebenen Doppelsteuerröhre

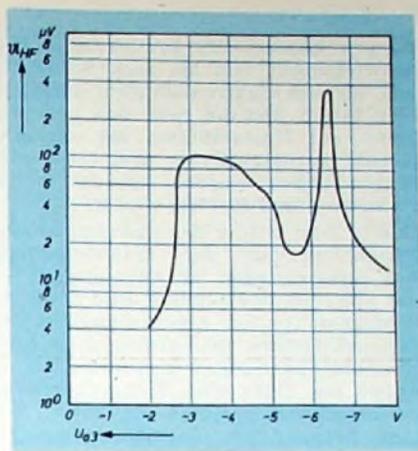


Bild 5. Verlauf der aus einer Doppelsteuerröhre kapazitiv ausgekoppelten Hochfrequenzspannung in Abhängigkeit von der Spannung U_{g3} am zweiten Steuergitter

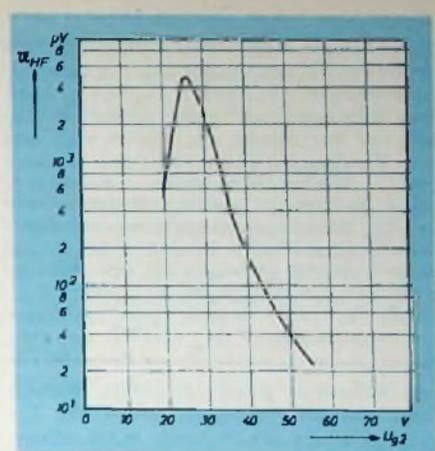


Bild 6. Verlauf der aus einer Doppelsteuerröhre kapazitiv ausgekoppelten Hochfrequenzspannung in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung U_{g2} bei Bremsfeldbetrieb

In vielen Fällen kann man schon an Hand des meistens bei U_{g1} auftretenden, durch Elektronenaussortierung bedingten positiven Steuergitterstromes darauf schließen, daß die Röhre oszilliert. Der Frequenzverlauf von B-K-Schwingungen in einer Doppelsteuerröhre in Abhängigkeit von den frequenzbestimmenden Spannungen am Schirmgitter sowie am zweiten Steuergitter ist in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Wie man hieraus erkennen kann, lassen sich die Schwingungen rein elektronisch über einen weiten Bereich durchstimmen, wodurch deutlich wird, daß es sich hierbei nicht um Rückkopplungsschwingungen handelt, deren Frequenz eindeutig durch Schwingkreis Kapazität und Schwingkreisinduktivität bestimmt wird.

Für den Gerätekonstrukteur ist es wesentlich zu wissen, in welchen Größenordnungen sich die auftretenden Hochfrequenz-Wechselspannungen bewegen. Zu diesem Zweck wurde an der gleichen Doppelsteuerröhre durch eine übergeschobene Metallkappe die Schwingungsenergie kapazitiv ausgekoppelt und die Hochfrequenzspannung mit einem Meßempfänger bestimmt. In den Bildern 5 und 6 ist die Höhe der am 240-Ohm-Eingang des Meßempfängers auftretenden Hochfrequenz-Wechselspannung in Abhängigkeit von der Steuergitterspannung U_{g3} sowie der Schirmgitterspannung U_{g2} dargestellt. Gemessen wurde in diesem Falle die intensitätsmäßig am stärksten in Erscheinung tretende höherfrequente Schwingung der Bilder 3 und 4.

Als weiteres Beispiel sei der Frequenzverlauf einer Hochfrequenzpentode darge-

stellt, die anodenseitig über das getrennt herausgeführte Bremsgitter gesperrt wurde. Nachweisbare Barkhausen Kurz-Schwingungen stellten sich, wie Bild 7 zeigt, erst bei sehr negativen Spannungen am Bremsgitter ein. Durch Sperrung der Anode wurde jedoch keine Schwingungsanfachung erreicht.

Intensitätsmäßig sehr kräftige Schwingungen rufen vor allem Leistungspentoden hervor. So können manchmal bei älteren

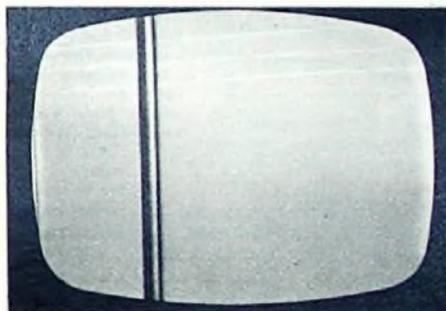


Bild 8. B-K-Störungen auf dem Bildschirm eines Fernsehgerätes, hervorgerufen durch eine zeitweise in Bremsfeldschaltung arbeitende Zeilen-Endröhre

Fernsehgeräten mehr oder weniger ausgeprägte senkrechte schwarze Streifen beobachtet werden (Bild 8), wenn zum Empfang die eingebaute Gehäuseantenne benutzt wird oder wenn das Eingangssignal sehr schwach ist. Hervorgerufen werden diese Bildstörungen durch ultrakurzwellige Schwingungen der Zeilenablenk-Endstufe. Da die Schwingungen, wie man nachweisen konnte, nichts mit den manchmal am Zeilenanfang auftretenden parasitären Schwingungen des Zeilentrans (den sogenannten Partialschwingungen) zu tun haben, so mußte, wenn B-K-Schwingungen vorlagen, die Zeilenablenk-Endröhre zu bestimmten Zeiten des Zeilenhinlaufs in Bremsfeldschaltung arbeiten. Die von der Röhre erzeugten Schwingungen können abgestrahlt und als impulsmäßig auftretende hochfrequente Bremsfeldschwingungen von der Gehäuseantenne aufgenommen werden. Über den Eingang des FS-Gerätes gelangen sie dann an die Bildröhre, wo die Störimpulse, die im Takte der Zeilenfrequenz auftreten, eine Dunkelsteuerung des Elektronenstrahles hervorrufen.

Wie aus der Darstellung der betriebmäßigen Spannungsverhältnisse an einer Zeilen-Endröhre (Bild 9) zu entnehmen ist,

kann die Anodenspannung der Zeilenablenk-Endröhre in einem solchen Falle infolge Überlagerung der noch nicht restlos abgeklungenen Selbstinduktionsspannung des Zeilentrans noch mehrere Male um die Nulllinie pendeln, obwohl der Schwingkreis wegen des niedrigen Innenwiderstandes der Boosterdiode und der bereits geöffneten Zeilenablenk-Endröhre stark gedämpft wird [12].

Zur Zeit der Nulldurchgänge oder während negativer Anodenspannung werden also die in den Anodenraum eintretenden Elektronen zur Umkehr gezwungen. Tritt in der Röhre bei niedriger positiver Anodenspannung eine virtuelle Kathode¹⁾ auf, dann muß bereits zu diesem Zeitpunkt ein Teil der Elektronen umkehren; das bedeutet, daß bereits bei positiver Anodenspannung Schwingungen hervorgehoben werden können.

1) Eine virtuelle Kathode ist ein bei großer Raumladungsdichte innerhalb einer Elektronenröhre auftretendes Potentialminimum, durch das ein Teil der Elektronen vor einer positiven Elektrode zur Umkehr veranlaßt wird. Zur positiven Elektrode, zum Beispiel zur Anode, gelangt nur noch der „raumladungsbegrenzte“ Elektronenstrom, der dem von einer wirklichen Kathode an der Stelle der virtuellen Kathode emittierten Strom entspricht.

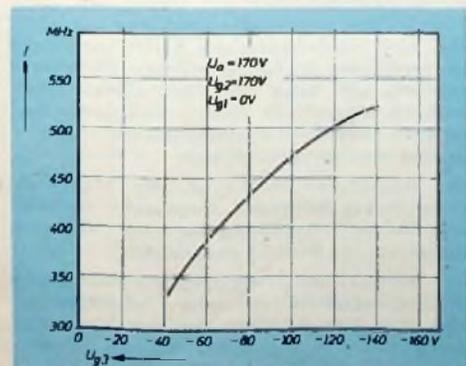


Bild 7. Frequenzverlauf einer in Bremsfeldschaltung betriebenen HF-Pentode in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung U_{g2}

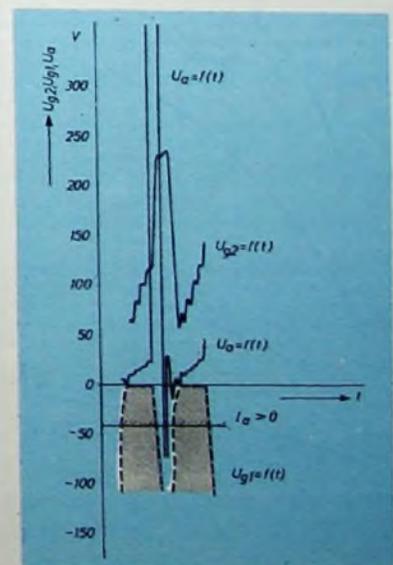


Bild 9. Betriebmäßige Spannungsverhältnisse an den Elektroden einer Zeilenablenk-Endröhre bei einem älteren Fernsehempfänger

Zwar kehren Elektronen auf Grund des Stromverteilungsgesetzes von Below [13] bei Pentoden im Bereich $U_a < U_{g2}$ auch ohne Vorhandensein einer virtuellen Kathode vor der Anode um, jedoch sind dies stets Elektronen, die mehr oder weniger große Winkelablenkungen aufweisen. Solche Elektronen geraten kaum in den für die Schwingungsanfänger erforderlichen Synchronismus, so daß es auf Grund dieser Tatsache gelungen ist, den Einsatzpunkt der Schwingungen bei Zeilen-Endröhren in das Gebiet sehr geringer Anodenspannungen ($U_a < 10\text{ V}$) zu verlagern.

Das Auftreten einer virtuellen Kathode macht sich im Übernahmegebiet der I_a-U_a -Kennlinie einer Pentode durch Überschneidungen einzelner Kennlinien bemerkbar (Bild 10). Parallel mit dem Auftreten dieser Überschneidungen verläuft das Auftreten von Elektronenschwingungen. Im Bereich positiver Anodenspan-

nungen können dies sowohl echte B-K-Schwingungen sein als auch Schwingungen, die sich elektronisch nicht durchstimmen lassen und die (wie man annehmen kann) auf Unstabilitäten der virtuellen Kathode zurückzuführen sind [14]. Solche Schwingungen wurden nur im Bereich zwischen 5 und 50 MHz beobachtet.

Bild 11 zeigt wieder den charakteristischen Frequenzverlauf der laufeitbedingten B-K-Schwingungen in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung, Bild 12 die Abhängigkeit von der Anodenspannung einer Zeilen-Endröhre. Eine gleichsinnige Änderung der Spannungen an Schirmgitter und Anode hat stets eine Frequenzänderung im umgekehrten Sinne zur Folge. Wird zum Beispiel die Beschleunigungsspannung vergrößert, dann tritt eine Verringerung der Elektronenlaufzeit auf, wodurch die Periodendauer einer Pendelschwingung verkürzt, ihre Frequenz demzufolge erhöht wird. Wird hingegen die

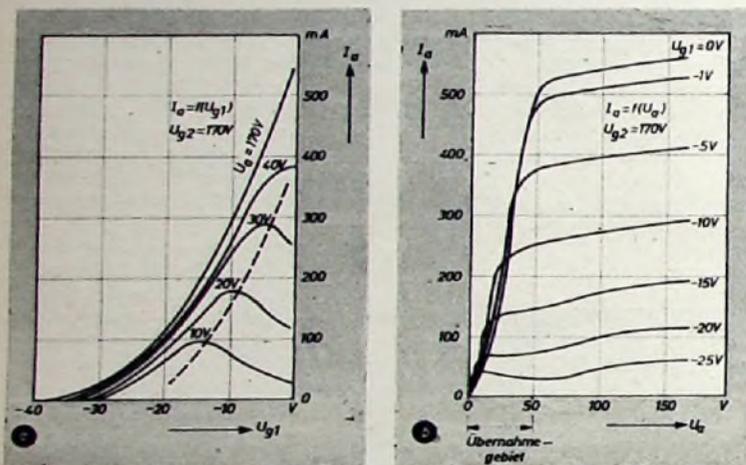


Bild 10. I_a-U_{g1} - (a) und I_a-U_a -Kennlinienfeld (b) einer Zeilenablenk-Endröhre (im grau getönten Bereich tritt eine virtuelle Kathode in der Röhre auf)

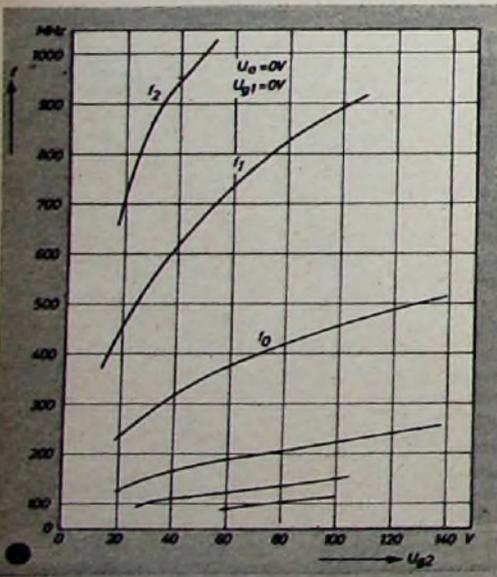
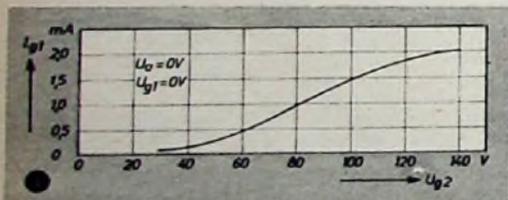


Bild 11. Gitterstrom I_{g1} (a) und Frequenzverlauf (b) einer in Bremsfeldschaltung betriebenen Zeilenablenk-Endröhre in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung U_{g1} der Röhre

Anodenspannung vermindert, dann bleibt zwar die Geschwindigkeit der Elektronen im wesentlichen konstant; da aber die Umkehrebene in Richtung auf das Schirmgitter wandert, findet eine Verkürzung des Laufweges statt, wodurch ebenfalls eine Verringerung der Periodendauer auftritt.

So ist beispielsweise allein durch Änderung der Schirmgitterspannung U_{g2} um 100 V eine rein elektronische Frequenzvariation der Grundschwingung von 350 auf 525 MHz festzustellen. Abgesehen von der Grundwelle ($f = 225 \dots 525\text{ MHz}$), die auch intensitätsmäßig stark in Erscheinung tritt, ist eine Reihe weiterer, wenn auch wesentlich schwächerer Schwingungen vorhanden, deren Frequenzen teils höher, teils niedriger als die Frequenz der Grundwelle sind. Bei einer bestimmten Anoden- oder Schirmgitterspannung muß also stets mit dem gleichzeitigen Auftreten mehrerer Frequenzen gerechnet werden.

Die Frequenzen (oberhalb der Grundschwingung) mit $f = 350 \dots 930\text{ MHz}$ und $f = 650 \dots 1050\text{ MHz}$ können als Oberwellen der Grundschwingung angesehen werden.

Nicht eindeutig konnte bisher das Zustandekommen der Schwingungen im Bereich zwischen 100 und 270 MHz geklärt werden. Die Laufzeiten der Elektronen, die solche Schwingungen hervorrufen, müssen wesentlich größer sein als die Laufzeiten derjenigen Elektronen, die die Grundschwingung anregen. Für deren Berechnung wurde dabei nur Elektronenumkehr in der horizontalen Ebene des Röhren-

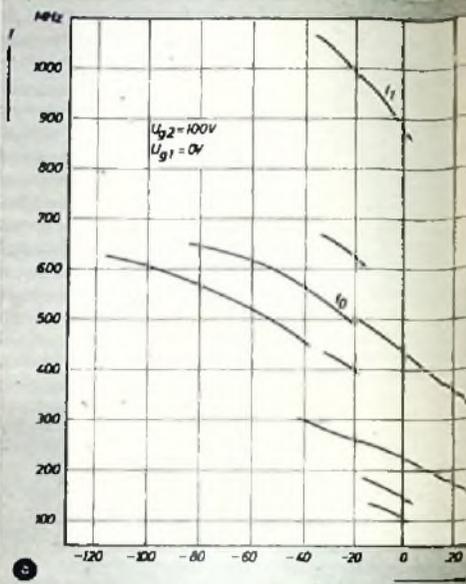
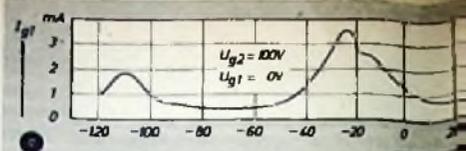


Bild 12. Gitterstrom I_{g1} (a) und Frequenzverlauf (b) einer in Bremsfeldschaltung betriebenen Zeilenablenk-Endröhre in Abhängigkeit von U_a

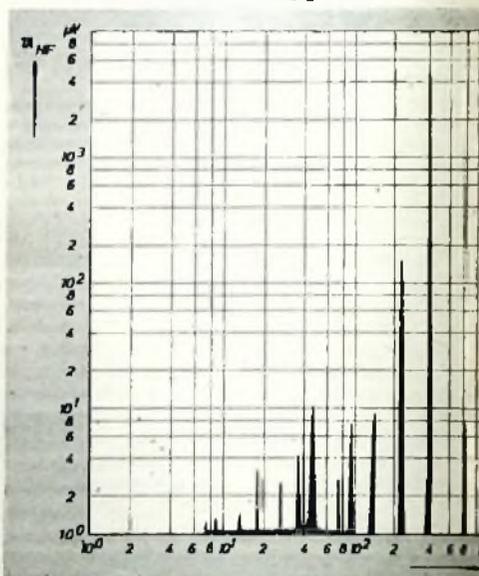


Bild 13. Spektrale Verteilung und Intensität der Frequenzen einer in Bremsfeldschaltung betriebenen Zeilenablenk-Endröhre

systems zugrunde gelegt. Man muß jedoch berücksichtigen, daß auf Grund der Linsenwirkung des ersten und zweiten Gitters eine Auslenkung der Elektronen auch in vertikaler Richtung erfolgt. Hierdurch ergeben sich aber bei einer Elektronenumkehr wesentlich andere und vor allem längere Elektronenbahnen als bei Umkehr in der horizontalen Ebene.

Die spektrale Verteilung der einzelnen Frequenzen für einen willkürlich herausgegriffenen Spannungszustand an der Röhre ist im Bild 13 dargestellt.

Der Verlauf der Hochfrequenzspannungen in Abhängigkeit von der Schirmgitterspannung und von der Anodenspannung kann aus den Bildern 14 und 15 entnommen werden.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen: Werden Elektronenröhren in „Bremsfeldschaltungen“ betrieben, dann

besteht stets die Möglichkeit, vor allem bei den sogenannten „gebeamten“ Leistungspentoden, daß Barkhausen-Kurzschwingungen auftreten. In bestimmten Fällen können sich bereits dann, wenn die Röhre noch im Übernahmebereich der Kennlinie arbeitet, also bei noch positiver Anodenspannung, Schwingungen bemerkbar machen [15]. Von der Röhrenseite her ist es jedoch gelungen, bei Zeilen-Endröhren durch Anordnung sogenannter B-K-Bleche, die in den Anodenraum hineinragen, den Einsatzpunkt der Schwingungen in das Gebiet sehr geringer Anodenrestspannungen zu verlagern [16]. Durch besondere Formgebung einzelner Gitter und Anordnung von Auffängern für

die reflektierten Elektronen können bei Spezialröhren — wie Untersuchungen des Verfassers ergeben haben — störende B-K-Schwingungen meistens unterdrückt werden.

Auch von der Geräteseite sind entsprechende Vorschläge und Verbesserungen gemacht worden. So bietet die Wahl eines Schirmgitter-Vorwiderstandes geeigneter Größe [16], Vermeiden der Pendelungen der Restspannung an der Anode der Zeilenablenk-Endröhre ins negative Gebiet hinein sowie die Verlagerung des Arbeitspunktes in den Anodenspannungsbereich oberhalb von 20 V in Verbindung mit einer ausreichenden Verdrosselung der Speiseleitung [17, 18] hinreichende Sicherheit gegen das Auftreten und die Ausbreitung von B-K-Schwingungen, besonders in Fernsehgeräten.

Herrn Dr. Bauer möchte ich an dieser Stelle für seine Anregungen im Verlauf der Untersuchung, Herrn Dipl.-Ing. Bruch und Herrn Ing. Schröder von der Telefunken GmbH für die Überlassung der Bilder 7 und 8 meinen Dank aussprechen.

Schrifttum

- [1] Barkhausen, H., u. Kurz, K.: Die kürzesten mit Vakuumröhren herstellbaren Wellenlängen. Phys. Z. Bd. 21 (1920) Nr. 1, S. 1—6
- [2] ● Barkhausen, H.: Elektronenröhren, Teil 3. Leipzig 1930, Hirzel
- [3] ● Hollmann, H. E.: Physik und Technik der ultrakurzen Wellen, Bd. I. Berlin 1936, Springer, S. 116
- [4] Gundlach, F. W., u. Kleinstüber, W.: Über den Elektronenmechanismus bei der Bremsfeldröhre. Z. techn. Phys. Bd. 22 (1941) S. 57—65
- [5] ● Kleen, W.: Einführung in die Mikrowellenelektronik, Teil 1. Stuttgart 1952, Hirzel
- [6] ● Rothe, H., u. Kleen, W.: Hochvakuum-Elektronenröhren, Bd. I: Physikalische Grundlagen. Frankfurt a. M. 1955, Akad. Verl. Ges.
- [7] Moeller, H. G.: Über die Frequenz der Barkhausen-Schwingungen. Elektr. Nachr. Techn. Bd. 7 (1930) Nr. 11, S. 411 bis 419
- [8] Scheibe, A.: Untersuchung über die Erzeugung sehr kleiner Wellen mit Glühkatodenröhren nach Barkhausen und Kurz. Ann. Phys. Bd. 73 (1924) S. 54 bis 88
- [9] Steimel, K.: Der Einfluß von Masse und Laufzeit der Elektronen im Bereich der Rundfunkröhren. Telefunken-Röhre (1935) Nr. 5, S. 213—218
- [10] EH 90, Heptode mit geringem Aussteuerbereich für Amplitudensiebschaltungen. FUNK-TECHNIK Bd. 9 (1954) Nr. 23, Beilage
- [11] Lennartz, H.: So arbeitet mein Fernsehempfänger; Störaustattung mit EH 90. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 24, S. 842
- [12] ● Schiegel, H. R., u. Nowak, A.: Impulstechnik. Hannover 1955, Verl. Schütze
- [13] ● Rothe, H., u. Kleen, W.: Grundlagen und Kennlinien von Elektronenröhren. Leipzig 1940, Akad. Verl. Ges.
- [14] Rothe, H., u. Kleen, W.: Stromverteilung. Telefunken-Röhre (1937) Nr. 9, S. 90—114
- [15] Möhring, F.: Elektronenschwingungen in Vakuumröhren. Elektron. Rdsch. Bd. 12 (1958) Nr. 9, S. 301—304
- [16] Improvements in Television Receivers. Teil II. Electr. Appl. Bd. 17 (1957) Nr. 2, S. 42—47
- [17] Bruch, W.: Die Schaltungstechnik eines modernen Fernsehempfängers. Funkschau Bd. 29 (1957) Nr. 15, S. 418—426, u. Nr. 16, S. 453—454
- [18] Ewerbeck, P.: Anordnung zur Verhinderung von Barkhausen-Schwingungen bei Impulsverstärkern. Deutsches Pat. Nr. 968 093

Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung

Frankfurt a.M. wird zum zweiten Male nach dem Kriege der Veranstaltungsort der Deutschen Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung sein. Ausschlaggebend für die erneute Wahl Frankfurts war neben dem großen Erfolg der ersten Ausstellung im Jahre 1957 auch die zentrale und verkehrsgünstige Lage der Stadt, die allen Interessenten aus dem Bundesgebiet und den Nachbarländern eine schnelle und bequeme Anreise ermöglicht.

Arbeits- und Ausstellungs-Ausschuß

Für die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoausstellung, die in den Tagen vom 14. bis 23. August 1959 auf dem Messe- und Ausstellungsgelände in Frankfurt a.M. stattfinden wird, ist ein Arbeitsausschuß gebildet worden, dem folgende Herren angehören: H.-L. Stein (Graetz), H. H. Büschler (Grundig), R. Helfenstein (Grundig), L. Owsnicki (Philips), R. Schneider (Telefunken), K. Zimmermann (Blaupunkt), A. G. Niemann (Saba), A. Sanio (Philips), E. Kiekheben-Schmidt (ZVEI), F. Römer (Fachabtl. Rundfunk und Fernsehen im ZVEI), H. Römer (Fachabtl. Schwachstromtechn. Bauelemente im ZVEI), W. Sentz (Fachabtl. Phono im ZVEI), Dr. H. Linhard (Fachabtl. Empfangsantennen im ZVEI), W. Bürk (Dual), W. Freiherr von Hornstein (Uher), R. Richter (Hessischer Rundfunk) und ferner von der Messe- und Ausstellungs-GmbH die Geschäftsführung und die Abteilungsleiter. Die Aufgabe des Arbeits-Ausschusses besteht in der Beratung der für die Ausstellung erforderlichen Planungs- und Vorbereitungsarbeiten. Einzelne Mitglieder haben zu diesem Zweck spezielle Fachgebiete übernommen.

Der gleichzeitig gebildete Ausstellungs-Ausschuß setzt sich aus folgenden Mitgliedern zusammen: Dir. W. Wiegand (Braun), Dir. H. Schulze (Opta-Spezial), K. Mende jr. (Nordmende), H. König (Siemens).

Die Vorbereitungsarbeiten für die Ausstellung haben bereits begonnen. In seinen ersten Sitzungen behandelte der Arbeits-Ausschuß u.a. die Plakatgestaltung, Gruppenaufteilung und Ausstellungsbedingungen sowie weitere wichtige Fragen.

Warengruppen-Verzeichnis und Meldeschluß

Die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung hat sich zur Aufgabe gestellt, weitesten Bevölkerungskreisen einen umfassenden Überblick über den technischen Entwicklungsstand und die Leistungsfähigkeit der Herstellerfirmen in Geräten und Zubehör zu vermitteln. Gleichzeitig sieht sie unter Mitwirkung der Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Rundfunkanstalten ein großzügiges und vielseitiges Rahmenprogramm vor, das aus interessanten Fernseh- und Rundfunkdarbietungen besteht.

Alle in der Bundesrepublik und in West-Berlin ansässigen einschlägigen deutschen Herstellerfirmen können die Ausstellung mit ihren Erzeugnissen beschicken. Der Ausstellungs-Ausschuß hat als Meldeschluß den 20. Januar 1959 festgesetzt. Die Anmeldeformulare sind dem in Frage kommenden Firmenkreis bereits zugegangen oder können bei der Messe- und Ausstellungs-GmbH, Frankfurt a.M., angefordert werden.

Das Warengruppen-Verzeichnis umfaßt die 7 Gruppen: 1. Rundfunk-Empfangsgeräte sowie Sendeanlagen; 2. Fernseh-Empfangsgeräte sowie Sendeanlagen; 3. Elektroakustische Geräte; 4. Röhren; 5. Phono- und Tonbandgeräte sowie Zubehör; 6. Rundfunk- und Fernseh-Zubehör sowie Bauelemente; 7. Fachverlage.

Gegenüber der Ausstellung 1957 ist insofern ein Mehrbedarf an Ausstellungsraum zu erwarten, als die Lautstärke für Vorführungen während der Ausstellung 1959 einheitlich auf eine bestimmte Phonstärke begrenzt wird und Stereo-Vorführungen grundsätzlich nur in allseitig geschlossenen Kojen zugelassen werden.

Plakat

Als optisch eindrucksvollste Werbung für die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung wird auf Beschluß des Arbeits-Ausschusses das bereits im Jahre 1957 verwendete Plakat im In- und Ausland zum Aushang gelangen. Das in den Farben Rot-Schwarz-Weiß gehaltene Plakat vereint symbolhaft die Ausstellungsbereiche Rundfunk, Fernsehen und Phono durch Mikrolon, Bildschirm und Schallplatte. Neu eingefügt worden ist eine Fernseh-Antenne, da auch die Antennen-Industrie ein wesentlicher Faktor der an der Ausstellung beteiligten Industriezweige ist.

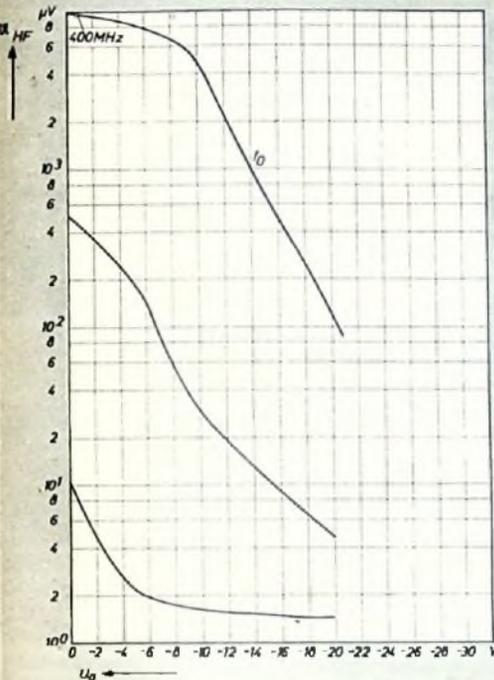


Bild 14. Verlauf der aus einer Zeilen-Endröhre kapazitiv ausgekoppelten Hochfrequenzspannung in Abhängigkeit von der Anodenspannung U_a

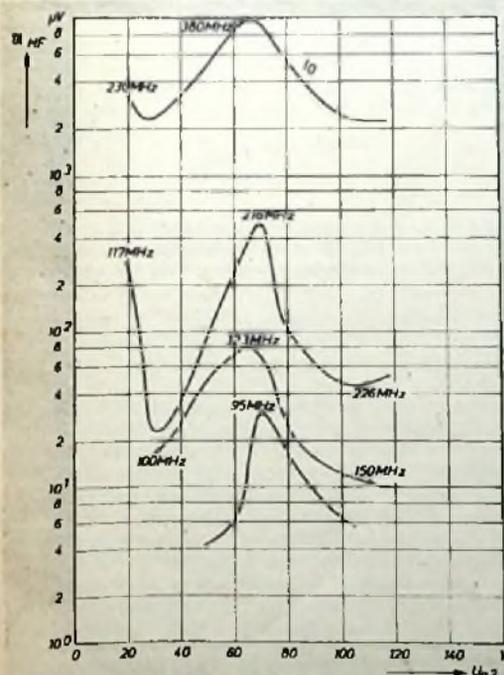


Bild 15. Verlauf der aus einer Zeilen-Endröhre kapazitiv ausgekoppelten HF-Spannung in Abhängigkeit von U_a bei Bremsfeldschaltung

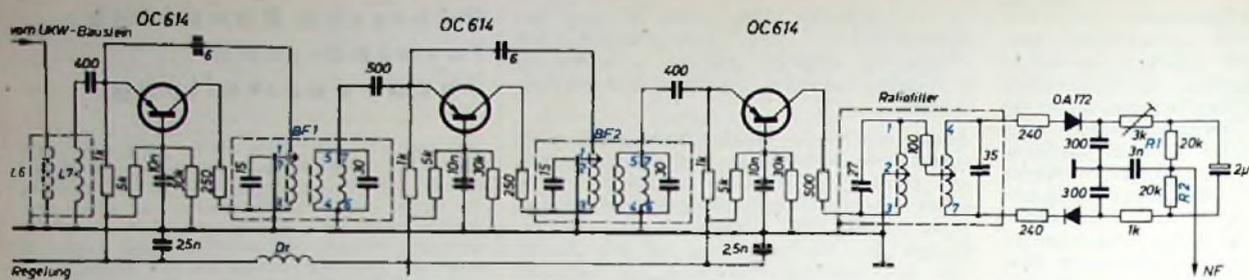


Bild 1. Schaltung eines dreistufigen ZF-Verstärkers für 10,7 MHz mit Transistoren OC 614 in Basisschaltung mit darauf folgendem Radiodetektor (Telefunken-Vorschlag)

OC 170 · OC 614

Die neuen Transistoren im ZF-Verstärker

Die neuen diffusionslegierten Transistoren OC 170 und OC 171 von Valvo sowie die neuen Drifttransistoren OC 614 und OC 615 von Telefunken sind bis in den UKW-Bereich hinein verwendbar. Ebenso gut lassen sie sich aber beispielsweise für ZF-Verstärker einsetzen.

Für den Aufbau eines 10,7-MHz-ZF-Verstärkers mit den neuen Transistoren gibt es mehrere Möglichkeiten. Telefunken benutzt in dem Modell eines volltransistorisierten UKW-Empfängers Basisschaltung. Für eine ausreichende Verstärkung sind drei Stufen erforderlich. Bild 1 zeigt einen solchen dreistufigen ZF-Verstärker mit anschließendem Radiodetektor. Die Basisschaltung ist vorteilhaft, weil die Neutralisation in der Fertigung weniger Schwierigkeiten bereitet, da der Eingangswiderstand der Transistoren nur wenig streut. Die erreichbare Stufenverstärkung ist allerdings etwas geringer als in Emitterschaltung. Zur Neutralisation der Rückwirkungskapazität wird eine Hilfswicklung auf die Primärseite der Bandfilter aufgebracht. Die Treiberstufe für den Radiodetektor ist nicht neutralisiert. Die richtige Bandbreite wird durch Transformation des Eingangswiderstandes der nachgeschalteten Stufe in den Sekundärkreis des Bandfilters eingestellt. Es ergibt sich eine etwa neunfache Stufenverstärkung.

Besondere Bedeutung haben die in den Kollektorleitungen liegenden ohmschen

Tab. 1. Spulendaten für ZF-Teil nach Bild 1

Kreis, Filter	Spule	Windungszahl	Draht	Wicklung	Kern	Körper Außen- Ø	Koppel- abstand
ZF-Kreis 10,7 MHz	L 6 L 7	30 2	10x0,04 HF-L. 0,2 CuLS	Lage üb. L 6	GW 4/13 x 0,5-FC1	5 mm	
BF 1. BF 2 10,7 MHz	Primär	1-2	3 x 0,05 HF-Litze	durch- gehbd. Lage m. Anzapf.	GW 4/13 x 0,5- FC1	5 mm	3 mm
		2-3					
Ratiodetektor 10,7 MHz	Sekundär	4-5	3 x 0,05 HF-L. 0,2 CuLS	Lage über 4-5	GW 4/13 x 0,5- FC1	5 mm	3 mm
		6-7					
Dr	Primär	1-2	10 x 0,04 HF-Litze	durch- gehbd. Lage m. Anzapf.	GW 4/13 x 0,5- FC1	5 mm	3 mm
		2-3					
		4-7	2 x 14	bitilar			
			17	0,1 CuLS	Lage	Ferritstift 4 mm Ø	

Widerstände von 250 Ohm beziehungsweise von 500 Ohm in der Treiberstufe. Es muß nämlich dafür gesorgt werden, daß die Kollektorwechselspannung eine kritische Größe (etwa 1 V) nicht überschreitet. Oberhalb dieses Spannungsmaximums fällt die Kollektorspannung sprunghaft auf einen niedrigeren Wert ab. Das ist eine Folge der Kollektorkreis-Verstimmung durch die Änderung der dynamischen Kollektorkapazität. Der Spannungssprung könnte natürlich ebenso mittels Regelung des ZF-Verstärkers oder mit Hilfe einer Begrenzdiode vermieden werden. Die Einschaltung eines Widerstandes hat jedoch den Vorteil größerer Einfachheit. Durch die Reihenschaltung des Widerstandes mit dem Kollektorkreis wird eine Kompensation des beschriebenen Einflusses erreicht. Da die Kompensationswiderstände relativ klein sind, bleiben sowohl die Bedämpfung der Primärkreise des Bandfilters als auch der Verstärkungsverlust gering.

Der Radiodetektor arbeitet mit zwei Germaniumdioden OA 172. Die Tertiärwicklung ist ein Teil des Primärkreises. Dadurch wird der Aufbau des Filters ein-

facher, und der sonst notwendige De-emphasis-Widerstand kann entfallen. Die NF-Ausgangsspannung wird an den Widerständen R 1 und R 2 abgenommen; der Erdungspunkt ist mit dem NF-Spannungspunkt gegenüber der normal üblichen Schaltung vertauscht. Da die Treiberstufe schon in Großsignal-Verstärkung arbeitet, muß ein niedriger Außenwiderstand (7,5 kOhm) gewählt werden. Das wird durch eine Anzapfung am Primärkreis des Radiodetektorfilters erreicht.

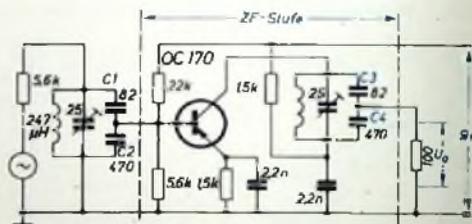


Bild 2. Schaltung eines ZF-Verstärkers für 10,7 MHz mit Transistor OC 170 in Emitterschaltung (Valvo); Q = 100 (unbelastet) beziehungsweise 35 (belastet)

Bild 2 zeigt die Schaltung eines ZF-Verstärkers für 10,7 MHz mit dem Transistor OC 170 in Emitterschaltung nach Vorschlägen von Valvo.

Zwischen den in der Schaltung gestrichelten Linien wird eine Leistungsverstärkung von 18,2 dB erreicht. Die Kreise bringen je einen Leistungsverlust von 3,8 dB. Für eine ausreichende Verstärkung sind in einem UKW-Empfänger ebenfalls drei Stufen erforderlich. Der Eingangswiderstand der Stufe an der Basis ist 100 Ohm (also nur doppelt so groß wie bei OC 614 in Basisschaltung). Der Ausgangswiderstand der vorhergehenden Stufe (Generatorwiderstand für den ZF-Kreis) ist mit 5,6 kOhm angegeben. Die Anpassung erfolgt durch einen kapazitiven Spannungsteiler (C 1, C 2 beziehungsweise C 3, C 4). Es werden Einzelkreise benutzt. Eine Neutralisation ist nicht vorhanden. H. Lennartz

1) Lennartz, H.: Die ersten deutschen KW- und UKW-Transistoren. FUNK-TECHNIK Bd. 14 (1959) Nr. 1. S. 4-6

ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

enthält im Januarheft u. a. folgende Beiträge

Eigenschaften von Ferrit-L-Kernen für Horizontal-Ausgangsübertrager

Die Störwirkung bei ungleichmäßiger Spektralverteilung der Störschwankungen

Industriebetrieb von Senderöhren

Ein Demonstrationsoszillograf

Mikrowellengeneratoren mit abgeschlossenem Arbeitsraum zur dielektrischen Erwärmung von Nahrungsmitteln und Industrieprodukten

Zum Stand der Oszillografentechnik

Beitrag zur Motorensteuerung bei kleinen Leistungen

Angewandte Elektronik • Aus Industrie und Wirtschaft

Persönliches • Neue Bücher • Neue Erzeugnisse • Industrie-Druckschriften

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

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

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH Berlin-Borsigwalde

Elektrische Analogrechner

Technische Grundlagen

1. Digitale und analoge Rechengerte

In einer früheren Aufsatzreihe¹⁾ wurden die technischen Grundlagen der programmgesteuerten elektronischen Rechenmaschinen behandelt. Bei diesen „digitalen“ Rechengerten werden die Zahlen stellenweise durch Impulse beziehungsweise Spannungen auf den Zifferleitungen wiedergegeben. Dagegen spricht man von der „analogen“ Darstellung einer Zahl x , wenn diese durch eine entsprechende physikalische Maßgröße X nachgebildet wird. Der Unterschied zwischen digitaler und analoger Zahlendarstellung ist aus den

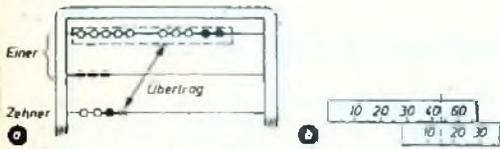


Bild 1. Lösung der Aufgabe $28 + 15 = 43$: a) „digital“ mit der Zählmaschine, b) „analog“ mit Rechenschieben

zwei im Bild 1 einander gegenübergestellten mechanischen Rechengerten leicht zu erkennen. Bei der Zählmaschine wird die Zahl durch stellenweise angeordnete Marken ziffernweise oder digital. Bei den aneinandergelagerten Rechenstäben ist jeder Zahl eine Länge zugeordnet; sie bilden daher eine analoge Rechenvorrichtung.

Ebenso wie bei den mechanischen Ziffer-Rechengerten gibt es auch bei den mechanischen Analogrechnern viele verschiedene Ausführungsformen. Zur Lösung mancher mathematischer Probleme sind hierbei oft komplizierte Konstruktionselemente, zum Beispiel Getriebe und Kurvenscheiben, erforderlich, die speziell angefertigt werden müssen und bei deren Herstellung große Sorgfalt notwendig ist, damit mögliche Rechenfehler klein bleiben. Demgegenüber kann man beim Bau elektrischer Analogrechner fast immer auf die in der Elektronik üblichen Bauteile zurückgreifen.

2. Beispiele für spezielle elektrische Rechelemente

Ein wesentliches Merkmal der Analogrechner besteht darin, daß zur Lösung einer mathematischen Aufgabe, beispielsweise einer Addition oder Multiplikation, jeweils eine dazu bestimmte Vorrichtung — ein „Rechelement“ — verwendet wird. Handelt es sich um die Lösung von Problemen, die aus mehreren Teilaufgaben zusammengesetzt sind, so müssen die Rechelemente die gleiche Zahlendarstellung haben, damit sie miteinander verbunden werden können. Bei speziellen Rechelementen dagegen, die immer allein verwendet werden, kann man jeweils die Zahlendarstellung verwenden, die für die gestellte Aufgabe den geringsten Aufwand erfordert. Solche spezielle Rechelemente sind daher, wie die folgenden Beispiele zeigen, sehr einfach aufgebaut.

¹⁾ Huber, A.: Programmgesteuerte elektronische Rechenmaschinen. Technische Grundlagen. FUNK-TECHNIK Bd. 12 (1957) Nr. 19, 21, 24 u. Bd. 13 (1958) Nr. 2, 4, 6, 8

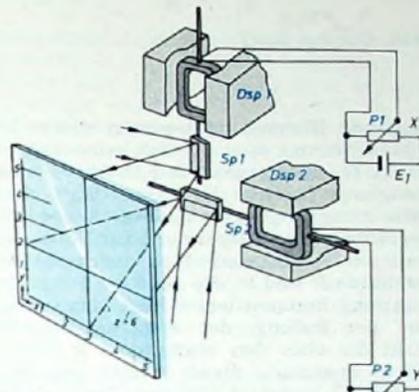


Bild 2. Lichtmarken-Kreuzzeiger-Instrument zur Berechnung von $z = x \cdot y$

2.1 Das Kreuzzeiger-Instrument

Im Bild 2 ist ein Lichtmarken-Kreuzzeiger-Instrument zur Berechnung der Gleichung $z = x \cdot y$ dargestellt. Die Zahlen x und y werden mit den beiden Potentiometern P_1 und P_2 eingegeben; die an den Drehspulinstrumenten liegenden Spannungen X und Y entsprechen also den eingegebenen Zahlenwerten. Da die Spiegel Sp_1 und Sp_2 mit den jeweiligen Drehspulachsen starr verbunden sind, werden auf dem transparenten Skalenschirm zwei sich kreuzende Lichtbänder abgebildet. Die durch den Kreuzungspunkt gehende Kurve gibt den gesuchten Wert z an. Um die Übersichtlichkeit nicht zu stören, ist im Bild 2 von der auf dem Schirm aufgezeichneten Kurvenschar nur die Kurve mit dem Wert $z = 6$ wiedergegeben. Durch Auswechseln der auf dem Schirm angebrachten Kurvenscharen läßt sich das Gerät auch zur Berechnung von anderen Funktionen mit zwei unabhängigen Veränderlichen x und y verwenden.

2.2 Die Brückenschaltung

Die Brückenschaltung nach Bild 3a ist abgeglichen, wenn sich die Widerstände wie

$$X : Y = Z$$

verhalten. Verwendet man die Brücke als Rechengert, so werden den Zahlen entsprechende Widerstandswerte zugeordnet, und nach Abgleich der Brücke erhält man das Resultat, in diesem Beispiel den Quotienten, wiederum als Widerstandswert. Mittels eines Stellmotors M (Bild 3b), den ein Differentialrelais im Diagonalzweig der Brücke steuert, kann der Re-

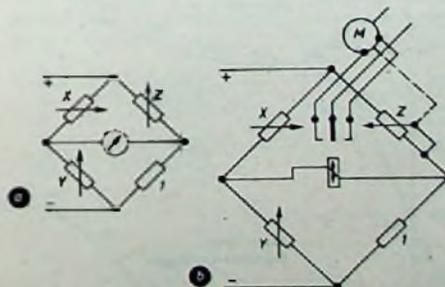


Bild 3. a) Brückenschaltung zur Berechnung von $z = x/y$, b) Brücke mit selbsttätigem Abgleich

sultatwert Z selbsttätig ermittelt werden. Je nachdem welcher Kontakt des Relais Strom führt, läuft der Motor links oder rechts herum. Wenn das Brückengleichgewicht erreicht ist, nimmt das Relais die neutrale Mittelstellung ein, und der Motor wird stillgesetzt.

3. Genauigkeit der elektrischen Analogrechner

Bei allen elektrischen Analogrechnern erfolgt die Ermittlung des Resultats durch die Messung einer an sich kontinuierlich veränderbaren elektrischen Größe (beispielsweise Spannung oder Widerstand). Mit den üblichen technischen Mitteln erreicht man Meßgenauigkeiten zwischen 10^{-4} und 10^{-6} . In diesem Bereich liegen auch tatsächlich die Fehlergrenzen der meisten elektrischen Analogrechner. Bei weiterer Steigerung der Genauigkeit wird der Aufwand unverhältnismäßig groß. Da es aber besonders im Bereich der ingenieurmäßigen Tätigkeit viele Aufgaben gibt, bei denen ein geringer prozentualer Fehler zulässig ist, steht hier dem Analogrechner ein weites Anwendungsgebiet offen.

4. Rechelemente der Gleichspannungs-Analogrechner

Die meisten universell verwendbaren elektrischen Analogrechner sind Gleichspannungs-Analogrechner. Wie schon der Name sagt, werden die zu verrechnenden

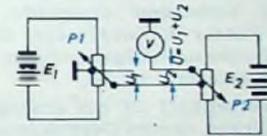


Bild 4. Addition von zwei Spannungen

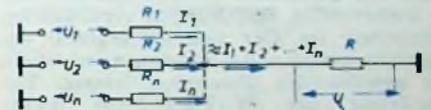


Bild 5. Spannungs-Addition mit gemeinsamem Widerstand R . $U = R(I_1 + I_2 + \dots + I_n) = K(U_1 + U_2 + \dots + U_n)$ (gültig für $R_1, R_2, \dots, R_n \gg R$)

Zahlen durch Gleichspannungen (meistens im Bereich von $-100 \dots +100$ V) dargestellt. Im folgenden sollen die wichtigsten Rechelemente dieser Gerätegruppe beschrieben werden.

4.1 Additionsschaltung

Bild 4 zeigt eine einfache Schaltung zur Addition von zwei Gleichspannungen, die den zu addierenden Zahlen entsprechen. Die Potentiometer P_1 und P_2 können mit einer in Teilspannungswerten geeichten Skala versehen werden, wenn man den Stromverbrauch des Spannungsmessers vernachlässigen kann. An P_1 und P_2 lassen sich sowohl positive als auch negative Teilspannungen, bezogen auf den Mittelabgriff, einstellen. Da man jedoch für jede zu addierende Zahl eine eigene Spannungsquelle bereitstellen muß, erfordert diese Schaltung großen Aufwand.

Ohne getrennte Spannungsquellen arbeitet die Schaltung nach Bild 5. Die durch die Eingangsspannungen U_1, U_2, \dots, U_n

hervorgehenden Ströme I_1, I_2, \dots, I_n ergeben einen Gesamtstrom, der den Widerstand R durchfließt. Sind die Widerstände R_1, R_2, \dots, R_n sehr groß gegen R , so sind die einzelnen Eingangs-Spannungsquellen weitgehend voneinander entkoppelt, und der durch R fließende Gesamtstrom ist dann im wesentlichen gleich der Summe der Teilströme. An R fällt also die Spannung

$$U \sim R(I_1 + I_2 + \dots + I_n) \\ = K(U_1 + U_2 + \dots + U_n) \quad (K < 1)$$

ab. Hält man das angegebene Widerstandsverhältnis nicht ein, so erhöht sich zwar die Ausgangsspannung U , die einzelnen Eingangs-Spannungsquellen sind aber nicht mehr rückwirkungsfrei angeschlossen. Daher hängt der Faktor K dann auch

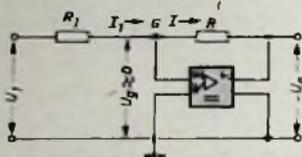


Bild 6. Gegengekoppelter Gleichspannungs-Verstärker

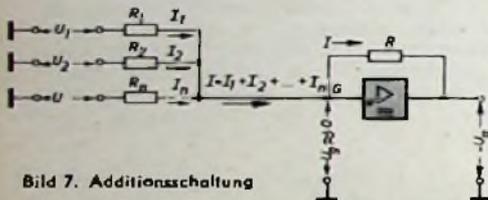


Bild 7. Additionsschaltung

von der Anzahl der vorhandenen Eingänge ab. Sorgt man jedoch, wie vorher angegeben, durch entsprechende Bemessung der Widerstände dafür, daß der Gesamtstrom durch R hinreichend genau der Summe der Teilströme entspricht, dann wird der Faktor K wesentlich kleiner als 1, so daß eine nachfolgende Spannungsverstärkung erforderlich ist.

Besonders vorteilhaft ist ein gegengekoppelter Verstärker, dessen Gegenkopplungswiderstand von einem Strom durchflossen wird, der gleich der Summe der von den zu addierenden Spannungen verursachten Teilströme ist. Der Spannungsabfall am Gegenkopplungswiderstand entspricht dann der gewünschten Summenspannung. Zur Erklärung der Wirkungsweise dieser Schaltung sei zunächst Bild 8 betrachtet. Am Eingang dieser Schaltung liegt lediglich eine einzige Spannung U_1 . Der über den Widerstand R gegengekoppelte Verstärker ist gitterstromfrei und hat eine hohe Spannungsverstärkung (zum Beispiel $> 10\,000$) sowie einen sehr großen (praktisch unendlichen) Eingangswiderstand. Rechnerisch läßt sich leicht zeigen, daß dann der Punkt G der Schaltung nahezu auf Erdpotential liegt. Da die Ausgangsspannung U_2 gleich der Eingangsspannung U_1 mal dem Verstärkungsfaktor $-V$ ist, also

$$U_1 \cdot V = -U_2,$$

folgt für U_2

$$U_2 = \frac{-U_1}{V} \approx 0,$$

da $V \rightarrow \infty$. Für $U_2 = 0$ ist aber $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$

d. h., I_1 hängt nur von der eingegebenen Spannung ab. Andererseits gilt nun aber auch

$$I = \frac{-U_2}{R}$$

Da jedoch nach dem Kirchhoffschen Gesetz der am Punkt G zufließende Strom gleich dem abfließenden sein muß und da der Verstärkereingang voraussetzungsgemäß stromfrei ist, muß

$$I_1 = I$$

und daher

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{-U_2}{R}$$

sein. Daraus folgt

$$-U_2 = U_1 \cdot \frac{R}{R_1}$$

Folgende Überlegung bestätigt dieses Ergebnis: Nimmt man an, daß kurzzeitig am Punkt G eine gegen Null nicht vernachlässigbare positive Spannung liegt, dann hätte diese Eingangsspannung eine so hohe negative Ausgangsspannung zur Folge, daß trotz der Spannungsteilung durch die Widerstände R und R_1 die positive Eingangsspannung kompensiert würde. Unabhängig von der Polung der Eingangsspannung wirkt die über den Widerstand R rückgeführte Spannung dieser immer entgegen, so daß U_2 vernachlässigbar klein wird. Wenn aber die Spannung bei G Null ist, dann müssen die Spannungen und Widerstände im Verhältnis

$$\frac{-U_2}{U_1} = \frac{R}{R_1}$$

stehen, und daraus folgt wieder

$$-U_2 = U_1 \cdot \frac{R}{R_1}$$

Werden an den Eingang der Schaltung über weitere Widerstände R_2, \dots, R_n mehrere Eingangsspannungen gelegt (Bild 7), so ist der zum Punkt G fließende Strom

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n}$$

Der gleiche Strom I fließt aber auch durch den Widerstand R , wenn der Verstärker die besprochenen Eigenschaften hat. Da jedoch auch die Beziehung

$$I = \frac{-U_2}{R}$$

gilt, ergibt sich aus den letzten beiden Gleichungen

$$-U_2 = U_1 \cdot \frac{R}{R_1} + U_2 \cdot \frac{R}{R_2} + \dots + U_n \cdot \frac{R}{R_n}$$

Sind außerdem die Widerstände R, R_1, R_2, \dots, R_n gleich groß, so folgt

$$-U_2 = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

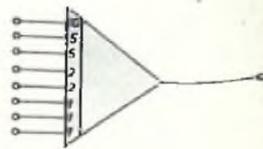


Bild 8. Schaltsymbol für eine Additionsschaltung

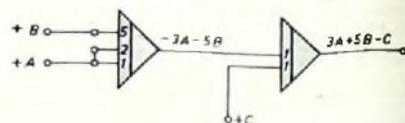


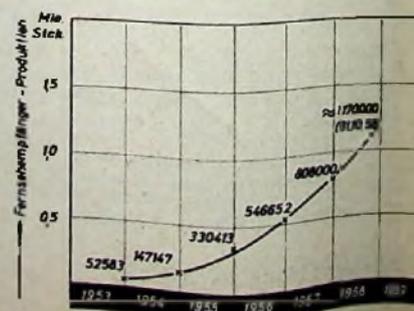
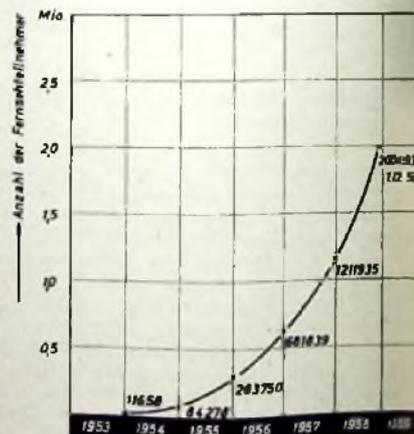
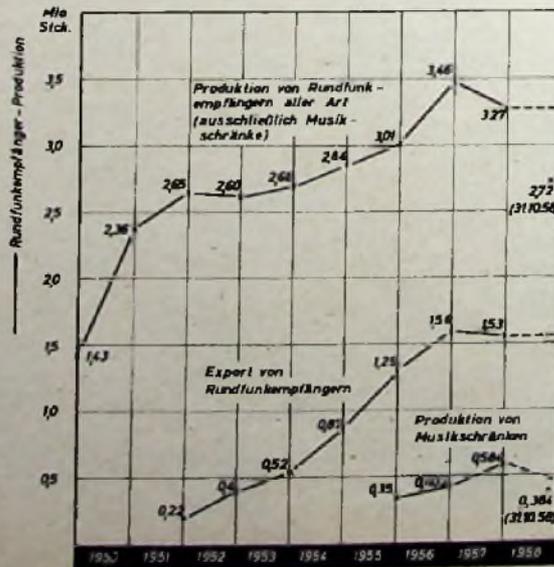
Bild 9. Schaltung zur Berechnung von $3a + 5b - c$

Die Ausgangsspannung ist also gleich der negativen Summe der Eingangsspannungen. Liegt nur eine einzige Eingangsspannung am Verstärker, dann steht diese am Ausgang mit umgekehrtem Vorzeichen wieder zur Verfügung.

Durch Wahl entsprechender Widerstandskombinationen kann man erreichen, daß die Teilspannungen mit bestimmten Faktoren multipliziert erscheinen. Häufig werden für diese Faktoren die Werte 1, 2, 5 und 10 gewählt. Da R meistens 1 MOhm ist, errechnen sich die Werte der Eingangswiderstände zu 1, 0,5, 0,2 und 0,1 MOhm. Bei vielen Analogrechnern sind diese Widerstände bereits fest in dem Verstärker eingebaut. Bild 8 zeigt das Schaltsymbol für ein derartiges Rechenelement. Demnach stellt die im Bild 9 wiedergegebene Anordnung die Schaltung zur Berechnung von $3a + 5b - c$ dar (die eingegebenen analogen Größen sind A, B, C). (Wird fortgesetzt)

Die Produktion von Rundfunk- und Fernsehempfängern

Die Auswertung der bisher vorliegenden Meldungen ergibt den Verlauf, wie er in den Kurven eingetragen ist. Rundfunkempfänger: leichter Abfall, insbesondere bei Musikschranken. Fernsehempfänger: starke Produktionssteigerung; für das ganze Jahr rechnet man mit 1,4 Millionen (Voranschlag war 1,1 ... 1,25 Millionen). Erwartung für 1959: Rundfunkempfänger etwa gleiche Produktion, Fernsehempfänger mindestens gleiche Produktion (Optimisten schätzen sogar auf 1,8 Millionen). Nach Unterlagen des ZVEI und der Deutschen Bundespost



Filter und Frequenzweichen für Antennen

Rechnerische und konstruktive Gesichtspunkte

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 14 (1959) Nr. 1, S. 10

DK 621.372.54:621.396.67

2.1.4 Die Bandsperre (Schluß)

Zur Errechnung des Dämpfungsverlaufs erhält man nach Umrechnung

$$\cosh \delta/2 = \frac{\omega \cdot (\omega_h - \omega_l)}{\omega^2 - \omega_m^2} \quad \text{für } \omega > \omega_m \quad (43)$$

$$\cosh \delta/2 = \frac{\omega \cdot (\omega_h - \omega_l)}{\omega_m^2 - \omega^2} \quad \text{für } \omega < \omega_m$$

Das praktische Anwendungsbeispiel einer solchen Bandsperre zeigen die Bilder 17 a und 17 b.

geschlossenen) KML- und UKW-Übertragern gemessen — zeigt, daß bei Frequenzen im Bereich von 155 ... 220 MHz eine mittlere Dämpfung von etwa 36 dB auftritt. In diesem Bereiche werden deshalb die Störstrahlungsspannungen der 1. Oberwelle des UKW-Oszillators, die schräggestellte und vertikale „Wellenlinien“ auf dem Bildschirm erzeugen, so weit abgeschwächt, daß sie nicht ins Leitungsnetz der angeschlossenen Gemeinschafts-Antennenanlage eindringen können. Sie werden (entsprechend 36 dB) mit dem Faktor 1 : 63 auf 0,016 ihres Wertes gedämpft.

III usw.) über eine Antennenableitung an Rundfunk- und Fernsehempfänger weiterzugeben.

Gemeinsames Kennzeichen aller Antennen, Frequenzweichen und Empfänger ist oberhalb 40 MHz, daß sie mit einem gleichen definierten Anpassungswiderstand ausgeführt sind. Die abgestimmten Antennen haben 60 oder 240 Ohm „Fußpunkt-widerstand“, die Frequenzweichen ebenfalls 60 oder 240 Ohm „Ein- und Ausgangswiderstand“, die Niederführungen eine „Impedanz“ von 60 Ohm (Koaxialkabel) oder 240 Ohm (Bandleitung, Schlauchkabel) und die (deutschen) Empfänger 240 Ohm „Eingangswiderstand“.

Gegeben seien beispielsweise nach Bild 18 eine UKW-Antenne und eine FS-Antenne für Band III, die so zusammengeschaltet werden sollen, daß die Empfangsspannungen über eine gemeinsame Ableitung zum angeschlossenen Rundfunk- und Fernsehempfänger gelangen.

Es folgt, daß auf der UKW-Seite ein Filter verwendet werden muß, das sämtliche Frequenzen bis zum Ende des UKW-Bereiches durchläßt und oberhalb sperrt, und daß auf der FS-Band-III-Seite ein solches zu verwenden ist, das alle Frequenzen im Band III durchläßt und diejenigen im UKW-Bereich sperrt.

Den beiden Schaltungen nach den Bildern 18 a und 18 b ist folgendes gemeinsam: Die Empfangsspannung des Fernsehsenders gelangt über einen Hochpaß auf die gemeinsame Niederführung mit $Z = 60$ Ohm oder $Z = 240$ Ohm und wird vor dem Empfängereingang durch ein gleiches Filter wieder entnommen (bei der 60-Ohm-Ausführung muß zwecks Anpassung zwischen Filterausgang und Empfängereingang ein Symmetrierglied geschaltet werden). Die Empfangsspannungen der UKW-Sender gelangen über ein Tiefpaßfilter zur gemeinsamen Ableitung und werden ihr vor dem Empfängereingang durch ein

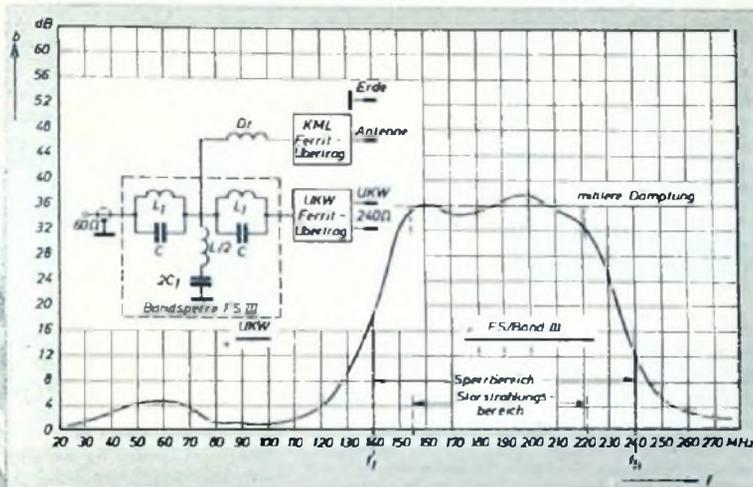


Bild 17. Empfänger-Übertrager „2065“ (Engels) mit eingebauter Bandsperre für Band III, bestehend aus Bandsperren-Vollglied (60 Ohm) mit nachgeschaltetem UKW-Ferrit-Übertrager: a) (oben) Schaltung und Durchlaßkurve, b) (links) Ansicht des geöffneten Empfänger-Übertragers

3. Frequenzweichen

Geht man davon aus, daß im HF-Gebiet mit Frequenzen von 40 MHz an aufwärts mit abgestimmten Antennengebilden gearbeitet wird, dann liegt es nahe, Mittel und Wege zu suchen, diese Antennen an eine gemeinsame Niederführung so anzuschließen, daß einmal keine Beeinflussung untereinander und zum andern keine allzu großen Spannungsverluste auftreten. Diese Mittel und Wege sind durch die Kombination von Grundfiltern zu sogenannten Frequenzweichen gegeben. Wie in der Fernmeldetechnik mehrere Gespräche beispielsweise über ein Kabel mit Hilfe von Frequenzweichen geleitet werden können, so sind in gleicher Weise Möglichkeiten vorhanden, mehrere Empfangsbereiche (FS-Band I, UKW, FS-Band

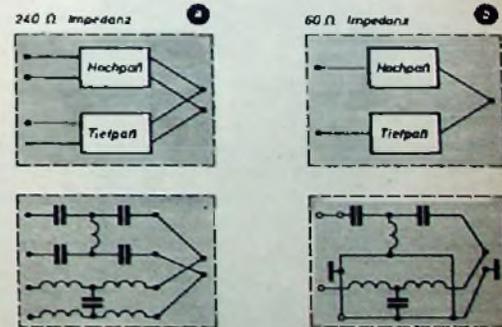


Bild 19. Grundschaltungen für Frequenzweichen für zwei verschiedene Frequenzbereiche: a) für Ableitung 240 Ohm, b) für Ableitung 60 Ohm

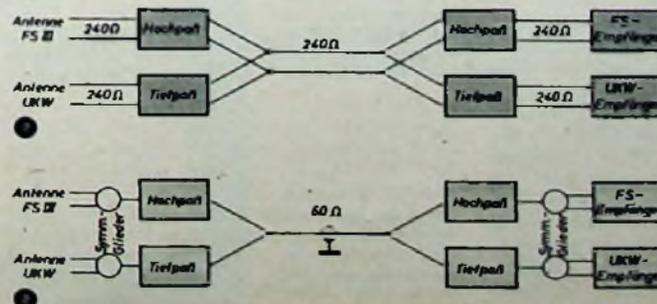


Bild 18. Zusammenschaltung einer UKW-Antenne und einer FS-Antenne für Band III: a) mit Ableitung 240 Ohm, b) mit Ableitung 60 Ohm

Es handelt sich hierbei um einen handelsüblichen Empfänger-Übertrager „2065“ der Firma Engels, der vorwiegend in Gemeinschafts-Antennenanlagen für Rundfunkempfang (KML/UKW) verwendet wird und zwecks genügender Entkopplung zwischen Rundfunk- und Fernsehempfänger eine eingebaute Bandsperre enthält. Aus Sicherheitsgründen wurde das zu sperrende Band sehr breit gewählt (130 ... 260 MHz), da in dem Frequenzbereich 152,4 ... 221,4 MHz Störungen auftreten können und die Dämpfung an den Rändern des Sperrbereiches nicht gleich steil ansteigt.

Die von der Antennensteckdose gelieferte HF-Spannung wird über die Bandsperre dem KML-Übertrager, für dessen Übertragungsbereich sie nicht sperrend wirkt, und dem UKW-Übertrager (für den die gleiche Voraussetzung gilt) zugeführt. Die Kurve des Empfänger-Übertragers — bei angeschlossenem 1,2 m langem Koaxialkabel und angepaßten (mit dem Eingangswiderstand der Empfänger abge-



Bild 20. Frequenzweiche „6025“ (Engels) für Ausgang 240 Ohm. Anschlüsse: unten = FS-Band-III-Antenne; oben = UKW-Antenne; rechts = 240-Ohm-Ausgang



Bild 21. Frequenzweiche „6026“ (Engels) für Ausgang 60 Ohm. Anschlüsse: unten = FS-Band-III-Antenne; oben = UKW-Antenne; rechts = 240-Ohm-Ausgang

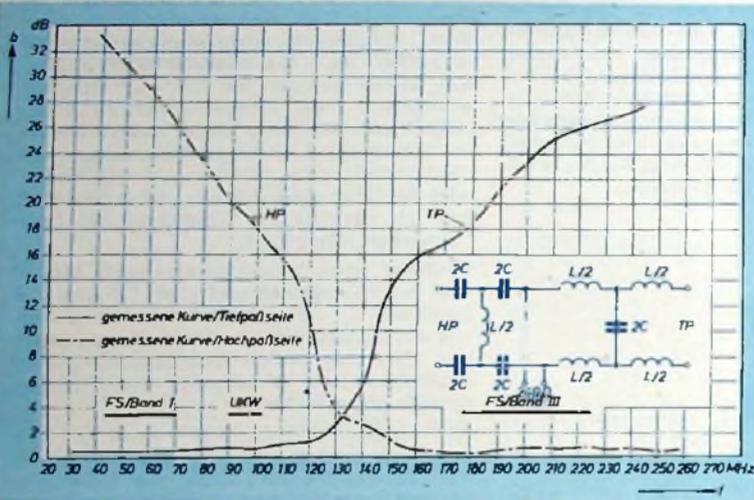


Bild 22. Gemessene Durchlaßkurve der Frequenzweiche „6025“ auf der Tiefpaß- (TP) und der Hochpaßseite (HP)

gleiches Tiefpaßfilter wieder entnommen (bei der 60-Ohm-Ausführung ist vor dem Empfängereingang ebenfalls zu symmetrieren).

Mit den Erkenntnissen, die sich aus der Diskussion der Grundfilter ergaben, läßt sich sofort sagen, wie die Frequenzweichen aufgebaut sein müssen, und zwar gelten die Grundschaltungen nach Bild 19. Die praktische Ausführung solcher Frequenzweichen auf der Antennenseite zeigen die Bilder 20 und 21. Es handelt sich hier um die serienmäßig hergestellten Frequenzweichen „6025“ (240 Ohm Impedanz)

filter nur für Frequenzen oberhalb von $f_{II} = 140$ MHz eine Impedanz von 240 Ohm hat; für Frequenzen unterhalb von 140 MHz (UKW + FS-Band I) ist seine Impedanz sehr groß und (parallel liegend zur Impedanz des Tiefpaßfilters) zu vernachlässigen. Zwar liegen zwei Widerstände von je 240 oder 60 Ohm parallel, doch ist jeder von ihnen nur in einem bestimmten Frequenzbereich wirksam.

Den Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie liefert auch das Bild 22 mit dem gemessenen Durchlaßkurven der Frequenzweiche „6025“. Die Durchlaßkurven sind über den gesamten Frequenzbereich in Abhängigkeit von der Dämpfung b aufgetragen. Ein Vergleich mit den Kurven nach Bild 4 b eines Tiefpaß-Vollgliedes (Heft 24/1958, S. 820) und nach Bild 6 b eines Hochpaß-Vollgliedes (Heft 1/1959, S. 9) zeigt, daß durch Zusammenschalten der beiden Grundfilter kaum eine Änderung des Dämpfungsverlaufs eintritt. Daraus ist zu schließen, daß die Anpassung

und damit die Impedanz Z annähernd konstant geblieben ist.

Da die vorliegende Frequenzweiche auf der Tiefpaßseite auch im FS-Band I durchlässig ist, kann man an Stelle einer UKW-Antenne und einer FS-Antenne für das Band III auch je eine FS-Antenne für das Band I und das Band III zusammenschalten. Die gezeigte Frequenzweiche ist eine solche einfacher Bauart. Zu welchen Schaltmitteln greift man nun, wenn als Aufgabe gestellt ist, eine UKW-Antenne, eine FS-Antenne für das Band I und eine FS-Antenne für das Band III an eine gemeinsame Niederführung anzuschließen? Für die Zusammenschaltung einer UKW-Antenne und FS-Antenne für das Band III bieten sich - wie angegeben - Hoch- und Tiefpaß an. Da der Tiefpaß aber nun auch für das Band I durchlässig ist, muß dieses Band noch gesondert mit einem anderen Grundfilter herausgesiebt werden. Das macht man zweckmäßigerweise mit einem Bandpaß und kommt so zu einer Kombination von Hoch-, Tief- und Bandpaß.

Ein praktisches Anwendungsbeispiel einer solchen Zusammenschaltung ist aus Bild 23 ersichtlich. Es handelt sich dabei um den Antennenkopf „2058“ von Engels, der für den gleichzeitigen Anschluß von KML- und UKW-Antennen sowie von FS-Antennen für das Band I und III eingerichtet ist. Während die KML-Stabantenne laut Skizze im Bild 24 über einen Spezialübertrager mit nachfolgender Drossel (Dr) direkt an den 60-Ohm-Ausgang angeschlossen ist, liegen die einzelnen abgestimmten Antennen über ihre zugehörigen Grundfilter an einem gemeinsamen Spezial-Symmetrierübertrager, der die Umwandlung von 240 Ohm auf 60 Ohm Impedanz vornimmt. Die Ankopplung an den 60-Ohm-Ausgang erfolgt über C (50 pF). Durch entsprechende Dimensionierung ist dafür gesorgt, daß im Bereich des Bandes I, in dem Bandpaß und Tiefpaß gleichzeitig durchlässig sind (also elektrisch gesehen parallel liegen), die Grundimpedanz von annähernd 240 Ohm erhalten bleibt. Bei größerer Fehlanpassung würde eine bedeutend höhere Grunddämpfung im FS-Band I auftreten. Der Kurvenverlauf (Bild 24) wurde gemessen an der geschlossenen Aufbaueinheit einschließlich 5 m Koaxialkabel, die serienmäßig mit angeschlossen werden. Die Kabeldämpfung ist für diese 5 m etwa 0,55 dB. Für den Bandpaß, der aus dem berechneten Beispiel Bild 13 (Heft 1/1959, S. 10) hervorgegangen ist, wurde die errechnete Dämpfungskurve mit eingetragen. Sie weicht nicht wesentlich von der gemessenen ab.



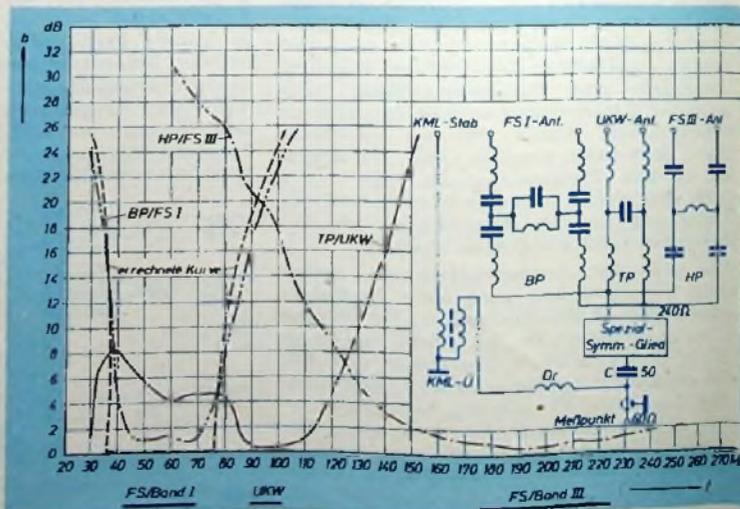
Bild 23. Antennenkopf „2058“ (Engels)

und „6026“ (60 Ohm Impedanz). Sie sind aus je einem Hochpaß- und Tiefpaß-Vollglied zusammengesetzt. Unten befindet sich der Anschluß der FS-Antenne für Band III, oben der der UKW-Antenne. Die gemeinsame Niederführung wird an den rechten Klemmen angeschlossen.

Es tritt nun die Frage auf, ob nicht durch Verzweigung innerhalb der Frequenzweiche eine Impedanzwandlung stattfindet? Festgehalten sei, daß das Hochpaß-

Oben links: UKW-Voll-Tiefpaß; oben rechts: Voll-Bandpaß für Band I (der Voll-Hochpaß für Band III mit Symmetrierübertrager für Band I und III ist auf der Gegenseite der Platte untergebracht); unten links: UKW-Eingang; rechts unten: Band-I-Eingang

Bild 24. Durchlaßkurve der Frequenzweiche (Kombination von Hoch-, Tief- und Bandpaß) des Antennenkopfes „2058“



Die Durchgangsdämpfungen, „über alles“ gemessen, sind im einzelnen:

- FS Band I: etwa 1,2 dB gemittelt
- UKW Band II: etwa 0,6 dB gemittelt
- FS Band III: etwa 1,0 dB gemittelt

Häufig tritt die Notwendigkeit oder der Wunsch auf, zum Beispiel zwei FS-Sender, die in verschiedenen Richtungen zum Empfangsort liegen, aufzunehmen und über eine gemeinsame Bandleitungs-Niederführung dem FS-Empfänger zuzuleiten. Um dieses Problem zu lösen, sind zunächst zwei abgestimmte Richtantennen, die über irgendeine Frequenzweiche zusammenschaltet werden müssen, notwendig. Grundforderung ist weiter, daß die Sender mindestens um eine Kanalbreite auseinanderliegen (Beispiele: K 5 und K 7; K 6 und K 8; K 7 und K 9; K 8 und K 10; K 9 und K 11). Ist dies nicht der Fall, dann ist es trotz aller Fortschritte der Schaltungstechnik mit einfachen wirtschaftlichen Mitteln nicht möglich. Überlagerungen und Kopplungen zwischen den Sendern und Antennen zu vermeiden (zu geringer Dämpfungsanstieg der Trennglieder im Nachbarkanal). Auch empfängerseitig würden zahlreiche Schwierigkeiten auftreten die kaum zu meistern sind.

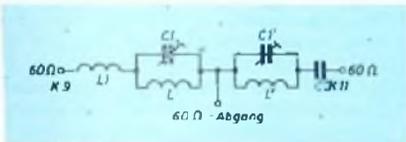


Bild 25. Schaltung von zwei Parallelresonanzkreisen zur Trennung von Sendern in den Kanälen 9 und 11

Gegeben sei beispielsweise ein Fernsender, der im Kanal 9, und ein weiterer, der im Kanal 11 arbeitet. Im einfachsten Falle (d. h. wenn überall nur die Kanäle 9 und 11 zusammenzuschalten wären) lassen sich zwei nach Bild 25 angeordnete Parallelresonanzkreise verwenden. In jeder der Leitungen von einer Antenne zur gemeinsamen Ableitung liegt ein Parallelresonanzkreis, der auf die Frequenz des anderen Kanals abgestimmt ist und diese sperrt.

Mit einer solchen Anordnung sind wohl Dämpfungswerte von etwa 20...25 dB zu erreichen, ihr Nachteil ist jedoch, daß selbst dann, wenn man sie durchstimmbarmacht, immer nur zwei einzelne bestimmte Kanäle im Band III erfaßt werden können. Ferner ist der Durchlaßbereich sehr klein, und in den Kanälen 9 und 11 treten beispielsweise Dämpfungswerte an den Rändern der Kanäle (Nähe Ton- und Bildträger) von 3...3,5 dB bei Abstimmung auf Kanalmitte auf. Der Kreis mit $L, C1$ müßte deshalb auf etwa 219 MHz und der mit $L', C1'$ auf etwa 206 MHz abgestimmt sein. Da es aber eine Vielzahl von Möglichkeiten der Zusammenschaltung gibt, liegt der Gedanke nahe, diese Resonanzkreise so auszubilden, daß einfache Bandpässe entstehen, die ein bestimmtes Frequenzband durchlassen und so für die Kanal-Kombinationen im Band III zu verwenden sind. Sie müssen also durchstimmbarm sein und für mehrere Kanäle ausgelegt werden.

Ein praktisch ausgeführtes Beispiel ist in den Bildern 26 und 27 dargestellt. Es handelt sich hier um die 60-Ohm-Frequenzweiche „8079“ von Engels, bei der die Bandpässe so dimensioniert sind, daß sie für einen bestimmten Frequenzbereich durchstimmbarm sind. Im vorliegenden Falle ist der eine zum Beispiel für die Kanäle 5...7 und der andere für 9...11 ausgelegt. Beide

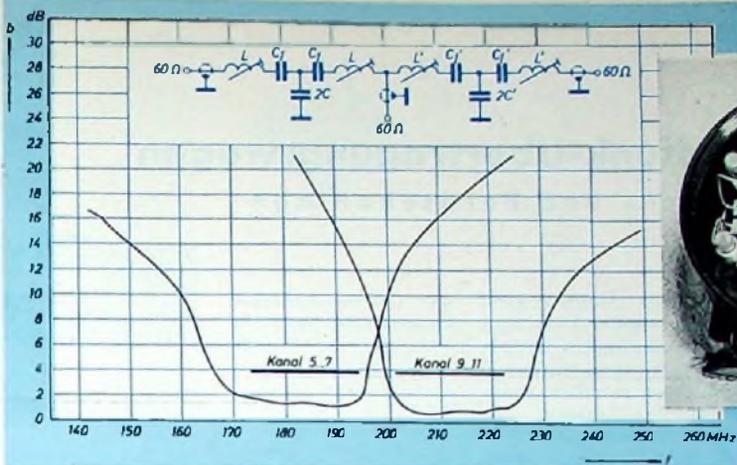


Bild 26. Prinzipschaltung und gemessene Durchlaßkurve der Frequenzweiche „8079“ (Kombination Bandpaß-Bandpaß) Bild 27 (rechts) Frequenzweiche „8079“. Anschlüsse oben = Band III, K 9...11, 60 Ohm; unten = Band III, K 5...7, 60 Ohm; rechts = gemeinsamer 60-Ohm-Ausgang

Kurven des Bildes 26 zeigen eine leicht asymmetrische Form mit einer steiler ansteigenden Flanke zu den Frequenzbereichen hin, die voneinander entkoppelt werden sollen. Eine derartige „gewollte“ Unsymmetrie ist durch verschiedenartiges Abstimmen der Kreise zu verwirklichen. Es wird auf jeden Fall erreicht, daß zwischen den beiden, jeweils um 1 Kanal (7 MHz) auseinanderliegenden Frequenzen eine Entkopplung von etwa 12...13 dB auftritt. Diese Entkopplung reicht aus, um bei Antennen, die einen Spannungsgewinn von etwa 12 dB haben, diesen aufzuheben. Die Durchgangsdämpfung ist im Kanal 5...7 etwa 1,6 dB und im Kanal 9...11 etwa 1,2 dB.

Eine Anordnung, die von „verbesserten“ Tief- und Hochpaßfiltern Gebrauch macht, zeigen die Bilder 28 und 29. Diese Frequenzweiche „7091“ dient zum Zusammenschalten von zwei FS-Antennen im Band III (hier Kanäle 5...9 mit Kanal 11). Sie ist mit Hilfe der variablen Spulen durchstimmbarm für den gesamten Band-III-Bereich.

Auf der Seite, an der die unteren Kanäle angeschlossen werden, läßt sich in der Schaltung unschwer das Halbglied eines Tiefpasses mit vorgesetztem Parallelresonanzkreis erkennen, ebenso auf der

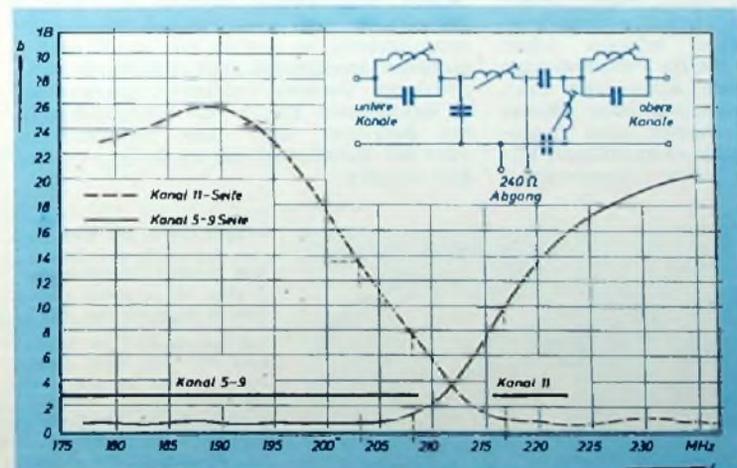


Bild 28. Frequenzweiche „7091“ für zwei FS-Antennen im Band III. Oben = Band III, K 11, 240 Ohm; unten = Band III, K 5...9, 240 Ohm; rechts = gemeinsamer Ausgang mit 240 Ohm Impedanz

anderen Seite (Anschluß der oberen Kanäle) ein Hochpaß-Halbglied mit vorgesetztem Parallelresonanzkreis. Der Kurvenverlauf der Dämpfung zeigt u. a., daß für den Bildträger von Kanal 11 (217,25 MHz) auf der Seite Kanal 5...9 eine Dämpfung von etwa 10 dB, für den Tonträger von Kanal 9 (208,75 MHz) auf der Seite Kanal 11 eine solche von etwa 8 dB

und für den Bildträger von Kanal 9 (203,25 MHz) von annähernd 14 dB auftritt. Mit Hilfe geeigneter Meßmittel läßt sich die Frequenzweiche bei etwa gleichen Ergebnissen auch für andere Kanalkombinationen durchstimmen.

In Verbindung mit dem bereits erwähnten Antennenkopf kann man durch Vorschalten der Frequenzweiche „7091“ vor den FS-Band-III-Eingang im Kopf zwei FS-Antennen für Band III, eine FS-Antenne für Band I, eine UKW-Antenne und eine KML-Stabantenne auf eine gemeinsame Niederführung (in diesem Falle 60 Ohm) schalten.



Bild 29. Prinzipschaltung und gemessene Durchlaßkurve der Frequenzweiche (Spezial-Tief- und Hochpaß)

Sollen drei FS-Richtantennen im Band III an eine gemeinsame Niederführung angeschlossen werden, dann ist eine Lösung mit variablen (durchstimmbaren) Bandpässen nicht mehr möglich. Man wird dann drei Einfach-Bandpässe mit festen Spulen und einem Durchlaßbereich (für jeden der drei Bandpässe) von 7...9 MHz wählen.

Neuer Rundfunk-Übertragungswagen mit Funksprech- und Fernsehanlage



Der Übertragungswagen
des Bayerischen Rundfunks

Als modernster Ü-Wagen Deutschlands gilt der kürzlich vom Studio Nürnberg des Bayerischen Rundfunks in Dienst gestellte neue Übertragungswagen mittlerer Größe. Er ist nach neuesten rundfunktechnischen Gesichtspunkten aufgebaut und repräsentiert hinsichtlich seiner elektrotechnischen Ausrüstung den letzten Stand der Rundfunk-Übertragungstechnik

Gebrauchliche Ü-Einrichtungen

Mit sogenannten Übertragungs-(Ü-)Einrichtungen wird ein Programm über Postkabel zur Weiterleitung an den Sender in das Funkhaus übermittelt; es kann auch im Funkhaus oder am Übertragungsort auf Tonband für eine spätere Sendung aufgenommen werden.

Der Bayerische Rundfunk verwendet für Außenübertragungen vier verschiedene Ü-Einrichtungen.

- 1) Tragbare Koffergeräte für einfache und kurze Wortaufnahmen. Vorteilhaft ist ihre Unabhängigkeit von der Zentrale; u. a. sind auch Aufnahmen aus Schiffen und Flugzeugen möglich.
- 2) Schnellreportagewagen (Pkw) mit zwei Magnetongeräten für pausenlosen Mitschnitt, die sich für längere Wortaufnahmen eignen.
- 3) Mittlere Ü-Wagen, die sich von der einfachsten Reportage bis zu hochwertigen Musikaufnahmen universell einsetzen lassen. Beim neuen Typ „Nürnberg“ sind die Einsatzmöglichkeiten durch drahtlose Funksprechanlagen erweitert.
- 4) Große Ü-Wagen (Typ „Fahrendes Funkhaus“), die man im allgemeinen nur für besondere Übertragungsaufgaben mit komplizierter Aufnahmetechnik einsetzt.

Funksprechanlagen erleichtern Reportagen und Meldeverkehr

Der neue Ü-Wagen, Typ „Nürnberg“, ist für zwei getrennte, voneinander unabhängige Übertragungswege eingerichtet. Bei Spitzenbelastungen können daher zwei voneinander völlig unabhängige Sendungen im gleichen Augenblick nach dem Funkhaus überspielt oder direkt übertragen werden. Ferner sind insgesamt zwölf gleichzeitig anschaltbare Mikrofoneingänge mit allen notwendigen

Überwachungs- und Prüfeinrichtungen vorhanden. Zwei Studio-Magnetophone hoher Qualität gestatten eine pausenlose Aufnahme oder Überspielung.

Für Übertragungen von beweglichen oder mit Kabel nicht zugänglichen Reportagestellen her erhielt der neue Ü-Wagen drei leicht bewegliche, batteriebetriebene Funksprechstellen, die auf getrennten Wegen drahtlos mit einer Zentrale im Ü-Wagen Verbindung aufnehmen. Dabei ist eine gute Sprachverständlichkeit möglich. Im Wagen können die Sendungen dieser Sprechstellen je nach Bedarf zum Funkhaus weiter übertragen oder auf Tonband aufgenommen werden. Der Ü-Wagen-Zentrale steht außerdem noch ein drahtloser Kommando-Verbindungsweg zu den Sprechstellen zur Verfügung. Die Funkanlage ist also für alle Arten von Sprechreportagen verwendbar. Sie läßt sich darüber hinaus im Rahmen des Meldeverkehrs für die Verbindung der Techniker untereinander einsetzen. Bisher benötigte man dazu eine fliegend verlegte Telefonleitung.

Man hat auch die Abhörmöglichkeiten im Innenraum des Wagens in ihrer Tonqualität den Bedingungen in den Regieräumen des Funkhauses weitgehend angepaßt. Der Wageninnenraum enthält beispielsweise eine gute Schalldämmung. Der Störschall sämtlicher eingebauter Aggregate ist so niedrig gehalten worden, wie es die Übertragung hochwertiger Tonaufnahmen und Sendungen verlangt. Seinen Strombedarf bezieht der Wagen vorwiegend aus dem örtlichen Stromversorgungsnetz, an das er sich am Übertragungsort anschließen läßt. Durch ein mitgeführtes Batterie-Umformeraggregat ist in besonderen Fällen die Weiterführung des Betriebes auch ohne Netzanschluß oder bei Netzausfall bis zu einigen Stunden möglich.

Fernsehanlage überbrückt fehlende Sichtverbindung

Bei Hörfunkübertragungen des Bayerischen Rundfunks werden neuerdings zur Überbrückung der häufig fehlenden Sichtverbindung zwischen Aufnahmeort und Regie industrielle Fernsehanlagen eingesetzt. Der Sende- und Aufnahmebetrieb ohne Sichtverbindung des Ü-Wagens mit der Bühne, auf der die zu übertragende Veranstaltung abläuft, brachte nicht selten Unsicherheiten in den Betriebsablauf.

Für diesen Fall ist auch bei dem neuen Übertragungswagen vorgesorgt. Er enthält eine Anschlußmöglichkeit für eine industrielle Fernsehanlage. Damit kann der Toningenieur den Ablauf des Geschehens leicht beobachten. Er arbeitet mit wesentlich höherer Sicherheit, wenn er sich — beispielsweise bei der Übertragung eines Bunten Abends — mit eigenen Augen davon überzeugt, welches von mehreren Mikrofönen der Ansager gerade besprechen möchte. Die Gefahr einer Mikrofonverwechslung ist dadurch fast ausgeschlossen.

Da von einer derartigen Fernsehanlage lediglich die Übertragung der wesentlichen Bilddetails gefordert wird, sind die Ansprüche an ihre Qualität geringer als etwa beim Fernseh-Rundfunk. Aus diesem Grund erfüllen in ihrer technischen Ausführung stark vereinfachte Anlagen, wie sie in Industrie und Wirtschaft schon seit einiger Zeit verwendet werden, den gewünschten Zweck.

Als Kameraröhre findet ein Vidikon-System Verwendung, das für die Bildübertragung in normal beleuchteten Räumen ausreicht. Für den Einsatz im Ü-Dienst bei ständig wechselnden optischen Bedingungen an den verschiedenen Übertragungsorten hat sich die Verwendung von Objektiven mit kontinuierlich veränderbarer Brennweite (Gummilinsen) als sehr vorteilhaft erwiesen.

Gemeinschaftsarbeit von Industrie und Rundfunk

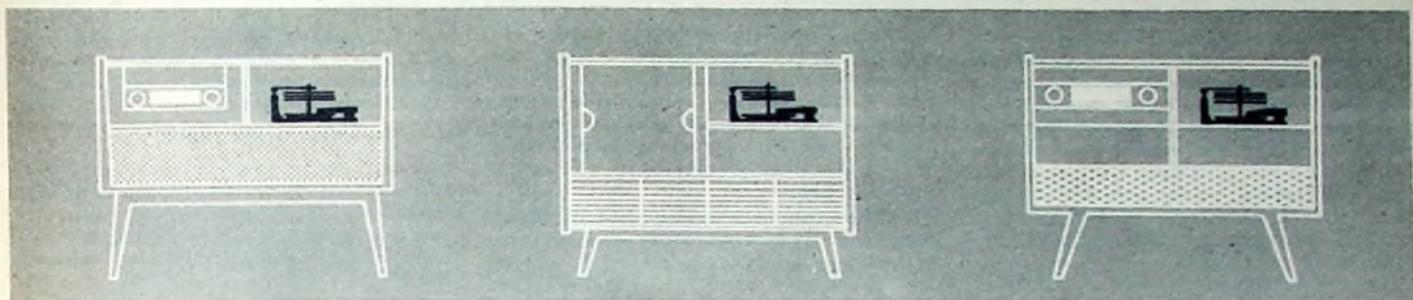
Es interessiert noch in diesem Zusammenhang, daß das Fahrzeug selbst ein Kässbohrer-Kleinbus, Typ „Setra S 8“, mit einem wassergekühlten 4-Zylinder-4-Takt-Dieselmotor von 90 PS ist und einen ungeteilten Innenraum mit einer Bodenfläche von 10 m² (Rauminhalt etwa 15 m³) enthält. Dieser Innenraum wird im Winter mit einer Elektroheizung von 2000 W erwärmt und im Sommer durch eine Klimaanlage ausreichend gekühlt (Kühlleistung 2200 kcal).

Die Gesamtkonzeption und Detailprojektierung dieses zur Zeit modernsten Ü-Wagens — seine Kosten einschließlich technischer Ausrüstung belaufen sich auf 140 000 DM — lagen in Händen des Bayerischen Rundfunks, während die technische Ausführung von Siemens & Halske betreut wurde.



Wageninneres mit Blick auf den Regietisch und die beiden seitlich angeordneten Truhen mit je einem eingebauten Magnetophon „M 5“.

Geräteeinbauten im Regietisch von links nach rechts: Handapparat für OB- und Funkvermittlung, Übertragungsapparatur „V 65 c/II“; dahinter Überwachungsfeld für Betriebsnetz, Kreuzschienenverteiler für Mikrofoneingänge für „V 65 c/II + I“, Übertragungsapparatur „V 65 c/II“; dahinter Aussteuerungs-Lichtzeigerinstrument und Kammandomikrofon, OB- und Funkvermittlungsfeld, Schaffeld für Abhörwege, Kreuzschienenverteiler (Tonfrequenz hochpegelig); dahinter Überwachungsfeld für Netz-Notbetrieb

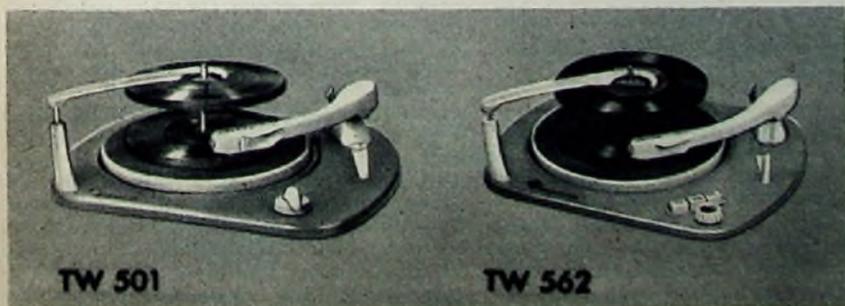


Bauen Sie Sicherheiten ein

Ober eine $\frac{3}{4}$ Million TELEFUNKEN-Plattenwechsler in Musiktruhen, Vitrinen und Fernsehkombinationen sind ein Beweis für Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit.

Die Typen TW 501 und TW 562 sind auch in Voll - Stereo - Ausführung lieferbar.

Bedienbarkeit noch leichter · Zuverlässige Wechselautomatik ·
Wechselachse unverlierbar · Plattenschonung durch Plattenlift ·
Einfach umzustellen auf 60 Hz durch Austausch der Stufenachse ·
Müheloser und kostensparender Einbau ·



Wer Qualität sucht - findet zu

TELEFUNKEN

Drehmelder und ihre Anwendungen

⑥

3.4 Dynamisches Verhalten

Steuerempfänger dienen in Verbindung mit Servomotoren meistens dazu, irgendeine technische Einrichtung der Bewegung eines Befehlsgebers möglichst genau nachzuführen. Das dynamische Verhalten der Übertragungskette hängt daher weniger von den Drehmeldern selbst, sondern von den Eigenschaften des zu bewegenden Objekts und denen des verwendeten Servomotors ab. Ein wichtiges Teilgebiet der Regelungstechnik befaßt sich deshalb mit der Dynamik derartiger Folgeregler, um ein möglichst gutes Folgeverhalten der Anordnung zu erreichen. Wird beispielsweise der Drehmelder-Geber plötzlich um einen bestimmten Winkel verstellt, dann soll die Empfängeranordnung dieser sprungförmigen Änderung möglichst rasch und ohne Überschwingen folgen (Bild 29).

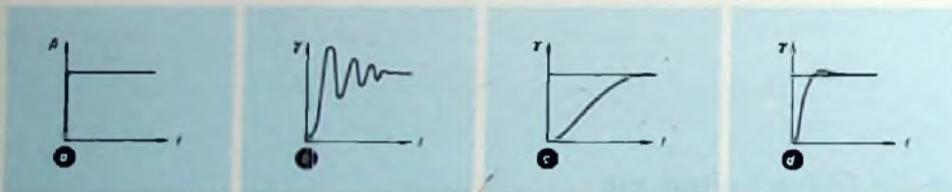


Bild 29. Folgeverhalten von Drehmelder-Steuerempfängeranordnungen: a) Zeitverlauf des Geberdrehwinkels, b) und c) ungünstiges Übergangsverhalten, d) Zeitverlauf des Empfängerdrehwinkels bei optimaler Einstellung

Zur Erreichung eines solchen optimalen Übergangsverhaltens werden meistens besondere Korrekturschaltungen innerhalb der Verstärker eingesetzt oder sogenannte Rückführungen verwendet.

Ein besonderer Effekt tritt bei Steuerempfängern jedoch dann auf, wenn ein Drehmelder-Steuerempfängersystem mit hoher Drehzahl umläuft (das kann bei manchen Anwendungen nötig sein). Dann wird in seiner Rotorspule eine zusätzliche Spannung (bei 50-Hz-Systemen etwa 1 V bei 300 U/min) induziert, die dadurch entsteht, daß die Rotorwicklungen die magnetischen Feldlinien des Statorfeldes schneiden. Um diese Zusatzspannung zu kompensieren, muß der Rotor um 1° aus der Synchronstellung ausgelenkt werden. Dadurch ergibt sich bei höheren Drehzahlen ein durch die Drehmelder bedingter zusätzlicher dynamischer Fehler.

3.5 Anwendungsbeispiele für die Geber-Steuerempfängerschaltung

Drehmelder-Geber und -Steuerempfänger verwendet man am häufigsten, weil der Empfänger hier nur zur Steuerung der Energie dient, die dem Servomotor zugeführt wird, und keine Rückwirkung auf den Geber auftritt. Die verfügbaren Leistungen und Drehmomente sind außerdem nahezu unbegrenzt, so daß auch schwere und schwerste Lasten einem fernübertragenen Befehl mit der gleichen Genauigkeit nachgeführt werden können, die die Drehmelder als Bauelemente besonders auszeichnet.

Ein Beispiel dafür ist die Steuerung des Reflektors eines Radioteleskops⁹⁾. Dabei

muß ein Parabolspiegel von 25 m Durchmesser um zwei Achsen mit einer maximalen Geschwindigkeit von $1^\circ/s$ bei einer geforderten Genauigkeit von $5'$ gedreht werden. Derartige Aufgaben lassen sich unter Verwendung von Drehmeldern und Servomotoren relativ leicht lösen. Da auf der Empfängerseite ein geschlossener „Regelkreis“ vorhanden ist, können auch äußere Einwirkungen, beispielsweise Windstöße, den Spiegel nicht aus seiner Lage bringen.

Ähnliche Aufgaben treten bei der Steuerung von Radarantennen, besonders bei der automatischen Zielverfolgung, und bei der Feineinstellung von Scheinwerfern auf. Von der Möglichkeit, große Momente praktisch ohne Leistungsaufwand und mit guter Genauigkeit fernsteuern zu können, macht man in vielen zivilen und militäri-

schen Einrichtungen Gebrauch. Mit Drehmeldern und Folgereglern kann man zum Beispiel den Panzerturm eines Schlachtschiffes von einer zentralen Feuerleitstelle aus ebenso leicht schwenken wie eine Bessemerbirne in einem Stahlwerk oder den Ausleger eines Schaufelbaggers.

In einigen Fällen werden auch Steuerempfänger ohne die unmittelbare Beteiligung von Gebern eingesetzt, manchmal in etwas abgewandelter Form. Bei automatisierten Werkzeugmaschinen verstellt man beispielsweise die einzelnen Vorschübe über Servomotoren und meldet die Stellung der Werkzeuge über Steuerempfänger zurück. Die Sollwerte für die Steuerempfänger lassen sich dabei je nach dem Grad der Automatisierung auf Magnetbändern speichern oder durch ein Rechenggerät aus den Daten der Stückzeichnung ermitteln.

In anderen Fällen wird von der Rückwirkungsfreiheit der Übertragung Gebrauch gemacht. Auf einen Kreiselmesspaß dürfen beispielsweise keine Momente ausgeübt werden, wenn die Anzeige fehlerfrei erfolgen soll. Durch Spezialgeber läßt sich die Stellung des Mutterkompasses rückwirkungsfrei an beliebig viele Tochterstellen übertragen. Aber auch in die Meßtechnik haben Drehmelder in Grob-Feinschaltung Eingang gefunden. Man wandelt zum Beispiel Meßwege über Präzisionszahnstange und -rad in Winkel Drehungen um, die durch einen Grob- und Feingebner übertragen werden. Im Empfangs- und Anzeigegerät verstellt dann ein Servomotor die entsprechenden Steuerempfänger und gibt an zwei Skalen den Meßweg in Grob- und Feinteilung an.

Die Möglichkeit, auch fortlaufende Drehbewegungen übertragen zu können, wird in vielen anderen Anlagen ausgenutzt, zum Beispiel zur mit der Antenne syn-

chronen Drehung der Ablenkspule eines Radar-Sichtgerätes oder zur Regelung des Gleichlaufs mehrerer Antriebsmotoren bei der Papierfabrikation. Steuerempfänger und Folgeregler haben also ein sehr breites und vielseitiges Anwendungsgebiet, das besonders im zivilen Bereich noch sehr erweiterungsfähig ist.

4. Differential-Drehmelder

Bei den Differential-Drehmeldern unterscheidet man Differentialgeber und -empfänger. Beide Typen sind in ihrem Aufbau und ihrer Wirkungsweise sehr ähnlich und können daher gemeinsam behandelt werden.

4.1 Aufbau

Die Statoren der Differential-Drehmelder tragen wie alle bisher behandelten Drehmelder drei räumlich um 120° versetzte Wicklungsgruppen, die in den Nuten des geblechten Statorkörpers untergebracht und elektrisch in Sternschaltung verbunden sind. Die Spulenden liegen an Anschlußklemmen, der Sternpunkt im allgemeinen nicht. Die Impedanzen der Statorspulen entsprechen größenordnungsmäßig denen vergleichbarer Momentengeber oder -empfänger; sie hängen natürlich von der Betriebsfrequenz und -spannung sowie von der Baugröße der Systeme ab.

Der Rotor ist als Trommelanker ausgeführt. Er trägt jedoch im Gegensatz zu den übrigen Drehmeldertypen drei Wicklungsgruppen, die wie die des Stators um je 120° räumlich gegeneinander versetzt und in Stern geschaltet sind. Die Wicklungen sind so auf die Rotornuten verteilt, daß wie bei einem Steuerempfänger in jeder Spule eine Wechselspannung induziert wird, deren Amplitude nach einem Sinusgesetz vom Drehwinkel des Rotors abhängt. Die Enden der Rotorspulen führen an Schleifringe, von denen die Spannungen über Bürsten oder Bürstensäte abgenommen werden können. Differential-Drehmelder unterscheiden sich also schon äußerlich von den anderen Typen des Drehmeldersystems mit Rotorspeisung, da sie drei Schleifringe haben. Naturgemäß ist dadurch auch die Reibung des Rotors etwas größer. Differentialempfänger können zusätzlich noch mit mechanischen Schwingungsdämpfern ausgerüstet sein, die wie die der Momentenempfänger aufgebaut sind und die gleiche Wirkung haben.

4.2 Schaltung und Wirkungsweise

4.2.1 Differentialgeber

Mit Differentialgebern kann man den von einem Drehmelder-Geber gelieferten Signalen weitere Größen additiv hinzufügen. Als Empfangssysteme für diese kombinierten Signale lassen sich sowohl Momentenempfänger als auch Steuerempfänger verwenden; die Auswahl richtet sich nach der geforderten Genauigkeit. Bild 30 zeigt die Grundschaltung eines Differentialgebers in Verbindung mit einem Drehmelder-Geber und Empfänger. Die Statorklemmen des Differentialgebers werden über Fernleitungen mit den gleichlautenden Klemmen des Geberstators verbunden, während die Rotor-

⁹⁾ Das erste deutsche Radio-Teleskop. ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU Bd. 10 (1956) Nr. 11, S. 312–313

Im Winter **GESÄT...**



im Frühling

GEERNTET!

Jetzt ist wieder der Zeitpunkt gekommen, an dem sich der vorsorgliche Rundfunkhändler für das Frühjahrs-geschäft einrichtet. Was liegt da näher, als sich an das erfolversprechende **BLAUPUNKT-Autoradio** zu erinnern. Ein großer Kreis fortschrittlicher Rundfunkhändler hat es im letzten Jahr nicht bereut, ihre Umsätze durch den Verkauf von **BLAUPUNKT-Autoradios** zu vergrößern. Und wie günstig liegt die Zeit für dieses Geschäft in den Monaten, in denen die Nachfrage nach Rundfunk- und Fernsehgeräten nicht mehr so groß ist! Hier soll nun auch in dieser Saison das **BLAUPUNKT-Autoradio** für Sie einspringen und für einen gleich-mäßig hohen Stand Ihrer Umsätze sorgen.

Es ist bekannt: **BLAUPUNKT-Autoradios** zu verkaufen erfordert keine Überredungskunst, sie sind die beliebtesten in ganz Europa. Annähernd eine Million Stück wurden seit Kriegsende hergestellt und erfreuen ihre Besitzer durch Zuverlässigkeit, höchstmögliche Betriebsicherheit und alle sonstigen Eigenschaften, die die **BLAUPUNKT-Autosuper** zu den weitaus meistgekauften gemacht haben.

Viele Rundfunkhändler glauben noch immer, daß das Autoradiogeschäft schwierig und mit einer größeren Lagerhaltung verbunden sei. **BLAUPUNKT** hat aber das Autosupergeschäft so organisiert, daß Lagerhaltung und der für den Einbau der Geräte erforderliche Aufwand auch für den kleineren Rundfunkhändler nur eine geringe Belastung darstellt. Für den Einbau in die verschiedenen Wagentypen stehen immer dieselben Grundgeräte zur Verfügung und das jeweils für den Wagen passende Zubehör kann jederzeit kurzfristig geliefert werden, so daß sich jede größere Lagerhaltung erübrigt. Das Zubehör wird bis zum letzten Schraubchen mitgeliefert und der Einbau der Geräte ist nach der von **Blaupunkt** gestellten Einbauanleitung so leicht wie möglich gemacht.

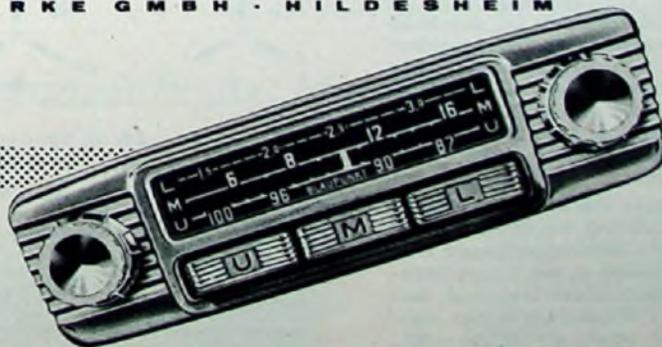
Wir glauben, daß wir Ihnen einen guten Rat geben, wenn wir Sie für dieses zusätzliche und gewinnbringende Geschäft interessieren.

Über 600 000 Autosuper laufen im Bundesgebiet und viele Hunderttausende werden in den nächsten Jahren verkauft werden. Wollen Sie sich nicht Ihren Anteil an diesem erfolgbringenden Geschäft sichern?

Wenn Sie aber in diesem Frühjahr und Sommer bei der Ernte dabei sein wollen, dann säen Sie schon jetzt in den nächsten Tagen und lassen Sie sich von **BLAUPUNKT** beraten, welche Maßnahmen sich als nützlich erwiesen haben.

Schreiben Sie uns ein paar Zeilen und wir werden veranlassen, daß Sie alle Informationen über das Autoradiogeschäft sobald wie möglich erhalten. Aber vergessen Sie nicht: Jetzt ist es höchste Zeit!

BLAUPUNKT - WERKE GMBH · HILDESHEIM



BLAUPUNKT-AUTORADIO

MIT TRANSISTOREN

anschlüsse über weitere Fernleitungen mit dem Stator des Empfänger-Drehmelders verbunden sind. Der Rotor des Gebers und gegebenenfalls auch der des Momentenempfängers liegen, wie üblich, am Wechselstromnetz.

Der Rotorfluß des Gebers induziert in seinen Statorspulen Spannungen, die in den Spulen des Differentialgeber-Stators Ausgleichströme und Magnetfelder bewirken. Diese Magnetfelder setzen sich

ist. (Gleichzeitig muß auch im Geberstator ein Feld gleicher Richtung, aber mit umgekehrten Vorzeichen auftreten, das aber für die Funktion der Schaltung unerheblich und daher nicht mit dargestellt ist.) In jeder Rotorspule des Differentialgebers wird eine Spannung induziert, deren Höhe und Richtung sich aus der Projektion des Statorfeldes auf die Spulenchse ermitteln läßt. In den angeschlossenen Statorspulen des Steuerempfängers fließen diesen Ro-

tionung des Empfängers abhängige Verdrehung der Statorfelder gegenüber den zugehörigen Rotorfeldern bewirken. Dadurch treten in allen Drehmeldern Momente auf, die diese Felder parallel zu' stellen versuchen. Der Momentenempfänger wird in die Richtung $\beta - \delta$ gedreht; infolge der Rückwirkung treten dann aber sowohl an der Welle des Gebers als auch an der des Differentialgebers Drehmomente auf, die die Winkeldifferenz $\beta - \delta - \theta$ zu Null zu machen suchen. Auch hier gilt wie bei der reinen Geber-Momentenempfängerschaltung, daß die Summe aller Drehmomente Null sein muß, daß also das Moment des Empfängers vom Geber und vom Differentialgeber aufgebracht werden muß und keine Energie aus dem Speisetzweig in mechanische Arbeit umgesetzt wird.

Neben der Schaltung nach Bild 30 verwendet man auch die Anordnung nach Bild 32, bei der sowohl im Stator- als auch im Rotorkreis des Differentialgebers jeweils wechselseitig die x - mit den z -Leitungen vertauscht sind. Aus dem Vektordiagramm (Bild 33) ergibt sich hierzu: $\beta = 90^\circ$, $\delta = 30^\circ$, $\gamma = -30^\circ$. Das Statorfeld des Differentialgebers stellt jetzt nicht mehr den Winkel β , sondern wie im Bild 13 den Wert $-\beta$ dar. Die Spannungen der Rotorwicklungen gegen den Sternpunkt werden dann also durch

$$E_{y0} = K \cos(-\beta - \delta); \quad E_{z0} = K \cos(-\beta - \delta - 120^\circ);$$

$$E_{z0} = K \cos(-\beta - \delta - 240^\circ) \quad (14)$$

beschrieben. Durch die Vertauschung der Rotorleitungen x und z ist aber jetzt jeweils die Spannung der x -Rotorwicklung maßgebend für die Amplitude des Stromes und des magnetischen Teilfeldes in der z -Statorspule des Steuerempfängers und umgekehrt. Aus Bild 33 geht hervor, daß dadurch das resultierende Statorfeld im Steuerempfänger den Winkel $120^\circ = 90^\circ + 30^\circ = \beta + \delta$ einnimmt. Die Spannung in der Rotorspule des Steuerempfängers verschwindet erst, wenn dieser auf den Wert $\gamma_0 = 120^\circ - 90^\circ = 30^\circ$ eingestellt wird. Der Differentialgeber in der Schaltung nach Bild 32 bildet also die Summe der mechanischen Drehwinkel β und δ , während die Schaltung nach Bild 30 die Differenz $\beta - \delta$ liefert. Selbstverständlich können auch hier an Stelle des Steuerempfängers ein oder mehrere Momentenempfänger eingesetzt werden.

(Wird fortgesetzt)

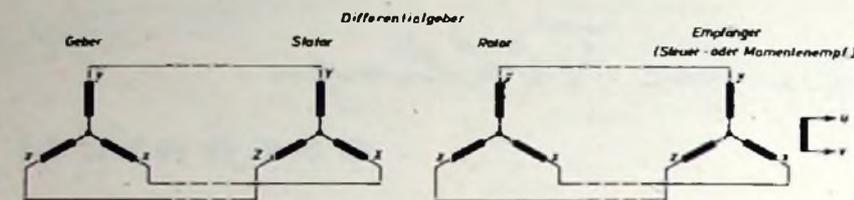
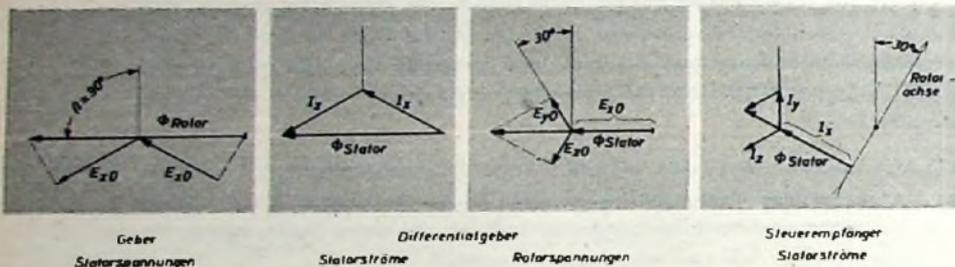


Bild 30. Differentialgeber in Subtraktionschaltung

Bild 31 (unten). Vektordiagramme zur Schaltung nach Bild 30



wie bei einem Steuerempfänger zu einem resultierenden Feld zusammen, das die gleiche räumliche Lage wie das Rotorfeld des Gebers hat. (Ebenso wie bei der Schaltung mit einem Steuerempfänger nach Bild 24 sind auch hier die Ausgleichströme ziemlich stark. Man kompensiert deshalb häufig ihre Blindanteile durch entsprechende bemessene Kondensatoren.) Das Statorfeld des Differentialgebers spiegelt also die Rotorstellung des Gebers wider. Entsprechend der Stellung der drei Rotorspulen wird in jeder eine Wechselspannung induziert, deren Amplitude vom Winkel zwischen Statorfeld und Spulenchse abhängt. Durch die Konstruktion strebt man einen Sinusverlauf an, so daß man für die Amplituden schreiben kann

$$E_{y0} = K \cos(\beta - \delta); \quad E_{z0} = K \cos(\beta - \delta - 120^\circ);$$

$$E_{x0} = K \cos(\beta - \delta - 240^\circ) \quad (14)$$

Darin ist β der Drehwinkel des Drehmelder-Gebers und δ der des Differentialgebers¹⁶⁾. Vergleicht man Gl. (14) mit Gl. (2), so erkennt man, daß die Rotorspannungen des Differentialgebers die gleichen Werte wie die eines um den Winkel $\beta' = \beta - \delta$ ausgelenkten Drehmelder-Gebers haben. Da sich ein Momenten- oder Steuerempfänger auf diesen Wert β' einstellt, kann man mit einem Differentialgeber in der Schaltung nach Bild 30 also beliebige Winkel δ vom Drehwinkel β des Gebers subtrahieren.

Diese Wirkungsweise soll an einigen Vektordiagrammen erläutert werden (Bild 31). Zur Anzeige sei ein Steuerempfänger eingesetzt, dessen Nulllage γ_0 bei einem rechten Winkel zwischen Statorfeld und Rotorachse liegt. Die Winkelwerte der einzelnen Drehmelder seien: $\beta = 90^\circ$, $\delta = 30^\circ$, $\gamma = -30^\circ$. Im Stator des Differentialgebers rufen die Ausgleichströme ein resultierendes Magnetfeld hervor, dessen Achse ebenfalls um 90° gegen die Nulllage gedreht

torspannungen proportionale Ströme, die entsprechende Teilfelder ergeben. Auch hier kann man durch Parallelschaltung von Kondensatoren die Blindanteile der Magnetisierungsströme kompensieren. Wie Bild 31 zeigt, ist das resultierende Statorfeld des Steuerempfängers um $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ gegen die Senkrechte geneigt. Da die Rotorachse des Steuerempfängers um 90° gegen diesen Winkel verdreht ist, tritt in der Rotorspule keine Spannungsleistung auf; der Steuerempfänger befindet sich daher in seiner Nulllage und zeigt den Differenzwinkel zwischen β und δ an.

An Stelle des Steuerempfängers hätte man auch einen Momentenempfänger verwenden können. Dabei fließen jedoch in allen Statorstromkreisen Ausgleichströme, die von der Stellung des Momentenempfängers abhängen und eine von der Auslen-

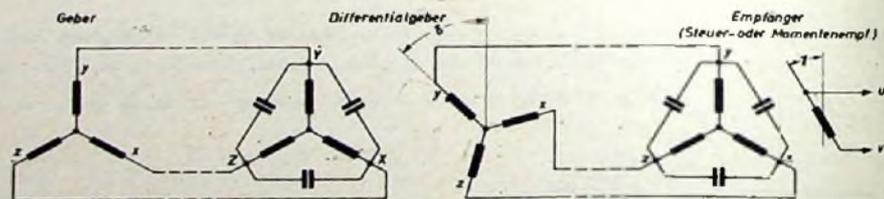
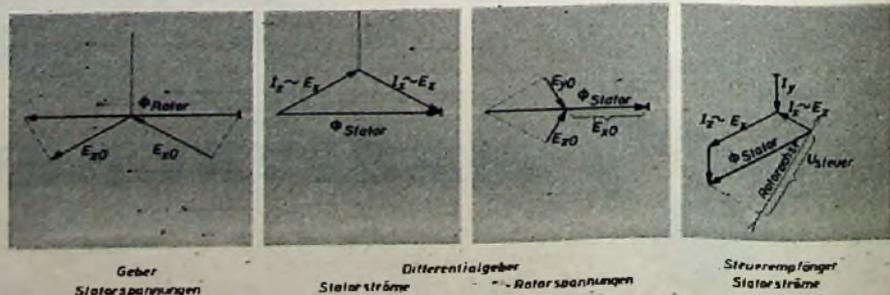


Bild 32. Differentialgeber in Additionsschaltung mit Kondensatoren zur Kompensation der Magnetisierungsströme

Bild 33 (unten). Vektorbilder zur Schaltung nach Bild 32



¹⁶⁾ Differential-Drehmelder stehen in Nullstellung, wenn die magnetischen Achsen gleichbezeichneter Stator- und Rotorspulen zusammenfallen.



Monarch

gruendet eine
Deutsche Niederlassung



Vom 1. Januar 1959 wird eine Deutsche Tochtergesellschaft
der BSR-MONARCH zu arbeiten anfangen.

Die Anschrift lautet:
Deutsche Birmingham Sound Reproducers G. m. b. H.
Frankfurt/Main, Zeil 29/31.
Unsere Tochtergesellschaft wird persönlich geleitet



von Herrn T. Schröder.

Wir werden Ihnen in Zukunft verbesserten und
schnelleren Kundendienst, persönliches Interesse,
ausreichendes Lager und Service-Möglichkeiten
bieten können — und natürlich
all die Vorteile einer bedeutenden Organisation.

Stereophonische und Monophonische Musik für die Millionen

UA 8



UA 12



TU 9



und nun . . .

**Birmingham Sound
Reproducers Ltd.
ENGLAND**

**B. S. R.
(Australasia) Pty. Ltd.
AUSTRALIEN**

**Discus Inc.
Nord Amerika**

**Deutsche
Birmingham Sound
Reproducers G. m. b. H.
DEUTSCHLAND**

DER MULTIBANDKREIS

in Sender-Endstufen, am Gitter oder als Antennenkoppler

Multibandkreise stellen keineswegs eine Kompromißlösung dar. Das läßt sich durch eingehende Betrachtung der Arbeitsweise sowie an Beispielen praktischer Schaltungen zeigen und beweisen. Als Multiband-Tank-Kreis erfreut sich diese Schaltungsvariante neben dem Pi-Section-Tank in den USA seit Jahren großer Beliebtheit. Die Anwendung des Multibandprinzips beschränkt sich aber keineswegs auf die seriengespeiste [1]¹⁾ oder parallelgespeiste [2] Sender-Endstufe, sondern der Multibandkreis kann in gleicher Weise auch in Gitterkreisen [3] für Frequenz-Verdoppler- oder Frequenz-Vervielfacherstufen [3] sowie als Antennenkoppler [4] verwendet werden.

Bei sorgfältiger Dimensionierung bringt der Multibandkreis, ohne mit irgendwelchen Nachteilen behaftet zu sein, folgende Vorteile:

- 1) Safety first! Da bei allen Amateurbandern von 80...10 m überhaupt kein Spulenwechsel erforderlich ist, bietet der Multibandkreis den besten Schutz für das Leben des OP und größte Sicherheit im Betrieb.
- 2) Der Bandwechsel erfolgt sehr schnell durch Drehen des Doppel-Drehkondensators; bei genügender Skalenspreizung ist die Einstellgenauigkeit so groß, daß sich eine Resonanzabstimmung erübrigt. Hierdurch entfallen teure HF-Schalter.
- 3) Für die 5 Amateurbande von 3,5 bis 28 MHz werden für den Multibandkreis nur zwei Spulen benötigt; somit bleiben drei weitere Spulen erspart.
- 4) Die mit dem Multibandkreis erreichten Güten sind auf 10, 15 und 40 m ausgezeichnet, auf 20 m sehr gut, auf 80 m gut. Andere Kreise, die mit den sonst üblichen Drehkondensatoren (höherer Anfangskapazität) aufgebaut sind, erreichen kaum die Kreisgüten des Multibandkreises.
- 5) Da man während des Betriebes nicht am Multibandkreis hantieren muß, läßt er sich äußerst stabil aufbauen und kann vollkommen abgeschirmt werden; das trägt dazu bei, BCI und TVI zu vermindern.
- 6) Da bei Serienspeisung Rotor und Stator Hochspannung führen, ist für den Plattenabstand des Doppel-Drehkondensators (wie bei Parallelspeisung) nur die Hochfrequenzspannung zu berücksichtigen.

Den „Nachteil“ der Doppelwelligkeit, nämlich einer gleichzeitigen Ausstrahlung zweier Frequenzen (zum Beispiel auf 7 MHz und auf 28 MHz oder auf 3,5 MHz und auf 14 MHz) umgeht man durch die Aufstaffelung der Frequenzbereiche nebeneinander. Richtig aufgebaut, bringt der Multibandkreis unzweideutige, scharfe Resonanzen und keine Ausstrahlung auf anderen Frequenzen. Ein Grid-Dip-Meter ist zum Messen der Schwingkreise unbedingt erforderlich.

Während der Funkamateure seit jeher bestrebt war, keinerlei Nebenwellen auszustrahlen, wurden die Oberwellen oft vernachlässigt. Sie fielen, soweit man auf den unteren Bändern arbeitete, nur in ein

¹⁾ Schriftumangaben folgen am Schluß der Fortsetzung im nächsten Heft.

höheres Amateurband. Oberwellen des 10-m-Bandes störten auch niemand, da jenseits der Grenzwellen kein Funkdienst arbeitete. Doch das war einmal; heute hat sich der Funkverkehr mit einem Ruck nach oben geschoben. Die Dienste, die in Deutschland auf UKW arbeiten, sind u. a.: Küsten- und Schiffsfunkdienste, Bahnfunk, Feuerwehrfunk, Flugsicherung, Rundfunk und Fernsehen. Während eine Störung dieser Funkdienste außerhalb des Nahfeldes bei gut aufgebauten Geräten wohl selten ist, lassen sich solche innerhalb des Nahfeldes nur vermeiden, wenn senderseitig besondere Maßnahmen zur Oberwellen-Unterdrückung ergriffen werden. Im Nahfeld liegen heute überall UKW-Rundfunk- und Fernsehantennen, sehr zum Leidwesen vieler Amateure. TVI läßt sich jedoch sehr wirksam bekämpfen; dazu ist oft nicht einmal ein Tiefpaßfilter im Senderausgang notwendig, aber ein Antennenkoppler ist unerlässlich. Da somit die Nachschaltung eines Antennenkreises hinter der Sender-Endstufe obligatorisch wurde, entfiel die Notwendigkeit, den Senderausgang symmetrisch auszuführen; eine solche Ausführung wird nunmehr nur noch vom Antennenkoppler gefordert. Man konnte von der Gegentakt-Endstufe mit 2 Röhren zu dem einfacheren und wirtschaftlicheren PA mit einer Röhre zurückkehren. Aus diesem Grunde befassen sich nachfolgende Betrachtungen über Multibandkreise auch nur mit Sender-Endstufen mit einer Röhre.

Das Multibandprinzip

Im Multibandkreis [5, 6] sind zwei Kreise vereint (Bild 1), ein niederfrequenter für 80 und 40 m ($L_1, C_a + C_b$) und ein hochfrequenter für 20, 15 und 10 m

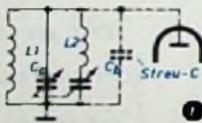


Bild 1. Das Multibandkreis-Prinzip

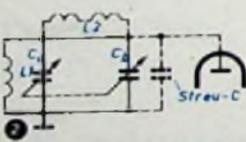


Bild 2. Multibandkreis bei 80- und bei 40-m-Betrieb

Bild 3. Multibandkreis bei 20-, 15- und 10-m-Betrieb

($L_2, (C_a \cdot C_b) / C_a + C_b$), die durch einen Doppel-Drehkondensator abgestimmt werden. Jeder der beiden Kreise deckt hierbei einen Frequenzbereich von 2:1.

Die Arbeitsweise

Für den 80- und 40-m-Betrieb (Bild 2) arbeitet der Kreis wie eine (unsymmetrische) Eintaktstufe. Die Spule L_1 wirkt zusammen mit den parallelliegenden Drehkondensator-Hälften $C_a + C_b$ (deren Kapazität sich so verdoppelt). Die Spule L_2 , mit ihrer geringen Selbstinduktion, ist für diesen Kreis nur als Verbindung der bei-

den Drehkondensator-Hälften von Bedeutung, wodurch diese parallelgeschaltet werden.

Für die hochfrequenten Bänder von 14 bis 28 MHz arbeitet ein Gegentaktkreis, der nur eine Röhre speist; diese liegt am heißen Ende einer Drehkondensator-Hälfte (Bild 3). Da die beiden Drehkondensator-Hälften C_a und C_b zusammen in Serie liegen, halbiert sich die Gesamtkapazität des Kreises, dessen Spule L_2 bildet. Die Impedanz von L_1 ist für diesen Kreis so hoch, daß ihr Einfluß fast ohne Bedeutung ist.

Dimensionierung der Schwingkreiswerte

Zum Überstreichen der beiden Frequenzbereiche von je 2:1 ist eine Kapazitätsvariation von je 4:1 erforderlich. Um eine gleichzeitige Abstrahlung des niederfrequenten Kreises (80 und 40 m) und des hochfrequenten Kreises (20, 15 und 10 m) zu vermeiden, dürfen sich die Drehkondensator-Einstellungen beider Schwingkreise nicht decken. Die fünf Frequenzbereiche müssen also durch richtige Dimensionierung der Spulen nebeneinander

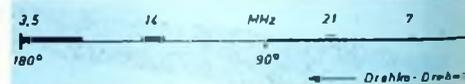


Bild 4. Aufstaffelung der fünf Bänder auf der Skala

aufgestaffelt werden (Bild 4). Um die Aufstaffelung mit gegenseitigem Frequenzabstand zu erhalten, muß die Kapazitätsvariation unbedingt größer als 4:1 sein. Für eine brauchbare Kapazitätsvariation wählt man Doppel-Drehkondensatoren mit kleinstmöglicher Anfangskapazität und erhält (gleichsam als Beigabe dazu) eine ausgezeichnete Kreisgüte.

Die Impedanz der Spule L_2 wählt man so, daß 29,7 MHz mit der Anfangskapazität eingestellt werden. Die Frequenz 14 MHz liegt dann noch ein Stück vor dem voll eingedrehten Kondensator.

Die Impedanz der Spule L_1 ist so zu bemessen, daß 3,5 MHz genau mit der Endkapazität der parallelliegenden Drehkondensator-Hälften eingestellt wird; der 7-MHz-Bereich liegt dann etwas unterhalb des 28-MHz-Bandes.

Berechnungsbeispiel

Drehkondensator-Endkapazität: $2 \times 102 \text{ pF}$
Drehkondensator-Anfangskapazität: $2 \times 7 \text{ pF}$

Streu- und Röhrenkapazität: 20 pF

Im 80/40-m-Kreis liegen beide Drehkondensator-Hälften parallel.

Die Drehko-Anfangskapazität ist daher $2 \times 7 = 14 \text{ pF}$

Dazu kommen Streu- und Röhrenkapazität $+ 20 \text{ pF}$

Die minimale Abstimmkapazität erhöht sich also auf 34 pF

Die wirkliche Endkapazität ist entsprechend $(2 \times 102 \text{ pF}) + 20 \text{ pF} = 224 \text{ pF}$

Um den Frequenzbereich von 2:1 abzustimmen, muß die maximale Abstimmkapazität mindestens die vierfache Anfangskapazität haben, hier also $4 \times 34 \text{ pF} = 136 \text{ pF}$ oder 68 pF je Hälfte. Der oben angeführte Drehkondensator geht über den notwendigen Bereich hinaus und genügt somit auch der erforderlichen Kapazitätsvariation. Der Spielraum zur Bandaufstaffelung ist ausreichend.

Bei einer Induktivität von $9,2 \mu\text{H}$ für L_1 umfaßt der Abstimmbereich 3,5 MHz

bis 9 MHz, wobei 3,5 MHz bei 224 pF und 7 MHz bei 56 pF liegen.

Im 20/15/10-m-Kreis erscheint die Röhrenkapazität nur an der Drehkondensator-Hälfte C_a ; sie liegt also mit dieser Hälfte des Drehkondensators in Serie und übt daher nur einen unbedeutenden Einfluß auf den Schwingkreis aus. Praktisch ist die minimale Abstimmkapazität deshalb etwas geringer als die Drehkondensator-Anfangskapazität einer Hälfte. Die maximale Abstimmkapazität (C_a mit C_b in Serie) ist die halbe Kapazität einer Drehkondensator-Hälfte, nämlich 51 pF. Bei einer Selbstinduktion von $4,1 \mu\text{H}$ für die Spule L_2 wird der Schwingkreis mit 8 pF auf 28 MHz, mit 14 pF auf 21 MHz und mit 31 pF auf 14 MHz abgestimmt. Der gesamte abstimmbare Frequenzbereich reicht von 11 ... 29,7 MHz.

Praktische Ausführung

Wie aus dem Berechnungsbeispiel ersichtlich, steht und fällt der Aufbau des Multi-bandkreises mit der Auswahl eines geeigneten Doppel-Drehkondensators. Kompromisse gibt es hier nicht, da sonst Doppelwelligkeit auftritt. Bei Drehkondensatoren mit mehr als 2×100 pF (also bei Größen von etwa $2 \times 140 \dots 150$ pF) läßt sich die notwendige Kapazitätsvariation samt Spielraum leichter als mit marktüblichen Typen um 100 pF erreichen. Wenn bei höherer Kapazität die Kreisgüten auch nicht mehr so ausgezeichnet sind, bleiben sie doch noch immer sehr gut.

Wird mit Spannungen über 2000 V gearbeitet, dann ist die Wahl des Drehkondensators schwer. Solche Hochspannungstypen haben mit dem größeren Plattenabstand auch eine höhere Anfangskapazität, so daß man gezwungen ist, auch die Endkapazität zu erhöhen (beispielsweise auf 2×200 pF). Die Kreisgüte verschlechtert sich hierdurch wiederum und entspricht dann ungefähr den Werten, wie sie bei Verwendung marktüblicher Drehkondensatoren gebräuchlich ist. Dieser Verlust ist aber für QRO-Stationen durchaus tragbar, da gleichzeitig mit dem höheren C im Kreis die Bildung von Harmonischen geringer wird.

Da auf dem deutschen Markt kein geeigneter Doppel-Drehkondensator zu finden war, verwendete der Verfasser den Typ „100 FD 20“ der amerikanischen Firma Johnson. Dieser Drehkondensator hat 2×9 pF minimale und 2×104 pF maximale Kapazität und somit eine Kapazitätsvariation von 11:1. Da er eine metallische Vorder- und Rückplatte hatte, wurde diese durch Isoliermaterial ersetzt, um die Variation noch zu verbessern. Die Anfangskapazität sank dadurch je Drehkondensator-Hälfte auf 7 pF. Für das notwendige Isoliermaterial ist weder die Güte (Art des Dielektrikums) noch die Spannungsfestigkeit von Bedeutung; es ist aber notwendig, daß es genügend stark und hitzebeständig ist. 4 mm dickes Pertinax erwies sich als geeignet. Das hitzeempfindliche Trolitul ist in Sender-Endstufen, in denen oft hohe Temperaturen erreicht werden, nur bei guter Kühlung zu gebrauchen.

Spulen und Doppel-Drehkondensator werden frei aufgebaut, in ausreichendem Abstand von Chassis und Abschirmwänden (Mindestentfernung = halber Spulendurchmesser). Hierdurch bleibt die Streukapazität gering, und die Hochfrequenz kann ungeschmälert der folgenden Stufe zugeführt werden. (Wird fortgesetzt)



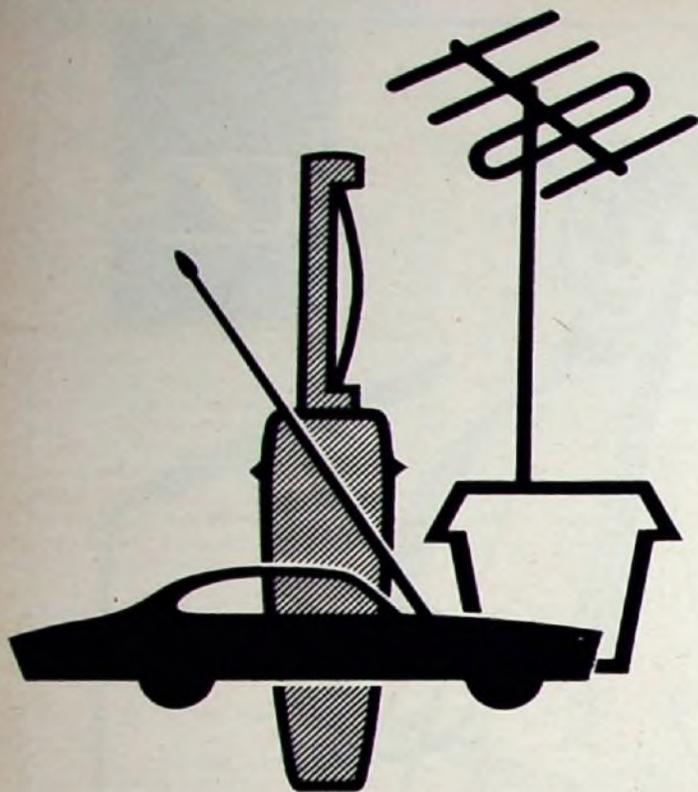
SENNHEISER
electronic

Auch Ihre akustischen Sorgen
sollen Sie im Karneval nicht drücken!
Mit dem RICHTZUSATZ zum

BÜHNENMIKROPHON MD 31

werden Sie aus dem grössten Trubel das interessierende Schallereignis sicher einfangen. Nicht nur das: Ohne Rückkopplungsgefahr erzielen Sie eine ungewöhnlich grosse Lautstärke!

PROSPEKTE STEHEN GERN ZU IHRER VERFUGUNG
SENNHEISER electronic • BISSENDORF/HAN.



Hirschmann

**AUF VERTRAUEN GEGRÜNDET
MIT DEM FORTSCHRITT VERBÜNDET**

Über 1300 Menschen in 3 modernen Werken dienen einem Ziel: sie sichern durch vorzügliche Arbeit den Ruf der Hirschmann-Erzeugnisse in aller Welt. Das vielseitige Hirschmann-Produktionsprogramm bietet:

Autoantennen für jeden Wagen, von der einfachen Stabantenne bis zur komfortablen Automatic.

Fernsehantennen, die den Anforderungen von heute und morgen gewachsen sind.

UKW-Antennen für Rund- und Richtempfang. Gemeinschafts-Antennenanlagen für moderne Wohnbauten.

Praktisches Zubehör in bekannter Auswahl. Steckverbindungen für einen großen Anwendungsbereich.

Ein dichtes Vertriebsnetz und der Hirschmann-Kundendienst in aller Welt sichern den guten Kontakt zwischen dem Hersteller und dem qualitätsbewußten Kunden. Informieren Sie sich über das Hirschmann-Programm durch Anforderung unserer reichhaltigen Informationsschriften.



**RICHARD HIRSCHMANN RADIO-
TECHNISCHES WERK ESSLINGEN A/N**

H. RICHTER

Grundlagen und Praxis der Strahlungsmesstechnik



② Fortsetzung

2.3 Geiger-Müller-Zählrohre (Schluß)

Die relativ hohen Entladungsströme tragen sehr zur Vereinfachung der elektronischen Zusatzschaltungen bei. Bild 2.6 zeigt die fast immer angewendete Zählrohr-Ausgangsschaltung. Man unterteilt den Arbeitswiderstand in zwei Einzelwiderstände R_1 und R_2 , wobei $R_1 > R_2$ ist. Infolgedessen kann man R_2 relativ klein wählen, ohne deswegen den aus Schutzgründen vorgeschriebenen Minimalwert des Gesamtaußenwiderstandes zu unterschreiten. An R_2 greift man die entstehenden Impulse ab und erreicht wegen der sich nur geringfügig auswirkenden kapazitiven Belastung der folgenden Schaltorgane, daß die Impulsform naturgetreu übertragen wird. Die Spannung gelangt über C zum Gitter der ersten Verstärkerröhre mit dem Ableitwiderstand R .

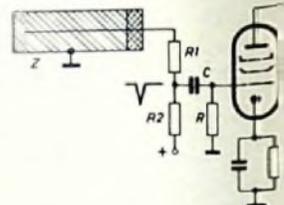


Bild 2.6. Ausgangsschaltung für ein Geiger-Müller-Zählrohr

Die bei Geiger-Müller-Zählrohren üblichen konstruktiven Varianten sind außerordentlich zahlreich, weil die verschiedenartigsten Meßbedingungen vorliegen können. Soll zum Beispiel die Strahlungsfester Stoffe gemessen werden und ist die Teilchenenergie relativ klein (energiearme Alpha- und Betastrahlen), dann verwendet man die sogenannten Glockenzählrohre, die meist aus einem zylindrischen Körper mit einem an der Stirnseite eingesetzten dünnwandigen Fenster bestehen. Dieses Fenster wird so weit wie möglich der zu untersuchenden Substanz genähert. Sind die Aktivitäten sehr klein, dann bringt man Präparate und Zählrohr in eine dickwandige Bleikammer, um den Einfluß des Nulleffektes zu verringern.

Zur Untersuchung von Flüssigkeiten verwendet man die sogenannten Becher-, Eintauch- und Durchlauf-Zählrohre. Ein Becher-Zählrohr zeigt Bild 2.7. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird in den Glasmantel gefüllt, so daß die Strahlung von allen Seiten in das Zählrohr eindringen kann. Eintauch-Zählrohre bestehen einfach aus einem mehr oder weniger dünnwandigen Glaskörper, der in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht wird. Durchlauf-Zählrohre haben ebenfalls einen Glasmantel, der vorn und hinten jeweils in ein Anschlußrohr mündet, so daß die Flüssigkeit das Zählrohr überspülen kann. Auf diese Weise lassen sich Aktivitäten laufend überwachen. Bild 2.8 zeigt ein Gamma-Zählrohr mit besonders starker Wand. Weiterhin



Bild 2.7. Becher-Zählrohr (Siemens)



Bild 2.8. Gamma-Zählrohr (Siemens)

verwendet man noch Spezial-Zählrohre, beispielsweise Interferenz-Zählrohre, Neutronen-Zählrohre usw. Die genaue Beschreibung aller Typen würde zu weit führen. Es gibt auch außerordentlich kleine Zählrohre (sogenannte Miniaturtypen), die den Bau besonders raumsparender Geräte ermöglichen. In diesem Zusammenhang sei der Typ 18 509 von Valuo erwähnt, der bei einem Durchmesser von 7 mm nur 28 mm lang ist.

Die Technologie der Zählrohre ist außerordentlich verwickelt. Jede Veränderung der Gasfüllung hinsichtlich Gaszusammensetzung, Druck usw. kann die Zählrohereigenschaften entscheidend beeinflussen. Die Herstellung dieser Rohre ist daher eine eigene Wissenschaft geworden. Trotzdem kann man Zählrohre mit allerdings ziemlich unkontrollierbaren und schlecht reproduzierbaren Eigenschaften auch selbst herstellen. Bild 2.9 zeigt an Hand einer Skizze ein Beispiel. Man nimmt eine dünnwandige

Messinghülse mit den angegebenen, nicht kritischen Maßen und setzt in diese konzentrisch dazu einen möglichst dünnen Platindraht, wobei als Trägerkörper ein Stoff bester Isolation (z. B. Trolitul) verwendet werden muß. Die Hülse hat gegenüber dem linken Ende des Drahtes eine Öffnung, so daß die Strahlen unmittelbar eintreten können. Das Rohr ist also einfach mit Luft von Atmosphärendruck gefüllt. Schaltet man zwischen den Draht und die Hülse über einen Widerstand von etwa 5 MOhm eine Spannung von rund 2000 V und setzt das Rohr einer radioaktiven Strahlung aus (z. B. dem radioaktiven Leuchtstoff eines Zifferblattes), dann kann man in einem über C angekoppelten Verstärker V ein deutliches Prasseln hören. Voraussetzungen für das Gelingen des Versuches sind gute Isolation und saubere Elektroden. Den Draht glüht man zweckmäßigerweise kurz vor dem Versuch mit einer heißen, nicht rußenden Spiritusflamme sorgfältig aus. Platindraht ist am besten geeignet. Stehen einige physikalische Hilfsmittel zur Verfügung, dann verwendet man ein Messingrohr von etwa 2 cm Durchmesser, das innen ausgeschmirgelt und mit Alkohol ausgewaschen wird. Die Zählrohr-Enden verschließt man durch vakuumdichte Stopfen aus hochwertigem Isoliermaterial. Dann wird das Rohr bis zu einem Druck von 10 Torr mit Alkoholdampf gefüllt, dem man bis zu einem Druck von 100 Torr Argon zusetzt. Das Rohr spricht auf die Gammastrahlung mit Sicherheit an.

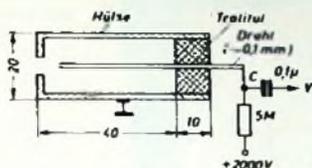


Bild 2.9. Zum Selbstbau eines einfachen Zählrohrs

Zählrohre müssen im Betrieb sehr sorgsam behandelt werden. Empfindlich sind vor allem die dünnen Fenster, die mit dem Finger nicht berührt werden dürfen. Weiterhin sollen die Oberflächen von Isolierteilen trocken sein, um Kriechströme zu vermeiden. Die vorgeschriebenen Betriebsspannungen dürfen nicht überschritten werden. Steigert man die Spannung über den Bereich e im Bild 2.2 hinaus, dann setzt auch bei selbstlöschenden Typen eine Dauerentladung ein, die eine starke Stromerhöhung zur Folge hat und das Rohr in kürzester Zeit zerstört. Wie schon erwähnt, arbeitet man am besten etwa 100 V oberhalb der Geiger-Müller-Schwelle. Im nächsten Aufsatz wird noch gezeigt werden, wie man die Zählrohrimpulse elektronisch auswerten kann.

2.4 Der Szintillationszähler
Der Szintillationszähler beruht, wie schon der Name sagt, auf dem bereits beschriebenen Szintillationseffekt. Er besteht nach Bild 2.10 aus einem Elektronen-Photovervielfacher P, dessen Wirkungsweise hier als bekannt vorausgesetzt sei. Vor der

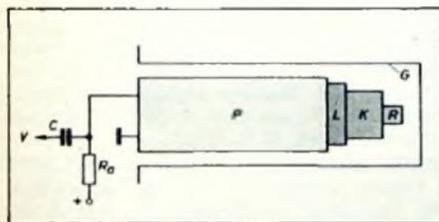
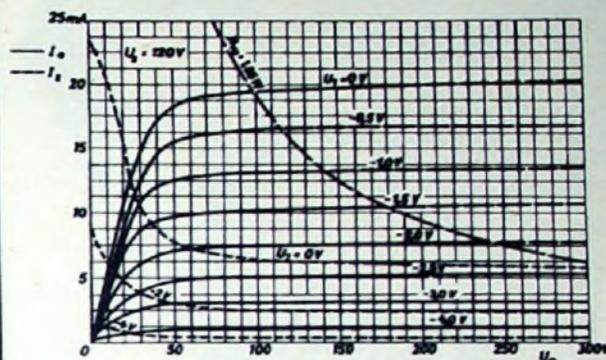
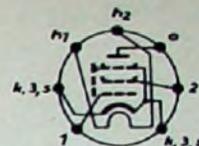


Bild 2.10. Grundsätzlicher Aufbau eines Szintillationszählers

Photokatode des Vervielfachers ist ein sogenannter Lichtleiter L in Form einer Optik angeordnet, der das Licht des davor befindlichen Leuchtkristalles K möglichst gut auf die Photokatode konzentriert. Rechts vom Leuchtkristall befindet sich das zu untersuchende radioaktive Präparat R. Das ganze System wird von einem lichtdichten Gehäuse G umschlossen, so daß weder auf die Photokatode noch auf den Leuchtkristall Fremdlicht fallen kann. Die von dem Präparat ausgehenden Teilchen rufen in K Lichtblitze hervor, die über L zur Photokatode gelangen. Dort lösen sie Photoelektronen aus, die in P entsprechend verstärkt werden. Jeder Lichtblitz ruft daher am Außenwiderstand R_a einen Spannungsstoß hervor, der über C abgenommen und einem Verstärker V zugeführt werden kann.

So einfach der prinzipielle Aufbau aussieht, so groß sind die bei der Verwirklichung auftretenden Schwierigkeiten. Zunächst muß man vom Vervielfacher höchste Empfindlichkeit und höchste Konstanz verlangen, wenn man einwandfreie Ergebnisse erhalten will. Die Industrie hat im Verlauf der letzten Jahre verschiedene Spezialtypen auf den Markt gebracht, die auch hohen Ansprüchen genügen. Große Empfindlichkeit wird vor allem verlangt, weil die von dem Kristall gelieferten Lichtblitze häufig sehr schwach sind, insbesondere wenn sie von energiearmen Teilchen ausgelöst werden. Deshalb kommt der Güte des Lichtleiters L eine besonders große Bedeutung zu. Auch die Herstellung geeigneter Leuchtkristalle, die man Szintillatoren nennt, erforderte



Anoden- und Schirmgitterstrom als Funktion der Anodenspannung

LORENZ- Pentode EF 905 (= 5654)

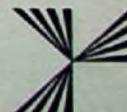
für HF- und ZF-Breitband-Verstärker oder Schwing- und Mischstufen. Diese schüttelfeste und gegen Stoß unempfindliche Lorenz-Röhre arbeitet zuverlässig auch in mobilen Geräten und Meßeinrichtungen zu Lande wie in der Luft

Betriebsdaten:

$U_h = 6,3 \text{ V}$	$J_a = 7,7 \text{ mA}$
$J_h = 175 \text{ mA}$	$J_2 = 2,4 \text{ mA}$
$U_a = 180 \text{ V}$	$S = 5,1 \text{ mA/V}$
$U_2 = 120 \text{ V}$	$R_1 = 0,5 \text{ M}\Omega$
$R_k = 180 \Omega$	$S/e = 0,75 \text{ mA/V pF}$

Eingangskapazität $4,0 \pm 0,6 \text{ pF}$

Ausgangskapazität $2,85 \pm 0,4 \text{ pF}$



STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG

Lorenz-Werke Stuttgart

für 1959 Glück und Erfolg!

IN ALLER WELT - FÜR JEDEN FALL



D 24 B

C 30

D 19 B

AKG - KLEIN - MIKROFONE

EIN QUALITÄTSBEGRIFF

D 19 B dyn. Breitband-Richtmikrofon

in Hi-R - Qualität für Heimtonbandaufnahmen und Ela

D 24 B dynamisches Richtmikrofon

in Studioqualität für Rundfunk, Film und Fernsehen

C 30 Kondensator-Richtmikrofon

in absoluter Studioqualität für Rundfunk, vor allem für Fernsehen

* jedem Mikrofon wird seine Frequenzkurve beigegeben



AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH

MÜNCHEN 15 · SONNENSTR. 20 · TEL. 555545 · FERNSCHR. 0523626

* Prospekt 11

erhebliche Entwicklungsarbeiten. An Leuchtstoffe kommen organische Kristalle (Anthrazen, Transstilben usw.) in Betracht. Auch anorganische Kristalle (NaLiJ, CsJ, CnS usw.) liefern gute Ergebnisse. Man kann auch mit organischen Lösungen (Kunststoffen wie Terphenyl in Polystyrol usw.) arbeiten. Die Herstellung geeigneter Kristalle erfordert viel Sorgfalt und die Kristalle sind dementsprechend teuer, so daß auch wegen des empfindlichen Vervielfachers für gute Szintillationszähler erhebliche Preise verlangt werden. Dafür ist dieser Indikator den Geiger-Müller-Zählrohren wesentlich überlegen. So kann man die Zählrate, die bei Zählrohren durch die Totzeit relativ begrenzt ist, bis etwa 10^7 Impulse je Sekunde steigern. Das Auflösungsvermögen ist so groß, daß der Zeitaugenblick des Auftretens einer Kernstrahlung bis auf einige 10^{-9} s bestimmt werden kann. Weiterhin ist der Szintillationszähler für Gammastrahlen, die nur schwach ionisieren, besonders empfindlich. Als weiterer Vorzug sei erwähnt, daß Szintillationszähler nicht nur zur Registrierung von Aktivitäten sondern auch zu Energiebestimmungen der Teilchen (ähnlich den Proportional-Zählrohren) geeignet sind. Energieschwache Teilchen rufen ja nur schwache Lichtblitze also auch kleine Ausgangsimpulse am Photovervielfacher hervor, während Teilchen mit großer Energie entsprechend helle Lichterscheinungen und damit große Ausgangsimpulse zur Folge haben. Alle diese Eigenschaften haben dem Szintillationszähler eine große Bedeutung verschafft, und er würde das Geiger-Zählrohr vollständig verdrängen, wenn dem nicht der hohe Preis - wenigstens vorerst - entgegenstände.

Maßgebend für die Güte eines Szintillationszählers ist die sogenannte Szintillationsausbeute, worunter man das Verhältnis zwischen der Gesamtenergie des Szintillationslichtes und dem Energieverlust des im Szintillator gebremsten Teilchens versteht. Weiterhin muß vom Vervielfacher eine möglichst hohe „Quantenausbeute“ verlangt werden, die dem Verhältnis zwischen der Zahl der ausgelösten Photoelektronen und der Zahl der auf die Photokatode fallenden Lichtquanten entspricht. Die beiden soeben definierten Werte liegen meistens in der Größenordnung von etwa 10%.

Szintillationszähler werden heute bereits in bester Ausführung von der einschlägigen Industrie hergestellt. Sie haben die Form eines länglichen Rohres, in dem sich sämtliche Teile nach Bild 2.10 befinden. Häufig ist in diesem Rohr noch ein Kalodenverstärker angeordnet, damit man dessen niederohmigen Ausgang über ein längeres Kabel mit dem anschließendem Verstärker verbinden kann.

2.5 Sonstige Strahlungsindikatoren

Außer den Zählrohren und den Szintillationszählern, die am meisten verwendet werden, gibt es noch andere Strahlungsindikatoren, die hier nur kurz erwähnt werden sollen.

Recht einfach ist der sogenannte Funkenzähler. Er besteht aus einer Kugel- oder Spitzenfunkenstrecke von etwa 1 mm Abstand, an die eine so hohe Spannung gelegt wird, daß im Dunkeln und bei Abwesenheit eines aktiven Präparates gerade noch kein Überschlag erfolgt. Im Funkenstrecken-Stromkreis muß ein hoher Widerstand liegen, damit Lichtbogenbildung ausgeschlossen ist. Fällt nun in den Raum der Funkenstrecke ein radioaktives

Teilchen, dann löst dieses Ionen aus, die ihrerseits zum Auftreten einer Funken-Entladung Anlaß geben. Auf diese Weise ist der Nachweis möglich. Da die Zeitkonstante der Funkenzähler, die letzten Endes eine Abart der auf Ionisation beruhenden Meßanordnungen darstellen, wegen des hohen Widerstandes im Stromkreis verhältnismäßig groß gemacht werden muß, ist das Auflösungsvermögen schlecht. Der Funkenzähler liefert auch keine reproduzierbaren Ergebnisse.

Ein weiterer Strahlungsindikator ist der sogenannte Kristallzähler. Er besteht im Prinzip aus einem Kristall, auf dem man durch chemische Verfahren zwei Elektroden anbringt. Geeignet sind AgCl, LiF, KCl, NaCl usw. Ein in den Kristall fallender Betastrahl erzeugt dort einige freie Elektronen. Legt man an die Kristallelektroden eine Spannung, dann ergibt sich für die Elektronen eine Beschleunigung in Feldrichtung, so daß bei Einstrahlung ein Ladungsimpuls erzeugt wird, der an einem im Stromkreis liegenden Widerstand einen Spannungsimpuls hervorruft. Die sich ergebenden Spannungen sind allerdings sehr klein und heben sich kaum von dem Rauschpegel des Verstärkers ab. Der Kristallzähler hat — wenigstens bis jetzt — keine größere praktische Bedeutung erlangen können.

Ein ebenso altes wie wichtiges Nachweismittel für Kernstrahlungen ist die Fotoplatte, die schon im vorigen Aufsatz erwähnt wurde. Durch langwierige Versuche hat man Stoffe gefunden, die für radioaktive Strahlen besonders empfindlich sind, also schon bei kleinen Energien beziehungsweise Aktivitäten zu guten Schwärzungen führen. Diese sogenannten Kernplatten haben vor allem bei der Erforschung der kosmischen Höhenstrahlung, aber auch in der praktisch sehr wichtigen Radiografie Bedeutung. Schon einzelne Teilchen hinterlassen auf empfindlichen Kernplatten eine sichtbare Spur, so daß man die Bahn unmittelbar fotografieren kann. In der Radiografie werden die Platten zur Herstellung von Durchleuchtungsbildern verwendet und spielen daher beispielsweise in der Materialprüfung eine große Rolle.

Das einfachste Nachweisgerät für radioaktive Strahlen ist das schon im ersten Aufsatz besprochene Spinthariskop, das prinzipiell aus einem fluoreszierenden Stoff, dem zu untersuchenden Präparat und einem kleinen Beobachtungsmikroskop besteht. Bei entsprechender Vergrößerung kann man die Lichtblitze einzeln wahrnehmen und somit subjektiv zählen. Größere praktische Bedeutung hat das Spinthariskop heute nicht mehr, weil es quantitative Messungen naturgemäß nicht erlaubt. Es ist lediglich als Nachweisgerät einfacher Art zu werten.

In den ersten Forschungsjahren hatte die Wilsonsche Nebelkammer besonders große Bedeutung. Sie beruht auf folgendem Effekt: Expandiert man ein mit Dampf gesättigtes Gas plötzlich so weit, daß infolge der dabei auftretenden Abkühlung eine Übersättigung auftritt, dann erfolgt bei staubfreiem Gas zunächst keine Kondensation. Enthält das Gas aber Ionen, so bildet sich an jedem Ion ein kleines Tröpfchen Flüssigkeit. Demnach lassen sich die Bahnen von ionisierenden Teilchen in Form einer Nebelspur in dem Gas sichtbar machen. Die Übersättigung kann dadurch erreicht werden, daß das Gasvolumen durch einen Kolben plötzlich vergrößert wird. Man kann aber den Druck auch dadurch vermindern, daß man ein Ventil öffnet oder daß man den Dampf von einer warmen zu einer kalten Fläche diffundieren läßt. Im ersten Fall entsteht eine Kolbenkammer, im zweiten eine Membrankammer und im dritten Fall eine Diffusionskammer. Die Wilsonsche Nebelkammer leistete bei den ersten Forschungen auf dem Gebiet der Radioaktivität gute Dienste; heute hat sie kaum noch Bedeutung.



Bild 2.11. Taschendosimeter mit Ladegerät (Telefunken)

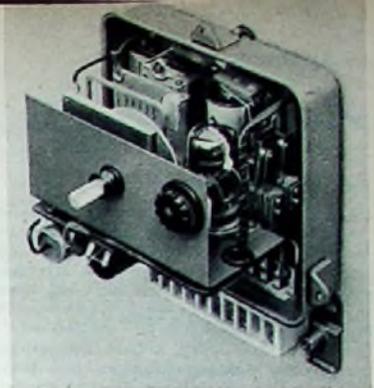


Bild 2.12. Ionisationskammerrelais (Eletsa)

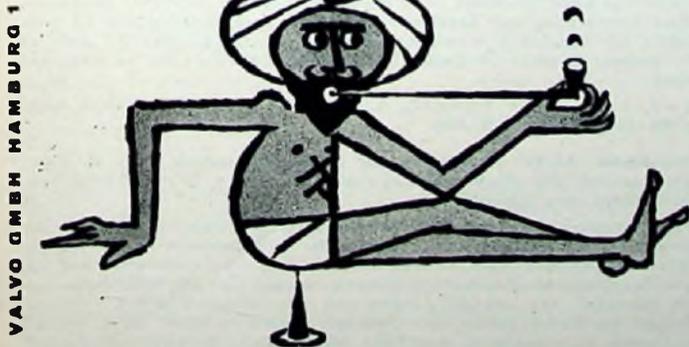
Abschließend seien die sogenannten Dosimeter erwähnt, die auf dem Prinzip der Ionisationskammer beruhen. Sie bestehen aus einem Röhrchen, in das außer einer Miniatur-Ionisationskammer ein empfindliches Blättchen-Elektrometer eingebaut ist. Die Blättchen werden mit einer Lupe beobachtet; das Elektrometer wird mit einer hohen Spannung geladen. Fallen in die Kammer Strahlungen, dann erfolgt Ionisation; das Elektrometer entlädt sich über die Kammer, und die Blättchen fallen zusammen, was durch die Lupe beobachtet werden kann. Je stärker die Blättchen zusammenfallen, um so stärker ist die einfallende Dosis, so daß eine grobe Eichung möglich ist. Bild 2.11 zeigt die Ansicht eines solchen Dosimeters, das leicht in der Rocktasche untergebracht werden kann. Zum Aufladen benutzt man meistens elektrostatisch erzeugte Spannungen, die man schon durch Schütteln eines Quecksilbertropfens in einem isolierenden Gefäß erhalten kann.

Ionisationskammern haben nicht nur in Laboratorien, sondern auch in anderen praktischen Fällen Bedeutung. So zeigt zum Beispiel Bild 2.12 ein sogenanntes Ionisationskammerrelais, in dem die Ionisationskammer als hochohmiger Widerstand zur Aufladung eines Kondensators verwendet wird. Der Widerstand der Kammer läßt sich durch mehr oder weniger starkes Abdecken eines radioaktiven Präparates im Kammerraum verändern. Die sich so ergebenden Widerstände sind nicht nur sehr hochohmig, sondern auch gut reproduzierbar. Man kann daher mit hochwertigen Kondensatoren auf Polystyrol-Basis oder auch keramischer Basis bei relativ kleiner Kapazität sehr große Zeitkonstanten erreichen, so daß sich auf Grund dieses Prinzips Langzeitgeber bauen lassen. Ein solcher ist im Bild 2.12 dargestellt. Die Ionisationskammer selbst ist links im Vordergrund zu sehen, während die übrigen Teile u. a. aus einer Relaisröhre und einem Relais bestehen.

Die vorstehenden kurzen Ausführungen mögen genügen, um dem Leser wenigstens die grundsätzliche Wirkungsweise der wichtigsten Indikatoren für Kernstrahlungen zu zeigen. Interessante weitere Einzelheiten sind ausführlich u. a. in den nachstehend aufgeführten Büchern angegeben.

Schrifttum

- Fünfer, E. und Neuert, H.: Zählrohre und Szintillationszähler. Karlsruhe 1954. Braun
 Kment-Kuhn: Das Geiger-Müller-Zählrohr. Leipzig 1953. Akademische Verlagsgesellschaft
 Kohlrusch, F.: Praktische Physik. Bd 2. Stuttgart 1956. Teubner Verlag
 Richter, H.: Atomstrahlen/Geigerzähler. 2. Aufl. Stuttgart 1958. Franck'sche Verlagshandlung
 Riezler-Walcher, W.: Kerntechnik. Stuttgart 1958. Teubner Verlag



VALVO GMBH HAMBURG 1

punktscharf



VALVO Fernsehbiröhren

Das bifilare T-Filter

Das bifilare T-Filter zeigt eine außerordentlich scharfe Frequenzselektivität und hat den Vorzug, daß sich ein sehr enger und scharf ausgeprägter Sperrbereich auch bei Verwendung von Einzelteilen mit nur mäßigem Gütefaktor und ohne kritische Justierungen erreichen läßt. Es kann daher mit Vorteil als Sperrfilter in den ZF-Stufen eines Fernsehempfängers dienen, wo es einen wirkungsvollen Schutz gegen Nachbarkanäle bietet. Wenn man für die bifilare Spule des Filters, die ein wesentliches Element des Filters bildet, einen Ferrit-Topfkern nimmt, kommt man mit dem Sperrbereich ohne Schwierigkeiten in das Tonfrequenzgebiet. Mit Hilfe eines solchen bifilaren T-Filters lassen sich hochselektive Tonfrequenzverstärker bauen, die nur ein ganz schmales und scharf begrenztes Frequenzband durchlassen, alle übrigen Frequenzen dagegen stark dämpfen, wenn man das Filter in den Gegenkopplungsweg des Verstärkers legt.

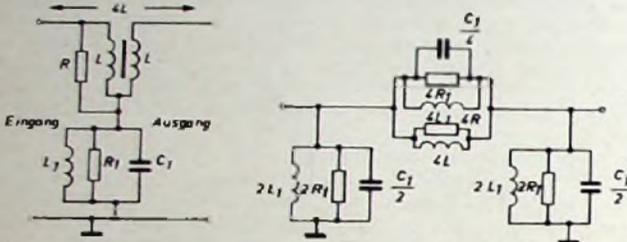


Bild 1 (links). Grundschaltung des bifilaren T-Filters für den NF-Bereich.
Bild 2 (rechts). Ersatzschaltbild des bifilaren T-Filters

Die Grundschaltung des bifilaren T-Filters geht aus Bild 1 hervor. Es besteht im wesentlichen aus der bifilaren Spule und einem mit der Spule in Reihe liegenden Parallelschwingungskreis. Die beiden fest miteinander gekoppelten Windungen der Spule haben je eine Selbstinduktion L , so daß die Spule in der dargestellten Schaltung insgesamt eine Selbstinduktion von $4L$ aufweist. Die Wirkungsweise des bifilaren T-Filters kann man dem im Bild 2 dargestellten Ersatzschaltbild entnehmen. Die beiden gleichdimensionierten Querzweige entstehen ausschließlich durch den Parallelschwingungskreis L_1, C_1, R_1 im Bild 1, während der Längszweig sowohl durch den Parallelschwingungskreis als auch durch die bifilare Spule gebildet wird. Die frequenzmäßige Durchlaßkurve des Filters wird durch die Resonanzfrequenzen des Längszweiges einerseits und der Querzweige andererseits bestimmt. Nach Bild 2 ist die Resonanzfrequenz des Längszweiges

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L \cdot L_1}{L - L_1} \cdot C_1}} \quad (1)$$

Für f_0 hat demnach das Filter einen maximalen Dämpfungswiderstand, dessen Größe von R und R_1 abhängt, wie man ebenfalls aus Bild 2 ersehen kann. Theoretisch wird dieser Dämpfungswiderstand unendlich groß, wenn man R und R_1 gleich groß macht. In der Praxis erhält man eine sehr große Dämpfung für f_0 , wenn man R veränderbar gestaltet und durch Versuche so einstellt, daß sich eine maximale Sperrung für f_0 ergibt. Demgegenüber ist die Resonanzfrequenz der Querzweige gegeben durch

$$f_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \cdot C_1}} \quad (2)$$

Bei dieser Frequenz zeigt das Filter ein Maximum der Durchlaßkurve, weil die Querzweige ihren größten Widerstandswert annehmen. Die Form der gesamten Frequenzkurve des Filters hängt davon ab, welchen Abstand die Frequenzen f_0 und f_1 voneinander haben, also welchen Wert der Ausdruck

$$\frac{f_1}{f_0} = \sqrt{\frac{L}{L - L_1}} \quad (3)$$

hat. Wenn L sehr groß gegen L_1 ist, fallen die beiden Frequenzen zusammen. Im Bild 3 ist die typische Durchlaßkurve eines bifilaren T-Filters mit den dort angegebenen Werten von L, L_1, C_1 und R_1 dargestellt. Man sieht, daß sich durch geeignete Wahl von f_0 und f_1 ein sehr schmaler und tiefer Sperrbereich erreichen läßt.

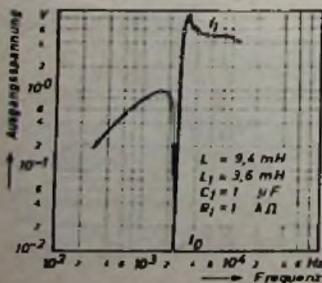


Bild 3. Frequenzkurve eines bifilaren T-Filters (Daten im Bild)

Bild 4 (unten). Die Form der Frequenzkurve kann durch Querkapazitäten C_2 am Eingang und am Ausgang des T-Filters beeinflusst werden

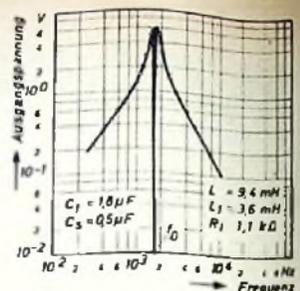
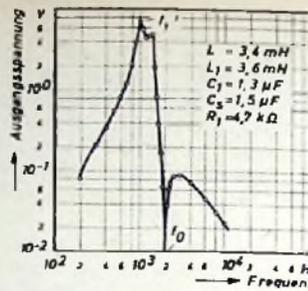
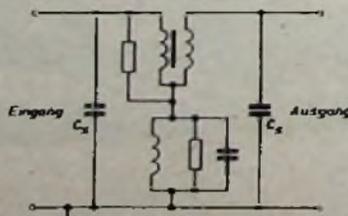


Bild 5 (links). Frequenzkurve eines bifilaren T-Filters mit Querkapazitäten C_2 .
Bild 6 (rechts). Für einen bestimmten Wert der Querkapazitäten C_2 ergibt sich eine symmetrische Frequenzkurve mit äußerst schmalen Sperrbereich

Aus den Gl. (1) und (2) geht hervor, daß f_1 immer größer als f_0 sein muß. Legt man jedoch nach Bild 4 parallel zum Eingang und zum Ausgang des Filters je eine Querkapazität C_2 , so kann man mit Hilfe geeigneter Werte von C_2 die Frequenz f_1 der maximalen Durchlässigkeit um jeden beliebigen Betrag erniedrigen, weil man mit C_2 die Resonanzfrequenz der Querzweige im Bild 2 herabsetzt, ohne die Resonanzfrequenz des Längszweiges zu beeinflussen. Bild 5 zeigt die Frequenzkurve eines bestimmten T-Filters mit Querkapazitäten C_2 , wo das Maximum bei einer Frequenz f_1 unterhalb der Sperrfrequenz f_0 liegt. Es ist klar, daß durch einen ganz bestimmten Wert von C_2 die Frequenz f_1 gerade um so viel erniedrigt werden kann, daß f_1 mit f_0 zusammenfällt. Das tritt ein für

$$C_2 = C_1 \cdot \frac{L_1}{2(L - L_1)} \quad (4)$$

und hat eine nahezu symmetrische Frequenzkurve (Bild 6) mit einem ungewöhnlich scharfen Sperrbereich bei f_0 zur Folge.

Mit einem derartigen bifilaren T-Filter könnte ein extrem selektiver NF-Verstärker mit einer festen Durchlaßfrequenz f_0 gebaut werden, indem man den Verstärker mit einer starken Gegenkopplung versieht und das Filter in den Gegenkopplungsweg legt. Hierbei stellen sich erhebliche Schwierigkeiten ein, da sich der Phasenwinkel des Filters in der Umgebung der Sperrfrequenz f_0 stark ändert, so daß der Verstärker zu Instabilitäten neigt. Jedoch gelang es, einen stabilen Verstärker mit der Schaltung nach Bild 7 zu entwerfen.

Bild 7. Hochselektiver NF-Verstärker mit bifilarem T-Filter in der Gegenkopplung

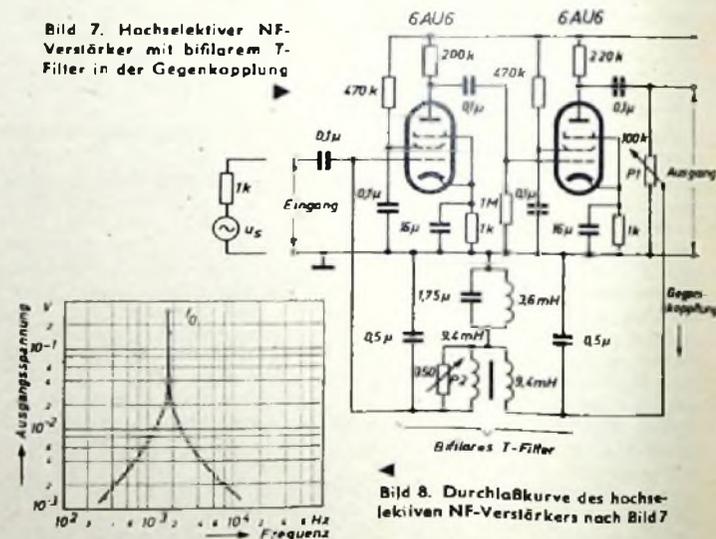


Bild 8. Durchlaßkurve des hochselektiven NF-Verstärkers nach Bild 7

Seine Frequenzkurve geht aus Bild 8 hervor. Die Durchlaßfrequenz f_0 liegt bei 1700 Hz, während die Bandbreite (bei einem Abfall von 20 dB) nur 100 Hz ist. Bei den Frequenzen $f_0/2$ und $2f_0$ ist bereits ein Abfall von 35 dB zu beobachten. Die Bandbreite kann in gewissen Grenzen durch die Potentiometer P_1 und P_2 variiert werden. Wenn man den Schleifer von P_1 in Richtung auf das anodenseitige Ende verschiebt, wird die Gegenkopplung verstärkt, gleichzeitig nehmen Verstärkung und Bandbreite ab. Durch Verkleinerung von P_2 kann ebenfalls die Bandbreite vermindert werden, jedoch darf man P_2 nicht zu klein machen, da sonst die Gefahr besteht, daß der Verstärker zu schwingen beginnt.

Dr. F. Hendry, A., u. McIntosh, A. G.: Bifilar T-trap. Electronic & Radio Eng. Bd. 35 (1958) Nr. 7, S. 254

Elektroakustik, Bd. IV: Grundlagen der Beschallungstechnik. Von H. Petzoldt. Leipzig 1957, Fachbuchverlag. 168 S. m. 198 B. u. 20 Taf. 16,2x27,9 cm. Preis in Halbt. geb. 9,80 DM.

Der vorliegende vierte Band der Buchreihe „Elektroakustik“ wendet sich vorzugsweise an den Techniker und Ingenieur der Elektroakustik und Fernmelde-technik, daneben aber auch an den Studierenden der Fachschulen. Mit den Augen des erfahrenen Fachmannes gesehen, werden hier die vielfältigen Aufgaben behandelt, die bei der Lösung von Beschallungsaufgaben auftreten. Zahlreiche der Praxis entnommene Beispiele zeigen in klarer Form, welcher Weg jeweils am schnellsten zum Ziele führen wird. Beispiele von Beschallungsanlagen für das Freie und für geschlossene Räume werden ausführlich diskutiert.

METALLGEHÄUSE



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

Elkoflex

Isolierschlauchfabrik

Gewebe- und gewebelose

Isolierschläuche

für die Elektro-,

Radio- und Motorenindustrie

Berlin NW 37

Hultenstraße 41/44

Kaufgesuche

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

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

Röhrenröhren, Spezialröhren, Senderöhren gegen Kasse zu kaufen gesucht. Siebehelyl, Hamburg Gr. Plottbek, Gratenstraße 24, Tel. 82 71 37

Labor-Instr., Kathographen, Charlottenburger Motoren, Berlin W 15

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

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

Verkäufe

Baupläne für Detektorschaltungen für MW, KW und UKW DM 1,20 Geeignet zum Nachschalten von Transistoren K. Hoffmann, Frankfurt/M 1/3314

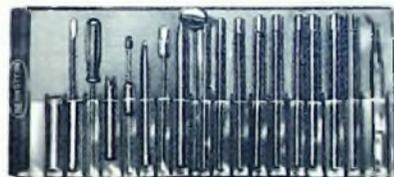
Tonbandgerät zur Aufnahme von Sprache und Musik. Bausatz ab 50,- DM. Prospekt freil. F. auf der Lake & Co. Mülheim-Ruhr

für Tonband- u. Filmfreunde...

Schneider ARCHIV Kasette

- Ein leichter Druck auf die Kasette und die gewünschte Spule ist griffbereit.
- Die zur Kasette gehörenden Fußleisten ermöglichen eine leichte Verbindung zu einem festgefügtigen Archiv.
- geschmackvoll, staubdicht, abriebfest, mäßelschonend und transparenter

CARL SCHNEIDER, Spezialfabrik für Tonband- u. Filmspulen
Rohrbach, Darmstadt 2, Tel. Ober-Ramstadt 238 u. 310, FS. 0419-204



BERNSTEIN

Spezial-Werkzeuge für die Rundfunk-, Fernseh- u. Fernmeldetechnik, Werkzeugtaschen, Radio- und Fernseh-Trimmer-Bestecke.

BERNSTEIN - Werkzeuglabor
Steinrücke K.-G.
Remscheid-Lennep

Wachsende Transistor-Empfänger

RIM-TRABANT-SERIE

Gruppe Geradeausempfänger in 4 Aufbauformen: Detektor mit Abstimmkreis und mit Transistorverstärker; Transistoraudion mit 1 Transistorverstärker und mit 2 Transistorverstärkerstufen
Sammelbaummappe einschließlich Inlandsporto DM 1,70

Neu!

Gruppe Superhets in 2 Aufbauformen: 4- und 5-Kreiser (2 bzw. 3 ZF-Kreise) mit 2-stufigem NF-Verstärker, Eintakt-Endstufe.
Baumappe einschließlich Inlandsporto DM 2,50

Transistor-Baukasten „ExBaKa“. Neuartiges Steckprinzip — Spielend leichter Aufbau — Leistungsfähiger Geradeausempfänger.
Baumappe einschließlich Inlandsporto DM 2,-

VERLANGEN SIE PROSPEKT „TRABANT“!

RADIO-RIM

München 14, Bayerstraße 25

Röhren

Preisliste
HL 11/58
für den Fachhandel

Material- u. Rohmaterialien gesteuert, mit Lager

HACKIER

WILHELM HACKER KG

Größtortimenter für europ. und USA
Elektronenröhren • Elektronen-Röhrenersatzteile

BERLIN - NEUKÖLLN

Am S- und U-Bahnhof Neukölln

Silbersteinstr. 3-7 • Tel. 62 12 12

Geschäftszeit: 8-12 Uhr, sonnabends 8-12 Uhr

Eine Frage
an strebsame
Facharbeiter:

Gehalt | 1961 | 375,-

Lohn | 1958 | 96,50



Wo wollen Sie 1961 stehen?

Durch Weiterbildung in Ihrer Freizeit erlernen Sie ohne Berufsunterbrechung innerhalb von zwei Jahren das theoretische Wissen, das Sie zu einer gehobenen Stellung als Werkmeister, Techniker, Betriebsleiter befähigt. Fassen Sie an der Schwelle des neuen Jahres den guten Vorsatz: Ich will weiterkommen! Das interessante Buch **DER WEG AUFWÄRTS** unterrichtet Sie über die von Industrie und Handwerk anerkannten Christiani-Fernlehrgänge Maschinenbau, Elektrotechnik, Bau-technik, Radiotechnik, Mathematik und Stabrechnen. Sie erhalten dieses Taschenbuch gratis. Schreiben Sie heute noch eine Karte an das Technische Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani Konstanz Postfach 1857

DER
WEG
AUF
WÄRTS

Für Fernsehempfang
aus Nah und Fern

trial
ANTENNEN



Kontaktsicher
Leistungsstark
Preiswert
Dauerhaft

Dr. Th. Dumke KG
RHEYDT, Postf. 75

Magnetische Spannungs-Stabilisatoren

halten Netzspannungen automatisch und ohne bewegte Teile konstant

Bis 40% Rabatte auf den Listenpreis

Hochkonstant-Netzgerät

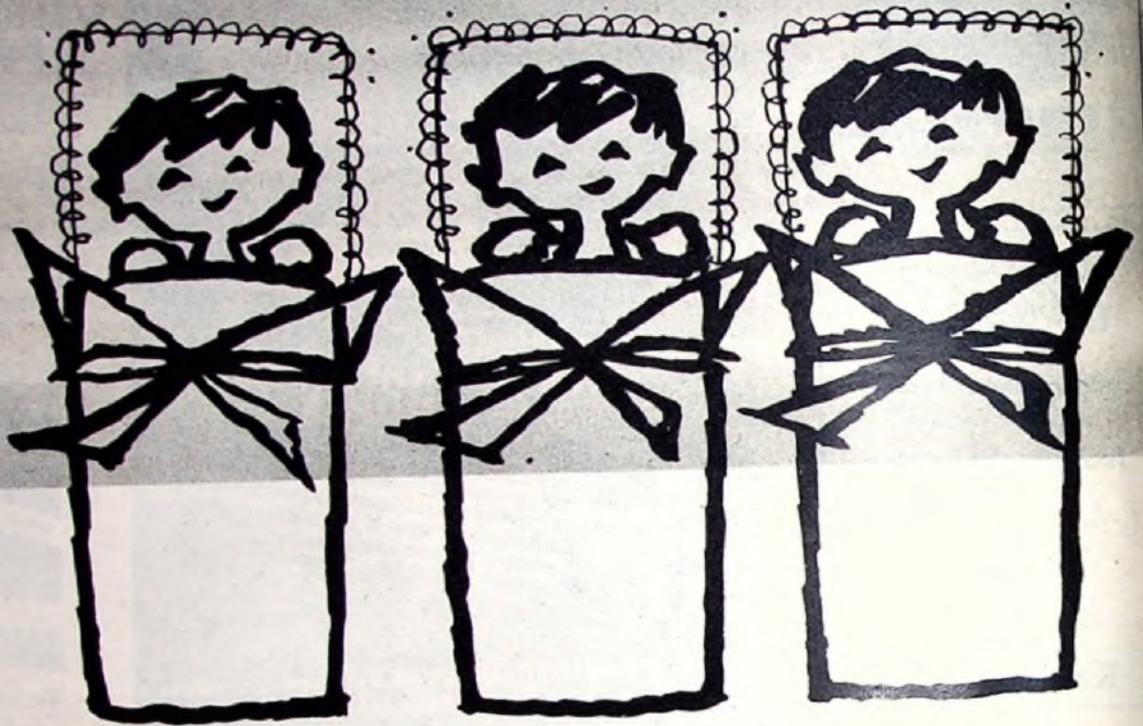
elektronisch geregelt, mit 0,1 % oder 0,01 % Genauigkeit

Bis 20% Rabatte auf Fabrik-Nettopreis

STEINLEIN-REGLER

Stromversorgung

Rheinhausen (Baden)



GOSSSEN stellt vor – Transistor-Drillinge



Transistor-Tester
für Kleintransistoren
Meßbereiche:
Stromverstärkung
0 ... 100fach u. 0 ... 200fach
Collector-Reststrom 0 ... 1000 μ A
Collector-Spannung 2 V
Eingebaute Batterie 4,5 V
Schnellanschluß des Prüflings
Stahlblechgehäuse



Leistungs-Transistor-Tester
für Leistungs-Transistoren
bis ca. 15 Watt
Meßbereiche:
Stromverstärkung
0 ... 100fach u. 0 ... 200fach
Collector-Reststrom 0 ... 20 mA
Collector-Spannung 6/12/24 V
Netzanschluß 220 V, 50 Hz
Stahlblechgehäuse



Konstanter
Transistor-geregeltes Nieder-
spannungs-Netzgerät
Kenndaten:
U: 0,5 ... 15 V
I: max. 4 A
Ri: 0,015 Ohm
Restwelligkeit: 0,2%
Regelverhältnis: 30:1
Temperaturfehler: 0,3 %/°C
Netzanschluß 220 V, 50 Hz
Stahlblechgehäuse