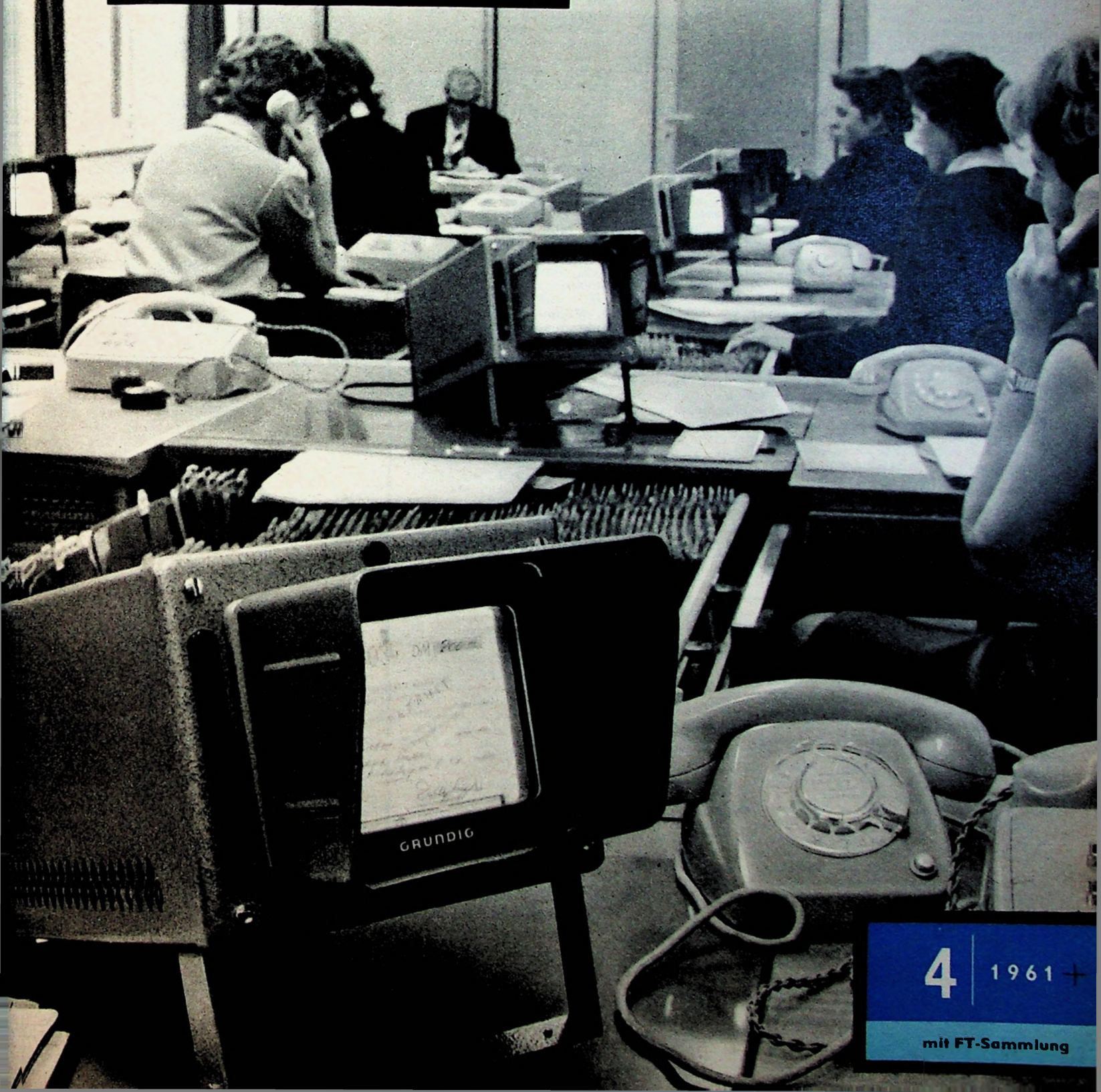


2. FEBRUARHEFT

BERLIN

FUNK- TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK



4

1961 +

mit FT-Sammlung

Internationale Wellenverteilungskonferenz in Stockholm

Vom 26. 5. bis 22. 6. 1961 findet in Stockholm eine internationale Wellenverteilungskonferenz statt, zu der die Postverwaltungen des europäischen Rundfunkgebietes eingeladen sind. Auf dieser Konferenz sollen Absprachen über die Aufteilung im Bereich der Meter- und Dezimeterwellen getroffen werden.

Abkommen zwischen ITT und Texas Instruments über Halbleiter-Bauelemente

Um der steigenden Nachfrage nach Halbleiter-Bauelementen im Firmenverband der International Telephone and Telegraph Corporation (ITT), zu der in Deutschland auch die Standard Elektrik Lorenz AG (SEL) gehört, gerecht zu werden, haben die ITT und die Texas Instruments Inc., USA, ein Abkommen getroffen, das engste Zusammenarbeit auf dem Halbleiter-Bauelementgebiet gewährleistet. Obwohl dieses Abkommen für den europäischen Markt von erheblicher Bedeutung sein dürfte, plant die SEL einen weiteren Ausbau ihres Bauelementwerkes SAF, Nürnberg, um den erhöhten Bedarf auf diesem Gebiet befriedigen zu können.

Zeichenschablone mit genormten Schaltzeichen

Standard Elektrik Lorenz hat eine Zeichenschablone mit den gebräuchlichsten genormten Schaltsymbolen der Rundfunktechnik zusammengestellt. Eine übersichtliche Anordnung und richtige Größenverhältnisse der Schaltzeichen zueinander erleichtern das Arbeiten mit diesem Hilfsmittel. Die Lorenz-Schablone kann durch Geschäfte für Zeichenbedarf und den Rundfunkbauteile-Einzelhandel bezogen werden.

Kofferempfänger „Derby“ von Blaupunkt

Auch die Blaupunkt-Werke haben jetzt die Fabrikation eines Kofferempfängers aufgenommen, und zwar eines Universalgerätes, das mit Hilfe einer zusätzlichen Haltevorrichtung (an der sich Anschlüsse für Autoantenne und Autolautsprecher befinden) sehr leicht auch als Autoempfänger eingesetzt werden kann. Der mit 9 Trans + 4 Ge-Dioden bestückte Empfänger hat die vier Wellenbereiche UKML. Die Endstufe ist für 1 W ausgelegt. Ein perm.-dyn. Lautsprecher (10 cm Ø) ist eingebaut, der automatisch beim Einschleiben in die Autohalterung abgeschaltet wird, und an dessen Stelle dann ein fest im Armaturenbrett montierter, an die akustischen Verhältnisse des Wagens angepaßter Speziallautsprecher tritt. Außer einer auszieh- und schwenkbaren Teleskopantenne enthält das Gerät eine empfangstarke Ferritantenne. Beim Empfang im Auto

ist sichergestellt, daß keine Verstimmung der Ferritantenne beim Einschieben des Koffers in die Haltevorrichtung auftritt. Mit einem Batteriesatz (6x1,5-V-Leakproof-Monozellen) sind mehr als 200 Betriebsstunden zu erreichen. Der Empfänger ist 27,3x19,8x8,6 cm groß.

„Micro-Boy“ von Grundig

Die neue Reihe der Taschen- und Reiseempfänger von Grundig wird wie im Vorjahr wieder einen „Micro-Boy“ enthalten. Im Gegensatz zum Vorjahrestyp hat dieser neue, sehr preisgünstige 6-Transistoren-Super außer dem MW-Bereich noch einen Langwellen-Bereich. Ein passender Heimlautsprecher, in den der „Micro-Boy“ eingeschoben werden kann, wird auch für diesen Empfänger geliefert.

59-cm-Fernsehempfänger von Schaub-Lorenz

Das Fertigungsprogramm der Fernsehempfänger mit 59-cm-Bildröhre wurde von Schaub-Lorenz jetzt auch auf die untere Preisklasse ausgedehnt. Ende Februar erscheint beispielsweise der neue Empfänger „Weltecho 2059“, der in verschiedenen Gehäuseausführungen und mit eingebautem oder ohne UHF-Teil erhältlich sein wird. Der Empfänger ist einschließlich der 59-cm-Bildröhre mit 18 Röhren + 7 Ge-Dioden + 1 Tgl bestückt. Getastete Regelung, Einschaltsbrummsperre, Automaten für Zeilenamplitude, Bildamplitude und Leuchtfleckunterdrückung sowie Anschlußmöglichkeit für Fernbedienung (Helligkeit und Lautstärke) sind einige weitere Einzelheiten (Preis 935 DM, nur mit UHF).

Neue Grundig-Fernsehgeräte

In diesen Tagen bringen die Grundig-Werke vier neue Fernsehgeräte mit 59-cm-Bildröhre heraus. Auf Grund der weitgehend rationalisierten und automatisierten Fertigung konnten die Preise dieser neuen Empfänger sehr günstig festgesetzt werden. Es handelt sich um die „Zauberspiegel“-Fernsehempfänger „59 T 8“ (Tischgerät; 796 DM ohne UHF, 868 DM mit UHF), „59 T 10“ (Tischgerät, 898 DM mit UHF), „59 S 8“ (Standgerät; 998 DM mit UHF) und „59 S 10“ (Standgerät; 1098 DM mit UHF).

Ziffernanzeigeröhre Z 550 M

Die neue dekadische Ziffernanzeigeröhre Valvo Z 550 M ist speziell für Transistor-Zählschaltungen entwickelt worden. Sie spricht auf ein Signal von 5 V und weniger als 50 µA an.

Die Ziffern der Z 550 M sind aus einer Metallabdeckung gestanz- und ringförmig angeordnet. Sie werden durch den Dom des Glaskolbens abgelesen. Die Neon-Glimmladung an entsprechender Stelle wird mit Hilfe einer von insgesamt zehn Hilfs- elektroden gezündet.

„TW 504“, ein neuer Telefunken-Plattenwechsler

Das neue, der technischen Weiterentwicklung entsprechende und in der äußeren Form dem heutigen Geschmack angepaßte Gerät unterscheidet sich von seinem Vorgänger „TW 502“ vor allem durch veränderte Plattenhalterkonstruktion, Trapezform und geringeren Raumbedarf. Die feste, unverlierbare Wechselachse und das Prinzip des auszuschnenkenden, aber nicht abnehmbaren Plattenhalters sind beibehalten worden. Der „TW 504“ erlaubt beliebiges Mischen von 25- und 30-cm-Platten, sofortiges Wechseln zur nächsten Platte, automatisches Einzelspiel, automatisches Dauerspiel (durch Ausschwenken des Plattenhalters in Hochstellung) und Halbautomatik, wenn der Benutzer selbst den Tonabnehmer auf die Platte setzen will.

Zehn Millionen Grundig-Geräte

Die Grundig-Werke gaben jetzt eine Gesamtproduktion von zehn Millionen Geräten aller Art bekannt. Seit 1947 wurden hergestellt: 6,2 Millionen Rundfunk-Heim- und -Reiseempfänger, 750 000 Musik- und Stereo-Schränke, 2 Millionen Tonband- und Diktiergeräte, 1 Million Fernsehempfänger und 50 000 Meßgeräte, industrielle Fernseh- anlagen und elektronische Anlagen.

„Frigistor“, ein Halbleiter-Bauelement zur thermoelektrischen Kühlung

Unter der Bezeichnung „Frigistor“ stellt die Firma Needco, USA (Deutsche Vertretung A. Neye, Enatechnik, Darmstadt), neue Halbleiter-Bauelemente zur thermoelektrischen Kühlung her. Die Elemente haben eine Güte Z von $2 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ und werden aus n - und p -leitendem Nelloid, einer Verbindung aus Wismut, Tellur, Antimon, Schwefel usw. hergestellt. Die neuen Kühlelemente sind universell verwendbar für konventionelle Kühlanlagen aller Art. Besondere Vorteile bieten sie jedoch für die bisher praktisch nicht zu bewältigenden Probleme der Kühlung kleiner und kleinster Flächen. Die Kühlleistung der neuen Elemente wird mit dem sie durchfließenden Strom geregelt; durch Umkehrung der Stromrichtung wirken sie als sehr wirtschaftliche Wärmepumpen (5 ... 10fach größerer Wirkungsgrad gegenüber normaler Widerstandsheizung).

Aus der Amateur-Arbeit

Funkamateure als Weltraum-Funker

Wie erst jetzt aus den USA verlautet, waren am Bau und an der Entwicklung sowie am Start des Erdsatelliten „Courier I“ sechshundvierzig amerikanische Funkamateure beteiligt.

FT-Kurznachrichten	98
Zur Service-Entwicklung	101
Fernseh-Großbildprojektion gestern und heute · Vom Zwischenfilm-Verfahren zum Eidophor-Projektor	102
Auswirkungen der Fehlanpassung auf das Fernsehbild	106
Erweiterungsmöglichkeiten für ein geregeltes Netzgerät	110
Von Sendern und Frequenzen	110
FT-SAMMLUNG	
Schaltungstechnik	
Halbleiter-Dioden · Wirkungsweise und Schaltungstechnik (11)	111
Mathematik	
Einführung in die Laplacetransformation (4)	113
Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche — Der Stereo-Konverter	115
Persönliches	116
Elektronische Steuerungsanlage für Förderzwecke	117
Neuartige Band-Fernsehanlage	118
Für den KW-Amateur	
Sender für Einseitenbandtelefonie mit unterdrücktem Träger	120
Farbfernsehen im Dienste der Chirurgie ..	122
FT-Zeitschriftendienst	
Prüfgerät für HF-Transistoren	126

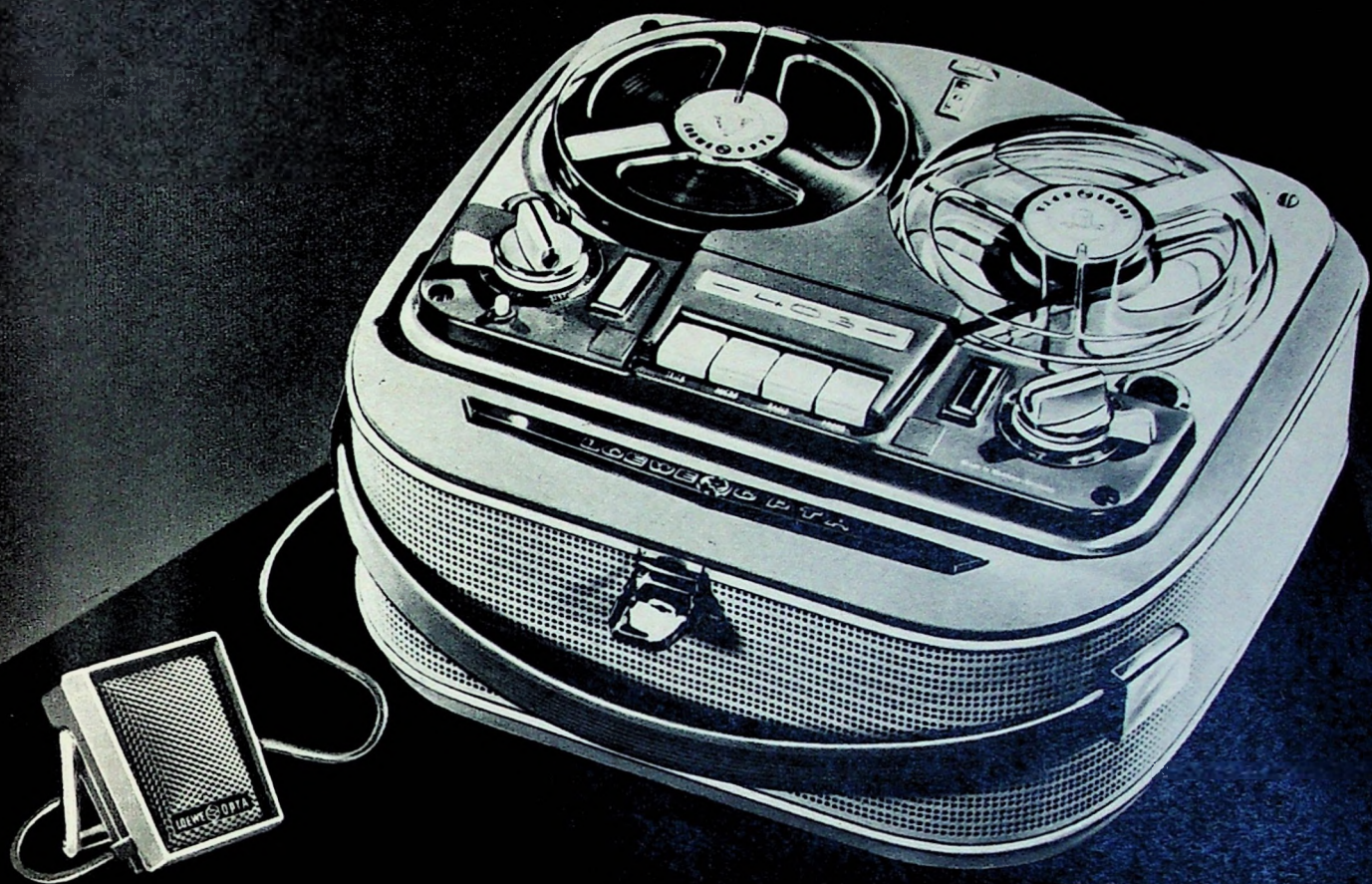
Unser Titelbild: Fernsehempfänger einer Bank-Fernsehanlage auf den Arbeitsplätzen der Disponenten (s. a. S. 118). Verkaufnahme: Grundig

Aufnahmen: Verfasser, Verkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Labor (Neubauer, Kuch, Schmohl, Straube) nach Angaben der Verfasser. Seiten 99, 100, 119, 127 und 128 ohne redaktionellen Teil.

VERLAG FÜR RADIO - FOTO - KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141—167. Telefon: Sammel-Nr. 49 2331 (Ortskennzahl im Selbstwählferndienst 0311). Telegrammumschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 0184352 fachverlage bln. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin u. Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Walter Bartsch, Chefgraphiker: Bernhard W. Beerwirth, beide Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK PSchA Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 10 Pf berechnet. Die 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; Druck: Elsnerdruck, Berlin

LOEWE OPTA

Universal-Tonbandgeräte



OPTACORD 403

Doppelspuraufzeichnung

Max. Spieldauer 6 Std.
15 cm Spulen

DM 449,-

OPTACORD 404

Vierspuraufzeichnung

Playback • Stereowiedergabe
mit Zusatzverstärker
Max. Spieldauer 12 Std.
15 cm Spulen

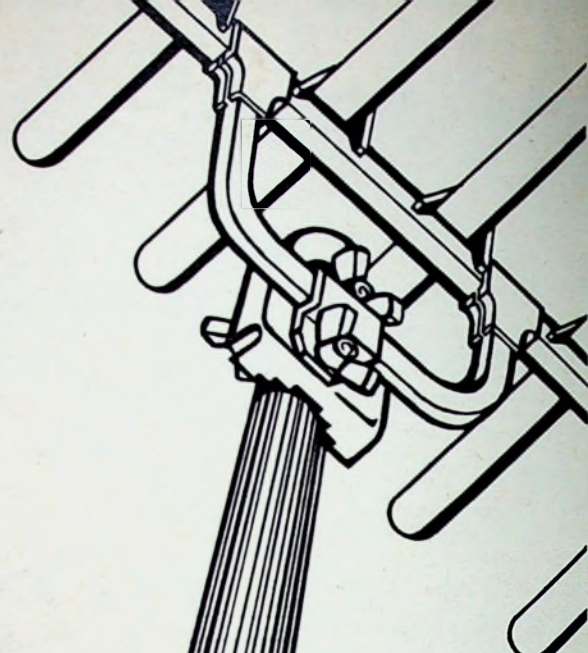
DM 498,-

**2 Bandgeschwindigkeiten 4,75 und 9,5 cm/sec • Volltricktaste • Fernbedienung
Hi-Fi Wiedergabe über 5 Watt-Endstufe • Formschönes zweifarbiges Gehäuse**

LOEWE OPTA

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

Hirschmann



Sicherheit!

Stürme, Regen, Hitze, Eis und Schnee, den Kampf gegen die Korrosion — mit Sicherheit soll ein Antennenmast hoch über den Dächern diesen Belastungen widerstehen. Durch garantierte Festigkeitswerte, stoß- und wetterfestem Oberflächenschutz, bieten Hirschmann-Antennenmasten diese Sicherheit. Unsere Berechnungstabelle DS 218 (auf Wunsch wird sie Ihnen gerne kostenlos zugeschickt) gibt Ihnen an, welcher Mast in welcher Länge für die einzelne Antennentype in Frage kommt. Ist der Hirschmann-Antennenmast nach dieser Tabelle bemessen und montiert, dann haben Sie die Gewähr, daß die VDE-Vorschrift erfüllt ist. Der Hirschmann-Antennenmast ist dann den Belastungen, die von ihm gefordert werden, mit Sicherheit gewachsen. Richard Hirschmann Radiotechnisches Werk Eblingen a. N.

Type	Stema 32/150	Stema 32/200	Stema 32/300
Länge cm	150	200	300
Außen-ø mm	32	32	32
Wandstärke mm	1,6	1,6	1,6





Chefredakteur: WILHELM ROTH · Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Zur Service-Entwicklung

Über den Radio-Service gibt es in dieser Saison nicht viel zu sagen. Arbeitsmethoden, Lagerhaltung, die Technik der Fehlersuche und Reparatur sind fast unverändert geblieben. Nach wie vor spielt sich der Reparaturvorgang in den Werkstätten des Handels, nicht in der Wohnung des Kunden ab, sofern man von Sonderfällen absieht, von denen einer oft die Musikschränkreparatur ist.

Anders verhält es sich mit dem Fernseh-Service. Mit dem steigenden Fernsehgeschäft vergrößert sich der Kundenkreis. Es vermehren sich damit in gleichem Maße die Service-Verpflichtungen, ganz besonders aber die Anforderungen in den ersten Monaten nach dem Verkauf neuer Geräte. Wenn die Verkaufsabteilung des Einzelhändlers besonders tüchtig gewesen ist, liegt der Service-Anstieg in letzter Zeit beispielsweise bei 20 bis 30%. In gleichem Umfang muß die Werkstatt mit der Entwicklung Schritt halten, wenn der Händler nicht Gefahr laufen will, seine Kunden zu leistungsfähigeren Betrieben abwandern zu sehen. Bei dieser Situation soll man sich des wichtigsten Service-Grundsatzes erinnern: Der Kundendienst muß schnell funktionieren, er darf den Käufer nicht tage- und wochenlang warten lassen.

In den meisten Fällen bedeutet diese Forderung zusätzliches Personal. Zunächst sei hier eine grundsätzliche Frage angeschnitten. Bei den steigenden Anforderungen an den Werkstattfachmann im technischen Dienst und den ebenso gestiegenen Personalkosten wird es immer mehr unwirtschaftlich, qualifiziertes Fachpersonal für andere Zwecke einzusetzen. Eine klare Trennung zwischen Technik, Verwaltung und kaufmännischem Betrieb sollte auch der kleine Betrieb einführen. Der Techniker muß in seinem Bereich voll eingesetzt werden. Wenn man der Statistik glauben will, kommen auf 100 verkaufte Fernsehempfänger jährlich rund 150 und mehr Kundendienstleistungen. Es gibt aber auch in diese Ziffer nicht einkalkulierte Ausnahmefälle mit einem höheren Service-Anfall.

Ein Sonderproblem ist die kommende UHF-Fernsehtechnik. Der Einbau der UHF-Teile und im Zusammenhang damit die Montage von UHF-Antennen bedeuten eine spürbare zusätzliche Werkstattbelastung, auch wenn der Ansturm der interessierten Kunden in den jeweiligen UHF-Empfangszonen gemäßigt verlaufen sollte. Die rechtzeitige Bereitstellung von UHF-Nachrüstsets für die in den letzten Jahren besonders viel verkauften Empfängertypen und von für den jeweiligen Geschäftsort zweckmäßigen UHF-Antennen ist anzuraten.

Wer also in Zukunft einen flotten Kundendienst abwickeln möchte, sollte zuerst die Frage der Personalerweiterung klären. Flotter Kundendienst heißt andererseits eine Aktivierung des Außendienstes. Die überwiegende Anzahl aller Service-Fälle läßt sich beim Kunden selbst abwickeln. Oft sind es nur Kleinigkeiten (durchgebrannte Sicherung, horizontale oder vertikale Bildjustierung, Fehler in den Anschlußleitungen und dergleichen), die man an Ort und Stelle sofort erledigen kann. Kompliziertere Fehler — sie sind nicht sofort zu lokalisieren — können nur in der Werkstatt behoben werden. Hierzu ist es notwendig, das schadhafte Gerät abzutransportieren. Der Außendienst sollte daher über einen ausreichend großen Kombi- oder Transportwagen verfügen und solche Geräte sofort mitnehmen. Hierzu ist ein zweiter Mann zweckmäßig, denn man kann dem Kunden nicht zumuten, beim Tragen einer Truhe oder eines großen Chassis mitanzufassen.

Der zweite Techniker im Kundendienstwagen — vielfach genügt eine in Ausbildung stehende Nachwuchskraft — macht sich übrigens bei jeder Art von Antennenreparatur sehr nützlich. Wenn es sich um Außenarbeiten vor allem auf dem Dach handelt, darf auf eine Hilfe schon im Hinblick auf mögliche Unfallsituationen nicht verzichtet werden. Mit zwei Arbeitskräften sind gerade Antennenarbeiten viel schneller abzuwickeln, ein Gesichtspunkt, den man nicht übersehen sollte.

Je mehr Reparaturen der Außendienst ausführt, um so leistungsfähiger kann der Service-Betrieb sein. In technischer Beziehung bedeutet das die

ständige Auswertung der Außendienst-Erfahrungen und die Ergänzung des mitzunehmenden Service-Koffers. Die Devise lautet: Noch mehr beim Kunden reparieren! Selbstverständlich sind diesem Verfahren Grenzen gesetzt. Durch Komplettierung des Service-Koffers gelingt es aber, noch mehr Fehler bereits in der Kundenwohnung zu finden und zu beseitigen.

Der Service-Koffer sollte auf jeden Fall je einen kompletten Satz Prüf- und Ersatzröhren erhalten, einen Fernsehspiegel, ferner an Meßeinrichtungen ein Röhrenvoltmeter mit Hochspannungsmeßkopf und unter anderem noch ein Vielfachinstrument für Strom- und Widerstandsmessungen. Die Erfahrung zeigt, daß eine große Anzahl von Geräteausfällen auf schadhafte Kopplungskondensatoren zurückzuführen sind. Im Zusammenhang damit fallen oft die Röhren der jeweiligen Stufen aus. Wenn man nur die Röhre ersetzt, nicht aber gleichzeitig den defekten Kondensator, dann tritt der gleiche Schaden erneut ein. Die Überprüfung der kritischen Bauelemente mit geeigneten Meßeinrichtungen ist daher in solchen Fällen dringend nötig.

Auch die Werkstätten müssen sich den steigenden Anforderungen anpassen. Die vielfach noch üblichen Arbeitsplätze mit geringen Raumreserven — sie reichen oft gerade noch für die Radioreparatur aus — genügen nicht mehr. Breitere und tiefere Arbeitstische (mit vielen Schüben, rückseitigem Aufbau mit Steckdosen, Anschlüssen, Prüflautsprechern), auf die man Meßgeräte stellen kann, sind die Grundvoraussetzungen für eine schnelle und rationelle Reparatur. In Werkstätten mit mehreren Arbeitsplätzen wird es wichtig, den Meßgerätepark zu erweitern. Überall, wo die Fehlersuche eingehend betrieben wird, sollte ein Fernseh-Service-Oszillograf vorhanden sein. Für diese Zwecke genügen meistens einfache Werkstatt-Oszillografen. Die Preise für solche Geräte liegen noch in einer solchen Größenordnung, daß sie der Betriebsinhaber sofort abbuchen kann. Auch wenn eine Werkstatt nur über zwei Arbeitsplätze verfügt, ist es im Hinblick auf die Zukunftsaufgaben ratsam, jeden Tisch mit einem Oszillografen auszustatten. Auch das Röhrenvoltmeter sollte ebenso wie der Fernsehspiegel an jedem Arbeitsplatz zu finden sein.

Der Kunde erwartet von einem gut geführten Fachgeschäft, daß bei der Aufstellung des erworbenen Fernsehempfängers eine gute Antenne errichtet wird. Dieser Gesichtspunkt ist auch von Bedeutung, wenn Empfänger „auf Probe“ geliefert werden, denn hier beeinflusst die Bildqualität oft maßgebend den Kaufentscheid. Die Erfahrung zeigt: Erstklassige Antennenanlagen, auch wenn es sich um Einzelantennen handelt, können nur Techniker mit Spezialkenntnissen bauen und justieren.

Bewährt hat es sich, einen Antennen-Bautrupps zu organisieren. Er muß schnell und zielsicher arbeiten können. Langwierige Versuche sollten nach Möglichkeit unterbleiben. Im einfachsten Fall genügen zwei Techniker und ein Service-Wagen mit Material, Meßeinrichtungen — Prüfempfänger und Sprechverbindungen sind sehr nützlich — und verschiedenen Antennen. Auch bei dieser Art des Kundendienstes muß man in die Zukunft blicken. Die UHF-Technik läßt weniger Kompromisse zu, und es wird — von Ausnahmen abgesehen — die gediegene Mehrelement-Yagi-Anlage die Standardantenne sein.

Mit dem Ausbau des Fernseh-Service ist die Erweiterung des Ersatzteillagers eng verknüpft. Zu den am meisten benötigten Ersatzmaterialien gehören Röhren und Hochspannungstransformatoren. Der Hochspannungsteil war bei einigen Fabrikaten gelegentlich ein Engpaß und die Lieferung mit Wartezeiten verknüpft. Auch Spezialregler, Transformatoren aller Art und Drucktastenaggregate sollten in gewissem Umfang auf Lager gehalten werden. Auch Kanalschalter — sie dürfen nach Firmenanweisung sowieso nur in der Fabrik repariert werden — müssen für Austausch Zwecke bereitstehen.

Wie man sieht, stehen den Werkstätten in diesem Jahre viele Aufgaben bevor. Wenn Ausbau und eine gewisse Rationalisierung Hand in Hand gehen, werden die Probleme zu lösen sein. Werner W. Diefenbach

Fernseh-Großbildprojektion gestern und heute

Vom Zwischenfilm-Verfahren zum Eidophor-Projektor

Sollen Fernsehbilder einem großen Teilnehmerkreis sichtbar gemacht werden, dann bedarf es wesentlich größerer Bildflächen, als sie die Bildröhren der normalen Heim-Fernsempfänger bieten. Bildröhren eines Formats von mehreren Quadratmetern Fläche lassen sich aus technologischen Gründen heute jedoch nicht herstellen. Die gestellte Aufgabe kann daher nur die Projektion lösen.

Zunächst scheint es einfach, das Bild eines üblichen Fernsehgerätes auf optischem Wege vergrößert zu projizieren. Ein Nachteil ist dabei jedoch die ungenügende Helligkeit des auf eine große Fläche projizierten Schirmbildes. Auch bei den im Bildformat viel kleineren Projektions-Bildröhren, deren Schirmbild jedoch eine erheblich höhere Leuchtdichte hat, entsteht auf dem Bildschirm ein genauso wie bei Direktsehgeräten erzeugtes Fernsehbild. Der Leuchtstoff wird dabei also gleichfalls punkt- und zeilenweise durch einen vom Videosignal modulierten Elektronenstrahl zum Leuchten angeregt. Der Leuchtdichte ist nun durch die geringe thermische Belastbarkeit des Leuchtstoffes eine Grenze gesetzt. Sie kann nicht so hoch gewählt werden, daß die mit Projektions-Bildröhren auf der Bildwand erreichte Leuchtdichte den Verhältnissen entspricht, wie sie bei optischer Projektion eines Filmbildes mit Kinoprojektor und üblicher Projektionslampe auftreten.

Will man einen für die Projektion ausreichenden Lichtstrom auf die Bildwand werfen, dann muß man stets eine genügend große Lichtquelle zur Verfügung haben und die Lichtverluste geringhalten. Vorteilhaft ist es deshalb, wenn – wie bei der üblichen Kinoprojektion – das Projektionslicht einer getrennten starken Lichtquelle entnommen wird und das Videosignal oder der von ihm modulierte Elektronenstrahl nur eine mit einem Diapositiv vergleichbare Aufzeichnung erzeugt, die mit der Lichtquelle durchstrahlt und projiziert wird. Die Realisierung einer solchen Methode war jedoch nicht leicht.

Die folgende Übersicht zeigt, welche Wege bei der Fernseh-Großprojektion bisher grundsätzlich beschritten wurden, welche Vor- und Nachteile die einzelnen Verfahren haben und welchen technischen Stand die Fernseh-Großprojektion heute erreicht hat.

Das älteste Fernseh-Großbild war keine Projektion. Nach einem Zeilenrasterverfahren wurde vielmehr ein mit einigen tausend Glühlampen bestücktes Tableau so gesteuert, daß der Lichtwert der einzelnen Punkte des Bildes von den Glühlampen nachgebildet wurde.

Bald ging man jedoch schon zur Bildprojektion mittels eines Zwischenfilmes über. Das Fernsehbild mußte dabei auf einem Zwischenfilm gespeichert werden, den man nach der durch die Aufzeichnung und Entwicklung bedingten Verzögerung projizierte.

Um den durch die Zwischenfilm-Aufzeichnung notwendigen Aufwand und die Zeitverzögerung auszuscheiden, wurden etwa bereits zur gleichen Zeit Projektions-

Bildröhren entwickelt, deren Schirmbild (ohne Zwischenaufzeichnung) direkt auf die Bildwand geworfen wurde. Wie bereits erwähnt, reicht die Lichtausbeute solcher Anlagen mit Projektions-Bildröhren nicht ganz für eine Großbildprojektion aus. Für Heim-Anlagen oder Vorführanlagen in Hörsälen oder ähnlichen Räumen mit mittelgroßen Bildern haben Anlagen mit Projektions-Bildröhren jedoch durchaus ihre große Bedeutung behalten.

Die bisher letzte Station der Großbildprojektion sind wiederum Anlagen mit diapositivähnlichem Charakter, bei denen ein von einer konstanten Lichtquelle durchstrahltes Medium stetig vom Videosignal so verändert wird, daß es wie ein Lichtrelais das durchtretende Projektionslicht entsprechend den Lichtwerten der einzelnen Punkte des Fernsehbildes steuert. Höhepunkt dieser Entwicklung ist das Eidophor-Verfahren.

Zeilenraster-Großbildanlagen

Karolus kombinierte das von Carey 1875 zum erstenmal angegebene Zeilenrasterverfahren mit dem von den Bell Laboratories 1927 entwickelten System, das eine Zeilenrastertafel von 2500 Glimmzellen und einen rotierenden mechanischen Schalter mit 2500 Kontakten verwendete. Das Bild der fernzusehenden Person wurde durch ein Objektiv auf ein rotierendes Spiegelpolyeder geworfen und von diesem über mit k Photozellen bestückte Zeilen geführt. Eine in den Strahlengang des Objektivs geschaltete rotierende Schlitzblende lieferte auf optischem Wege die für die Verstärkung der Photoströme zweckmäßige Trägerfrequenz von 7200 Hz. Die in den Zeilen ausgelösten k Photoströme – sie entsprechen den Helligkeitswerten einer horizontalen Zeile des Bildes – gelangten über $k + 1$ Leitungen und k Vor- und Leistungsverstärker zu k synchron umlaufenden Verteilern mit je k Kontakten, die mit k^2 Glühlampen (zum Beispiel 10 000 Glühlampen je 6 V, 0,04 A) verbunden waren. Die Rastertafel einer solchen Anlage war 4 m^2 groß. Diese Großbildeinrichtung lieferte bei 50 Bildabastungen je Sekunde ein flimmerfreies Bild von maximal 1000 Lux. Später gingen Karolus und Hasel im Jahre 1936 dazu über, das von M. Schmierer vorgeschlagene Sammelschienenprinzip mit Koordinatenschalter anzuwenden. Schließlich brachte der Elektronenstrahlschalter weitere Verbesserungen. Die größte Zeilenrastertafel benutzte bei einer Fläche von $4 \times 5 \text{ m}$ etwa 40 000 Bildpunkte. Das Zeilenrasterverfahren hat in dieser Form heute keine Bedeutung mehr, ist aber seinerzeit technisch gelöst worden.

Zwischenfilm-Verfahren

Das kontinuierliche Zwischenfilm-Verfahren

Als ersten Großprojektor baute die Fernseh AG in Verbindung mit dem Filmwerk der Zeiss Ikon AG im Jahre 1933 den Zwischenfilm-Projektor. Er arbeitete nach dem 1932 für Aufnahmewecke entwickelten kontinuierlichen Zwischenfilm-Verfah-

ren. Eine endlose Blankfilm-Schleife von 35 mm Breite und etwa 60 m Länge wurde in einem Beschichtungsgerät mit lichtempfindlicher Bromsilber-Gelatine-Emulsion beschichtet. Nach zwei Minuten Trockenzeit durchlief sie ein Bildfenster zur Belichtung mit dem zu projizierenden negativen Fernsehbild.

Die Bildaufzeichnungs-Einrichtung enthielt eine Bogenlampe, eine Kerrzelle als Lichtrelais, eine Kreislochscheibe mit 60 oder 90 Löchern und Grobblende sowie ein Objektiv zum Abbilden der Scheibenöffnung auf dem Film. Das Bild war $9 \times 12 \text{ mm}$ groß. Nach dem Belichten passierte der Film das Entwicklungs-, Fixier- und Wässerungsbad. Etwa 65 Sekunden nach der Aufnahme ließ sich das Bild als fotografisches Positiv mit einem üblichen Malteserkreuz-Projektor projizieren. Nach dem Durchlaufen der Filmschleife durch den Projektor wurde die Bildschicht abgewaschen, der Blankfilm gelangte über einen Trockenkanal wieder in die Beschichtungseinrichtung und stand für Neuaufnahmen bereit. Bei diesem Verfahren wurde der Ton magnetisch gespeichert und künstlich um die Filmbearbeitungszeit verzögert wiedergegeben.

Bildspeicherung auf Fertigfilm

Das kontinuierliche Verfahren hatte den Vorzug relativ niedriger Filmkosten, jedoch auch wesentliche Nachteile, denn es ließ sich praktisch wegen der Eigenschaften der Emulsion nur im Bereich einer Filmfabrik einsetzen, und die Belichtungsverhältnisse änderten sich durch den Reifeprozess der Emulsion.

Aus diesen Gründen bevorzugte man bei dem 1934 von der Fernseh AG gebauten Großprojektor für 180 Zeilen die Bildspeicherung auf Fertigfilm, und zwar unter Verwendung des preisgünstigeren einseitig perforierten Splitfilms von 17,5 mm Breite (Bildformat $8 \times 11 \text{ mm}$). Bei diesem Verfahren wurde das Schirmbild einer Braunschen Röhre (für 12 kV Anodenspannung und mit Kalziumwolframat-Schirm) auf dem Film aufgenommen. Mit einer Bogenlampe für 35 A lieferte der Projektor ein $2,5 \times 3 \text{ m}$ großes Bild. Der zugehörige Ton wurde auf einem endlosen Stahlband magnetisch für den Verzögerungszeitraum von 90 s gespeichert. Eine solche Anlage war im Berliner „Haus des Rundfunks“ aufgestellt, später ab 1936 in der damaligen Berliner Großbildstelle in der Turmstraße.

Elektronische Großprojektoren

Im gleichen Zeitabschnitt gelang es allmählich, praktisch einsetzbare Projektions-Bildröhren zu fertigen. Bedeutung erlangten Röhren mit Bildschirmen von 6, 10, 12 und 18 cm Durchmesser. Bei diesen Röhren erreicht man die erforderliche hohe Leuchtdichte für die Spitzenhelligkeit durch eine starke Beschleunigung der Elektronen mit hoher Anodenspannung von 25 ... 80 kV.

Als Leuchtstoff für die Schirme der Projektionsröhren dient vielfach Zinksulfid oder Zink-Kadmiumsulfid. Da der Durchsichts-

Leuchtschirm auf Glas-Unterlage für seine Eigenstrahlung als optisches Filter wirkt, führte man 1938 den ebenen metallischen Aufsichtsschirm ein. Sein Vorteil ist eine um den Faktor 2 größere Helligkeit gegenüber dem Durchsichtsschirm. Die metallischen Leuchtschirmträger werden dabei im Innern der Röhre angeordnet (Bild 1) und von einem Kühlmittel – beispielsweise Luft oder Wasser – durchströmt. Sie können auch einen Teil der Röhrenwand bilden und sind mit dieser vakuumdicht verschmolzen. In diesem Falle wird durch

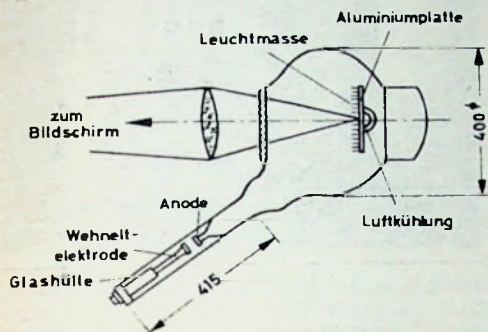


Bild 1. Aufbau einer Fernseh-Projektionsröhre der Fernseh AG aus dem Jahre 1938

Konvektion gekühlt. Bei diesen Projektionsröhren mit Aufsichtsschirmen liegt die Katodenstrahlachse schräg zum Leuchtschirm. Die bei der üblichen Strahlablenkung trapezförmig verzerrten Raster werden dann durch elektrische, gelegentlich auch optische Maßnahmen für die verlangte Rechteckform entzerrt.

Interessant ist, daß die für die Zeilen- und Bildablenkung benötigten Verstärker- oder Transformator-Kippgeräte wegen der hohen Elektronengeschwindigkeit des Strahls Ablenkströme bis zu 1 A lieferten. Ferner gaben die Fernseh-Breitbandverstärker der Projektionsgeräte Modulationsspannungen bis zu 500 V zur Aussteuerung der Projektionsröhren ab. Die Projektion der Lichtquelle – des Schirmbildes – erfolgte über ein Objektivsystem.

Die Schmidt-Spiegeloptik

In neuerer Zeit benutzt man für die optische Vergrößerung selten Linsen, sondern meistens Hohlspiegel. Eine typische Anordnung ist die Schmidt-Optik. Auf einem großen sphärischen Hohlspiegel (Bild 2) wird das in der Nähe seiner Brennebene mit Hilfe einer Projektions-Bildröhre erzeugte Bild vergrößert und

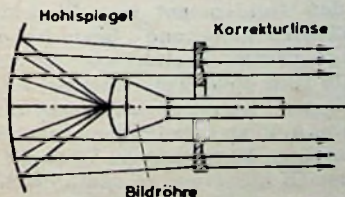


Bild 2. Zur Wirkungsweise der Schmidt-Optik

seitenverkehrt auf dem Bildschirm abgebildet. Bildfehler – sie entstehen beispielsweise durch die sphärische Aberration des großen Spiegels – verringert die Korrekturlinse. Der Erfinder dieser Optik, der deutsche Astronom Schmidt, wollte mit dieser Anordnung Sternbilder mit einem Spiegelteleskop beobachten.

Der optische Wirkungsgrad dieser Projektionseinrichtung ist größer als der von Objektiven. Er liegt bei etwa 25 % gegenüber 3 % bei Objektiven mit der Öffnung 1 : 2. Daher ist die Lichtstärke eines mit Schmidt-Optik projizierten Bildes fast um eine Größenordnung größer als die

Lichtstärke eines mit Linse projizierten Bildes. Ein anderer Vorzug besteht in der weitgehend fehlerfreien Abbildung. Der Spiegel erzeugt keine chromatische Aberration. Ferner beseitigen im Krümmungsmittelpunkt des Spiegels angeordnete Blenden alle anderen Bildfehler bis auf die sphärische Aberration und die Bildfeldwölbung. Die sphärische Aberration kann, wie bereits gesagt, durch die Korrekturlinse stark verkleinert werden. Die Bildfeldwölbung stört praktisch nicht, denn der Leuchtschirm der Braunschen Röhre läßt sich mit der geeigneten Wölbung ausführen, so daß das Projektionsbild eben wird.

Fernseh-Großprojektion durch Braunsche Röhre mit Lichtrelais

Schon zu Beginn dieser Ausführungen wurde auf die Vorteile bei der Anwendung eines „Diapositivs“ hingewiesen, wie es beispielsweise beim Zwischenfilm-Verfahren das Filmband ist. In neuerer Zeit spielt diese Lichtrelaisfläche eine größere Rolle. Bei diesem Prinzip beeinflusst der Katodenstrahl der Braunschen Röhre die Lichtdurchlässigkeit der dünnen Schicht eines Stoffes so, daß die Transparenz der einzelnen Schichtelemente der Schwarz-Weiß-Verteilung des Urbildes entspricht. Man durchleuchtet nun die Schicht mit Hilfe einer starken Lichtquelle und bildet sie in starker Vergrößerung auf einer Bildwand ab. Bei guter Lichtdurchlässigkeit der Schicht erhält man Bilder, die sich bezüglich Leuchtkraft und Flimmerfreiheit wenig vom Kinobild unterscheiden.

Auf dieser Grundlage versuchten Wissenschaftler in verschiedenen Ländern, die Großprojektion von Fernsehbildern zu verwirklichen. So beabsichtigte M. v. Ardenne, die Schicht aus kleinen Kristallen aufzubauen, in denen das durchtretende Licht durch ein elektrisches Feld mehr oder weniger stark doppelgebrochen wird. Auf diese Weise sollte der Lichtstrom verändert werden, der vor und hinter der Relaischicht durch zwei Polarisatoren tritt, deren Polarisations Ebenen senkrecht aufeinanderstehen. Das elektrische Feld sollte durch die Aufladung der vom Elektronenstrahl getroffenen Oberfläche der Kristalle gegenüber einer lichtdurchlässigen Metallschicht auf der anderen Seite der Kristalle erzeugt werden.

Von den Amerikanern Donal und Langmuir wurde für Relais-(Diapositiv-) Zwecke eine Schicht aus Rizinusöl benutzt, in der kleine, tellerförmige Grafitteilchen schweben. Durch ein dem Fernsehbild entsprechendes elektrisches Feld richten sich die sonst unregelmäßig angeordneten Teile parallel zu den elektrischen Kraftlinien aus und reihen sich aneinander. Es ändert sich dementsprechend der durch die Schicht tretende Lichtstrom.

Prinzip des Eidophor-Projektors

Nach einem solchen Lichtrelais suchte auch Dr. Fritz Fischer, Professor für technische Physik und Leiter der Abteilung für industrielle Forschung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Er wollte ein Material verwenden, das sich in dünner Schicht unter dem Einfluß von elektrischen Ladungen auf seiner Oberfläche deformiert. Diese Schicht bezeichnete er in der griechischen Übersetzung des Wortes Bildträger als „Eidophor“.

Die Wirkungsweise des Eidophor-Projektors läßt Bild 3 erkennen. Die auf einer

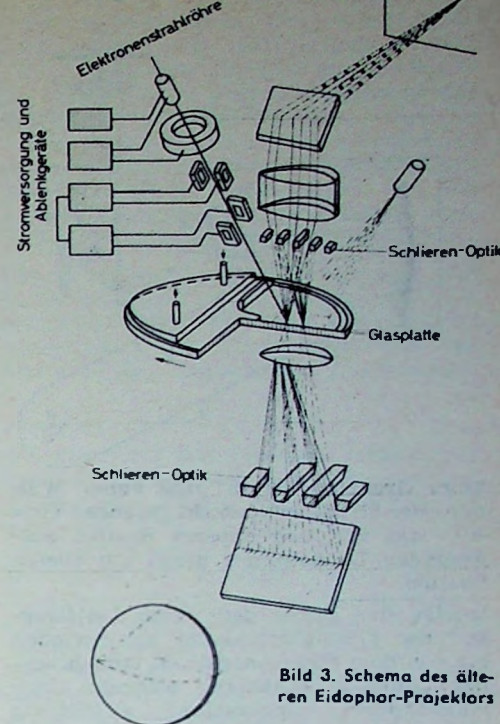


Bild 3. Schema des älteren Eidophor-Projektors

langsam rotierenden Glasplatte als dünne Flüssigkeitsschicht aufgetragene Relaischicht wird von einer Projektionsoptik mit Bogenlampe, Hohlspiegel, Kondensor und Objektiv auf einem Wandschirm abgebildet. Im Strahlengang liegen zwei Spaltsysteme als sogenannte „Schlieren-Optik“. Der schräg von oben einfallende Elektronenstrahl zeichnet auf der Schichtoberfläche das Fernsehbild. Es entstehen örtlich verschiedene elektrische Ladungen. Dabei bilden sich elektrostatische Kräfte aus. Sie deformieren die Schichtoberfläche und verändern den auf den Wandschirm fallenden Lichtstrom.

Aus Bild 4 gehen Einzelheiten dieses Lichtsteuerungsvorgangs hervor. Man erkennt, wie sich die Oberfläche der dünnen Flüssigkeitsschicht durch die aufgetragenen Ladungen verändert. Wenn die Leuchtdichte des Fernsehbildes zunimmt, treten sinusförmige Wölbungen von zunehmender Amplitude auf. Sie machen die Flüssigkeitsschicht zu einer Art Beugungsgitter und erzeugen Beugungsbilder des unteren Spaltsystems auf dem oberen Spaltsystem (Bild 5). Diese Spaltsysteme sind so angeordnet, daß bei ebener Oberfläche der Flüssigkeitsschicht die Bilder der Spalte des unteren Systems genau auf die Rippen des oberen Systems fallen und kein Licht auf den Wandschirm fällt. Dieser Strahlengang ist im Bild 3 gestrichelt. Nimmt die Deformation der Wölbungen zu, dann treten immer stärker werdende Nebengitter auf. Sie fallen auf die Spalte des oberen Systems, und ihr Lichtstrom gelangt zum Projektionsschirm, wie der ausgezogene Strahlengang im Bild 3 zeigt.

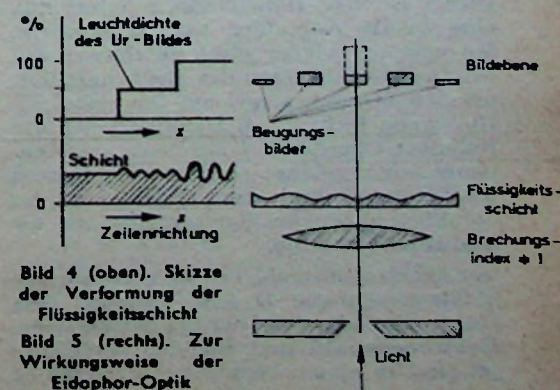


Bild 4 (oben). Skizze der Verformung der Flüssigkeitsschicht
Bild 5 (rechts). Zur Wirkungsweise der Eidophor-Optik

4 Linse, 5 Spiegelbarrens-system, 6 Hohlspiegel, 7 Ölschicht, 8 Objektiv oder Projektionslinse, 9 Bildwand, 10 Elektronenstrahl, 11 Elektronenkanone, 12 Vakuumkammer, 13 Abschlußglas

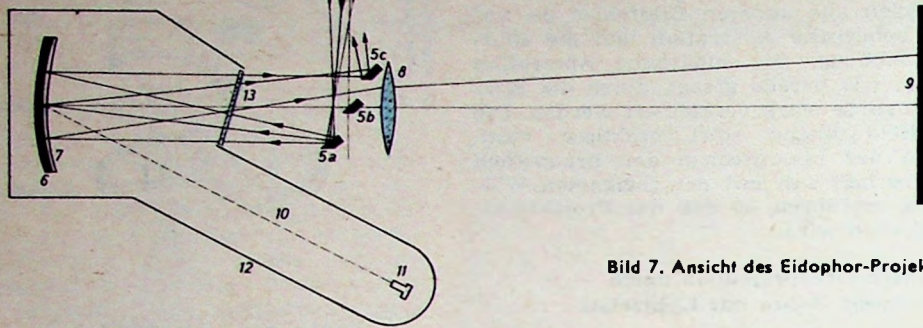


Bild 7. Ansicht des Eidophor-Projektors

Beim Grenzfall „Weiß“ und voller Wölbung der Flüssigkeitsschicht gelangen etwa 40 % des von den unteren Spalten ausgehenden Lichtstromes durch die oberen Spalten.

Infolge der genau definierten Leitfähigkeit der Flüssigkeitsschicht verschwinden die von dem Elektronenstrahl aufgetragenen Ladungen annähernd während einer vollständigen Bildabtastung, gleichzeitig aber auch die Deformationen der Oberfläche, die bei jeder einzelnen Bildabtastung automatisch gelöscht und neugebildet werden.

Der Aufbau des modernen Eidophor-Projektors

Professor Fischer arbeitete in den Jahren 1939 bis 1943 gemeinsam mit seinem Assistenten Dr. Thiemann die Grundlagen dieses Eidophor-Verfahrens aus. 1943 lieferte der Fernseh-Großprojektor zum ersten Male ein Bild. Zur praktischen Ausnutzung des Verfahrens galt es jedoch, noch viele Probleme zu lösen. Wenige Tage vor der ersten Vorführung des neuen Projektors Anfang 1948 starb Professor Fischer. Sein Lehrstuhl-Nachfolger, Professor Ernst Baumann, und Dr. Gretener vervollkommneten den Eidophor-Projektor. Auch der 1958 verstorbene Dr. Gretener erlebte den letzten Erfolg seiner Arbeit nicht mehr. Die neue Eidophor AG, eine Gründung der Firmen Ciba AG, Basel, und Philips, stellt nunmehr den Eidophor-Projektor in seiner letzten Ausführungsform her.

Den Aufbau des heutigen Eidophor-Projektors zeigt schematisch Bild 6. Die Lichtquelle ist eine Xenon-Kurzbogen-Gasentladungslampe 1, die mittels Spiegels und Kondensorlinse 2 auf den als Öffnungsblende anzusehenden, aus Streifen aufgebauten Spiegel 5 abgebildet wird. Die hinter dem Kondensor 2 befindliche Bildmaske 3 wird mit der Linse 4 nach Umlenkung am Streifenspiegel 5 auf den Hohlspiegel 6 abgebildet, so daß der beleuchtete Teil der Eidophor-Fläche 7 begrenzt ist. Der Hohlspiegel 6 liefert nun eine zweite Abbildung der Xenonlampe. Sie entsteht wieder etwa im Bereich des Streifenspiegels, denn der Hohlspiegel bildet den Streifenspiegel auf ihn selbst ab. Nur wenn Licht durch Deformationen der Eidophor-Oberfläche 7 abgelenkt oder gebeugt wird, gelangt es durch die Lücken im Streifenspiegel zum Objektiv 8, das die Eidophor- oder Spiegelfläche auf die Bildwand 9 abbildet.

Der Elektronenstrahl 10 – er geht von der Elektronenkanone 11 aus – erzeugt eine Elektronenladung auf der Eidophor-Fläche. Elektronenstrahl und Eidophor-Hohlspiegel sind in einem gemeinsamen Gefäß 12

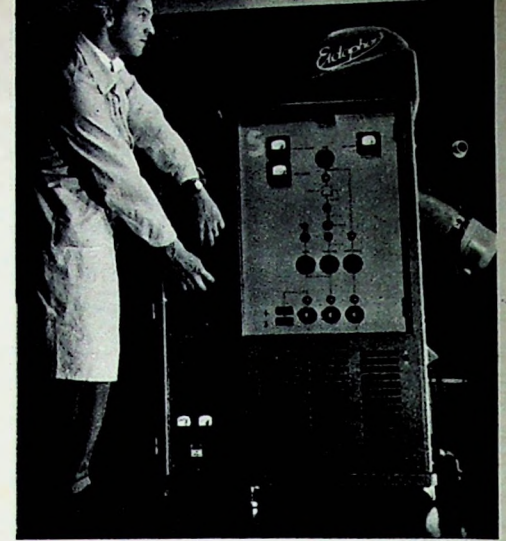
untergebracht. Als Flüssigkeitsschicht verwendet man ein bestimmtes Öl von honigartiger Konsistenz, das sich leicht deformieren läßt und im Vakuum nicht verdampft.

Es gelang, gegenüber früheren wesentlich größeren Konstruktionen, den modernen Eidophor-Projektor (Bild 7) in einem Gehäuse mit den Abmessungen 165 x 120 x 63 cm unterzubringen. Er wiegt etwa 360 kg. Damit ist er an Größe und Gewicht mit üblichen Kinomaschinen vergleichbar. Hinzu kommt ein Gleichrichter für Stromstärken bis 75 A zum Betrieb der Xenon-Lampe. Ein solcher Eidophor-Projektor liefert ein Bild, das den Anforderungen an die neuzeitliche Fernseh-Großprojektion hinsichtlich Bildgröße, Bildschärfe, Kontrast und Farbe weitgehend entspricht. Bei einer Auflösung von 625 Zeilen erreicht es jedoch nicht ganz die Qualität des Kinobildes. Der Projektor arbeitet nahezu geräuschlos; ein besonderer Vorführraum ist daher nicht notwendig.

An der Seitenwand des Projektors ist die Bedienungstafel untergebracht, und zwar in Form eines vereinfachten Schaltschemas, das die Kontrolle des Betriebszustandes erleichtert. Rechts ragt das Ende des Vakuumgefäßes mit der bequem auswechselbaren Katodenstrahleneinheit heraus, ferner das Ende der Projektionsoptik und eine Hilfseinrichtung zum richtigen Einstellen des Bildes.

Der hintere Teil des Gestells enthält die elektronische Einrichtung in einem mit zwei Rädern versehenen, auswechselbaren Rahmen. In Form einzelner Chassis sind hier Netzgerät, Katodenheizung, Hochspannungserzeugung, Ablenkelektronik, Fokussiergerät sowie Empfänger und Videoverstärker untergebracht. Zum Unterschied vom gewöhnlichen Fernsehempfänger muß der Elektronenstrahl des Eidophor-Projektors in Richtung Zeile und Bildhöhe stets nachfokussiert werden, damit über das ganze Bildfeld eine gleichmäßige Fleckgröße gewährleistet ist. Andernfalls ändert sich die Bildhelligkeit.

Die Xenon-Kurzbogen-Gasentladungslampe dient als Lichtquelle und hat eine Leistung von 1800 W. Ihr Lichtbogen wird mit einer Kondensorlinse großer Apertur in die Aperturblende abgebildet. Ein sphärischer Hilfsspiegel verwertet auch das nach rückwärts strahlende Licht. Bei der hohen Leistung der Xenon-Lampe ist eine Kühlung durch Ventilator notwendig. Ein Kaltlichtspiegel (er befindet sich im Kondensorsystem, ist jedoch im Bild 6 nicht eingezeichnet) hält den Anteil infraroten Lichts vom Eidophor-Spiegel fern; nur das sichtbare Licht wird ausgenutzt. Gegenüber früheren Eidophor-Konstruk-



tionen liegen die Streifenspiegel (Bild 8) nicht in einer Ebene. Sie sind etwas gegeneinander versetzt, um die Lichtwirkung des optischen Systems zu erhöhen. Von der Lampe aus gesehen, bilden die Teile des Streifenspiegels eine geschlossene Fläche. Vom Hohlspiegel 6 (Bild 6) aus gesehen, lassen sie Lücken für den Durchtritt des Projektionslichtes frei.

Bei heller Ausleuchtung des gesamten Bildfeldes liefert der Projektor einen Lichtstrom von 2000 lm auf der Bildwand. Die Beleuchtungsstärke auf einer Bild-

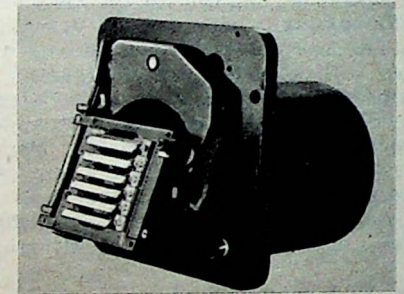


Bild 8. Ansicht des Streifenspiegels (Barrens-system)

fläche von 40 m² ist 51 lx. Bei einer Bildwand mit dem Verstärkungsfaktor 1,75 kann die Bildfläche daher 70 m² groß sein.

Der Hochvakuumteil

Als Herz des Eidophor-Projektors kann man den Hohlspiegel mit Ölschicht und die Elektronenkanone bezeichnen. Der Elektronenstrahl besteht nur im Vakuum. Deshalb sind diese Teile in einem dauernd evakuierten Gehäuse untergebracht. Die Ölschicht muß stets betriebsbereit sein und gleichmäßige Dicke haben. Deshalb spritzt man das Öl aus einer in radialer Richtung parallel zur Spiegeloberfläche angeordneten Spritzvorrichtung 4 (Bild 9) unter Druck auf den langsam rotierenden Spiegel 1. Beim Rotieren des Hohlspiegels gelangt das Öl an einen ebenfalls radial angeordneten Wischer 3. Dieser glättet die Ölschicht 2 und sorgt für die nötige Schichtdicke. Nach einer vollen Umdrehung des Spiegels – sie dauert einige Minuten – drückt das auf der Spritzrakel 4 nach rückwärts austretende Öl die alte Ölschicht weg. Sie fließt zusammen mit dem überschüssigen Ölrest in den Ölbehälter 7 unterhalb des Hohlspiegels im Vakuumgefäß. Dieses Öl gelangt nun gut gemischt mit dem Ölvorrat im Ölbehälter über eine Pumpe 9 und 10 und ein Ölfilter 5 wieder in den gleichen Kreislauf. Das gesamte

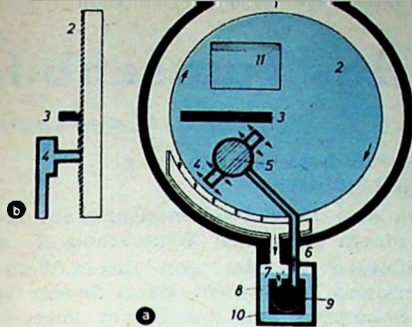


Bild 9. Prinzipieller Aufbau der Kassette mit Spiegel, Rakeln und Ölkreislauf. a) Vorderansicht, b) Querschnitt; 1 Hohlspiegel, 2 Ölschicht, 3 Wischer, 4 Spritzrakel, 5 Ölfilter, 6 Ölzuführung, 7 Ölbehälter, 8 Öl-abstreifer, 9 Rotor, 10 Pumpe, 11 Zeilenraster

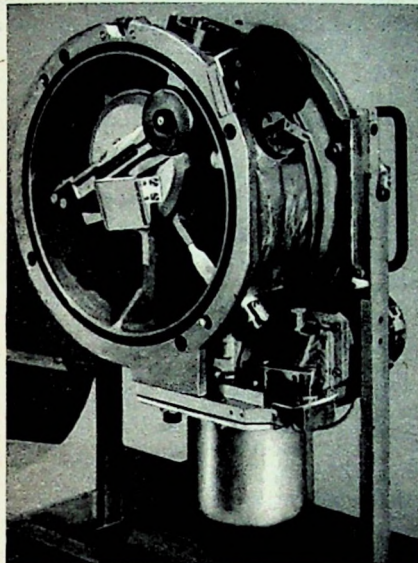


Bild 10. Ansicht der Kassette nach Bild 9

aus Hohlspiegel, Spritzeinrichtung, Wischer, Ölbehälter und Spritzpumpe bestehende Spiegelaggregat ist in einer leicht auswechselbaren Kassette (Bild 10) untergebracht. Sie kann beim Auswechseln mit einem schwenkbaren Deckel vakuumdicht verschlossen werden. Das Steueröl kommt dann nicht mit Luft in Berührung.

Interessant ist auch die Technik der Elektronenkanone (Bild 11). 1 stellt die Hochspannungs- und Heizstromversorgung dar. Das Strahlerzeugungssystem besteht aus der Haarnadelkatode 3, dem Gitter 2, der Anode 4, der Lochblende 5, der elektro-

Bild 11. Schematischer Querschnitt durch die Katodenstrahlröhre; 1 Hochspannung und Katodenheizung, 2 Gitter, 3 Haarnadelkatode, 4 Anode, 5 Apertur- oder Lochblende, 6 Bildsignal (Video), 7 elektrostatische Modulationslinse, 8 Fokussierspule, 9 Ablenkspule

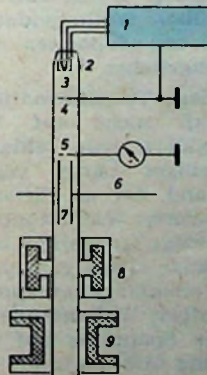
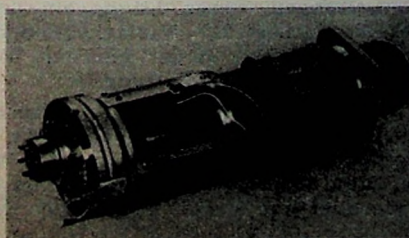


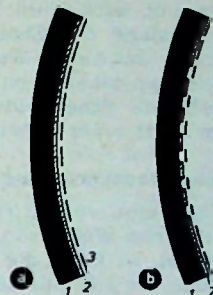
Bild 12 (unten). Ansicht der Katodenstrahlröhre



statischen Modulationslinse 7 (an die das Videosignal 6 geführt wird) und der Fokussierspule 8 sowie der Ablenkspule 9. Es ist in der Katodenstrahlröhre zusammengebaut (Bild 12).

Die auf rund 2500°C geheizte Haarnadelkatode emittiert nur von ihrer äußersten Spitze Elektronen, die sich dann zwischen Katode und Anode zu einem rund 30 µ großen Kreuzungspunkt vereinigen. Dieser Kreuzungspunkt wird durch das magnetische Längsfeld der Fokussierspule wie durch eine Linse auf die Ölschicht abgebildet. Bei bester Fokussierung entsteht hier ein Elektronenfleck von 50 µ Durchmesser. Unter dem Einfluß der Ablenkspule schreibt der Elektronenstrahl das Fernsehtraster auf die Ölschicht (Bild 13). Gelangt zur Modulationslinse eine Gleichspannung, dann vergrößert sich der Elektronenfleck auf dem Öl. Gleichzeitig wird dadurch die Deformation der Steuerschicht reduziert. Der Modula-

Bild 13. Ladungsverteilung und Deformation der Ölschicht für großen und kleinen Elektronenfleck. a) Fleckdurchmesser entspricht dem Zeilenabstand (glatte Öloberfläche), b) Fleckdurchmesser kleiner als Zeilenabstand (zeilenförmige Deformationen der Öloberfläche); 1 Hohlspiegel, 2 Ölschicht, 3 Ladungsverteilung



tionslinse führt man das empfangene und geringfügig verstärkte Videosignal zu. Damit entsteht auf dem Wandschirm das entsprechende Fernsehbild über den Umweg des Ladungs- und Deformationbildes.

Farbübertragung in Sequenz-Technik

Wenn Schwarzweiß-Bilder übertragen werden, arbeitet der Projektor nach der

üblichen CCIR-Norm. Für farbige Bildübertragung und Farbfernseh-Projektion wendet man das Sequenz-Verfahren an, bei dem stets drei verschiedenfarbige Halbbilder aufeinanderfolgen. Die jeweilige Farbe der Einzelbilder wird durch eine umlaufende Scheibe mit entsprechenden Filtergläsern bestimmt. Um für jede Farbe Flimmerfreiheit zu gewährleisten, muß die Bildfrequenz verdreifacht werden.

Der Übergang von Schwarzweiß- auf Farbübertragung - sie ist zunächst für Kurzschlußbetrieb gedacht - erfordert das Auswechseln des Kippgerätes und das Einsetzen der umlaufenden Filterscheibe.

Weitere Entwicklung

Vor allem auf den Gebieten Technik und Medizin eröffnet sich dem Eidophor-Projektor ein großes Anwendungsgebiet. Übrigens wird Farbübertragung nicht allein dem Kurzschlußbetrieb vorbehalten bleiben. So sind Eidophor-Projektoren im Entstehen, die sich des im Farbfernsehen der USA üblichen Simultanverfahrens bedienen. Denkbar wäre im Kurzschlußbetrieb ferner eine noch weitgehendere Angleichung an die Qualität des Kinobildes durch höhere Zeilenzahl bei der Abtastung.

Schrifttum

- [1] G o e b e l, G.: Das Fernsehen in Deutschland bis zum Jahre 1945. Arch. f. d. Post- und Fernmeldewesen Bd. 5, Nr. 5
- [2] J e n s e n, H.: Großprojektion des Fernsehbildes. Elektrotechn. Z.-B Bd. 9 (1957) Nr. 8, S. 331-334
- [3] J e n s e n, H.: Eidophor-Fernsehprojektion. Philips Kinetech. (1959) Nr. 34, S. 268-272
- [4] K i r s c h s t e i n, F., u. K r a w i n k e l, G.: Fernsehtechnik, S. 121. Stuttgart 1952, Hirtzel Verlag
- [5] J e n s e n, H.: Der Eidophor-Fernsehprojektor. Kino-Techn. Bd. 14 (1960) Nr. 9, S. 253-258

Konsul B. Piper 60 Jahre

Am 13. Februar 1961 vollendete der Vorsitzende der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI und Generaldirektor der Loewe Opta AG, Konsul Bruno Piper, sein 60. Lebensjahr. 1901 wurde er in Norddeutschland geboren. Nach dem Besuch von Oberrealschule und Gymnasium absolvierte er eine technische Lehre auf einer Werft und erhielt eine solide kaufmännische Aus-



bildung bei einer angesehenen Exportfirma in Hamburg. Es folgten 11 Jahre Auslandspraxis. 1923 wechselte er von der verwandten Phono-Branche zum Rundfunk über und ist damit seit über 36 Jahren mit diesem Wirtschaftszweig verbunden. Am 15. 10. 1933 wurde B. Piper Verkaufsführer bei der Loewe Opta AG. Bis Kriegsende war er Direktor zweier Zweigwerke.

Seine besonderen Bemühungen galten nach 1945 dem Aufbau eines neuen Zweigwerkes in Kronach/Ofr. und damit der industriellen Belebung des oberfränkischen Grenzgebietes. Für diese Leistungen wurde ihm 1958 das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik verliehen.

In den Vorstand der Loewe Opta AG trat er im Jahre 1950 ein. Ab 1953 führt er als Vorsitzender des Vorstandes der Loewe Opta AG das Unternehmen zu stetigem Aufstieg. Unter seiner Leitung wurden die Werke Berlin und Kronach sowie das Tochterwerk in Düsseldorf, die Opta-Spezial GmbH, zu einem Ganzen zusammengefaßt.

Dem Beirat der Fachabteilung Rundfunk und Fernsehen im ZVEI, zu deren Vorsitzenden er 1959 gewählt wurde, gehörte er bereits seit 1948 an. Ab 1959 ist er auch im Beirat des Landesverbandes der Bayerischen Industrie tätig. Im selben Jahr wurde ihm von der Bundesregierung das Exequatur erteilt; als Wahlkonsul vertritt er in Nürnberg den südamerikanischen Staat Bolivien.

Unkonventionell, aufgeschlossen, improvisierungsfähig, mit großem Verständnis und viel Geduld nicht nur für die Wünsche seiner Geschäftspartner, sondern auch gerade für die Sorgen und Nöte seiner großen Belegschaft, hat sich der Jubilar einen sehr großen Aufgabenkreis und ein Ansehen geschaffen, die weit über die Branchengrenzen hinausragen. Nicht zuletzt seiner tatkräftigen Initiative ist es übrigens zu verdanken, daß die Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung 1961 (25. 8. bis 3. 9. 1961) in diesem Jahre wieder in Berlin auf dem Ausstellungsgelände am Funkturm stattfindet.

Auswirkungen der Fehlanpassung auf das Fernsehbild

DK 621.396.674.3: 621.397.62

Bei exakter Anpassung müßten der Fußpunktswiderstand der Antenne, der Wellenwiderstand der Verbindungsleitung und der Eingangswiderstand des Empfängers genau übereinstimmen. Dieser Idealzustand wird jedoch bei Empfangsantennenanlagen auch dann nicht erreicht, wenn die Nennwerte der angegebenen Kennwiderstände gleich sind. Der Wellenwiderstand wird zwar bei den gebräuchlichen Antennenleitungen verhältnismäßig genau eingehalten, aber die Kennwiderstände der Antennen und der Empfänger sind Scheinwiderstände, die erheblich von den Nennwerten abweichen können.

Ein Scheinwiderstand setzt sich aus einem Wirkwiderstand (ohmscher Anteil) und einem Blindwiderstand (induktiver oder kapazitiver Anteil) zusammen. Weil der Wechselstrom, der durch eine Induktivität oder Kapazität fließt, gegenüber dem Strom in einem ohmschen Widerstand eine Phasenverschiebung von -90° beziehungsweise $+90^\circ$ hat, ist die zahlenmäßige Auswertung allgemeiner Gleichungen mit Scheinwiderständen schwierig und umständlich. Obwohl es in der Leitungstheorie eine Gleichung gibt [1], die die Vorgänge auf einer Leitung mit beliebigen Scheinwiderständen an beiden Enden theoretisch exakt erfaßt, wurden daraus bisher kaum Erkenntnisse für Empfangsantennenanlagen gewonnen. Durch eine Reiheneentwicklung und die Anwendung der grafischen Verfahren zur Behandlung von Leitungsproblemen [2] läßt sich jedoch die schwer übersehbare allgemeine Gleichung in eine Form bringen, die die Vorgänge auf Leitungen mit beliebigen Scheinwiderständen an beiden Enden übersichtlich wiedergibt und die Möglichkeit bietet, die Spannungsverteilung am Empfängereingang für beliebige Fehlanpassungen in verhältnismäßig einfacher Weise mit jeder gewünschten Genauigkeit zu berechnen. Die Ableitungen [3] sollen hier jedoch übergangen und nur die Ergebnisse erläutert werden. Dazu werden zunächst die später angewendeten allgemeinen Grundlagen zur Berechnung elektromagnetischer Wellen auf Leitungen kurz zusammengefaßt wiedergegeben.

Das Leitungsdiagramm

In einem rechtwinkligen Koordinatennetz werden die ohmschen Widerstände der horizontalen Mittelachse von links nach rechts in linearem Maßstab zugeordnet. Die Blindwiderstände trägt man auf der senkrechten Achse, vom Nullpunkt der horizontalen Achse ausgehend, im gleichen Maßstab auf, und zwar die induktiven nach oben und die kapazitiven nach unten. Jedem Punkt der Ebene ist ein Scheinwiderstand \mathfrak{R} zugeordnet, dessen Wirk-

und Blindanteil R_a und R_b an den Fußpunkten der auf die beiden Achsen gefällten Lote abzulesen ist.

Um die Rechenebene möglichst vielseitig verwendbar zu machen, werden nicht die wirklichen Widerstandswerte an den Achsen angegeben, sondern normierte Werte. Sie ergeben sich dadurch, daß man den Sollwert der richtig angepaßten Widerstände gleich 1 setzt. Ist dieser Wert bei einer Antennenanlage zum Beispiel 240 Ohm, so braucht man nur alle ermittelten Wirk- und Blindanteile mit 240 Ohm zu multiplizieren, um die wirklichen Widerstandswerte zu erhalten. In dieser normierten Zahlenebene sind zwei zueinander senkrechte Kreisscharen eingetragen, von denen die eine m -Schar und die andere l/λ -Schar genannt wird (Bild 1). Zu jedem Scheinwiderstand der Ebene gehören also auch ein m - und ein l/λ -Wert. Diese Werte haben einen physikalischen Sinn, wenn der betreffende Scheinwiderstand als Abschluß am Ende einer Leitung liegt.

Spannungsverteilung längs der Leitung

Wenn eine verlustfreie Leitung am Ende mit ihrem Wellenwiderstand Z abgeschlossen ist, so fließt die gesamte Energie der Welle, die sich auf der Leitung fortpflanzt, in den Abschlußwiderstand hinein und wird darin aufgezehrt. Die Spannung längs der Leitung ist konstant. Bei Abschluß mit einem ohmschen Widerstand, der vom Wellenwiderstand abweicht, treten auf der Leitung in Abständen, die der halben Wellenlänge $\lambda/2$ entsprechen, Spannungsminima und -maxima auf. Das Verhältnis des Spannungsmaximums zum Spannungsminimum bezeichnet man als Welligkeit m , deren Werte direkt die m -Schar im Widerstandsdiagramm liefert. m entspricht bei einem ohmschen Abschlußwiderstand dem Verhältnis dieses Widerstandes zum Wellenwiderstand der Leitung oder dem reziproken Wert dieses Verhältnisses, je nachdem welcher Widerstand größer ist. Nach dieser Definition ist die Welligkeit größer als 1. Man kann jedoch auch von dem reziproken Wert ausgehen, ohne daß sich die Ergebnisse der Berechnungen ändern. Teilt man den Abstand des ersten Minimums vom Leitungsende durch die Wellenlänge λ der Meßfrequenz, so ergeben sich die Zahlenwerte an den Kreisen der l/λ -Schar. Den zu messenden Scheinwiderstand schließt man an das Ende einer Meßleitung an und bestimmt durch Abtasten der Leitung die Spannungsmaxima und -minima sowie deren Abstand vom Leitungsende. Daraus ergeben sich die m - und l/λ -Werte, der zugehörige Punkt im Leitungsdiagramm und der Wirk- und Blindanteil des Abschlußwiderstandes.

Da der induktive und der kapazitive Widerstand frequenzabhängig sind, ändern sich auch die Scheinwiderstände mit der Frequenz. Man trägt die verschiedenen Werte, die ein Scheinwiderstand in einem bestimmten Frequenzbereich hat, in das Leitungsdiagramm ein und verbindet sie durch eine Linie, die man die Ortskurve des Scheinwiderstandes nennt. Im Bild 1 ist die Ortskurve einer Breitbandantenne für den Bereich III wiedergegeben.

Bild 1. Ortskurve des Scheinwiderstandes einer Breitbandantenne für den Bereich III, Meßfrequenzen in MHz neben Widerstandspunkten; Leitungstransformation

Widerstandstransformationen durch Leitungen

Wenn eine Viertelwellenleitung am Ende mit einem ohmschen Widerstand R_a abgeschlossen ist, der von ihrem Wellenwiderstand Z abweicht, dann ändern sich die Spannung und der Strom längs der Leitung, weil sich eine halbe Stewelle ausbildet. Bild 2 zeigt die Strom- und Spannungsverteilung für den Fall, daß der Abschlußwiderstand R_a kleiner als der Wellenwiderstand Z der Leitung ist. Dann hat der Strom I am Ende des Leitungstückes seinen größten und die Spannung U ihren kleinsten Wert. Am Anfang der Leitung ist dagegen die Spannung am höchsten und der Strom am niedrigsten. Die Minimalwerte von Spannung und

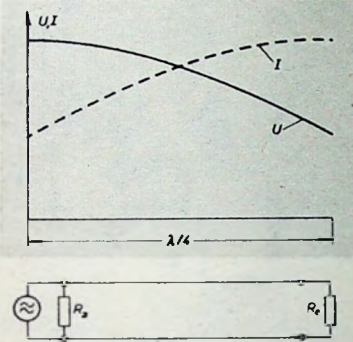


Bild 2. Viertelwellenleitung mit einem ohmschen Abschlußwiderstand, der kleiner als Z ist

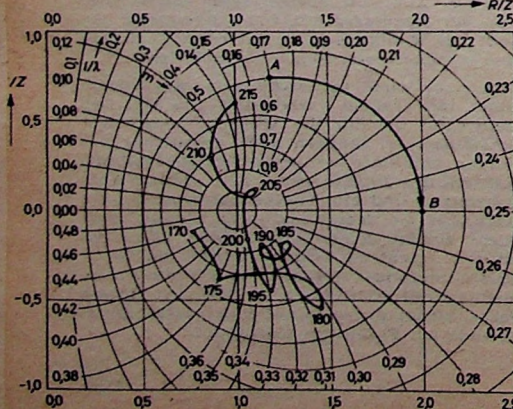
Strom werden um so kleiner, je größer die Welligkeit auf der Leitung ist, also je stärker R_a von Z abweicht. Das Verhältnis Abschlußwiderstand zu Wellenwiderstand R_a/Z muß den gleichen Wert haben wie das Verhältnis des Wellenwiderstandes zum Widerstand R_a , mit dem die Spannungsquelle am Leitungsanfang belastet ist.

$$R_e/Z = Z/R_a; R_o \cdot R_a = Z^2 \quad (1)$$

Der Eingangswiderstand einer Viertelwellenleitung ist um so größer, je kleiner der Abschlußwiderstand im Vergleich zum Wellenwiderstand wird. Die Viertelwellenleitung transformiert zum Beispiel den halben Wellenwiderstand an ihrem Ende in den doppelten Wellenwiderstand und umgekehrt.

Diese Transformation beschränkt sich jedoch nicht auf Viertelwellenleitungen, sondern jede fehlangepaßte Leitung beliebiger Länge verwandelt den Widerstand, der an ihrem Ende liegt, in einen anderen Widerstand an ihrem Anfang. Die einzige Ausnahme bilden Leitungen, deren Länge einem ganzen Vielfachen der halben Wellenlänge entspricht, denn nach jeder halben Wellenlänge haben der Strom und die Spannung auf der verlustfreien Leitung die gleichen Werte. Dann müssen aber auch die Widerstandswerte gleich sein. Leitungen, deren Länge ein ungerades Vielfaches der Viertelwellenlänge ist, transformieren in der gleichen Weise wie eine Viertelwellenleitung.

Die Widerstandstransformation durch Leitungen beliebiger Länge kann nicht mit einfachen Formeln berechnet werden, weil dabei Blindwiderstände hinzukommen. Die transformierten Werte lassen sich aber



ohne Schwierigkeiten aus dem Leitungsdiagramm ablesen. Man rechnet das Verhältnis des Wirk- und des Blindanteils des Scheinwiderstandes zum Wellenwiderstand der Transformationsleitung aus und sucht den Punkt im Leitungsdiagramm, der die errechneten Werte als Abszisse beziehungsweise Ordinate hat. Der Widerstand, der am anderen Leitungsende erscheint, liegt im Leitungsdiagramm auf demselben m -Kreis. Um ihn zu finden, muß man die Leitungslänge durch die Wellenlänge teilen. Der Quotient ist die Differenz zwischen den l/λ -Werten, die zum transformierten und zum ursprünglichen Scheinwiderstand gehören.

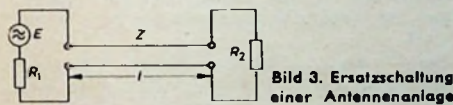
Um vom ursprünglichen zum transformierten Widerstand zu gelangen, muß man den m -Kreis im Uhrzeigersinn durchlaufen. Wenn der Quotient aus der Leitungslänge und der Wellenlänge größer als 0,5 ist, dann braucht man nur den Bruchteil zu berücksichtigen, der über ganze Vielfache von 0,5 hinausgeht. $l/\lambda = 0,5$ bedeutet nämlich im Leitungsdiagramm einen Umlauf um 360° . Das steht im Einklang damit, daß der Abschlußwiderstand einer Halbwellenleitung unverändert an ihrem Anfang erscheint.

Durch Zuschalten eines Leitungsstückes passender Länge läßt sich jeder Scheinwiderstand in einen ohmschen Widerstand $m \cdot Z$ oder Z/m verwandeln. Man muß dazu nur die Länge der Transformationsleitung so wählen, daß der Endpunkt der Transformation im Leitungsdiagramm auf der horizontalen Achse zwischen den Punkten 1 und 0 liegt. Ein derartiger Transformationsweg von A nach B ist im Bild 1 eingetragen.

Berechnungsformel für den Spannungs-Anpassungsgrad

Bild 3 zeigt die Ersatzschaltung einer Antennenanlage. Die Antenne, die die Leerlaufspannung E und den Fußpunkt-widerstand R_1 hat, ist an eine Leitung mit der Länge l und dem Wellenwiderstand Z angeschlossen. Am anderen Leitungsende liegt ein Empfänger mit dem Eingangswiderstand R_2 .

Zunächst sei angenommen, daß die Widerstände R_1 und R_2 ohmsch sind. Bei richtiger Anpassung $R_1 = R_2 = Z$ gibt die Antenne die größte Leistung P_{\max} an den



Empfänger ab. Wenn die Leitung keine Dämpfung hat, ist

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4 R_1} \quad (2)$$

Zu den Widerständen R_1 und R_2 gehören die Welligkeiten

$$m_1 = R_1/Z \text{ und } m_2 = R_2/Z \quad (3)$$

Bei Fehlanpassung nehmen die Leitung und der Empfänger nur einen Teil der ankommenden Energie auf; der Rest wird reflektiert. Das Verhältnis der reflektierten Spannung zur ankommenden ist der Reflexionsfaktor r , der sich aus der Welligkeit berechnen läßt. Die Reflexionsfaktoren sind

$$r_1 = \frac{m_1 - 1}{m_1 + 1} \text{ am Leitungsanfang} \quad (4)$$

$$r_2 = \frac{m_2 - 1}{m_2 + 1} \text{ am Leitungsende}$$

Bild 4. Berechnete Spannungsverhältnisse für an beiden Enden fehlangepaßte Leitungen; $m_1 = m_2 = 4$, $d = 1$

Bei Fehlanpassung des Empfängers, aber richtiger Anpassung zwischen Antenne und Leitung gibt die Antenne nur die Wirkleistung P_2 ab. Dann ist der Leistungs-Anpassungsgrad

$$p_2 = \frac{P_2}{P_{\max}} = \frac{4}{2 + m_2 + \frac{1}{m_2}} \quad (5)$$

Vom fehlangepaßten Empfänger wird die Spannung U_2 aufgenommen. Wenn der Empfänger etwa durch ein geeignetes Transformationsglied an die Leitung und die Antenne richtig angepaßt wird, so nimmt er die größtmögliche Spannung U_{\max} auf. Das Verhältnis dieser beiden Spannungen ist der Spannungs-Anpassungsgrad

$$p_1 = \frac{U_2}{U_{\max}} = \frac{2}{\sqrt{2 + m_2 + \frac{1}{m_2}}} \quad (6)$$

Die Formeln für p^2 und p sind selbstverständlich die gleichen, wenn der Empfänger richtig und die Antenne falsch angepaßt ist. Dann muß man in allen Formeln nur den Index 2 durch 1 ersetzen.

Aus der Leitungstheorie lassen sich der Leistungs-Anpassungsgrad P/P_{\max} und der Spannungs-Anpassungsgrad U/U_{\max} für Leitungen mit beliebigen ohmschen Widerständen an beiden Enden exakt berechnen.

$$P/P_{\max} = p_1^2 \cdot p_2^2 \frac{1}{1 - 2u \cdot \cos 4\pi \cdot l/\lambda + u^2} \quad (7)$$

$$U/U_{\max} = p_1 \cdot p_2 \frac{1}{\sqrt{1 - 2u \cdot \cos 4\pi \cdot l/\lambda + u^2}} \quad (8)$$

In diesen Gleichungen ist λ die Wellenlänge und $u = r_1 \cdot r_2 \cdot d$, d bedeutet den Faktor, um den sich die Spannung verringert, wenn eine Welle eine Leitung mit der Länge l zweimal durchläuft.

Stellt man Gl. (8) als Potenzreihe dar, so ergibt sich

$$\frac{U}{U_{\max}} = \frac{U_0}{U_{\max}} + \frac{U_1}{U_{\max}} + \frac{U_2}{U_{\max}} + \frac{U_3}{U_{\max}} + \frac{U_4}{U_{\max}} + \dots \quad (9)$$

$$\frac{U}{U_{\max}} = p_1 \cdot p_2 \left(1 + \frac{u^2}{4} + \frac{u^4}{16} + \dots \right) +$$

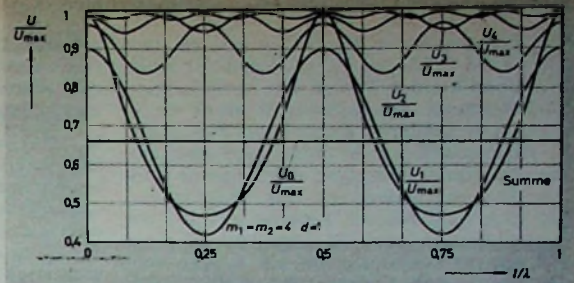
$$+ p_1 \cdot p_2 \left(u + \frac{3}{8} u^3 + \dots \right) \cos 4\pi \frac{l}{\lambda} +$$

$$+ p_1 \cdot p_2 \left(\frac{3}{4} u^2 + \frac{5}{16} u^4 + \dots \right) \cos 8\pi \frac{l}{\lambda} +$$

$$+ p_1 \cdot p_2 \left(\frac{5}{8} u^3 + \dots \right) \cos 12\pi \frac{l}{\lambda} +$$

$$+ p_1 \cdot p_2 \left(\frac{5}{8} u^4 + \dots \right) \cos 16\pi \frac{l}{\lambda} + \dots \quad (10)$$

Der Spannungs-Anpassungsgrad ist die Summe eines von der Leitungslänge unabhängigen Gliedes und einer unendlichen Reihe von Gliedern, deren Werte je nach der Leitungslänge kosinusförmig schwanken. Jedes Glied hat als Koeffizienten wieder eine unendliche Reihe. Die Koeffizientenreihen konvergieren jedoch schnell, weil sich jedes Glied vom vorhergehenden um u^2 unterscheidet.



Physikalische Bedeutung der einzelnen Glieder des Spannungs-Anpassungsgrades

Im Bild 4 ist der Verlauf der in Gl. (10) angegebenen fünf Glieder und der Summenkurve für die Welligkeiten $m_1 = m_2 = 4$ und eine verlustfreie Leitung in Abhängigkeit von l/λ dargestellt. Dabei wurden die Teilwerte an den Stellen, an denen sie alle positiv sind, zueinander addiert. Die Fehler infolge der Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung sind kleiner als 1% von U_{\max} .

Der konstante Spannungsanteil U_0/U_{\max} unterscheidet sich nur um etwa 2% von dem Wert $p_1 \cdot p_2 = 0,64$. Er hängt also praktisch nur von den Welligkeiten m_1 und m_2 ab. Auch Blindanteile der Abschlußwiderstände am Leitungsanfang und am -ende verändern den Wert nicht, da sich ja beliebige Scheinwiderstände durch Leitungsstücke passender Länge mit dem Wellenwiderstand Z in reelle Widerstände $R_1 = m_1 \cdot Z$ und $R_2 = m_2 \cdot Z$ transformieren lassen. An dem konstanten, von der Leitungslänge abhängigen Anteil ändert sich aber nichts, wenn man die transformierenden Leitungsstücke zu den Abschlußwiderständen rechnet.

U_1/U_{\max} ist die Welle, die nach einmaliger Reflexion am Leitungsende und am Leitungsanfang vom Empfänger aufgenommen wird. U_2/U_{\max} , U_3/U_{\max} und U_4/U_{\max} sind jeweils zwei-, drei- beziehungsweise viermal am Leitungsende und am Leitungsanfang reflektiert, bevor sie in den Empfänger gelangen.

Die Größe dieser Spannungsanteile am Empfängereingang hängt vom Verhältnis l/λ ab, das als Wellenzahl n_l bezeichnet wird, weil es angibt, wieviel Wellenlängen auf die Leitungslänge passen. Sind die Abschlußwiderstände am Leitungsanfang und -ende rein ohmsch, dann kann man die einzelnen Spannungen und deren Summe als Bruchteil Δn_l der Wellenzahl hinter dem Komma im Bild 4 ablesen.

Scheinwiderstände mit Blindanteilen am Anfang und am Ende der Leitung lassen sich wieder durch passende Leitungsstücke mit dem Wellenwiderstand Z in die ohmschen Widerstände $R_1 = m_1 \cdot Z$ und $R_2 = m_2 \cdot Z$ transformieren. Die zu den Transformationsleitungen gehörenden Wellenzahlen kann man aus dem Leitungsdiagramm ablesen und von der Wellenzahl der Leitung abziehen. Zu dem verbleibenden Bruchteil der Wellenzahl hinter dem Komma ergeben sich dann die einzelnen Spannungsanteile am Empfängereingang aus Bild 4 beziehungsweise bei anderen Welligkeiten aus Gl. (10). Man kann also die Spannungen am Empfängereingang für beliebige Empfangsfrequenzen, Leitungslängen und Abschlußwiderstände am Leitungsanfang und am Leitungsende in verhältnismäßig einfacher Weise berechnen. Das konstante Glied U_0/U_{\max} hat nur eine Verringerung der Empfangsspannung zur Folge. Die anderen Glieder (U_1/U_{\max} , U_2/U_{\max} usw.) verzerren dagegen die Modulation, weil sie sich mit der Wellenlänge und mit der Frequenz ändern.

zu kleinen Fehler, der auf die Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung (mit größeren Exponenten von u als 4) zurückzuführen ist. Sind zum Beispiel der Fußpunkt Widerstand der Antenne und der Eingangswiderstand des Empfängers 480 Ohm und hat die Leitung einen Wellenwiderstand von 120 Ohm, so ergeben sich für die Fehlanpassung am Anfang und am Ende der Leitung die Welligkeiten $m_1 = m_2 = 4$. Für Leitungslängen l , die ein ganzes Vielfaches von $\lambda/2$ betragen, erscheint dann am Leitungsende der gleiche Widerstand, der am Leitungsende angeschlossen ist. Bei den angenommenen gleichen Widerständen am Leitungsende und am Leitungsende erhält man also für die $\lambda/2$ -Leitung richtige Anpassung und den Spannungs-Anpassungsgrad 1. Die Summenkurve im Bild 4 gibt dieses Ergebnis richtig wieder. Auch die Minima der Summenkurve bei $l/\lambda = 0,25$ und $l/\lambda = 0,75$ können in einfacher Weise berechnet werden. Bei Leitungslängen, die ein ungerades Vielfaches von $\lambda/4$ sind, wird der Widerstand von 480 Ohm am Leitungsende durch eine Leitung mit 120 Ohm Wellenwiderstand nach Gl. (1) in einen Widerstand von 30 Ohm am Leitungsende transformiert. Der 480-Ohm-Widerstand am Leitungsende und der transformierte Widerstand von 30 Ohm unterscheiden sich um den Faktor 16. Für diesen Welligkeitswert erhält man mit Gl. (6) den Spannungs-Anpassungsgrad $U_2/U_{\max} = 0,47$. Das Minimum der Summenkurve im Bild 4 stimmt mit diesem Wert bis auf eine kleine Abweichung infolge der vernachlässigten Glieder höherer Ordnung überein.

Auswirkungen der Fehlanpassung am Empfängereingang

Zur Übertragung eines Fernsehbildes wird bei der europäischen Norm mit 625 Zeilen ein Kanal von 7 MHz Breite benötigt. Die Frequenz am Kanalbeginn sei mit f_1 , die höhere Frequenz am Kanallende mit f_2 bezeichnet; die zugehörigen Wellenlängen sind dann λ_1 und λ_2 . Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v_k der elektromagnetischen Welle in Kabeln ist wegen der Isolation zwischen den Leitern um den Verkürzungsfaktor w_k kleiner als die Lichtgeschwindigkeit. Für einen Fernsehkanal mit der Breite $f_2 - f_1 = 7$ MHz erhält man für die Differenz Δn_k der Wellenzahlen am Kanallende und Kanalbeginn (l, λ in m)

$$\Delta n_k = \frac{l}{\lambda_1} - \frac{l}{\lambda_2} = \frac{l \cdot 7}{300 \cdot w_k} \quad (11)$$

Δn_k hängt nur von der Art und der Länge der Leitung und von der Kanalbreite, aber nicht von der empfangenen Frequenz ab und hat daher für alle Fernsehkanäle und -bereiche denselben Wert.

Tab. I enthält die hier interessierenden Kennwerte der vier Kabelarten, die für Antennenanlagen zum Rundfunk- und Fernsehempfang verwendet werden. In der vierten Zeile von Tab. I sind die Kabellängen eingetragen, bei denen die Wellenzahldifferenz $\Delta n_k = 1$ ist. Für die Kabellänge 30 m würde sich zum Beispiel bei einem dämpfungsfreien Kabel mit 120 Ohm Wellenwiderstand die im Bild 4 dargestellte Spannungsverteilung am Empfängereingang ergeben, wenn der Fußpunkt Widerstand der Antenne und der Eingangswiderstand des Empfängers über den gesamten Fernsehkanal von 7 MHz Breite ohmisch und gleich 480 Ohm wären. Ist die Wellenzahl an den Kanalgrenzen eine ganze Zahl, dann fallen die Kanalgrenzen

dem anderen Fall sind um Δn_k auf der waagerechten Achse verschoben.

In Wirklichkeit sind die Fußpunkt Widerstände von Antennen und die Eingangswiderstände der Empfänger immer Scheinwiderstände, deren Wirk- und Blindanteile sich innerhalb eines Fernsehkanals mit der Frequenz ändern. Auch dann kann man alle Spannungsanteile am Empfängereingang punktweise berechnen. Die errechneten Werte können nur zwischen den im Bild 4 wiedergegebenen und dem Wert 1 für die Summenspannung beziehungsweise 0 für die mehrfach reflektierten Wellenanteile liegen, wenn die Welligkeiten m_1 und m_2 nicht größer als 4 werden und die Ortskurven der Scheinwiderstände im Leitungsdiagramm innerhalb des Kreises $m = 4$ verlaufen. Bild 4 stellt also den Verlauf der Spannungen für den ungünstigsten Fall dar, der bei der angenommenen Fehlanpassung denkbar ist.

Für die Wirkung der mehrfach reflektierten Wellen auf das Fernsehbild ist noch die Länge des Verbindungskabels zwischen Antenne und Empfänger von Bedeutung. Je länger das Kabel ist, um so größer sind die Laufzeit für den Umweg und die seitliche Versetzung der Störung im Bild. Bei Kabeln bis zu 12 m Länge verursacht die Welle, die je einmal an beiden Kabelenden reflektiert wurde, nur einen Frequenzgang der Empfangsspannung, der dem eines Verstärkers entspricht, dessen Verstärkungsgrad nicht über den gesamten Kanal konstant ist. Aber auch bei 30 m Kabellänge hat die erste Bildstörung auf einem 53-cm-Schirm nur etwa 2,5 mm Abstand vom Hauptbild.

Abgesehen von der niedrigeren Summenspannung infolge der Kabeldämpfung, wird die Bildwiedergabe um so besser, je größer die Kabeldämpfung ist, denn die mehrfach reflektierten Wellenanteile, die den Bildinhalt verzerren, durchlaufen das Kabel mehrfach und werden dadurch zusätzlich gedämpft. In Gl. (10) sind diese Zusatzdämpfungen bereits erfaßt ($u = r_1 \cdot r_2 \cdot d$).

Im Bild 5 sind die Spannungsanteile nach Gl. (10) für die Welligkeiten $m_1 = m_2 = 4$ und die Dämpfungsfaktoren $d = 0,8$, $d = 0,6$ und $d = 0,36$ dargestellt. Der Wert $d = 0,8$ ergibt sich für 30 m unabgeschirmtes Kabel bei 50 MHz (Fernsehbild I) und $d = 0,6$ für unabgeschirmtes Kabel der gleichen Länge bei 200 MHz (Fernsehbild III) oder wenig kürzere abgeschirmte Kabel bei 50 MHz (Tab. I). Den Dämpfungsfaktor

(Fernsehbild IV) und abgeschirmte Kabel bei 200 MHz. Bild 6 zeigt die gleichen Kurven für $m_1 = 2$ und $m_2 = 4$ sowie für $d = 1$, $d = 0,8$ und $d = 0,6$, während im Bild 7 $m_1 = m_2 = 2$ sowie $d = 1$ und $d = 0,6$ gewählt sind.

Die Verringerung der Summenspannung durch die Kabeldämpfung ist bei dem Spannungs-Anpassungsgrad U/U_{\max} nicht berücksichtigt. Davon abgesehen, ändert sich der frequenzunabhängige Anteil U_0/U_{\max} mit der Kabeldämpfung nur wenig, weil nur die Glieder höherer Ordnung ($u^2/4$, $u^4/16$ usw.) kleiner werden, während die Faktoren p_1 und p_2 von der Kabeldämpfung unabhängig sind. Die mehrfach reflektierten Anteile U_1/U_{\max} , U_2/U_{\max} usw. haben dagegen wesentlich kleinere Maximalwerte. In den Bildern 5 bis 7 sind wieder nur die Anteile eingezeichnet, deren Maximalwert mindestens 1% von U_{\max} ist.

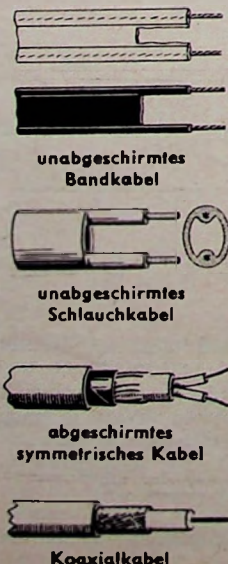
Welche Fehlanpassung verursacht erkennbare Bildverzerrungen?

Aus den Kurven in den Bildern 4 bis 7 kann man ablesen, wie groß die Spannungsverluste und die modulationsverzerrenden Spannungsanteile in Fernsehantennenanlagen werden können. In Tab. II sind die für die Praxis wichtigsten Werte der Kurven noch einmal zusammengestellt. Die ersten beiden Spalten enthalten die Welligkeiten m_1 an der Antenne und m_2 am Empfänger. In den folgenden vier Spalten sind die Spannungsverluste (in % der Spannung U_{\max} , die bei Anpassung zum Empfängereingang gelangt) für verschiedene Leitungsdämpfungen angegeben. Weitere vier Spalten geben für die gleichen Leitungsdämpfungen die Höchstwerte der ersten Störwelle, die je einmal am Empfänger und an der Antenne reflektiert wurde, in % der Nutzspeisung am Empfängereingang an. Die Nutzspeisung ist dabei gleich der Differenz von U_{\max} und dem jeweiligen Spannungsverlust.

Tab. II zeigt, daß die Welligkeiten den Wert 2 nicht überschreiten sollten, damit nur mäßige Spannungsverluste und schwache Störwellen möglich sind. Bei guten Empfangsantennen wird diese Grenze eingehalten. Sie gilt allgemein als Richtwert für die zulässigen Abweichungen des Antennenwiderstandes vom Nennwert.

Bei Fernsehempfängern sollen nach DIN 45 310 in dem Bereich $-0,75 \dots +1,5$ MHz

Tab. I. Kennwerte von Kabeln für Rundfunk- und Fernseh-Antennenanlagen



	unabgeschirmtes Bandkabel	unabgeschirmtes Schlauchkabel	abgeschirmtes symmetrisches Kabel	Koaxialkabel
Wellenwiderstand Z	240	240	120	60 Ohm
Verkürzungsfaktor w_k ..	0,8	0,8	0,7	0,7
Kabellänge l für $\Delta n_k = 1$	34	34	30	30 m
Dämpfung bei				
50 MHz	3,0	3,0	7,0	6,5 dB/100 m
100 MHz	4,8	4,8	10,5	9,8 dB/100 m
200 MHz	7,4	7,4	15,0	14,0 dB/100 m
500 MHz	15,0	15,0	24,0	24,0 dB/100 m
Dämpfungsfaktor d für $l = 30$ m bei				
50 MHz	0,8	0,8	0,61	0,64
100 MHz	0,7	0,7	0,49	0,52
200 MHz	0,6	0,6	0,36	0,37
500 MHz	0,36	0,36	0,19	0,19

Tab. 11. Spannungsverlust und Höchstwert der ersten Störwelle bei verschiedenen Fehlanpassungen

Welligkeit		Spannungsverlust in % von U_{\max} (bei Anpassung)				Höchstwert der ersten Störwelle in % der Nutzspannung			
m_1	m_2	$d = 1$	$d = 0,8$	$d = 0,6$	$d = 0,36$	$d = 1$	$d = 0,8$	$d = 0,6$	$d = 0,36$
2	2	10,5			11	12		7	
2	4	23			24	20	15	11,5	
4	4	34	34,5	35	36	36	29	22	13

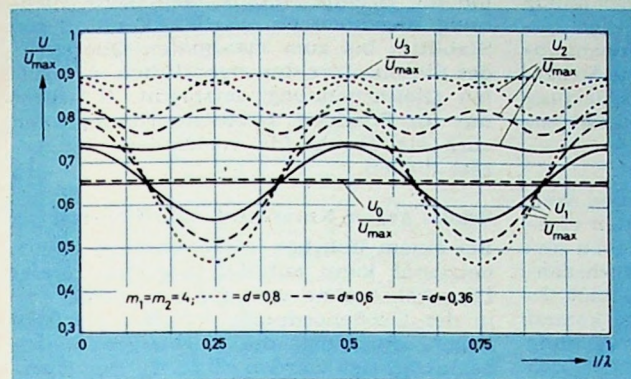


Bild 5

Bilder 5–7. Berechnete Spannungsverhältnisse für an beiden Enden fehlanpassende Leitungen für verschiedene Welligkeiten und Dämpfungsfaktoren

Bild 6

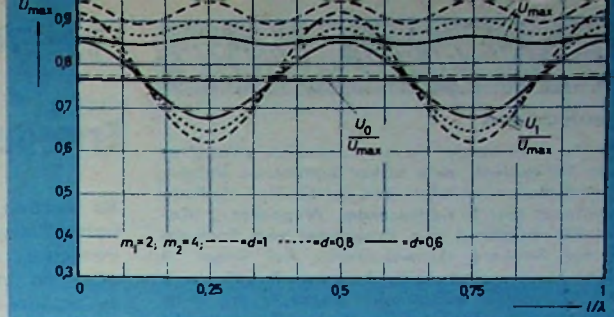
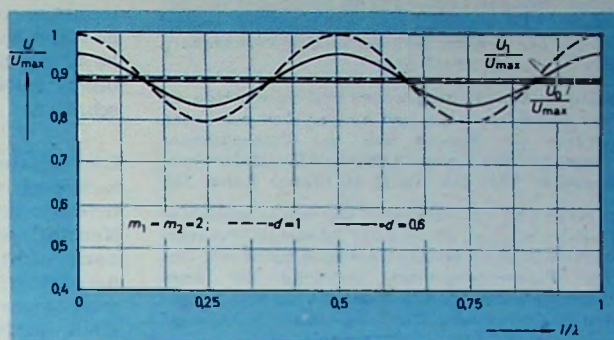


Bild 7



neben dem Bildträger Welligkeiten eingehalten werden, die kleiner als 3 sind. Für die übrigen Frequenzen des Fernsehkanals sind keine Grenzen angegeben, weil die Anpassungsfehler in diesen Kanalabschnitten praktisch keine merkbar Bildfehler verursachen. Die Welligkeit ist bei der Gittervorspannung zu messen, die sich im Empfänger bei 1...2 mV Eingangsspannung einstellt. Diese Vorschrift ist notwendig, weil die Abweichungen des Eingangswiderstandes vom Nennwert mit steigender Eingangsspannung und damit zunehmender Regelspannung bei den gebräuchlichen Schaltungen beträchtlich zunehmen.

Um das Ausmaß der Bildstörungen durch Fehlanpassung zu untersuchen, wurden einige Versuche gemacht. Dabei wurden der Fußpunkt Widerstand der Antenne und der Eingangswiderstand des Empfängers durch vorgeschaltete Dämpfungsglieder praktisch rein ohmsch und den Nennwerten gleich gemacht. Die Fehlanpassungen wurden ebenfalls mit sehr geringen Blindanteilen hergestellt, so daß die Verhältnisse, die den berechneten Kurven zugrunde liegen, ziemlich genau verwirklicht waren. Als Verbindungsleitung dienten zwei Koaxialkabel geringer Dämpfung mit 15 und 33 m Länge. Der Stuttgarter Fernsehsender (Kanal 11) wurde sowohl direkt als auch nach Umsetzung in den Kanal 2 empfangen. Im Testbild konnte man bereits bei Welligkeiten $m_1 = m_2 = 2$ neben den senkrechten weißen Streifen im Graufeld je einen zusätzlichen schmalen hellen Streifen beobachten, der nach Beseitigung der Fehlanpassung verschwand. Bei dem längeren Kabel war der helle Zusatzstreifen etwas weiter abgesetzt. Ein merkbarer Einfluß der Kabeldämpfung beim Kanalwechsel wurde nicht beobachtet. Bei Welligkeiten $m_1 = m_2 = 4$ war dieser Zusatzstreifen noch heller und der Zwischenraum zwischen ihm und dem Testbildstreifen dunkler. In diesem Fall trat auch ein schwacher, heller Streifen im schwarzen Feld hinter Weiß-Schwarz-Sprüngen auf.

In der Gradationstreppe und in den Feldern, die mit Frequenzen von 1, 2, 3, 4 und 5 MHz sinusförmig moduliert sind, war in keinem Fall eine Veränderung infolge der Fehlanpassung zu bemerken. Der Kanalwechsel ließ bei $m_1 = m_2 = 4$ den Einfluß der Kabeldämpfung deutlich erkennen. Beim Empfang des Kanals 2

waren alle Störungen stärker ausgeprägt. Der letzte Buchstabe der Schriftzeile „Süd-deutscher Rundfunk“ kehrte deutlich und vollständig wieder, so daß die Wiederholung als Geisterbild bezeichnet werden kann. In bewegten Programmbildern wurden dagegen deutliche Geisterbilder nicht beobachtet. Die sichtbaren Bildveränderungen waren vor allem in den günstigeren Fällen so geringfügig, daß sie in verkleinerten Druckwiedergaben von fotografischen Aufnahmen nicht mehr zu erkennen waren.

Zusammenfassend ist festzustellen:

- 1) Fehlanpassung an einem Kabelende (entweder an der Antenne oder am Empfänger) hat nur einen verhältnismäßig geringen Spannungsverlust zur Folge.
- 2) Fehlanpassungen an beiden Kabelenden verringern die Spannung um das Produkt der Spannungs-Anpassungsgrade, die aus den Fehlanpassungen getrennt berechnet werden können.
- 3) Von den Wellen, die am Ende und am Anfang des Kabels mehrfach reflektiert werden, kommt in praktischen Fernseh-Empfangsanlagen nur die erste zur Wirkung, die nur einmal an beiden Kabelenden reflektiert wurde. Die anderen verringern sich infolge der Kabeldämpfung auf unbedeutende Werte.
- 4) Die erste reflektierte Welle verursacht einen Frequenzgang der Gesamtdurchlaßkurve des Empfängers, der sich im Bild so auswirkt wie das Überspringen bei einem Amplitudensprung und der schmale Zusatzstreifen zur Folge hat. Geisterbilder sind nur unter besonderen Umständen bei sehr starken Fehlanpassungen zu beobachten.

Die Bildverzerrungen ließen sich bei den Versuchen durch geringfügige Änderung der Feinabstimmung beseitigen, so daß auch bei Welligkeiten $m_1 = m_2 = 4$ an den beiden Enden des dämpfungsarmen Kabels von 30 m Länge ein einwandfreies Testbild eingestellt werden konnte. Aber auch bei den Welligkeiten $m_1 = m_2 = 2$ war noch eine geringfügige Verstimmung des Empfängers erforderlich, um ein einwandfreies Testbild zu erhalten.

Bildverzerrungen infolge starker Fehlanpassungen bei hohen Eingangsspannungen lassen sich durch Einschalten von Dämpfungsgliedern leicht beseitigen. Die Empfangsverbesserung, die erfahrungsgemäß durch stückweises Verkürzen der Lei-

tung auf eine optimale Länge zu erreichen ist, dürfte vor allem dann eintreten, wenn die Anpassung besser wird, weil Blindanteile des Empfängerwiderstandes und des Antennenwiderstandes durch die passende Leitungslänge kompensiert werden. Wenn man Antennen und Empfänger mit Kennwiderständen von 240 Ohm durch abgeschirmte, symmetrische Kabel mit 120 Ohm Wellenwiderstand verbindet, dann können die Welligkeiten bei gleichen Grenzen für die Abweichung der angeschlossenen Widerstände theoretisch doppelt so groß werden wie bei Verbindungsleitungen mit 240 Ohm Wellenwiderstand. Da sich aber Anpassungsübertrager nur für die Nennwerte bemessen lassen, ist es wenig wahrscheinlich, daß Übertrager, die von 120 auf 240 Ohm übersetzen, den Empfang verbessern, wie auch die Erfahrung gezeigt hat. Deshalb werden derartige Anpassungsübertrager in der Praxis nicht verwendet. Auch Koaxialkabel mit Anpaß- und Symmetriergliedern bringen trotz der richtigen Anpassung der Nennwerte fast nie besseren Empfang.

*

Dem Laborleiter der Firma Hirschmann, Eßlingen, Herrn Dipl.-Ing. Eisenlohr, danke ich für die Durchführung des größten Teils der beschriebenen Versuche.

Schrifttum

- [1] ● Küpfmüller, K.: Einführung in die theoretische Elektrotechnik. 5. Aufl., Berlin 1957, Springer
- [2] ● Meinke, H. H.: Theorie der Hochfrequenzschaltungen. München 1951, Oldenbourg
- [3] Fiebranz, A.: Die zulässige Fehlanpassung bei Antennenanlagen zum Fernsehempfang. Nachrichtentechn. Z. Bd. 14 (1961) Nr. 1, S. 25–31
- [4] Müller, J.: Über den Zusammenhang von Einschwingverhalten und Bildgüte bei Fernseh-Übertragungssystemen. Fernmeldetechn. Z. Bd. 6 (1953) Nr. 7, S. 320–324
- [5] Förster, G.: Fernseh-Bildstörungen durch Fehlanpassung und Verstimmung des Tuners. Funkschau Bd. 29 (1957) Nr. 3, S. 69–70, u. Nr. 5, S. 123–125
- [6] Fehlerfreie Antennenanlagen ermöglichen bessere Fernsehbildqualität. Techn. Hausmitt. Blaupunkt-Werke (1958) Nr. 4, S. 62–67
- [7] Köhler, A.: Über den Einfluß von Fehlanpassungen auf die Bildqualität von Fernsehbildern in Einzel- und Gemeinschafts-Antennenanlagen. Funk-Techn. Bd. 15 (1960) Nr. 17, S. 604–607

Deutschland

► Mit drei neuen Fernsehumsetzern gelang es dem Südwestfunk, eine bisher bestehende Versorgungslücke zu schließen. Die Sender sind als Kette geschaltet. Der 1. Kettensender, Wannenberg (Kanal 21), empfängt sein Programm vom Fernsehsender Feldberg (Schwarzwald). Auf Kanal 14 arbeitet der neue UHF-Umsetzer Kapellenberg (bei Waldshut), während im Kanal 15 der dritte UHF-Umsetzer Eggberg betrieben wird. Die beiden letzten Stationen empfangen die Sendungen von der Anlage Wannenberg. Der Kettenbetrieb erklärt sich aus der direkten Sicht des Senders Wannenberg zum Großsender Feldberg.

► Die im Band IV arbeitenden UHF-Sender Haardt-kopf und Eifel senden seit einiger Zeit auf neuen Kanälen. So benutzt jetzt der Fernsehsender Haardt-kopf den Kanal 18 (bisher 17) und der Fernseh-sender Eifel den Kanal 16 (früher Kanal 15).

► Neue UHF-Fernsehsender arbeiten in Schleswig-Holstein. In Kanal 28 wird der Bundespost-Fernseh-sender Kiel mit Versuchssendungen betrieben. Das erste Fernsehprogramm überträgt der neue Lückensender des NDR in Kanal 14 auf dem Bungs-berg in Ostholstein. Die vorgesehene Strahlungs-leistung ist 200 kW.

► In Übereinstimmung mit dem Berliner Senat soll auf dem Gelände des früheren englischen Friedhofs an der Heerstraße mit einem Kosten-aufwand von 5 bis 6 Mill. DM der „Hans-Bredow-Fernsehturm“ errichtet werden. Nach dem Stutt-garter Beispiel ist der Einbau eines Restaurants und einer Aussichtsplattform geplant. Man rechnet mit einer baldigen Amortisation der Baukosten aus dem Eintrittskartenverkauf.

► In der Zeit vom 1. 9. bis 31. 12. 1960 hat der Westdeutsche Rundfunk folgende Kleinumsetzer und Umlenkantennen (UL) in Betrieb genommen; Kanalangebe und Polarisation (h: horizontal, v: vertikal) in Klammern:

Altena II (10, h), Altena III (8, h), Altenbeken (8, v), Atteln (8, h), Bestwig (8, v), Brakel (8, v), Dreis-Tiefenbach (11, h), Eiserich (11, h), Heggen (8, v), Lendringen (8, v), Lügde (9, v), Niederndorf (UL) (9, v), Obernkirchen (UL) (8, v), Oedingen (6, v), Ramblinghausen (5, v), Rummenohl (5, h), Sundern (8, v), Valbert (UL) (9, v), Wiehlmünden (UL) (9, v).

Die abgestrahlten Leistungen liegen zwischen 0,05 und 5 W. Dem WDR stehen jetzt zur Ausstrahlung des ersten Fernsehprogrammes zur Verfügung: 9 große Sendeanlagen (davon 4 im Frequenz-bereich IV), 78 Kleinumsetzer und 14 Umlenk-antennen.

Italien

► Die italienische Rundfunk-Gesellschaft RAI-TV vereinbarte mit dem italienischen Postministerium, bis Ende 1962 ein 2. Fernsehprogramm vorzu-bereiten. Bis zu diesem Zeitpunkt wird die italie-nische Post ein zweites Fernsehsendernetz mit zu-nächst 42 Stationen (Sender, Umsetzer, Kleinsender) errichten, das 67% der Bevölkerung versorgen kann. Ein darauffolgender Fünfjahresplan soll die Versorgung des restlichen Bevölkerungsteils sichern. Antennen für dieses Sendernetz werden u. a. zur Zeit von Siemens (s. Heft 3/1961, S. 91) und Rahde & Schwarz erstellt.

► Im Frühjahr 1960 wurde die Antennenanlage Monte Panica in Betrieb genommen. Sie versorgt einen großen Teil der Po-Ebene mit der Stadt Mail-land. Die Stadt Rom wird ebenfalls durch eine von Rahde & Schwarz vor längerer Zeit gelieferte Antennenanlage mit dem 2. Fernsehprogramm versorgt. Weitere Anlagen für die Stationen Monte Falto (Neapel), Monte Gamberie (Messina) und Monte Caccia (Bari) sind in Bau.

Finnland

► Der finnische Staatsrundfunk Yleisradio kann seine Fernsehprogramme bisher nur aus provi-sorischen Studios senden. Jetzt entsteht dort nach neuesten Erkenntnissen ein großes Fernsehzentrum. Schon Mitte dieses Jahres soll aus dem ersten Fernsehstudio dieses großzügig geplanten Bauvor-habens der Sendebetrieb aufgenommen werden. Während die erforderlichen Fernsehkameras und die sonstigen Video-Geräte von der Fernseh GmbH, Darmstadt, geliefert werden, erhielt Telefunken den Auftrag für die zugehörige umfangreiche Ton-einrichtung.

Erweiterungsmöglichkeiten für ein geregeltes Netzgerät

Es werden einige Hinweise gegeben, die – beim Entwurf berücksichtigt – eine uni-versellere Anwendung eines vorhandenen oder zu bauenden Netzgerätes gestatten. Besondere Vorzüge: Ausgangsspannung mit gleichbleibender Konstanz gegen Be-lastungs- und Netzspannungsschwankun-gen von 0 ... 300 V (350 V); absolute Sicher-heit gegen Kurzschluß und Überlastung ohne Beeinträchtigung der Regeleigen-schaften.

*

Die meisten der selbstgebauten und viel-fach auch die industriell gefertigten elek-tronisch geregelten Netzgeräte haben den Nachteil, daß sich die Ausgangsgleichspan-nung nicht auf Null herabregeln läßt. In der üblichen Schaltung nach Bild 1 kommt man kaum unter 150 V. Bei Verwendung eines getrennten Gleichrichters für den Stabilisator kann man bis ziemlich zur Brennspannung herabregeln, beim 85 A 2 also bis etwa 90 V (Bild 2). Im allgemei-nen wird dann ein zusätzlicher Stabilisa-tor, zum Beispiel 150 C 2, mit eingebaut, zu dem ein Potentiometer parallel liegt, an dem nun eine zwar spannungsstabile, aber bei Belastung zusammenbrechende Span-nung abgenommen werden kann.

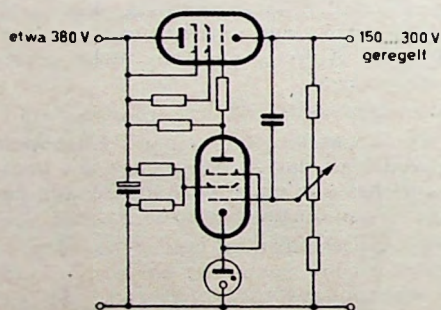


Bild 1. Übliche Schaltung eines elek-tronisch geregelten Netzgerätes

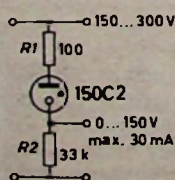
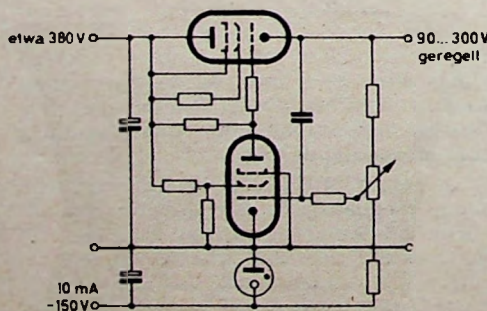


Bild 2 (oben). Elek-tronisch geregeltes Netzgerät mit ge-trenntem Gleich-richter für den Stabi-lisator
Bild 3. Anschaltung des Stabilisators

Der Stabilisator kann jedoch viel besser ausgenutzt werden, wenn er, wie aus Bild 3 ersichtlich, an die geregelte Span-nung gelegt wird. Widerstand R1 dient zur Kompensation der am Stabilisator bei unterschiedlicher Belastung noch auftre-tenden Spannungsschwankungen; er ist gleich dem dynamischen R_i des Stabi-lisators. Ist er nicht vorhanden, dann steigt bei steigender Belastung die Ausgangs-spannung, da mit höherem Querstrom die

Brennspannung sinkt. Bei hohen An-sprüchen an die Konstanz kann R1 als Trimmregler ausgeführt werden. Es ist also klar, daß an der unteren Buchse eine um die Brennspannung niedrigere Span-nung abgenommen werden kann, deren Stabilität bis zum maximalen Querstrom des Stabilisators der eigentlichen, geregel-ten Gleichspannung entspricht. R2 dient nur zur Zündung. Diese Anordnung kann auch als Zusatz für vorhandene Netzge-räte dienen.

Schutz gegen Kurzschluß und Überlastung

Bei einem üblichen elektronischen Regel-netzgerät kann auf der Anodenseite der Längsröhre ohne weiteres ein Widerstand in der Größenordnung von 50 ... 200 Ohm liegen, ohne daß die Regeleigenschaften beeinträchtigt werden (Bild 4). Bei Über-

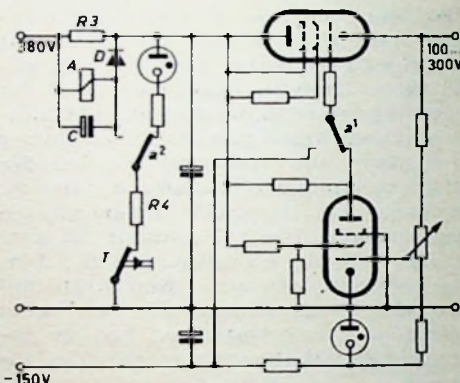


Bild 4. Elektronisch geregeltes Netzgerät mit Kurz-schluß- und Überlastungsschutz mit Hilfe eines Relais

lastung oder gar Kurzschluß bekommt das Relais A Strom, und das Gitter der Längs-röhre wird an eine hohe (≈ 100 V) nega-tive Spannung gelegt, wodurch diese ge-sperrt wird.

Soll a^2 als Selbsthaltekontakt ausgeführt werden, dann muß R4 zum Relais und der Überspannung passen. Nach Beseitigung des Fehlers wird der vorherige Zustand durch Drücken der Unterbrechertaste T wiederhergestellt. Die Diode D sorgt da-für, daß die Relaiswicklung in angezoge-nem Zustand nicht durch R3 überbrückt ist.

Beim Vergrößern von C auf etwa 100 bis 500 μ F und R4 auf einen passenden Wert (100 bis 500 kOhm) sowie Weglassen der Unterbrechertaste T arbeitet diese Kurzschluß-sicherung vollautomatisch. Bei Kurzschluß oder Überlastung verhält sich jetzt A wie vorher. Infolge der Erhöhung von R4 hält das Relais sich aber nicht selbst, sondern fällt, sobald sich C nach einigen Sekunden entladen hat, ab, und die volle Spannung ist wieder vorhanden. R4 unterstützt nur die Wirkung von C, so daß eine kleinere Kapazität ausreicht. Diese Anordnung hat sich bei Baugruppenprüfungen bewährt, bei denen die Reparatur an getrennten Reparaturplätzen erfolgt. Für Laborzwecke dürfte die Anordnung mit Auslösetaste günstiger sein.

Die anderen Widerstände und Kondensa-toren haben die für elektronisch geregelte Netzgeräte üblichen Werte. Die beschrie-benen Schaltungen haben ihre Bewährung, teilweise in mehrfacher Ausführung, in der Praxis bereits hinter sich. G. Peltz

Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche – Der Stereo-Konverter

Fortsetzung aus FUNK-TECHNIK Bd. 16 (1961) Nr. 3, S. 86

9. Messungen

9.1 Gleichstrommessungen

Da die Gleichstrommeßwerte mit den vorausgerechneten Werten genügend genau übereinstimmen, wurden sie nicht in das Schaltbild eingetragen.

9.2 Wechselstrommessungen

Zur Messung der Eingangs- und Ausgangswiderstände wurden die beim Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer angegebenen Anordnungen [1] benutzt. Der Fremdspannungspegel am Ausgang des Konverters wurde mit einem Meßverstärker und einem Röhrenvoltmeter („AA-1“) gemessen. Die Messung der Verzerrungen erfolgte mit den Meßgeräten „AA-1“ (IM) und „HD-1“ (Klirrfaktor) von Heath.

9.3 Meßergebnisse

Die Meßergebnisse entsprechen weitgehend den berechneten Werten. Für den gesamten Stereo-Konverter ergeben sich je Kanal folgende Meßwerte:

Eingangswiderstand $R_i = 600 \text{ Ohm}$
 Ausgangswiderstand $R_o = 600 \text{ Ohm}$
 Spannungsverstärkung $v_u = 0 \text{ dB}$
 Übersprechdämpfung $> 58 \text{ dB}$ im übertragenen Frequenzbereich

Verzerrungen

Normalpegel $IM \approx 0,2 \%$
 (–10 dBm an 600 Ohm) $k \approx 0,08 \%$
 Vollaussteuerung $IM \approx 0,35 \%$
 (0 dBm an 600 Ohm) $k \approx 0,1 \%$

Fremdspannungsabstand vom Normalpegel $-81,2 \text{ dB}$

Frequenzgang bei Stellung „0 dB“ von Klang- und Lautstärkereglern 10 Hz bis 75 kHz $\pm 0,5 \text{ dB}$, bei 100 kHz $-1,0 \text{ dB}$.

Gleichheit der Kanäle bezüglich Frequenzgang und Verstärkung $\pm 0,8 \text{ dB}$.

Bild 24 zeigt die Frequenzgänge für die verschiedenen Stellungen des Lautstärkereglers (Klangregler in Stellung „0 dB“) und Bild 25 die Frequenzgänge für die verschiedenen Stellungen des Klangreglers (Lautstärkereglern in Stellung „0 dB“). Die erreichten Frequenzgänge entsprechen den gestellten Forderungen.

10. Stromversorgung

Die benötigten Betriebsspannungen werden einem als besondere Einheit ausgeführten Zentralnetzteil mit konstanter Ausgangsspannung $U_o = 27 \text{ V}$ entnommen. Im Stereo-Konverter sorgt ein Siebteil für die Einhaltung der erforderlichen Spannungen, der auch unzulässige Verkopplungen der Verstärkerstufen über die Stromversorgung verhindert.

10.1 Siebteil für den Stereo-Konverter

In den Längsgliedern der Siebkette werden Transistoren verwendet, die kleiner, leichter und billiger als entsprechende Eisendrosseln und unempfindlich gegen Brummeinstreuungen sind. Außerdem haben sie den großen Vorteil, daß ihr Gleichstromwiderstand in weiten Grenzen frei wählbar und dabei immer wesentlich kleiner als der Wechselstromwiderstand ist.

Bild 26 zeigt die Prinzipschaltung eines Gliedes der Siebkette. Der gewünschte Arbeitspunkt wird mit einem als Einstellregler ausgeführten Basisspannungsteiler eingestellt. Um ausreichende Stabilität des Arbeitspunktes zu erreichen, muß $I_{Su} \approx 5 | -I_{Bn} |$ sein. Unter der Annahme,

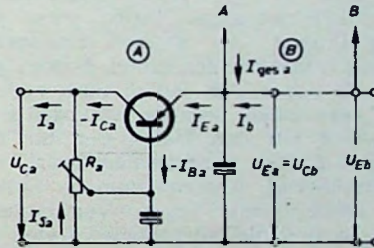


Bild 26. Prinzipschaltung eines Siebgliedes

daß $-I_{Cn} \approx I_{En}$ und der durchschnittliche Gleichstrom-Verstärkungsfaktor des verwendeten Transistortyps $\alpha_c = \frac{-I_C}{-I_B} \approx 85$ ist,

ergibt sich mit genügender Genauigkeit der notwendige Wert für den Basisspannungsteiler R_n zu

$$R_n \approx \frac{-U_{Cn}}{I_{Sn}}; \quad R_{n \max} \approx 17 \frac{-U_{Cn}}{I_{En}}$$

Der Emitterstrom des n -ten Gliedes ist

$$I_{En} = I_{ges n} + I_{n+1}$$

und der Gesamtstrom eines Gliedes

$$I_n \approx \frac{-U_{Cn}}{R_n} - I_{En}$$

Die von den einzelnen Verstärkerstufen benötigten Betriebsspannungen und -ströme sind in Tab. II zusammengefaßt.

Tab. II. Betriebsspannungen und -ströme der Verstärkerstufen

Stufe	$-U_{CC}$ [V]	I_{ges} [mA]	Anschluß
1	22,5	10,56	B
2	12,5	10,4	D
3	20	2,11	C
4	22,5	6,4	B
5	25	17	A

Daraus lassen sich die Arbeitspunkte der Siebglieder und die Werte für die Basisspannungsteiler ermitteln.

Glied D: $-U_{Cd} = 20 \text{ V}$, $-U_D = 12,5 \text{ V}$,
 $I_{Ed} = I_{ges d} = 10,4 \text{ mA}$

$$R_d \approx 17 \frac{20}{10,4} \approx 30 \text{ kOhm}$$

$$I_d \approx \frac{20}{30} + 10,4 \approx 11,06 \text{ mA}$$

Glied C: $-U_{Cc} = 22,5 \text{ V}$, $-U_C = 20 \text{ V}$,
 $I_{Ec} = 2,11 + 11,06 = 13,17 \text{ mA}$

$$R_c \approx 17 \frac{22,5}{13,17} \approx 30 \text{ kOhm}$$

$$I_c \approx \frac{22,5}{30} + 13,17 \approx 13,92 \text{ mA}$$

Glied B: $-U_{Cb} = 25 \text{ V}$, $-U_B = 22,5 \text{ V}$,
 $I_{Eb} = 16,96 + 13,92 = 30,88 \text{ mA}$

$$R_b \approx 17 \frac{25}{30,88} \approx 12 \text{ kOhm}$$

$$I_b \approx \frac{25}{12} + 30,88 \approx 32,96 \text{ mA}$$

Glied A: $-U_{Ca} = 27 \text{ V}$, $-U_A = 25 \text{ V}$,
 $I_{Ea} = 17 + 32,96 = 49,96 \text{ mA}$

$$R_a \approx 17 \frac{27}{49,96} \approx 10 \text{ kOhm}$$

$$I_a \approx \frac{27}{10} + 49,96 \approx 52,66 \text{ mA}$$

In allen Stufen wird der Transistor 2N217 (Hitachi) mit folgenden Daten (bei 25°C)

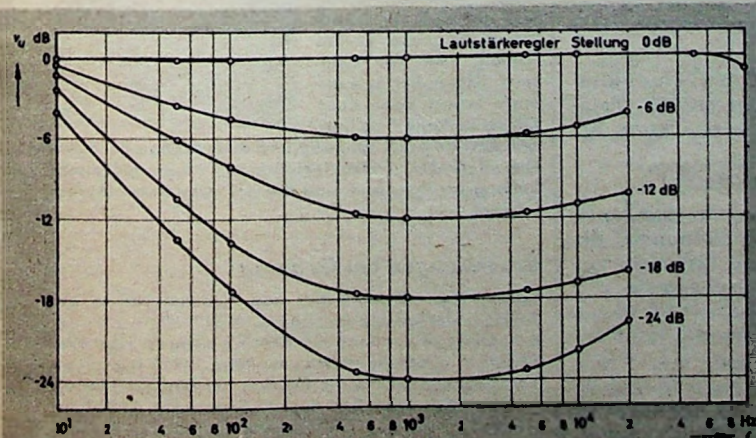


Bild 24. Frequenzgänge für verschiedene Stellungen des Lautstärkereglers

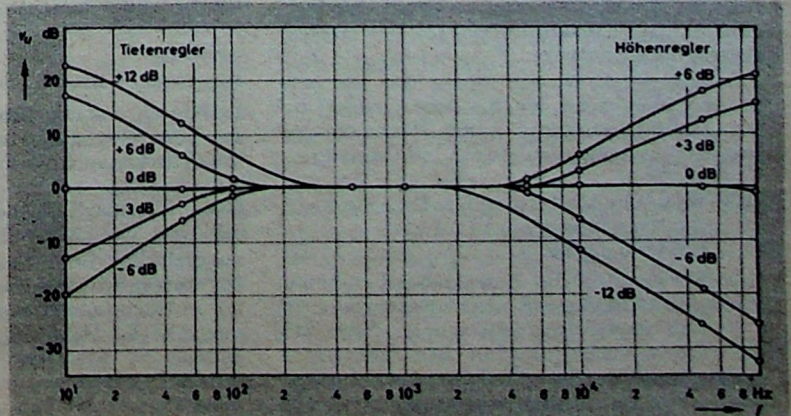


Bild 25. Frequenzgänge für verschiedene Stellungen des Klangreglers

verwendet: $-U_{CE\max} = 12\text{ V}$, $-I_{C\max} = 70\text{ mA}$, $P_{CE\max} = 150\text{ mW}$, $\alpha_e \approx 85$. Die sich ergebenden Arbeitspunkte wurden in das Kennlinienfeld Bild 27 eingezeichnet; die zulässigen Grenzwerte werden in keinem Fall überschritten.

Die Gleichstrom- und Wechselstromwiderstände der Längsglieder lassen sich aus dem Kollektor-Kennlinienfeld des Transistors 2N217 (Bild 27) bestimmen. Aus der Arbeitspunkteinstellung erhält man den

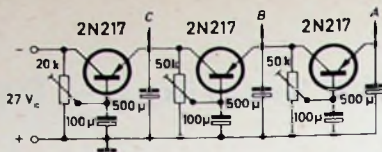


Bild 28. Schaltung des Siebteils für den Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer

11. Aufbau

Ebenso wie der Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer wird auch die gesamte Verstärkereinheit des Stereo-Konverters auf einer geätzten Schaltplatte aufgebaut. Die elektrischen Verbindungen stellt man mittels einer speziellen Steckerleiste her, die auch als mechanische Halterung der Einheit dient. Der Aufbau ist in jeder Hinsicht unkritisch und läßt sich sehr klein ausführen. Die Transistoren des Konverters stecken in Fassungen und können daher jederzeit ausgetauscht werden.

Der Siebteil ist auf einer eigenen, geätzten Schaltplatte angeordnet. Die als Siebglieder verwendeten Transistoren werden fest in die Schaltung eingelötet. Die Halterung erfolgt wieder mit einer Steckerleiste. Die Drucktastenaggregate für Programmwähler, Klang- und Lautstärke-regelung sowie der Regler für den Abbildungsmaßstab sind an der Frontplatte der als Einschubchassis ausgebildeten Einheit montiert.

12. Verwendung anderer Transistortypen

Die für die vorliegende Schaltung benutzten Transistortypen wurden hauptsächlich wegen ihrer günstigen Daten, ihres geringen Preises, der kleinen Exemplarstreuungen und des genormten Sockels gewählt. Es lassen sich jedoch auch andere Typen verwenden, vorausgesetzt, daß ihre Kennwerte mit den Daten der für die einzelnen Stufen angegebenen Transistoren annähernd übereinstimmen. Sollen stark abweichende Typen Verwendung finden, so sind die betreffenden Daten an den entsprechenden Stellen in die Rechnung einzuführen. Man wird damit andere Resultate erhalten, die dann mehr oder weniger große Schaltungsänderungen bedingen, wenn die gestellten Forderungen erfüllt werden sollen.

Es gibt verschiedene Transistortypen, die datenmäßig den angegebenen Transistoren so ähnlich sind, daß sie ohne jede Schaltungsänderung an ihrer Stelle eingesetzt werden können. So lassen sich zum Beispiel folgende deutsche Transistoren verwenden:

Für 2N175 (RCA) OC 603 (Telefunken) mit hoher Stromverstärkung erhältlich, Grenzfrequenz nach neueren Angaben des Herstellers 22 kHz;

für 2N109 (RCA) OC 71, OC 72 (Valvo) kleinere Stromverstärkung oder OC 604 (Telefunken) mit hoher Stromverstärkung erhältlich;

für 2N217 (Hitachi) OC 72 (Valvo).

Durch die in der Schaltung vorhandenen starken Gegenkopplungen kommen die Abweichungen in den Daten fast nicht zur Auswirkung. Kleine Änderungen in der Gesamtverstärkung des Konverters lassen sich mit den Einstellreglern P_R und P_L ausgleichen. Bei Verwendung von Transistoren mit niedrigerer Grenzfrequenz ist ein entsprechender Abfall der Verstärkung am oberen Ende des Übertragungsbereiches zu erwarten. Es muß hier auch darauf hingewiesen werden, daß verschiedene Transistortypen unzulässig hohe Verzerrungen liefern.

PERSÖNLICHES

P. H. le Clercq 50 Jahre

Der Vorsitzende der Geschäftsführung der Allgemeinen Deutsche Philips Industrie GmbH (Alldephi) in Hamburg, P. H. le Clercq, beging am 7. Februar 1961 seinen 50. Geburtstag. Bevor er vor knapp zwei Jahren die verantwortliche Führung der Dachgesellschaft der deutschen Philips-Unternehmungen übernahm, hatte P. H. le Clercq, der seit über dreißig Jahren in den Diensten der Philips-Weltorganisation steht, als kommerzieller Leiter der spanischen Philips-Organisation sowie als Chef des portugiesischen Philips-Hauses und zuletzt als Präsident von Philips-Argentinien umfangreiche Erfahrungen sammeln und sich mit den Problemen eines großen internationalen Industriekonzerns vertraut machen können. Mit dem deutschen Firmenbereich war P. H. le Clercq bereits in den dreißig Jahren in Berührung gekommen. Seinen vielen Verbindungen aus dieser Zeit fügte er im Verlauf der vergangenen Monate weitere Kontakte hinzu.



Dr. Hilke 50 Jahre



Am 22. Januar 1961 beging Dr. Otto Hilke, technischer Leiter der Abteilung Fernmeldewesen der Elektro Spezial GmbH, seinen 50. Geburtstag. Hilke studierte in Jena und Hamburg Physik und promovierte 1936 mit einer Arbeit über den Kerr-Effekt bei Nitrobenzol und Derivaten. Im gleichen Jahr trat er in die Firma C. Lorenz AG in Berlin ein und widmete

sich zunächst der Entwicklung von Funksprechgeräten und später der neuen Technik der Funkmeßgeräte im Zentimeterwellenbereich. Nach dem Kriege war er kurze Zeit Betriebsleiter in einer Hamburger Maschinenfabrik. 1950 wurde er dann mit der Leitung der Entwicklungsabteilung der Philips-Fernsehgerätefabrik in Krefeld beauftragt und ist seit 1956 in seiner jetzigen Position, zu der auch die Betreuung der Arbeitsgebiete Mikrowellentechnik, Radar und Richtfunk gehören.

W. Scharf 25 Jahre bei Loewe Opta

Prokurist Walter Scharf trat am 1. Februar 1936 als Betriebsleiter der Röhrenfabrik in die Loewe Opta AG ein und führte diese bis zu ihrer Zerstörung im Jahre 1943. Danach baute er in Grünberg/Schlesien eine neue Röhrenfertigung auf, die aber durch die Kriegereignisse bereits Anfang 1945 ihr Ende fand. Über Berlin kam Herr Scharf dann nach Düsseldorf und beteiligte sich dort an der Gründung und dem Aufbau der Opta-Spezial GmbH, Düsseldorf-Heerd, deren technische Leitung er übernahm und die der Jubilar heute nach innehat.



Ernennungen bei Grundig

Konsul Max Grundig hat den Geschäftsführer der Zweigniederlassung Nürnberg, Karl-Heinz Krug, zum Direktor ernannt. Karl-Heinz Krug ist jetzt über 17 Jahre in der Radiobranche tätig. 1953 trat er als Verkaufsreisender in die Dienste der Grundig-Niederlassung Hannover. Seit dem 1. September 1959 leitet er die Nürnberger Zweigniederlassung der Grundig Verkaufs-GmbH.

Dem bewährten Mitarbeiter der Abteilung Einkauf, Karl Raum, wurde die Gemeinschaftsprokura erteilt. Karl Raum ist in diese Abteilung bereits im Jahre 1948 eingetreten.

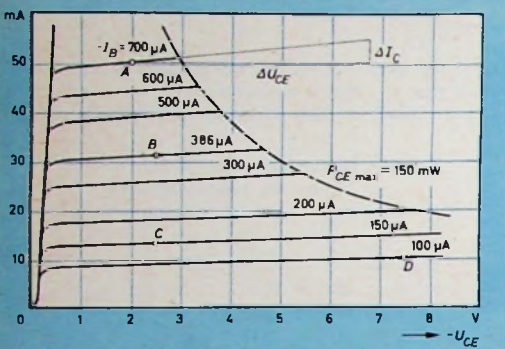


Bild 27. Kollektor-Kennlinien des 2N217 (Hitachi) für $T = 25^\circ\text{C}$

$$\text{Gleichstromwiderstand } R_{\sim} = \frac{-U_{CE}}{-I_C}$$

Der Leerlauf-Ausgangsleitwert wird im Arbeitspunkt durch den differentiellen

$$\text{Kennwert } h_{22} = \left. \frac{i_C}{u_{CE}} \right|_{i_B=0} \text{ dargestellt.}$$

Ersetzt man die Kennlinie im Arbeitspunkt durch die Tangente, so ergibt sich aus ihrem Anstieg der Wechselstromwider-

stand des Transistors zu $R_{\sim} \approx \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta I_C}$. Um

zu verhindern, daß an die Basis Wechselspannung gelangt, wird die Basisgleichspannung durch einen Kondensator mit großer Kapazität gesiebt. Die aus dem Kennlinienfeld ermittelten Widerstandswerte der Längsglieder sind

$$A: R_{\sim} \approx \frac{2}{49,96} \approx 40\text{ Ohm,}$$

$$R_{\sim} \approx \frac{4,75}{4,75} = 1\text{ kOhm;}$$

$$B: R_{\sim} \approx 81\text{ Ohm, } R_{\sim} \approx 1,9\text{ kOhm;}$$

$$C: R_{\sim} \approx 190\text{ Ohm, } R_{\sim} \approx 3,55\text{ kOhm;}$$

$$D: R_{\sim} \approx 720\text{ Ohm, } R_{\sim} \approx 4,30\text{ kOhm.}$$

Der Wechselstromwiderstand eines Gliedes ist also jeweils um eine Größenordnung größer als der Gleichstromwiderstand.

Bei angeschaltetem Verstärkerteil werden die Betriebsspannungen der einzelnen Stufen mit den Basisspannungsteilern auf die geforderten Werte eingestellt, wobei man beim letzten Siebglied beginnt. Nötigenfalls ist die Einstellung zweimal durchzuführen. Der Gesamtverbrauch des Stereo-Konverters beträgt $P_{\text{ges}} = (-U_{CE}) \cdot I_A \approx 27 \cdot 52,66 \approx 1,42\text{ W}$, ein Wert, der als sehr niedrig bezeichnet werden kann, zumal bei der Dimensionierung keine Rücksicht auf den Stromverbrauch genommen wurde.

10.2 Siebteil für den Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrer

Zur Versorgung des bereits beschriebenen Stereo-Schneidkennlinien-Entzerrers [1] aus dem Zentralnetzteil wurde nach den gleichen Gesichtspunkten ein geeigneter Siebteil entworfen (Bild 28). Er ist gegebenenfalls gegen den ursprünglichen Netzteil des Entzerrers auszutauschen.

Elektronische Steuerungsanlage für Förderzwecke

Die beschriebene mit Photozellenverstärker, Folgestufen mit Elektronenröhren und Kleinthyatron sowie Relaischaltungen arbeitende elektronische Steuerungsanlage ist ein Teil einer vollautomatischen Kegelstellanlage. Sie zeigt, daß mit relativ einfachen Mitteln recht komplizierte Steuerungen erfolgen können, wobei die überaus rasche Reaktionsfähigkeit den Ausschlag für die Bevorzugung elektronischer Steuermittel gibt. Würde beispielsweise diese Anlage zur Steuerung eines beliebigen Produktionsvorganges angewendet, dann könnten die in der elektronischen Steuerungsanlage zur Verfügung stehenden Impulse noch gleichzeitig zur Zählung und Feststellung der Produktionskapazität verwendet werden.

Der Übergang eines zu fördernden Gegenstandes von einem zu einem anderen Förderweg oder Behälter bereitet oft Schwierigkeiten. Das ist besonders der Fall, wenn der Vorgang rasch zu erfolgen hat und es sich um unförmige Gegenstände handelt.

Die hier beschriebene elektronische Steuerungsanlage ist ein Teil einer vollautomatischen Kegelstellanlage, deren Kegel frei und ohne Seilbefestigung gestellt werden. Die Anlage arbeitet mit 3 Ries (1 Ries = 9 Kegel), von denen 1 Ries schußbereit steht und die anderen beiden zur Vorbereitung in der Maschine unterwegs sind.

Nach erfolgtem Schuß und einer anschließenden Verzögerung von 3...5 s bis zum Abräumbeginn des Feldes ist das neu gestellte Ries nach 15 Sekunden wieder zielfertig. Während dieser Zeit müssen mindestens 9 Kegel den gesamten Arbeitsgang bis zur Vorbereitung durchlaufen. Jeder Vorgang muß somit rasch erfolgen. Das bereitete in bezug auf die ungleichmäßige Formgebung eines Kegels oft Schwierigkeiten, zumal die Kegel nicht in einem Greifer gehalten werden, sondern frei in oder auf dem jeweiligen Transportelement liegen. Die richtige Lage des Kegels, um mit dem Fuß nach unten gesetzt zu werden, erreicht man durch Abrollen des Kegels auf einer Leitfläche derart, daß der dickere Fuß in Transportrichtung auf ein Transportband zu liegen kommt. Für diese Rollbewegung des Kegels geht relativ viel Zeit verloren, die durch sorgfältige Steuerung wieder eingeholt werden mußte.

Leider arbeiteten an dieser Anlage die Konstrukteure für die mechanischen und elektronischen Einzelheiten nicht von Anfang an Hand in Hand. Nach anscheinend vollendeter mechanischer Konstruktion stellte man vielmehr große Forderungen an den Elektroniker, um mit geeigneten Mitteln eine zeitlich vertretbare Lösung zu finden. Die Antriebsaggregate, Motoren und Magnetkupplungen waren bereits montiert. Bis zur vollständigen Ausreifung der Steuerungen wurden an einigen kritischen Punkten mehrere Steuerarten versuchsartig erprobt, bis sich diese oder jene Steuerart als praktisch betriebssicher erwies.

Mechanischer Ablauf, Steueraufgaben

Bild 1 zeigt den Transportweg der Teilaufgabe. In den Gefachen des Elevators *E* werden die Kegel nach oben bewegt. Infolge der Neigung der Gefache an der

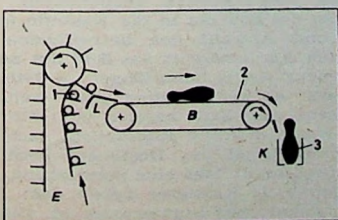


Bild 1. Darstellung des Ablaufes; *E* Elevator, *L* Leitfläche, *B* Band, *K* Korb, 1, 2, 3 Kontrollpunkte

Auswurfstelle rollen die Kegel über das Leitblech *L* derart auf das Band *B*, daß der Fuß in der Transportrichtung liegt. Vom Band *B* rutschen die Kegel in einen bereitstehenden Korb *K*. Neun derartige Körbe sind auf einer horizontalen Drehscheibe angeordnet. Die Scheibe dreht sich jeweils um einen Winkel von 40° derart, daß stets ein leerer Korb vor dem Band stehen bleibt. Sobald ein Kegel in den Korb fällt, was durch eine Photozelle kontrolliert wird, dreht sich die Scheibe weiter. Es ist möglich, daß ein Korb oder mehrere Körbe bereits besetzt sind, wenn bei Spick-Spiel nur bestimmte und nicht alle Kegel gesetzt werden. Die nicht zu setzenden Kegel verbleiben im entsprechenden Korb.

In entgegengesetzter Folge betrachtet, kann vom Band *B* nur dann ein Kegel bis zum Einwurf in *K* gefördert werden, wenn ein leerer Korb *K* vorhanden ist. Da die Füllung aller neun Körbe in der Zeit von 15 s erfolgen muß, steht für die Füllung und Weiterbewegung je Korb eine Zeit von 1,6 s zur Verfügung, wenn nach jeder Teilfüllung ein weiterer Kegel bereits auf dem Band bereitliegt. Da aber im Elevator nicht in jedem Fach ein Kegel liegt, müssen Verzögerungen berücksichtigt werden, wodurch die genannte Zeit einen Höchstwert darstellt.

Um ständig einen Kegel auf dem Band bereitzuhalten, muß der Elevator *E* einen Kegel auswerfen, wenn der vorangegangene das Band verläßt. Der Elevator *E* darf aber nur so weit heben, daß nur jeweils ein Kegel auf das Band rollt. Der dann folgende Kegel muß jedoch kurz vor dem Ausrollpunkt für das Leitblech *L* vorhanden sein. Fallen zwei Kegel in unmittelbarer Folge auf das Band, dann können sich diese in einer seitlichen Raumbegrenzung gegenseitig verklemmen oder sonstige Störungen verursachen.

Der Antrieb des Elevators *E* erfolgt über eine Magnetkupplung, die als zu schaltende Induktivität (Gleichstrombetrieb) Schwierigkeiten infolge von Induktionsfunken verursacht. Funkenlöschmittel konnten nicht angewendet werden, da sie eine zeitliche Schaltverzögerung bewirken. Die Magnetkupplung stellt die mechanische Verbindung zu einem ständig laufenden Motor her. Das Band *B* hat selbständigen Antrieb, ebenso die Drehscheibe mit den Körben *K*. Die Einhaltung der 40°-Teilbewegung der Drehscheibe wird mittels einer Klinker erreicht.

Die Steueraufgabe umfaßt die Regelung des gesamten Vorganges bei Kontrolle der Kegel an den Punkten 1 (Kegel im Elevator kurz vor dem Ausrollen auf das Band), 2 (Lage des Kegels auf dem Band kurz vor dem Abfall in den Korb) und 3 (Kegel im Korb). Die Kontrolle der Punkte 1 und 3 erfolgt mit Lichtschranken, die des Punktes 2 mit einem Endschalter.

Die Kontrollen lösen an den Punkten 1...3 nachstehende Wirkungen aus:

Punkt 1: Anhalten des Elevators bei Ankunft eines Kegels, Weiterlauf, wenn der Kegel durch eine fremde Tätigkeit die Lichtschranke verläßt.

Punkt 2: Anhalten des Bandes, wenn ein Kegel den Punkt 2 erreicht; Weiterlauf des Bandes, wenn der Kegel durch eine fremde Tätigkeit den Endschalter verläßt, und Weiterlauf des Elevators, falls dieser einen Kegel unter der Lichtschranke hat. Wenn dies noch nicht der Fall ist, muß der Elevator weiterlaufen, den Kegel auf das laufende Band auswerfen, sodann den Elevator mit dem nächsten Kegel abstellen, und zwar unabhängig, ob ein Kegel den Punkt 2 schon erreicht hat oder nicht.

Punkt 3: Antrieb des Bandes, wenn bei der richtigen Stellung des Korbes dieser frei ist, sowie entsprechende Betätigung der Scheibe. Diese separate Funktion ist in nachstehenden Ausführungen nicht weiter eingehend besprochen.

Der gezeigte Teil der Anlage befindet sich in etwa 2 m Höhe. Die Leitungslänge bis zum Schaltschrank kann bis zu 10 m betragen. Um die Verlegung abgeschirmter Leitungen zu vermeiden, müssen die Ausgangsimpedanzen der Kontrollpunkte möglichst niedrig sein.

Ausführung des elektronischen Steuerteiles

Mehrere Schaltungsarten wurden in praktischer Anwendung erprobt, und zwar teils mit Verzögerungsgliedern bei der Möglichkeit, daß zum Beispiel jeder Kegel am Punkt 1 eine bestimmte Zeit für einen Durchlauf benötigt. Für einen relativ langsamen Ablauf waren derartige Anlagen verwendungsfähig. Die Photozelle am Punkt 1 wurde anfänglich mit einer Kaltkathodenröhre GR 15 (Cerberus) betrieben, deren Schaltung im Bild 2 dargestellt ist.

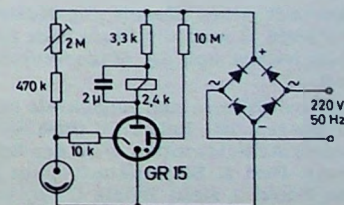


Bild 2. Dunkelröhre mit Relaisröhre

gestellt ist. Die Röhre wird leitend, wenn die Photozelle verdunkelt ist. Der Brückengleichrichter ermöglicht 2 Relaischaltungen je Periode, da jede Halbwellen positiv ist. Für die gewünschte Schnelligkeit des Ablaufes erwies sich dieser Aufbau als nicht verwendbar, besonders nicht in Verbindung mit einer Zeitverzögerung. Man war auf eine Zeit von 1/4 Periode Toleranz angewiesen. Schon diese Zeit von 5 ms verursachte je nach der willkürlichen Lage eines Kegels Störungen durch zum Beispiel zu spätes Abstellen des Elevators, wodurch die Lichtschranke wieder frei werden konnte. Auch war diese Anordnung Störungen unterworfen, wenn zum Beispiel ein Motor geschaltet wurde, dessen Leitungen irgendwo der Verbindung der Photozelle zur Relaisröhre parallel-lagen.

Mit reichlich größerem Aufwand ging man deshalb zur Schaltung nach Bild 3

Die Betriebsspannung von 250 V ist stabilisiert. Die erste Stufe arbeitet mit etwa 15facher Verstärkung. Es ergibt sich eine Spannungsdifferenz von 20 V zwischen hell und dunkel bei etwa dämmriger Umgebungshelligkeit im Dunkelzustand und etwa 60 %iger Leuchtkraft der Licht-

lichtkontakt 0 (Bild 4) und Auswurf des 1. Kegels, der die Sperrung des Lichtstrahles am Punkt 1 bewirkt. Nach Weiterlauf des 1. Kegels wird die Lichtschranke wieder geöffnet und die Stufe nach Bild 4 gesperrt. a^2 öffnet nun, wodurch am Widerstand R 1 (Bild 5) ein

der Konstruktion einen wiederholten Rückwurf der Kegel verursacht) der dritte Kegel erst nach dem Erscheinen des leeren Korbes den Punkt 1 erreicht. Der erste Kegel gelangt trotzdem in den Korb und auch der zweite Kegel steht noch für den nächsten Korb bereit. Die gegenseitige Abhängigkeit der Schaltvorgänge ermöglicht in jeder Variante den reibungslosen Ablauf.

Bei den ersten Versuchen war der zum Relais C parallele VDR-Widerstand noch nicht vorhanden. Beim Schließen des Kontaktes d^1 , wenn a^2 geschlossen war (oder umgekehrt), verursachte die Relaiswicklung C induktive Einschaltspitzen in einer Höhe, die die PL 5727 bei der gegebenen negativen Gitterspannung zur Zündung brachten. Der Elevator wurde dadurch stillgelegt. Durch versuchsmäßige Wahl eines hochohmigen VDR konnte die Spannungsspitze unterdrückt werden.

Der Aufbau der einzelnen Kreise, zum Beispiel nach den Bildern 4 und 5, erfolgte in Philips-Steckeinheiten. Dies war zur raschen Auswechselbarkeit empfindlicher Teile vorgesehen, erwies sich aber dann für Versuche und für die praktische Erprobung verschiedener Entwürfe als sehr vorteilhaft und zeitsparend. Da in der Praxis von den Konstrukteuren des mechanischen Teils derartige Anlagen oft als „Spielereien“ betrachtet werden, konnten Versuche und Änderungen nur nebenbei während Versuchsläufen der Bahn erfolgen, die zur Beurteilung und Verbesserung der mechanischen Funktionen dienten.

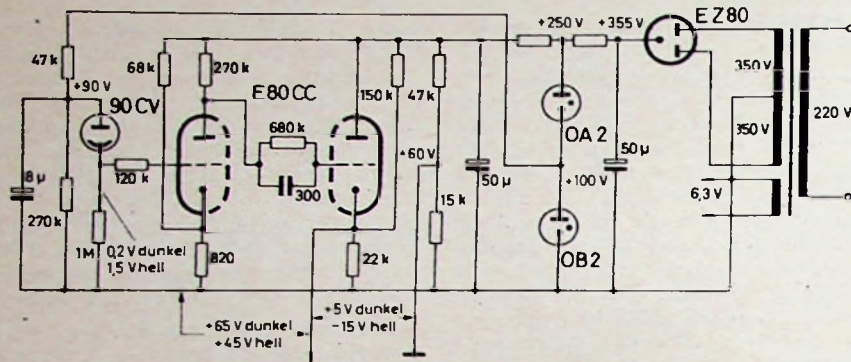


Bild 3. Photozelle mit Gleichspannungsverstärker

quelle in 80 cm Entfernung. Die Katodenfolgestufe hat eine Ausgangsimpedanz von weniger als 20 kOhm. Das Nullpotential der folgenden Stufe wird bei +60 V entnommen, gegen das sich +5 V bei dunkel und -15 V bei hell ergeben ($\pm 10\%$ als Toleranz der Schalteile). Diese Spannungswerte reichen aus, um eine folgende Röhre für die Betätigung eines Relais entweder sicher zu sperren oder voll leitend zu machen.

Bild 4 zeigt die Folgestufe des Photozellenverstärkers mit Relais A. Zur Vereinheitlichung der in der Anlage verwendeten Röhrentypen wird auch hier eine E 80 CC in Parallelschaltung beider Systeme verwendet. In Ruhe ist die Stufe leitend und a^1 geöffnet, so daß der Betätigungskreis des Relais B bei Ausfall der Einheit nach Bild 3 geöffnet bleibt. Relais B schließt mit b^1 den Betätigungskreis der Magnetkupplung zum Betrieb des Elevators.

Bei Ankunft eines Kegels im Kontrollpunkt 1 (Bild 1) wird die Stufe nach Bild 4 ebenfalls leitend und die Magnetkupplung gesperrt.

Der weitere Steuer- und Regelkreis ist im Bild 5 dargestellt. Relais A (Bild 4) hat noch einen Arbeitskontakt a^2 in der Schaltung nach Bild 5. Bei Ankunft eines Kegels im Punkt 1 zieht Relais C an, wenn außer a^2 auch d^1 geschlossen ist und das Kleinthyatron PL 5727 nicht leitend ist. d^1 verbleibt in Ruhe, wenn Kontrollpunkt 2 auf dem Band frei ist (wenn durch den dort befindlichen Endschalter das Relais D nicht betätigt wird). Kontakt c^1

Spannungsrückgang auf Null erfolgt. An der Anode der ersten Stufe der E 80 CC entsteht ein positiver Impuls, der über die Katodenfolgestufe die PL 5727 einschaltet. An deren Anodenwiderstand (22 kOhm) tritt nun ein Spannungsabfall auf.

Inzwischen ist möglicherweise ein zweiter Kegel am Punkt 1 erschienen. Er sperrt den Lichtstrahl, wodurch a^1 öffnet und a^2 schließt. Der Elevator steht wieder still. Auch Relais C kann durch a^2 nicht eingeschaltet werden, da die Spannung an der nun leitenden PL 5727 zu niedrig ist (im Höchstfall noch $+20 V + U_{arc} \approx +28 V$). Infolge der Begrenzung mittels R 1 ist der Relaisstrom jetzt nur noch etwa 0,7 mA gegenüber 5,3 ... 6 mA bei $U_B = 250 V$.

Der erste Kegel hat inzwischen Punkt 2 auf dem Band erreicht. d^1 wird jetzt geöffnet, Relais C ist spannungslos und die PL 5727 wird gesperrt.

Der Endschalter am Punkt 2 steuert mit einem weiteren Kontakt auch den Bandmotor; Band und Elevator stehen nun still. Falls der zweite Kegel den Punkt 1 erst nach Ankunft des ersten Kegels am Punkt 2 erreicht, würde der Elevator weiterlaufen, bis Relais A anzieht.

Jetzt wird ein leerer Korb am Punkt 3 (Bild 1) erscheinen und das Band in Betrieb setzen. Der erste Kegel verläßt nun Punkt 2. Kontakt d^1 schließt und Relais C zieht an, da ja auch der Kontakt a^2 geschlossen ist. Folglich läuft auch wieder der Elevator und der zweite Kegel rollt auf das Band. Der Vorgang wiederholt sich.

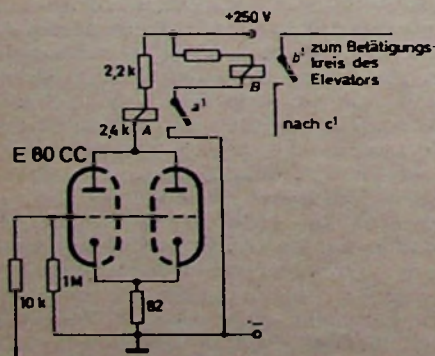


Bild 4. Folgestufe zu Bild 3

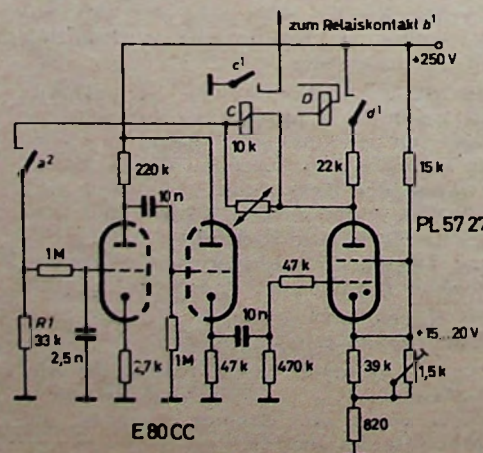


Bild 5. Steuer- und Regelkreis

Neuartige Bank-Fernsehanlage

Eine von Grundig in der Bezirks-Sparkasse Heidelberg errichtete neue Fernsehanlage arbeitet mit „Fernaugen“, die mit einem Signierwerk zum Abzeichnen freigegebener Schecks zu einer Einheit zusammengebaut sind. Zu jeder Baueinheit gehört ferner ein kleines Anwählpult, mit dem die verschiedenen Disponenten angewählt werden



können. Sechs derartige Einheiten führen von der Kassenhalle, zwei von Autoschaltern (mit automatischer Vorzugsabfertigung) zu den verschiedenen Disponenten. Nach Einlegen des Schecks in die Kassette (obiges Bild) und Anwahl des betreffenden Disponenten erscheint dort das Bild des Schecks auf einem Fernsehempfänger (s. Titelbild), und zwar entweder sofort oder, wenn der Disponent zur Zeit besetzt ist, mit Hilfe einer Warteschaltung automatisch nach Freierwerden. Betätigt der Disponent nach Prüfung des Scheckbildes eine Signiertaste, dann wird ein beim Kassierer neben dem „Fernauge“ befindliches Signierwerk in Tätigkeit gesetzt, das wie bei einer Schreibmaschine über ein Farbband das Zeichen des jeweilig Genehmigenden auf den Scheck aufdrückt.



JULIUS CAESAR? ermordet!

Als Brutus mit dem Dolche sich
zu dem schlaunen Caesar schlich,
hatte der mit einem Wort
vermittels seines Mikroport
schon die Wache alarmiert.
Brutus wurde abgeführt.
Caesar starb erst sehr viel später
ohne einen Attentäter,
vergessen Sie es bitte nie,
im Altersheim von Assisi!

mikroport

die drahtlose Mikrophon-Anlage

befreit den Künstler, den Vortragenden oder den Reporter von den lästigen Schnüren. Auch im Einsatz bei der Industrie und Polizei hat sich die Mikroport-Anlage vielfach bewährt. Sie besteht normalerweise aus Handmikrofon, Taschensender und Spezial-Empfänger. Reichweite bis zu 100 m.

Lassen Sie sich bitte den Mikroport-Prospekt kommen.



SENNHEISER
electronic

BISSENDORF/HANNOVER

Sender für Einseitenbandtelefonie mit unterdrücktem Träger

Im folgenden soll ein Sender für Einseitenbandtelefonie beschrieben werden, der nach der Filtermethode arbeitet und sich als selbständiger Sender oder zur Ansteuerung einer Leistungs-Endstufe verwenden läßt.

Das Signal wird in einem quartzesteuerten Trägergenerator im Bereich um etwa 449 kHz erzeugt und in einem Gegentaktmodulator mit der Niederfrequenz moduliert. Über ein Quarzfilter, das ein Seitenband aussiebt, gelangt das Einseitenbandsignal zum Gegentaktmischer, an dessen Ausgang die Frequenz 3,5 ... 3,8 MHz zur Verfügung steht. Die Seitenbandwahl erfolgt durch Umschaltung der Quarze des Trägergenerators. Der Niederfrequenzverstärker ist zweistufig, die automatische Sprachsteuerung dreistufig.

Um die übrigen Amateurbänder zu erhalten, wird das Signal (3,5 ... 3,8 MHz) im Hexodenteil einer ECH 81, deren Triodenenteil als quartzesteuertes Oszillator arbeitet, mit den Frequenzen 10,7 und 25 MHz gemischt. Die Summen- beziehungsweise Differenzfrequenzen mit dem Steuersignal bilden dann jeweils die Bänder 40, 20, 15 und 10 m, die mit einem Multibandkreis im Anodenkreis des Hexodensystems ausgesiebt werden. Die Endverstärkung erfolgt in einer kleinen Leistungsstufe, die etwa 2 ... 4 W abgibt.

Schaltungseinzelheiten

Der Trägergenerator R5 2a (Bild 1) arbeitet in Katodenreipunktschaltung. Er ist so eingestellt, daß er gerade sicher anschwängt. In der Anodenleitung liegen die Taste zum Einpfeifen und der Kontakt a² des Relais A zum BK-Betrieb. Das Signal gelangt dann zum Gegentaktmodulator R5 3, der den Träger unterdrückt. Es ist darauf zu achten, daß die HF-Steuerungsspannung von R5 3 nicht zu hoch wird (etwa 2 V), da man die Stufe sonst übersteuert und eine Symmetrierung nicht mehr möglich ist. Der 100-Ohm-Regler R1 im Katodenkreis dient zur Einstellung der Symmetrie. Seine Anordnung innerhalb des gesamten Spannungsteilers hängt von den Daten (Exemplarstreuung) der Röhre ab.

Im NF-Verstärker R5 1a, R5 1b werden die tiefen Sprachfrequenzen durch Katodengegenkopplung und kleine Koppelkondensatoren zwischen den Stufen abgeschnitten; die Beschneidung der Höhen erfolgt durch das Quarzfilter. Die verstärkte NF-Spannung gelangt von R5 1b zum Gegentaktmodulator und nach nochmaliger Verstärkung in R5 2b zur Sprachsteuerung (automatische BK-Schaltung) R5 6. Der 2-kOhm-Regler R2 im Katodenkreis von R5 6 ist so einzustellen, daß Relais A im unbesprochenen Zustand gerade anzieht. Bei Besprechung des Mikrofons richtet die Diode D1 die Niederfrequenz gleich, die gleichgerichtete Spannung sperrt dann das zweite System von R5 6, das Relais A fällt ab, und der Sender wird eingeschaltet.

Für die Übertrager U1 und U2 des Quarzfilters werden Valvo-Mikrobandsfilter „AP 1001/52“ verwendet. Bei U1 entfernt man die eingebauten Kondensatoren und zapft die durch einen Farbpunkt gekennzeichnete Sekundärspule, die hier als Primärspule benutzt wird, in der Mitte an.

Das läßt sich bei einiger Vorsicht ohne weiteres durchführen. Um geringere Durchlaßwelligkeit zu erreichen, kann es notwendig sein, U1 den gestrichelt dargestellten 100-kOhm-Widerstand parallelzuschalten. Mit dem Q 4 parallelgeschalteten Kondensator läßt sich die Flankensteilheit des Quarzfilters verbessern, jedoch entstehen dann leichte Seitenhöcker. Beim Gegentaktmischer R5 4 wird die Symmetrie durch zwei gleiche Widerstände in den Anodenleitungen herbeigeführt.

Der variable Oszillator R5 5 wurde so aufgebaut, daß dort Temperaturschwankungen kaum auftreten. Dadurch erübrigte sich eine umfangreiche TK-Kompensation. Das erste System von R5 5 arbeitet in kapazitiver Anodenreipunktschaltung und liefert die erzeugte Spannung über eine Anodenbasisstufe als Trennstufe (zweites System von R5 5) an R5 4. Die erforderliche Mischamplitude an R5 4 wird mittels der Koppelspule L5 eingestellt. Über ein Bandfilter mit Link-Kopplung gelangt das Signal von R5 4 nach R5 7 (Bild 2). Die Bandbreite dieses Filters ist größer als 300 kHz; das läßt sich durch entsprechende Wahl des Kopplungsfaktors erreichen.

Tab. I. Spulendaten

	Induktivität	Windungszahl	Draht	Wickelkörper
L 1	≥ 2 mH			handelsübliche Drosselspule
L 2	50 µH	70	0,2 mm CuL	7 mm ø mit HF-Eisenkern
L 3		12	0,3 mm CuL	auf Mitte von L 2 gewickelt
L 4		60	0,5 mm CuL	Keramikkörper 24 mm ø
L 5		15	0,6 mm Schaltendraht	auf L 4 gewickelt; L 4 und L 5 sind mit HF-Lack getränkt, die Windungszahl von L 4 richtet sich nach der Größe des Abschirmbechers, die Variation des Kreises soll mindestens 3,05 ... 3,35 MHz sein
L 6	90 µH	95	0,2 mm CuL	7 mm ø mit HF-Eisenkern
L 7		etwa 20	0,3 mm CuL	auf L 6 gewickelt
L 8	9,2 µH	etwa 35	0,3 mm CuL	6 mm ø mit HF-Eisenkern
L 9	4,1 µH	etwa 25	0,3 mm CuL	6 mm ø mit HF-Eisenkern
L 10	9,2 µH	29	1 mm CuLS	Keramikkörper 24 mm ø
L 11		5	1 mm CuLS	auf L 10 gewickelt
L 12	4,1 µH	13	1 mm CuLS	Keramikkörper 24 mm ø
L 13		4	1 mm CuLS	auf L 12 gewickelt
Relais A				„Trls 154 b 65403/93 e“ mit Spule „TBv 6500/403“ (Siemens)

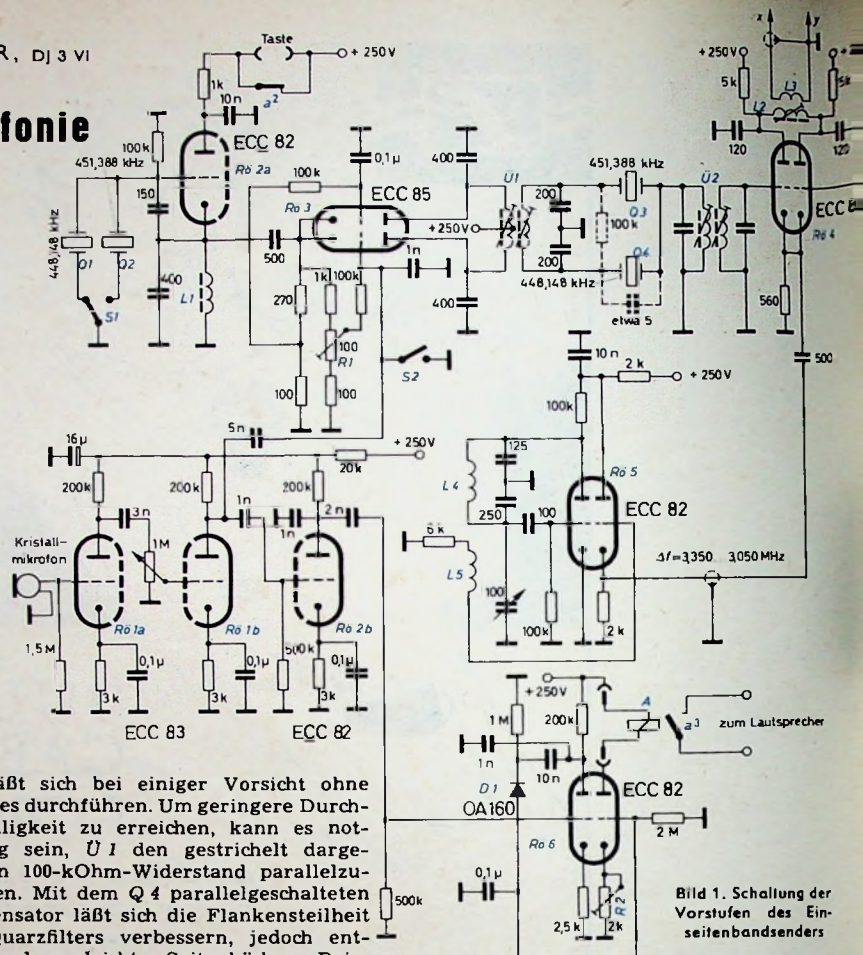


Bild 1. Schaltung der Vorstufen des Einseitenbandsenders

Während des Empfangs unterbricht a¹ die Schirmgitterzuleitung von R5 7, um die Ausstrahlung des Mischrauschens zu verhindern. Zum Einpfeifen wird a¹ mit dem 2-MOhm-Regler R3 durch S2 überbrückt und gleichzeitig R3 mit S2 desymmetriert und der NF-Verstärker kurzgeschlossen. Mit R3 läßt sich dann die gewünschte Einpfeifamplitude einstellen. Bei den Multibandkreisen ist darauf zu achten, daß die angegebenen Induktivitäten eingehalten werden und die Schaltkapazitäten gering bleiben. Bei 80-m-Betrieb schaltet der mit den Drehkondensatoren der Endstufe gekuppelte Schalter S4 bei der entsprechenden Stellung der Drehkondensatoren den Quarzoszillator ab. Die Endstufe arbeitet mit einer EL 803 als A-Verstärker. Selbsterregungen treten nur

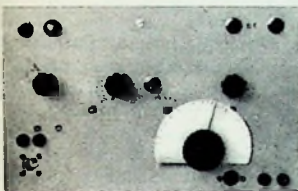
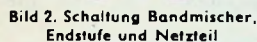


Bild 3 (oben). Frontansicht des Einseitenbandsenders

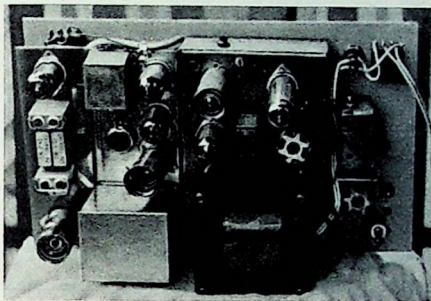
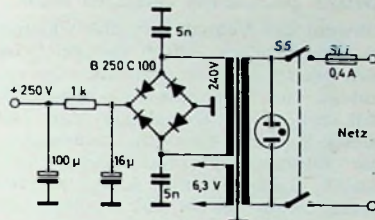


Bild 4. Blick auf die senkrecht hinter der Frontplatte montierten Chassiseinheiten

auf, wenn der Anodenkreis auf den Gitterkreis koppeln kann. Zur Verhinderung von parasitären Schwingungen wurden Valvo-Dämpfungspierlen („VK 210 29“) verwendet.

Da beim Betrieb keine großen Leistungsschwankungen in der Stromversorgung auftreten und auch der variable Oszillator R5 gegen Spannungsschwankungen verhältnismäßig unempfindlich ist, erübrigt sich eine besondere Stabilisierungsschaltung der Gleichspannungsversorgung. Die Speisespannung des NF-Verstärkers wird durch ein zusätzliches RC-Glied (20 kOhm, 16 μ F) gekiebt.

Dieser Sender ist zwar zur Aussteuerung einer größeren Endstufe bestimmt, er läßt sich aber auch als selbständiger Sender verwenden. Bei der Konstruktion wurde hauptsächlich auf vorhandene Bauteile zurückgegriffen. Wegen der besseren Kühlmöglichkeiten, und um größere mechanische und elektrische Stabilität zu erreichen, sind die Chassis-Einheiten senkrecht hinter der Frontplatte angeordnet (Bilder 3 und 4).

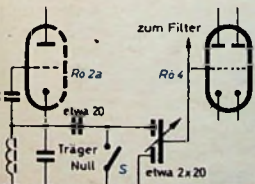


Bild 5. Schaltungsänderung für Trägerzusatz

amplitude. Grundsätzlich könnte die Regelung des Trägers auch mit einem Potentiometer erfolgen. Mit dieser Änderung ist auch Telegrafiebetrieb möglich; man müßte dann aber R_{ö3} tasten, da die Quarze im Trägergenerator eine gewisse Anschwingzeit haben, die nur Tempo 40 zuläßt. Werden im Quarzfilter die gleichen Quarze wie im Trägergenerator verwendet, so kann man zur Erzeugung eines Einseitenbandsignals mit vollem Träger auch den Gegentakmodulator R_{ö3} unsymmetrisch machen, indem man den Schleifer des Reglers R₁ in der Katodenkombination von R_{ö3} an Masse legt.

DG 10-18, eine Elektronenstrahlröhre mit extrem hoher Ablenkempfindlichkeit (Ablenkfaktor 3,7 V/cm) und sehr großer Meßgenauigkeit (Linearitätsabweichung max. 0,5%).



TELEFUNKEN

TELEFUNKEN-Elektronenstrahlröhren für

Oszillographen sind Erzeugnisse lang-

jähriger Forschung und Entwicklung. Sie

vereinigen große Linienschärfe und enge

Toleranzen mit großer Leuchtdichte und

Ablenkempfindlichkeit und werden von Jahr

zu Jahr in steigendem Maße verwendet.

Entwicklungsstellen der Industrie erhalten

auf Anforderung Druckschriften mit

genauen technischen Angaben.



**TELEFUNKEN
RÖHREN-VERTRIEB
ULM-DONA U**

Farbfernsehen im Dienste der Chirurgie

In der Chirurgischen Universitätsklinik Frankfurt am Main (Direktor: Professor Dr. Geißendörfer) wurde eine Farbfernsehanlage zur Übertragung von Operationen eingebaut. Die an der Operationsleuchte befestigte Farbfernsehkamera mit drei Resistrons hat eine fernbediente Varioptik (42...170 mm). Sie überträgt das Bild auf den Großbild-Fernsehprojektor im Hörsaal, der bei Verwendung einer Bildwand mit dem Reflexionsfaktor 2,5 ein 3 x 4 m großes Bild mit 50 asb Leuchtdichte ergibt. Der Projektor arbeitet mit drei geradlinigen Schmidt-Optiken und rot-, grün- und blauleuchtenden 12,5-cm-Projektionsröhren. Kamera-Kontrollschrank, Kamera-Verstärkerschrank und Ela-Verstärker sind im Technischen Kontrollraum untergebracht.

Im Rahmen der medizinischen Ausbildung nehmen chirurgische Demonstrationen einen bedeutenden Platz ein. Schwierigkeiten haben sich aber während der letzten zehn bis fünfzehn Jahre ergeben, weil die modernen Operationsmethoden immer komplizierter geworden sind und umfangreicher technischer Hilfseinrichtungen bedürfen. Insbesondere die sogenannte Große Chirurgie macht die Anwesenheit zahlreicher Ärzte und Hilfskräfte notwendig, so daß der Raum im Operationssaal immer enger wird. Deshalb ist es heute kaum noch wie früher möglich, kleine Gruppen von Ärzten und Studierenden als „Zuschauer“ in die Nähe des Operationsfeldes zu lassen, ganz abgesehen davon, daß es mit steigender Personenzahl immer schwieriger wird, die Forderungen der Asepsis zu erfüllen.

Da man diesen wichtigen Zweig der medizinischen Ausbildung und Fortbildung heute aber weniger denn je vernachlässigen kann, muß man Auswege suchen. So hatte man beispielsweise den Operationssaal mit einer Kuppel ausgestattet, durch dessen Seh-schlitze man den Ablauf der Operation verfolgen konnte. Ganz abgesehen davon, daß die Zuschauer dabei oft zu weit vom Operationsfeld entfernt sind, um Einzelheiten genügend genau erkennen zu können, wird auch die Sicht auf den Operationsvorgang selbst durch die große Zahl der Assistenten und die umfangreichen technischen Apparaturen stark behindert.

Im Zuge der Neugestaltung der Universitätsklinik in Frankfurt am Main studierte man deshalb sehr sorgfältig die Frage, wie man die Forderungen der Operationstechnik mit denen der Ausbildung optimal verbinden könne. Man kam zu dem Schluß, daß die Übertragung des Operationsvorganges durch Farbfernsehen die beste Lösung sei, weil dadurch einerseits der Betrieb im

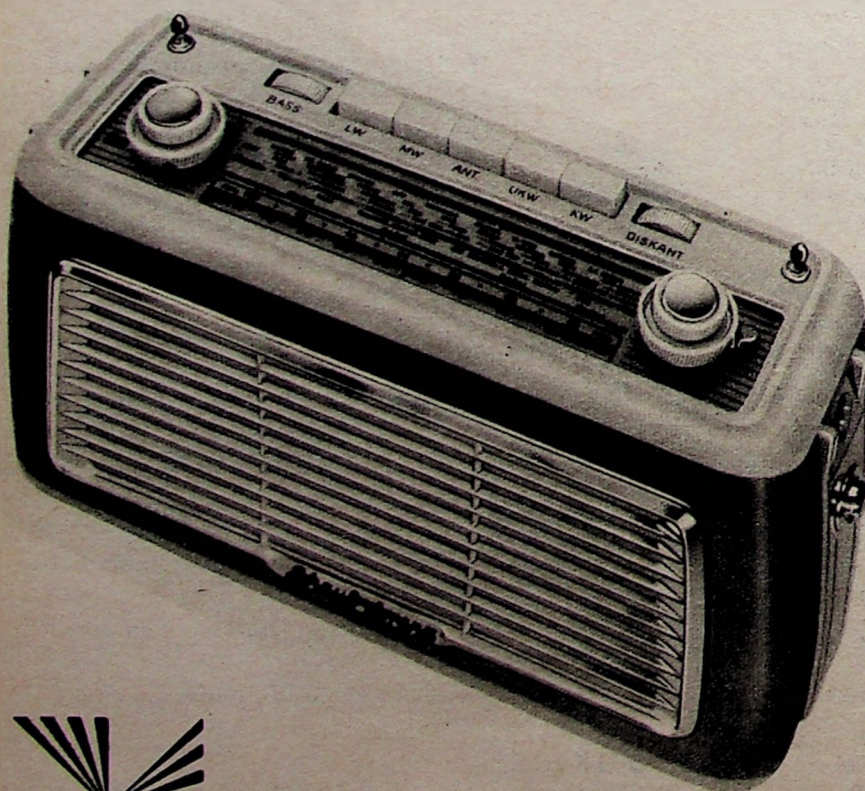
Operationssaal nicht durch zusätzliche Personen gestört wird und andererseits beliebig viele Zuschauer an beliebig vielen Plätzen den Vorgängen folgen können. Weiterhin ist als sehr wesentlicher Faktor sichergestellt, daß der Zuschauer stets einen ungestörten Blick auf das Operationsgeschehen hat und alle Details genauestens verfolgen kann.

Obwohl der Neubau der Chirurgischen Klinik in Frankfurt erst in den nächsten Jahren fertiggestellt sein wird, entschloß man sich bereits jetzt, in den alten Operationssaal eine Farbfernsehanlage einzubauen, die dann später ihren Platz im Neubau finden soll, bei dessen Gestaltung man bereits auf die Erfordernisse dieser Technik Rücksicht genommen hat. Für die Beschaffung der Philips-Farbfernsehanlage und einer Spezial-Operationsleuchte System Hanau haben Magistrat und Stadtverordnetenversammlung 300 000 DM bereitgestellt. Frankfurt hat damit die erste europäische Farbfernsehanlage für chirurgische Zwecke. Für die veterinärmedizinische Ausbildung hatte Philips bereits 1958 eine ähnliche Anlage in Marseille errichtet. Soweit bekannt, gibt es neben diesen beiden Anlagen in Europa nur noch in den USA eine fahrbare Anlage von der Firma Smith, Kline & French, die verliehen wird, und eine vierte Anlage soll in Japan im Aufbau sein.

Technischer Aufbau

Die nach der 625-Zeilen-Norm arbeitende Anlage wird im Kurzschlußverfahren betrieben, das heißt, die Übertragung von der Kamera zur Wiedergabeanlage erfolgt über Kabel. Die Kamera im Operationssaal ist mit dem Technischen Kontrollraum ver-

Im Mittelpunkt: die neuen Transistorsuper von SCHAUB-LORENZ



Aus welcher Perspektive Sie das Koffergeschäft 1961 auch sehen - der TOURING wird sich als Umsatz-Favorit noch stärker als bisher in den Vordergrund spielen. Als Universalsuper für Auto, Reise und Heim wartet er in der T-20-Ausführung mit bahnbrechenden Vorzügen auf:

„Wunder-Diode“ (Zener-Silizium-Diode) -
Zusätzliche L-Abstimmung - Stabilisierter
Autobetrieb ohne Gerätebatterien - Optimale
Störfreiheit - Höchste Empfindlichkeit auf
allen 4 Wellenbereichen - Duplexantrieb
für AM/FM

Preis o. B. DM 319.-
Autohalterung DM 34.50

AMIGO T 20: 3 Wellenbereiche
(UKW - Mittel - Lang)

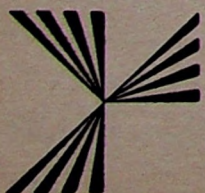
Preis o. B. DM 239.-

WEEKEND T 10: für Auto, Reise und Heim -
3 Wellenbereiche (Kurz - Mittel - Lang)

Preis o. B. DM 195.-
Autohalterung DM 17.-

GOLFT 20: 2 Wellenbereiche (Mittel - Lang)

Preis o. B. DM 159.-
SCHAUB-LORENZ Vertriebs-G. m. b. H., Pforzheim



SCHAUB-LORENZ

bündeln, in dem sich der Kamera-Kontrollschrank, der Kamera-Verstärkerschrank und der Stromversorgungsschrank für den Fernsehprojektor befinden. Von dort geht es zum Projektor im Hörsaal und zu weiteren Sichtgeräten, die auf fahrbaren Tischen mit verstellbarer Grundplatte angeordnet sind und sich in weiteren Räumen aufstellen lassen. Der Großbild-Projektor arbeitet mit drei Projektionssystemen für Rot, Grün und Blau. Die Bilder der unmittelbar seitlich neben dem mittleren Projektor für Grün stehenden Projektoren für Rot und Blau lassen sich durch mechanisches Justieren mit dem Grün-Bild zur Deckung bringen. Die wegen der Schrägprojektion auftretenden Geometrieverzerrungen werden elektrisch kompensiert.

Operationssaal

Die Farbfernsehkamera ist an der Spezial-Operationsleuchte befestigt. Sie ist nicht senkrecht auf das Operationsfeld gerichtet, sondern blickt über einen Umlenkspiegel exzentrisch in bezug auf das Lichtbündel auf das Bildfeld (Bild 1). Das hat den großen

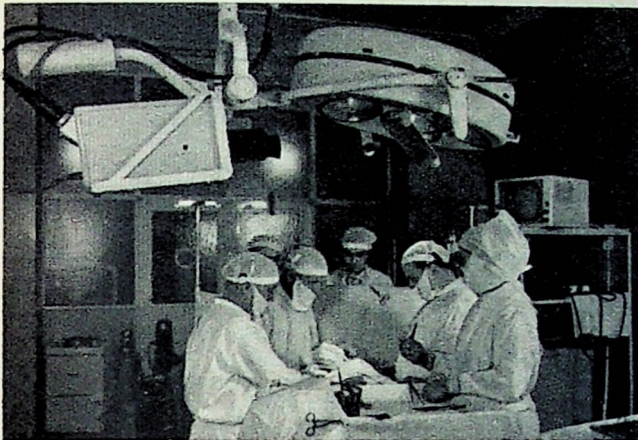


Bild 1. Die Farbfernsehkamera ist an der Operationsleuchte befestigt. Man erkennt in der Mitte der Leuchte den Umlenkspiegel und im Hintergrund rechts den 36-cm-Schwarzweiß-Monitor

Vorteil, daß man bei der Wiedergabe ein „plastischeres“ Bild erhält als bei senkrechtem Kamerablick. Jede Bewegung der Leuchte bewegt die Kamera zwangsläufig mit, so daß sie stets exakt auf die ausgeleuchtete Fläche gerichtet ist. Wegen der hohen Lichtempfindlichkeit der Kamera-Bildröhren genügt eine Beleuchtungsstärke von etwa 20 000 Lux für ein Feld von etwa 35 ... 40 cm Durchmesser. Das entspricht den bisher üblichen Werten und ist wegen der Wärmeentwicklung ein sehr wesentlicher Faktor. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, das Operationsfeld statt mit weißen mit grünlichen Tüchern abzudecken sowie mit mattierten Operationsinstrumenten (später vielleicht einmal mit farbigen) zu arbeiten, um Störungen des Farbkontrasts und Überstrahlungen zu vermeiden. Aus demselben Grund trägt auch das Personal grünliche Kittel.

Kamera

Die Kamera (Bild 2) ist mit einer Varioptik vom Typ „Pan-Cinor“ (SOM-Berthiot) mit zwischen 42 mm und 170 mm kontinuierlich veränderbarer Brennweite ausgerüstet, um den Abbildungsmaßstab der Größe des wiederzugebenden Objektes anpassen zu können. Die Steuerung von Brennweite, Schärfe und Blende erfolgt fernbedient vom Kamera-Kontrollschrank aus. Bei dem

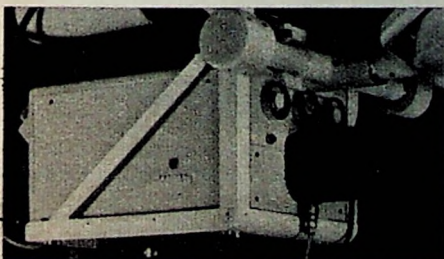


Bild 2. Die Philips-Farbfernsehkamera mit der fernbedienten Varioptik von SOM-Berthiot

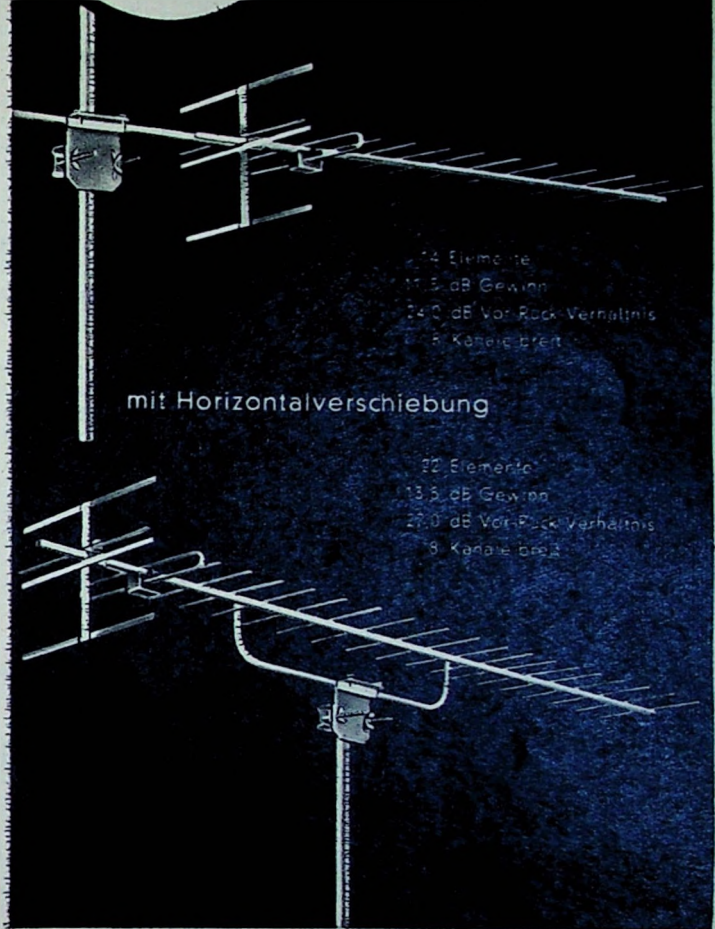
speziell für diese Kamera entwickelten „Pan-Cinor“ sind für die Farberlegung in die drei Komponenten Rot, Grün und Blau keine Zwischenobjektive notwendig, sondern man benutzt eine aus zwei farboselektiven, halbdurchlässigen Spiegeln, zwei Umlenkspiegeln und drei selektiven Farbfiltern bestehende Anordnung. Die aus dem Farberlegungsteil der Kamera austretenden Lichtbündel fallen auf die drei Resistron-Kameraröhren, deren Ausgangssignale drei Vorverstärkern zugeführt werden, die in unmittelbarer Nähe der Resistrons angebracht sind. Die Verstärker mit Kaskode-Eingangsschaltung sind über vier Röhren gegengekoppelt und geben über eine Katodenverstärker-Ausgangsstufe



SIEMENS

ANTENNEN

Aus unserem
BAND-IV-
Fernsehantennen-
Programm



Ant 45

„Geister“ verschwinden

Im Fernsehband IV ist die Gefahr der Geisterbildung durch Reflexionen besonders groß. Oft genügt jedoch eine geringe Horizontalverschiebung der Antenne, um ein störungsfreies Bild zu bekommen. Unsere 14-Elemente-Band-IV-Antenne kann nach der Montage noch um $\frac{1}{4}\lambda$ verschoben werden. Das erleichtert nicht nur die erstmalige Ausrichtung der Antenne, sondern auch das Ausblenden etwa später auftretender Störquellen. Durch einen 8-Elemente-Direktor-Vorsatz kann sie zu einer 22-Elemente-Antenne ausgebaut werden.

**Mit Siemens-Fernsehantennen
meistern Sie jede Empfangslage**

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESellschaft
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK

0,5 V_{ss} Signalspannung mit maximal 1 dB Abfall bei 10 MHz an einen 75-Ohm-Koaxialausgang ab.

In die Kamera eingebaut sind ferner die Endverstärker für die Austastsignale sowie die Trapezentzerrung für den Rot- und den Blau-Kanal. Der Grün-Kanal ist Bezugskanal für die beiden anderen Kanäle, die deshalb zusätzlich noch Feineinstellungen für Amplitude und Linearität der Kamera-Bildröhren haben.

Ein im Operationssaal angebrachter 36-cm-Schwarzweiß-Monitor, der dem Chirurgen das gleiche Bild wie im Hörsaal zeigt, ermöglicht den Technikern vor Beginn der eigentlichen Übertragung die Überprüfung der Kamera-Einstellung.

Technischer Kontrollraum



Bild 3. Im Technischen Kontrollraum befinden sich der Kamera-Verstärkerschrank (links) und der Kamera-Kontrollschrank (rechts)

Kamera-Kontrollschrank

Der im Bild 3 rechts zu sehende Schrank enthält neben der schon erwähnten Fernbedienung für die Varioptik die Kippgeräte sowie die Stufen für Strahlunterdrückung, magnetische und elektrostatische Strahlfokussierung, Strahlausrichtung sowie die Netzgeräte für die Betriebsspannungen der Resistoren. Ein Impulsgenerator liefert nicht nur das Synchron- und das Austastsignal, sondern auch noch zwei Testsignale. Bildbreite, Bildhöhe und magnetische Strahlfokussierung lassen sich von diesem Schrank aus gemeinsam für alle Farbkä-näle regeln. Daneben bestehen noch zahlreiche getrennte Regelmöglichkeiten für jeden einzelnen Kanal.

Kamera-Verstärkerschrank

Auf dem 36-cm-Schwarzweiß-Monitor in dem linken Schrank im Bild 3 läßt sich über einen Umschalter jeder Farbkanal einzeln kontrollieren, ebenso ist es aber zwecks Prüfung auf Deckungsfehler möglich, alle drei Kanäle gleichzeitig wiederzugeben.

Über einen Elektronenschalter lassen sich auf der unter dem Monitor zu sehenden 13-cm-Oszillografenröhre die drei Farbsignale nebeneinander im Zeilenschnitt sichtbar machen, so daß man eine dauernde Kontrollmöglichkeit für Amplitude, Schwarzwert und Gradation hat. Diese Kontrolle ist auf den Gamma-korrektor und andere wichtige Punkte des Verstärkers umschaltbar. Vor dem Gammakorrektor werden die Amplituden der drei Farbsignale dauernd an drei Spitzenspannungsmessern überwacht.

In drei weiteren identischen Verstärkern werden die Farbsignale dann aperturkorrigiert sowie auf Gamma der Aufnahme-röhre und der Wiedergaberöhre kompensiert. Das Gamma der Wiedergaberöhre ist zwischen 0,4 und 1 einstellbar. Die Endstufe jedes Verstärkers mit vier identischen und voneinander unabhängigen Ausgängen liefert ein positives Signal von 1 V_{ss} an 75 Ohm (Abfall max. 1 dB bei 10 MHz).

Im unteren Teil des Schrankes befindet sich die Stromversorgung mit elektronisch stabilisiertem Gleichspannungsteil. Monitor und Elektronenstrahl-Oszillograf haben eigene Netzgeräte und lassen sich deshalb auch als selbständige Geräte benutzen.

Großbild-Fernsehprojektor

Bei 8,50 m Projektionsabstand liefert dieser Projektor ein Bild von 3×4 m mit 50 asb Leuchtdichte bei Verwendung einer Projektionswand mit dem Reflexionsfaktor 2,5. (In Frankfurt, wo man mit Rücksicht auf die räumlichen Verhältnisse im alten Hörsaal nur mit einem Bild von 10 m² arbeiten konnte, lag die Spitzenleuchtdichte bei 75 asb.) Der Projektor ist 1,05 m hoch, 1,90 m breit, 1,40 m tief und wiegt 570 kg. Auf seiner einen Breitseite sind in einer stabilen Rahmenkonstruktion die drei Projektionssysteme untergebracht. Zu ihrer Kühlung ist ein Gebläse eingebaut, das die Luft über ein Staubfilter ansaugt. Die geradlinige Schmidt-Optik besteht aus dem sphärischen Hohlspiegel von 40 cm Durchmesser und einer 30-cm-Korrektionslinse. Die 12,5-cm-Projektionsröhren mit sphärischem Leuchtschirm haben rot-, grün- oder blauleuchtende Bildschirme, deren Farbwerte

SPEZIAL-MESSGERÄTE

FÜR WERKSTATT, LABOR UND UNTERRICHT

neu

Frequenzbereiche:

Für HF-Test und Abgleich:

87 MHz, 100 MHz, 107 MHz

Modulation: ... 400 Hz – FM

Für ZF- und Diskriminator-Test und

Abgleich: ... 10,7 MHz gewobelt

Wobbelhub:

200 kHz ... 1 MHz, veränderlich

Marken: ... 10,7 MHz (Quarz) 100 kHz

Modulation: ... 400 Hz-AM

Weitere Festfrequenzen:

10,0 MHz (Quarz) 100 kHz, 400 Hz

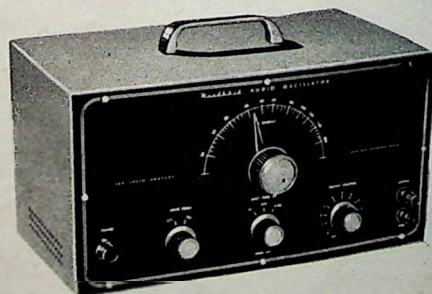
UKW-Prüf- und Wobbelsender, FMO-1



Beide Geräte
für 220 V/50 Hz

Netzanschluß
mit Schukostecker

Sinus-Rechteck-Generator AO-1/D



Frequenzbereich: 20 Hz ... 20 000 Hz in 3 Bereichen
Ausgangsspannungen:

Sinus 10 V_{eff} unbelastet, ± 1 dB

Rechteck 10 V_{ss} an 600 Ω, Anstiegszeit 2 μs
(10 – 90%)

Klirrfaktor: geringer als 0,6% von 100 Hz ... 20 kHz

DEUTSCHE FABRIKNIEDERLASSUNG:

DAYSTROM
G · M · B · H

Frankfurt/Main

Niddastr. 49, Tel. 338515, 338525

der NTSC-Norm entsprechen. Da man bei diesem Philips-Projektor mit 50 kV Anodenspannung arbeitet, erhält man sehr scharfe und helle Bilder, die auch bei der Projektion keinen merkbaren Verlust an Details erkennbar werden lassen. Der wiedergegebene Kontrast ist etwa 1:30. Eine Bleibabschirmung des Projektors verhindert das Austreten von Röntgenstrahlen, die bei dieser hohen Anodenspannung nicht mehr zu vernachlässigen sind.

Die dem Projektor zugeführten Eingangssignale (3 Videosignale mit Austastung $+1 V_{ss}$, Synchronsignal $-4 V_{ss}$, Austastsignal $-4 V_{ss}$) werden in den drei Videoverstärkern zweimal geregelt, und zwar für die Kontrastregelung gemeinsam durch mechanische Kupplung der Regler und außerdem in jedem Verstärker noch einzeln zur Voreinstellung. Die Signalamplituden werden so eingestellt, daß sich die Helligkeiten der roten, grünen und blauen Projektionsröhren etwa wie 30:59:11 verhalten. Bei diesem Verhältnis ergibt sich auf der Bildwand Weiß.

In den nachgeschalteten Endverstärkern werden die Signale auf den zur Steuerung der Katoden der Bildröhren notwendigen Pegel von max. $150 V_{ss}$ angehoben. Der Ablenkteil enthält außer den Kippteilen auch die Schaltungen zur Geometriekorrektur sowie die Schutzschaltungen für die Projektionsröhren beim Ausfall eines Kippteils.

Interessant ist die Hochspannungserzeugung. Hier geht man nicht von der Netzspannung aus, sondern man benutzt einen 33-kHz-Generator, dessen auswärtstransformierte Ausgangsspannung in einem sechsstufigen Spannungsvervielfacher in Gleichspannung von 50 kV umgewandelt wird, die gegen Belastungsschwankungen als Folge von Änderungen der Bildhelligkeit stabilisiert ist. Alle betriebsmäßig zu bedienenden Einstellorgane sind auf der anderen Breitseite des Projektors in dem übersichtlichen Hauptbedienungsfeld zusammengefaßt. Es enthält außerdem noch zwei Meßinstrumente für die Hochspannung und die Strahlströme der Projektionsröhren.

Die für den Betrieb des Projektors benötigten Spannungen werden einem getrennten Stromversorgungsschrank entnommen, der außer den Transformatoren und Gleichrichtern mit zugehörigem Schaltfeld auch noch einen 70-Watt-Verstärker, einen 2-Watt-Verstärker sowie einen Gegensprechverstärker enthält. Falls der Projektor nicht im Kurzschlußbetrieb betrieben werden soll, läßt sich im Bedarfsfall in diesem Schrank noch ein HF-Teil mit Decoder zum Anschluß des Projektors an eine Richtfunkstrecke unterbringen.

Tonteil

Eine so umfangreiche Anlage erfordert naturgemäß auch einen gewissen tontechnischen Aufwand. Der Chirurg kann seine Erläuterungen über ein an der Operationsleuchte angebrachtes Mikrofon, den 70-Watt-Verstärker und je eine Lautsprechergruppe zu beiden Seiten der Projektionswand in den Hörsaal übertragen. Es bedeutet für ihn eine wesentliche Erleichterung, daß der Verstärker mit einem Begrenzer ausgestattet ist, so daß die Lautstärke im Hörsaal von der zufälligen Entfernung des Sprechers vom Mikrofon unabhängig ist. In umgekehrter Richtung besteht ebenfalls eine Sprechverständigung über ein Mikrofon im Hörsaal, den 2-Watt-Verstärker und einen Lautsprecher im Operationssaal, um Rückfragen stellen zu können. Ein Entkopplungskreis verhindert das Auftreten akustischer Rückkopplungen zwischen beiden Übertragungswegen. Schließlich besteht noch eine Gegensprechmöglichkeit über den Gegensprechverstärker, um den internen technischen Betrieb über Kopfsprechhörer abwickeln zu können. Der Übertragungsleiter im Technischen Kontrollraum kann von hier aus mit dem Vorführer am Fernsehprojektor und mit der Kameraführung im Operationssaal sprechen. Diese letzte Verbindung ist beispielsweise notwendig, um den Chirurgen aufmerksam machen zu können, wenn er beispielsweise mit seinem Kopf einen Teil des Bildes abdeckt. Außerdem kann der Übertragungsleiter seinen Kontrolllautsprecher umschalten, um den Kommentar und die Rückfragen aus dem Hörsaal mitzuhören.

*

Bei der ersten Vorführung hatte man Gelegenheit, die Leistungsfähigkeit der Anlage kennenzulernen. Professor Dr. Ungeheuer führte die Trennung der großen Körperschlagader von der Lungenschlagader eines Kindes vor. Man war tief beeindruckt davon, mit welcher Deutlichkeit hier jeder einzelne Handgriff verfolgt werden konnte. Mit dieser Farbfernsehanlage steht der Chirurgischen Klinik in Frankfurt am Main ein Hilfsmittel zur ärztlichen Ausbildung und Fortbildung zur Verfügung, zu dem man die Klinik und ihren Leiter, Professor Dr. Geißendörfer, nur beglückwünschen kann. Es bleibt zu hoffen, daß möglichst bald recht viele ärztliche Ausbildungsstätten in den Genuß dieser Möglichkeiten kommen, denn für die Ausbildung des Nachwuchses sollte das Beste gerade gut genug sein. -th



Repariert
mit
LORENZ
Röhren

SEL Standard Elektrik Lorenz AG
Stuttgart

Prüfgerät für HF-Transistoren

Im Gegensatz zu Elektronenröhren zeigen die Kenngrößen von Transistoren nennenswerte Streuungen, auch wenn sie die gleiche Typenbezeichnung tragen. Zu diesen streuenden Größen gehört auch die obere Grenzfrequenz, also diejenige Frequenz, bei der die Stromverstärkung um 3 dB gegenüber der bei 1000 Hz abgesunken ist. Aber gerade bei Transistoren, die in Hochfrequenzschaltungen verwendet werden sollen, ist eine einigermaßen genaue Kenntnis ihrer Grenzfrequenz wichtig, weil diese Grenzfrequenz in vielen Fällen für die Brauchbarkeit oder Nichtbrauchbarkeit eines Transistors ausschlaggebend ist. Wenn die obere Frequenzgrenze des Hochfrequenzverstärkers oder der sonstigen Hochfrequenzschaltung recht hoch liegen soll, wird man oft aus mehreren Transistoren ein Exemplar aussuchen müssen, das die erforderliche hohe Grenzfrequenz hat.

Für jeden, der sich des öfteren mit dem Bau transistorisierter Hochfrequenzgeräte beschäftigt, ist deshalb eine Prüfvorrichtung wertvoll, die eine mühelose und schnelle Bestimmung der Grenzfrequenz eines Transistors gestattet. Die exakte Messung der Grenzfrequenz erfordert jedoch einen erheblichen Aufwand und ist nur mit kostspieligen Laboratoriumsinstrumenten durchzuführen. Sehr gute Näherungswerte liefert aber ein einfaches Prüfgerät, dessen vollständige Schaltung im Bild 1 zu sehen ist. Mit diesem Prüfgerät

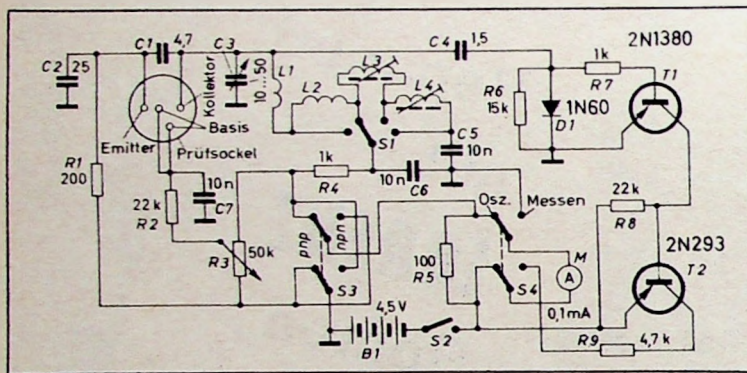


Bild 1. Vollständige Schaltung mit Daten eines einfachen Prüfgerätes zur Bestimmung der oberen Grenzfrequenz von Transistoren. L1 = 1 Wdg., Draht Nr. 14 (1,63 mm Ø) verzinkt, 3/8" Windungsdurchmesser (9,5 mm), 3/8" (19 mm) Zuleitungen; L2 = 5 Wdg., Draht Nr. 18 (1 mm Ø) verzinkt, 3/8" (15,8 mm) Windungsdurchmesser, Abstand gleich Drahtdurchmesser; L3 = 9 Wdg., Draht Nr. 22 (0,64 mm Ø) lackiert, 3/8" Windungsdurchmesser (9,5 mm), enggewickelt auf Spulenkörper mit HF-Kern; L4 = 25 Wdg., Draht Nr. 28 (0,32 mm Ø) lackiert, 3/8" Windungsdurchmesser (9,5 mm), enggewickelt auf Spulenkörper mit HF-Kern

kann man sich ohne Schwierigkeiten und in kurzer Zeit über Eigenschaften und Verhalten eines Transistors im Hochfrequenzgebiet orientieren.

Genau genommen wird mit dem Prüfgerät nicht die obere Grenzfrequenz des Transistors bestimmt, sondern die höchste Frequenz, bei der der Transistor noch schwingfähig ist. Zu diesem Zweck ist die Schaltung des Prüfgerätes so getroffen, daß beim Anschließen des zu untersuchenden Transistors dieser aktives Element eines Hochfrequenzoszillators wird, dessen Frequenz zwischen 5,5 und 140 MHz in vier Stufen kontinuierlich verändert werden kann. Die Frequenz des Oszillators wird so lange gesteigert, bis die Schwingungen des in Basisschaltung arbeitenden Prüflings abreißen.

Nun liegt allerdings die maximale Schwingfrequenz eines Transistors höher als seine Grenzfrequenz, beträgt aber erfahrungsgemäß immer ungefähr das Doppelte der Grenzfrequenz, so daß man mit guter Näherung von einem Wert auf den anderen schließen kann. Durch die Verluste der Oszillatorkreise im Prüfgerät wird außerdem die maximale Schwingfrequenz des Transistors herabgedrückt, so daß die abgelesene Frequenz, bei der die Schwingungen abreißen, nur wenig oberhalb der Grenzfrequenz liegt. Das Prüfgerät ist in erster Linie für Vergleichsmessungen und die Auswahl des Transistors mit der höchsten Grenzfrequenz aus mehreren zur Verfügung stehenden Exemplaren zweckmäßig.

Wenn der zu untersuchende Transistor über den Prüfsockel mit dem Gerät verbunden ist, bildet er einen Teil eines Hochfrequenzoszillators. Der frequenzbestimmende Resonanzkreis dieses Oszillators be-

steht aus zwei Induktivitäten L1 und L2, die in Reihe geschaltet werden. Wenn die Spulen die im Bild 1 angegebenen Dimensionierungen haben, erstreckt sich der Frequenzbereich von 60 ... 140 MHz, wenn nur L1 eingeschaltet ist. Durch Zuschaltung der Spule L2 erhält man den Frequenzbereich 24 ... 60 MHz; werden noch zusätzlich die Spulen L3 und L4 in den Resonanzkreis gelegt, so ergeben sich die Frequenzbereiche 12 ... 26 MHz und 5,5 ... 12 MHz. Selbstverständlich kann man durch andere Bemessung der Spulen auch abweichende Frequenzbereiche wählen, wenn das erwünscht sein sollte.

Die zur Selbsterregung notwendige Rückkopplungsspannung vom Kollektor auf den Emittor wird durch einen zum Resonanzkreis parallelen kapazitiven Spannungsteiler C1, C2 gewonnen. Mit dem Potentiometer R3 läßt sich die Basisvorspannung des Prüflings einstellen, während sein Kollektorstrom mit dem Milliampereometer M gemessen werden kann, wenn der Schalter S4 in der Stellung „Osz.“ steht. Mit Hilfe von R3 und M kann man daher den Kollektorstrom auf den für den untersuchten Transistortyp vorgeschriebenen Wert bringen.

Die Schwingspannung, oder vielmehr ein Bruchteil davon, wird gleichgerichtet, in einem aus zwei Transistorstufen T1 und T2 bestehenden Gleichstromverstärker verstärkt und mit dem Milliampereometer M beobachtet, wozu der Schalter S4 jetzt in der Stellung „Messen“ steht. Um den Oszillator nur wenig zu belasten, ist der aus einer Germaniumdiode D1 und dem Widerstand R6 bestehende Gleichrichterkreis über einen sehr kleinen Kondensator C4 an den Resonanzkreis angekoppelt. Die durch den Gleichrichter erzeugte negative Richtspannung wird mit R7 geglättet und macht die Basis von T1 negativ, so daß ein Kollektorstrom fließt, der an R8 einen Spannungsabfall hervorruft und dadurch eine negative Basisvorspannung an T2 verursacht. Der auf diese Weise entstehende Kollektorstrom von T2 wird von M angezeigt.

Der zweistufige Gleichstromverstärker hat eine maximale Verstärkung von 30 dB, die jedoch mit zunehmender Schwingamplitude des Oszillators abnimmt. Da die verschiedenen Transistortypen mit sehr unterschiedlichen Amplituden schwingen, muß nämlich der Gleichstromverstärker Eingangssignale verarbeiten können, die bei den einzelnen Messungen stark voneinander abweichen. Darum ist der Verstärker gleichzeitig als Begrenzer geschaltet, der bei kleinen Signalamplituden größte Empfindlichkeit gewährleistet, aber den Kollektorstrom von T2 bei großen Signalspannungen auf maximal 1 mA beschränkt. Diesem Zweck dient der Kollektorstromwiderstand R9. Es kommt ja bei der Prüfung auch nicht auf die Messung der Schwingamplitude und ihre lineare Verstärkung an, weil nur der Punkt bestimmt werden soll, bei dem die Schwingungen abreißen und das Milliampereometer sprunghaft von irgendeinem endlichen Ausschlag auf Null zurückgeht.

Mittels des die Batterie B1 umpolenden Schalters S3 lassen sich wahlweise pnp- und npn-Transistoren prüfen. Die Widerstände R1, R2 und R4 dienen zum Schutz des Prüflings; R2 begrenzt dessen Basisstrom auf einen sicheren Wert, während R1 und R4 den Kollektorstrom nicht über 3 mA ansteigen lassen. Somit kann der untersuchte Transistor mit höchstens 13,5 mW belastet werden, was auch für die kleinsten Typen nicht zuviel sein dürfte. Sogar eine versehentlich falsche Polung der Batterie würde dem Transistor nicht schaden; in diesem Falle würde zwar die Kollektor-Emitterstrecke praktisch einen Kurzschluß darstellen, jedoch würde R4 den Kollektorstrom auf 4,5 mA und damit die Belastung des Transistors auf rund 20 mW begrenzen.

Der Prüfvorgang gestaltet sich so, daß nach dem Anschluß des Transistors zunächst S1 auf den höchsten Frequenzbereich und S4 auf die Stellung „Osz.“ geschaltet werden. Mit R3 wird dann der Kollektorstrom des Prüflings auf ungefähr 0,5 mA eingestellt. Wird nun S4 auf „Messen“ umgeschaltet, dann zeigt das Milliampereometer M entweder Vollausschlag, falls nämlich der Transistor schwingt, oder einem ganz geringen, nur dem Kollektorstrom von T2 (etwa 0,1 mA) entsprechenden Ausschlag, wenn der Prüfling nicht schwingt. Man geht dann mit S1 auf einen niedrigeren Frequenzbereich, in dem der Transistor schwingt, und erhöht dann langsam die Frequenz, bis die Schwingungen abreißen. Bei dieser langsamen Frequenzsteigerung regelt man R3 laufend so nach, daß man stets maximale Schwingamplitude und damit maximalen Ausschlag von M hat. Der Einstellknopf des Drehkondensators erhält eine vierfache Frequenzskala für die vier Bereiche, die man sich mit Hilfe eines geeichten HF-Generators leicht selber herstellen kann.

Dr. F.

(Stoner, D. L.: The transistor „alpha box“. Electron. Wld. Bd. 64 (1960) Nr. 5, S. 86)

SCHURICHT

- HALBLEITER u. RÖHREN
- BAUELEMENTE
- MESSGERÄTE
- MESSINSTRUMENTE

DIETRICH SCHURICHT, Elektro-Radio-Großhandlung
Bremen, Contrescarpe 64 · Ruf: 32 07 44 · FS.: 0244 365

Kein Verkauf an Private.

Wertvolle Fachbücher für Studium und Praxis

Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker

I. Band: 728 Seiten	646 Bilder	Ganzleinen 15,— DM
II. Band: 760 Seiten	638 Bilder	Ganzleinen 15,— DM
III. Band: 744 Seiten	669 Bilder	Ganzleinen 15,— DM
IV. Band: 826 Seiten	769 Bilder	Ganzleinen 17,50 DM
V. Band: Fachwörterbuch mit Definitionen und Abbildungen		
810 Seiten	514 Bilder	Ganzleinen 26,80 DM
VI. Band: 765 Seiten	600 Bilder	Ganzleinen 19,50 DM

Handbuch der Automatisierungs-Technik

Herausgeber: Dr. REINHARD KRETZMANN

Über 400 Seiten · Über 340 Bilder · 13 Tabellen
Ganzleinen 34,— DM

Handbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETZMANN

336 Seiten · 322 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

Schaltungsbuch der Industriellen Elektronik

von Dr. REINHARD KRETZMANN

224 Seiten · 206 Bilder · Ganzleinen 17,50 DM

Spezialröhren Eigenschaften und Anwendungen

von Dipl.-Ing. FRITZ CUBASCH

439 Seiten · 319 Bilder · 13 Tabellen · Ganzleinen 32,— DM

Oszillografen-Meßtechnik

Grundlagen und Anwendungen moderner
Elektronenstrahl-Oszillografen

von J. CZECH

684 Seiten · 636 Bilder · 17 Tabellen · Ganzleinen 36,— DM

Fundamente der Elektronik

Einzelteile · Bausteine · Schaltungen

von Baurat Dipl.-Ing. GEORG ROSE

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

Fernsehempfänger Arbeitsweise · Schaltungen Antennen · Instandsetzung

von HERBERT LENNARTZ

248 Seiten · 228 Bilder · 7 Tabellen · Ganzleinen 22,50 DM

Elektrische Nachrichtentechnik

I. Band: Grundlagen, Theorie und Berechnung
passiver Übertragungsnetzwerke

von Baurat Dr.-Ing. HEINRICH SCHRÖDER

650 Seiten · 392 Bilder · 7 Tabellen · Ganzleinen 34,— DM

Klangstruktur der Musik

Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung

Herausgegeben im Auftrage des Außeninstituts der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg

224 Seiten · 140 Bilder · Ganzleinen 18,50 DM

Elektrische Antriebe elektronisch gesteuert und geregelt

von Ing. GERHARD WEITNER

ca. 190 Seiten · 236 Bilder · Ganzleinen 19,50 DM

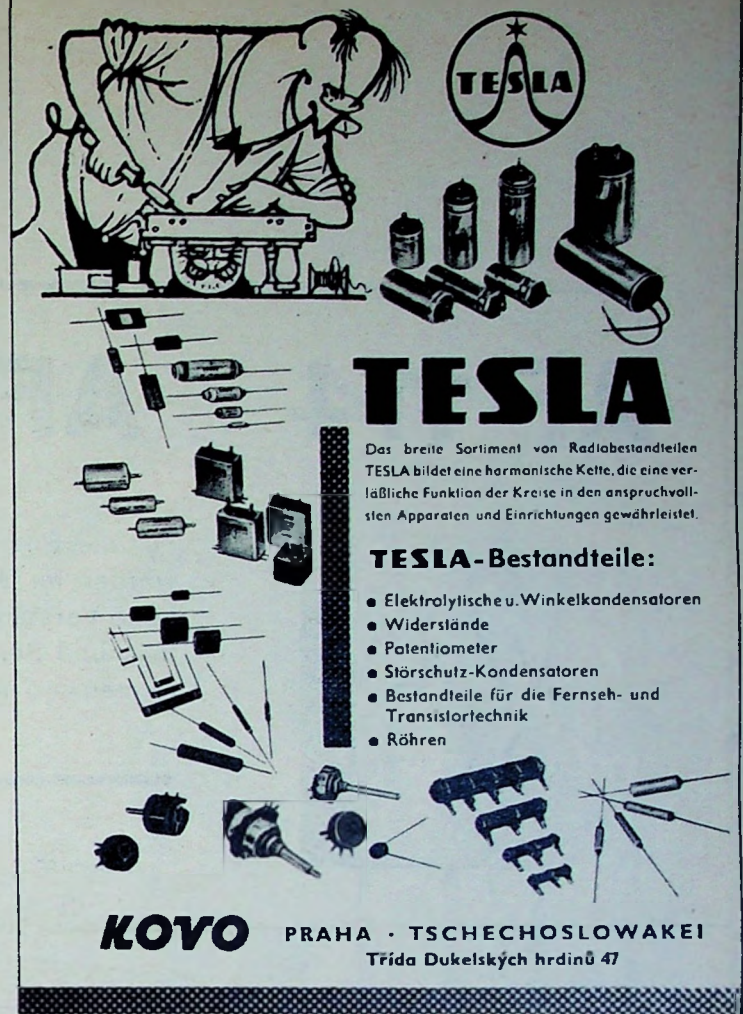
IN VORBEREITUNG

Antennenanlagen für Rundfunk- und Fernsehempfang

von Dr.-Ing. AUGUST FIEBRANZ

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen im Inland und Ausland
sowie durch den Verlag · Spezialprospekte auf Anforderung

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



TESLA

Das breite Sortiment von Radiobestandteilen
TESLA bildet eine harmonische Kette, die eine ver-
lässliche Funktion der Kreise in den anspruchsvol-
len Apparaten und Einrichtungen gewährleistet.

TESLA-Bestandteile:

- Elektrolytische u. Winkelkondensatoren
- Widerstände
- Potentiometer
- Störschutz-Kondensatoren
- Bestandteile für die Fernseh- und Transistor-Technik
- Röhren

KOVO PRAHA · TSCHESCHOSLOWAKEI
Třída Dukelských hrdinů 47

Kaufgesuche

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

Labor-Meßinstrumente aller Art. Char-
lottenburger Motoren, Berlin W 35

Radioröhren, Spezialröhren, Sende-
röhren gegen Kasse zu kaufen gesucht.
Szabohelyi, Hamburg-Gr. Flottbek, Grot-
tenstraße 24, Tel.: 82 71 37

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

Suche Elektronische Rundschau 6, 7. u.
8/1956. Angebote erb. unter F. O. 8356

Verkäufe

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

Unterricht



Theoretische Fachkenntnisse in
Radio- und Fernstehtchnik er-
werben Sie sich durch den
Christiani-Fernlehrgang Radio-
technik, 25 Lehrbriefe, 850 Sel-
ten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln
und Tabellen. Lehrplan und Informations-
schrift kostenlos. Technisches Lehrinsti-
tut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Post-
fach 1957

METALL- GEHÄUSE

für
Industrie
und
Bastler



PAUL LEISTNER HAMBURG
HAMBURG-ALTONA · CLAUSSTR. 4-5

ELEKTROAKUSTIK

Mischpultverstärker »LVM 8«

8 W brutto DM 248,— ab Werk

Stange-Walfrum

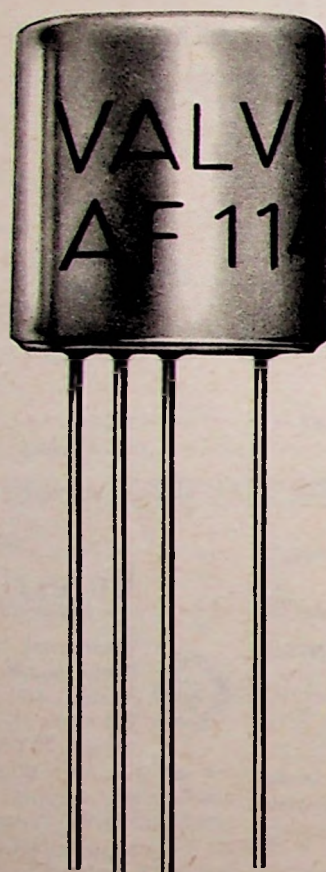
Elektronische Geräte und Anlagen

Berlin SW 61, Ritterstraße 11 • Ruf: 61 69 96 • Telegramm-Adresse: Stawo

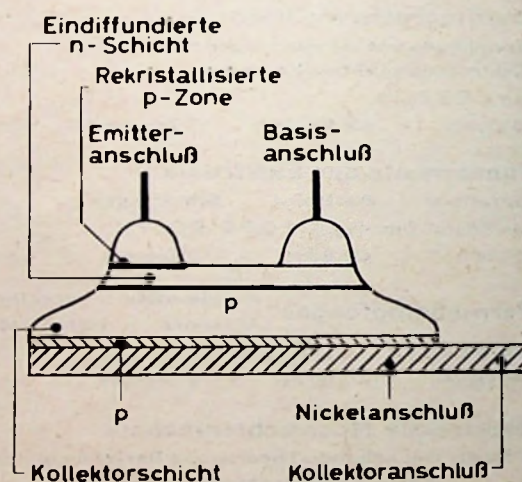
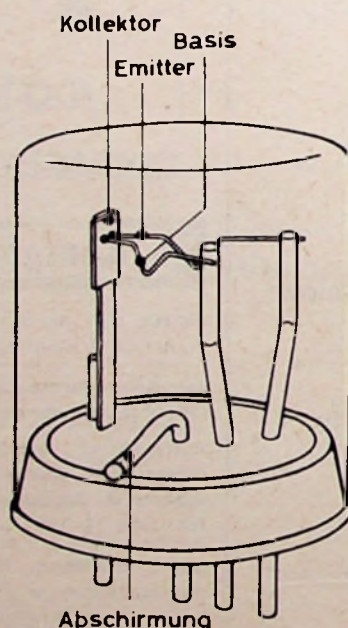
AF 114

AF 115

AF 116



Für die Bestückung von volltransistorisierten AM/FM-Empfängern werden im UKW-Teil Transistoren benötigt, die bei 100 MHz eine hohe Verstärkung bei niedrigem Eigenrauschen haben. Die Entwicklung und Serienfertigung solcher Transistoren erfordert neue Bauformen und neue Herstellungsverfahren.



Die Typen AF 114, AF 115 und AF 116 sind sogenannte „diffusionslegierte“ Transistoren. Sie unterscheiden sich im Aufbau sehr wesentlich von den herkömmlichen Legierungstypen. Der Kristall besteht aus einem p-dotierten Germanium-Plättchen. Auf der Oberseite befinden sich zwei winzige und sehr dicht benachbarte Kügelchen. Das eine – für den Emitter – enthält p- und n-Material, das andere – für die Basis – überwiegend n-Material. An der Unterseite des Kristallplättchens ist der Kollektoranschluß angebracht. Für eine hohe Grenzfrequenz ist eine sehr dünne Basiszone erforderlich. Sie wird dadurch erreicht, daß beim Legierungsprozeß die Diffusionsfront des n-Materials etwas rascher eindringt als die Diffusionsfront des p-Materials. Die dünne verbleibende n-Schicht ist die Basiszone; sie erstreckt sich bis zum Basisanschluß. In der Basiszone gibt es überdies ein die Geschwindigkeit der Ladungsträger erhöhendes elektrisches Feld, ein sogenanntes „Driftfeld“. Bei hoher Steilheit des Transistors werden niedrige Rauschzahlen erreicht.