

A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK

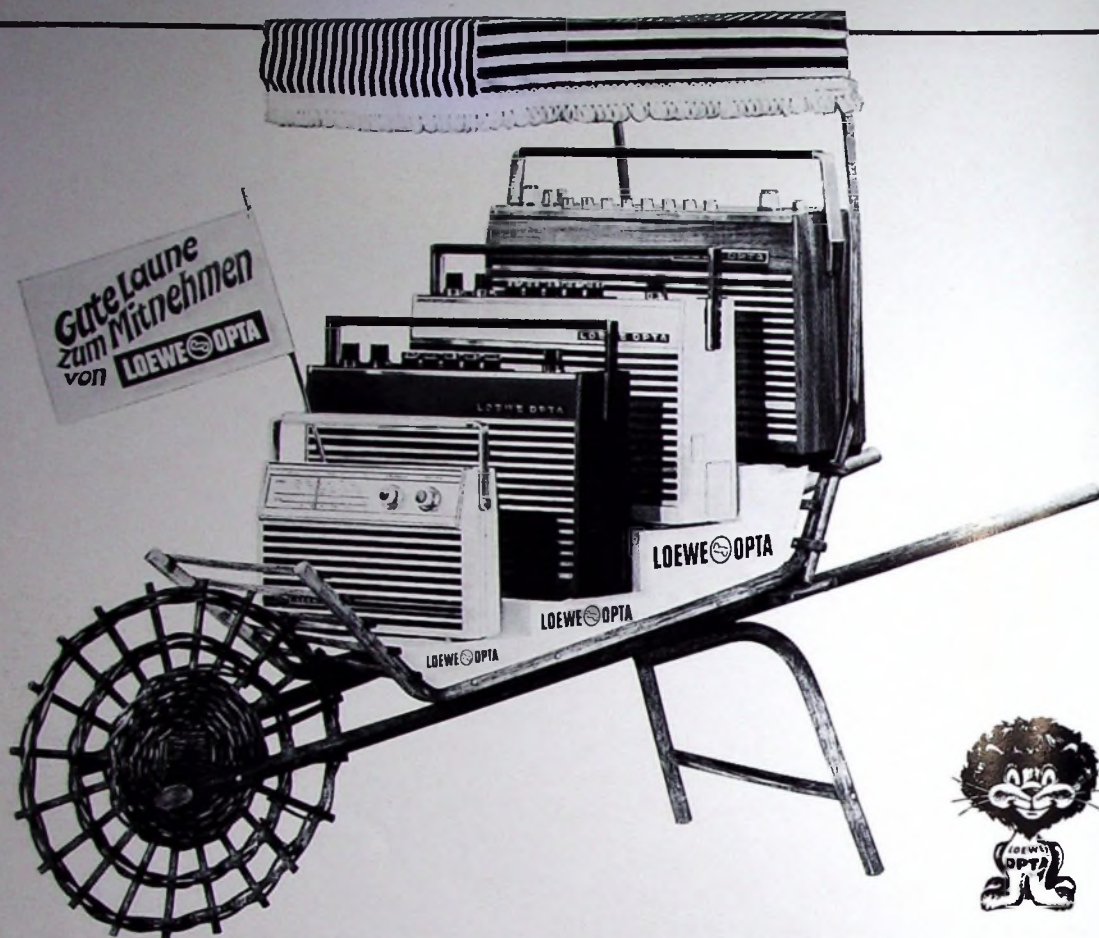
F.-Thälmann-Str. 56

10020

3

1968

1. FEBRUARHEFT



LOEWE-Kofferradios bringen Schwung in Ihren Umsatz und Stimmung in Ihr Heim

... durch Qualität in Form
und Technik -
auf einem originellen Schaustück



Noch nie war ein Loewe Opta - Koffer-
programm so attraktiv und abgerundet
wie 1968. Noch nie konnten Sie
Loewe Opta - Koffersuper so zündend
anbieten wie in dieser Saison -
durch einen originellen Blickfang. Sie
erhalten ihn mit unserem Sortiments-
karton - zusammen mit 4 marktgerech-
ten Koffersupern, mit Gerätesockel
und Markise, mit Werbefähnchen und -
für die spätere Verwendung als Haus-
bar oder Blumenwagen - mit Rohr-
einsatz. Es stimmt also: Loewe Opta -
Kofferradios bringen Schwung in
Ihren Umsatz und ... (siehe oben)

... mit guter Musik und (originellem)
Schaustück - wenn es
(nach „Dienstschluß“) Hausbar wird



**Gute Laune zum
Mitnehmen von**

LOEWE OPTA

gelesen · gehört · gesehen	76
FT meldet	78
Erste Erfahrungen mit der C-Lizenz	79
Farbfernsehen	
Getrennte Erzeugung von Hochspannung und Ablenk- leistung im Farbfernsehempfänger	80
Schaltung zur Konvergenzeinstellung bei der Farbbildröhre A 63-11 X	86
Halle ohne Hall · Der größte schalltote Raum Europas	90
Verstärker	
NF-Leistungsverstärker mit Siliziumtransistoren für 20...70 Watt Ausgangsleistung	91
Meßtechnik	
Transistorbestückter Oszillograf	93
Transistor-Kennlinienschreiber „PM 6507“	95
Für den KW-Amateur	
Kleines 10-m-Handfunksprechgerät	96
Integrierter Verstärker mittlerer Leistung	98
Persönliches	98
Service von Farbfernsehempfängern	99
Neuer Plumbicon-Studio-Farbkamerazug	100
Für den jungen Techniker	
Die Technik moderner Service-Oszillografen	101
Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren)	104

Unser Titelbild: Das Innere des schallreflexionsarmen Raumes des Laboratoriums für technische Akustik im Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe, der Siemens AG (s. a. S. 90)

Aufnahme: Siemens

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen. Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 74, 77, 103, 107, 108 ohne redaktionellen Teil

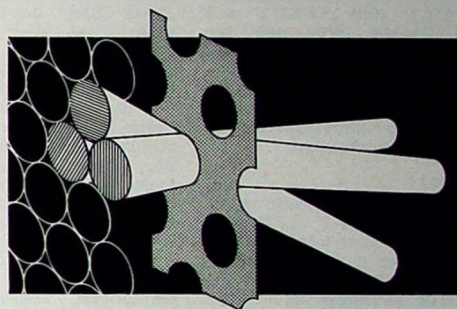
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141—147. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenlfg.: Marianne Weidemann; Chefredakteur: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, PSch Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



DR.-ING. NORBERT MAYER (IRT)

Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis

NTSC · PAL · SECAM



Das farbige Fernsehen und die drei Übertragungsverfahren mit ihren Spezifikationen

Aus dem Inhalt

- Grundlagen der Farbenlehre
- Aufnahmegeräte
- Wiedergabeeinrichtungen
- Übertragungsverfahren
- Farbfernsehempfänger
- Meßeinrichtungen

330 Seiten DIN A 5 mit vielen Tabellen
206 Bilder · Farbbildanhang
110 Schrifttumsangaben
Amerikanische/englische Fachwörter
mit Übersetzung ins Deutsche
Ganzleinen 32,- DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag · Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

1 BERLIN 52 (Borsigwalde)

Neue Geräte

AEG-Telefunken

Zur Abrundung des Farbfernsehempfängerprogramms brachte AEG-Telefunken das 56-cm-Gerät „PALcolor 618“ heraus, das mit dem Chassis „708“ bestückt ist. Durch eine „Aureomat“ genannte Schaltung wird der Rotanteil der hellen Bildpartien etwas angehoben, wodurch das Bild bei Farbsendungen farbsympathischer erscheint. Bei Schwarz-Weiß-Sendungen bewirkt diese Automatik infolge der leichten Betonung des Blauanteils einen stärkeren Kontrasteindruck.

Als erste Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte der neuen Saison wurden die Tischempfänger „FE 218 T“ und „FE 228 T“ mit dem Chassis „208“ und der 59-cm-Bildröhre A 59-12 W/2 vorgestellt. Beide Geräte haben einen Frontlautsprecher, einen Allbereich-Tuner sowie eine Programmwählautomatik mit sechs Drucktasten.

Graetz

Bei dem neuen 59-cm-Schwarz-Weiß-Empfänger „Fährlich 1122“ von Graetz wird der Möbelcharakter durch die tiefgezogene Bildmaske mit Holzstruktur besonders betont. Für das Gerät wurde das bewährte Einplatinenchassis der Serie „1000“ übernommen. Zur Pro-

grammwahl dienen sechs Schnellwahltasten, auf die beliebig UHF- und VHF-Sender gelegt werden können. Als Zubehör ist das Holzfußgestell „FG 1100“ lieferbar.

Die Gruppe der Fernseh-Portables wurde durch den „Peer 1120“ mit der 51-cm-Bildröhre A 51-10 W erweitert, der das Chassis der normalen Heimgeräte enthält. Wegen der hohen Eingangsempfindlichkeit ist vielfach bereits mit den steckbaren Teleskopantennen einwandfreier Empfang möglich.

Grundig

Grundig stellte jetzt vier neue Farbfernsehgeräte vor, und zwar das 48-cm-Tischgerät „T 801 Color“, das 56-cm-Tischgerät „T 901 Color“, das 63-cm-Tischgerät „T 1001 Color“ und das 63-cm-Standgerät „S 1001 Color“. Alle vier Modelle haben die neue Kompakt-Bedienungsleiste, bei der alle Bedienelemente einschließlich der sieben Programmwahltasten ohne Beeinträchtigung der Übersichtlichkeit und bequemen Bedienung auf engem Raum zusammengefaßt sind. Als Chassis wird die schon in den bisherigen Farbfernsehempfängern eingesetzte Ausführung verwendet. „T 901 Color“ und „T 1001 Color“ lassen sich durch ein Fußgestell mit

Ablagefach und abziehbaren Gleitrollen auf einfache Weise in Standgeräte umwandeln. Für „T 801 Color“ und „T 901 Color“ paßt außerdem auch das verchromte Drehfußgestell aus dem Zubehörprogramm.

Loewe Opta

Loewe Opta ergänzte das Reiseempfängerprogramm durch die Typen „Dolly“, „Lissy“ und „Lord“. Während „Dolly“ die Bereiche UM und „Lissy“ die Bereiche UML oder UKM empfängt, handelt es sich beim „Lord“ um einen Sechsbereichempfänger, der neben U und L zwei KW-Bereiche (5,95 bis 6,2 MHz, 7 ... 15,4 MHz) und zwei MW-Bereiche (513 ... 1620 kHz, 1410 ... 1620 kHz) hat. Seine eisenlose Gegentakt-Endstufe gibt 3 W Ausgangsleistung an den eingebauten Lautsprecher (18 cm × 13 cm) ab. Für Netzbetrieb ist ein einsetzbares Netzteil lieferbar.

Nordmende

Das Programm der Farbfernsehempfänger wurde um die Typen „color 1900“ und „color 2200“ mit 48-cm- bzw. 56-cm-Bildröhre erweitert. Sie haben das gleiche Chassis wie die schon bekannten Farbfernsehempfänger.

Bei den Schwarz-Weiß-Fernsehempfängern sind folgende fünf Modelle neu im Verkaufsprogramm: „Colonel“ (Portable mit 47-cm-Bildröhre), die drei 59-cm-Geräte „Souverän“, „Weltklasse“ und „Kommodore“ sowie der bewährte „spectraportable“ jetzt mit 51-cm-Bildröhre.

Besonderes Interesse verdienen drei neue Transistor-Koffereempfänger. Sie zeichnen sich durch ihre Klangqualität ebenso aus wie durch die vorzüglichen Empfangseigenschaften; dem Euro-Bereich (2 gespreizte Mittelwellenbereiche: 515 ... 1370 kHz und 1340 ... 1625 kHz) und dem 49-m-Band hat man besondere Sorgfalt geschenkt. „idol“ hat als Typ „idol L“ die Wellenbereiche UML und als „idol 49 m“ die Bereiche U, Euro-Bereiche und 49-m-Band. Fünf Wellenbereiche (UL + Euro-Bereiche + 49-m-Band) und Anschluß für Autoantenne hat der neue „euro“ (6/10 Kreise).

Zur Spitzenklasse gehört „Transita GT“ mit den Wellenbereichen UKML + 49-m-Band und UKW-Abstimmautomatik (7/13 Kreise). Diese Typen werden ergänzt durch eine Sonderausführung des bereits bekannten „Globetrotter TN 6000“, der für den KW-Amateur bestimmten Koffer „Globetrotter amateur“ mit 15 Wellenbereichen (einschließlich 27-MHz-Sprechfunk-

band) und serienmäßig eingebautem BFO für den Empfang von Telegrafie- und Einseitenbandsendern.

Im Rundfunkempfängerprogramm findet man jetzt nur noch transistorbestückte Geräte. Neu sind „Elektra SK“ (7/10 Kreise, UM) und „Bornholm“ (7/11 Kreise, UML + 49-m-Band). Die „spectra-phonie“-Serie wird ergänzt durch die Modelle „spectra-phonie 2000“ (7/10 Kreise, UM, jetzt noch größere und übersichtlichere Skala) und „spectra-phonie 4000“ (7/11 Kreise, UKML).

Schaub-Lorenz

Das Schwarz-Weiß-Fernsehempfängerprogramm 1968 von Schaub-Lorenz wurde durch das 59-cm-Gerät „Weltecho T 820“ ergänzt, das mit dem bewährten Chassis der letzten Serie bestückt ist. Da die Bedienungsleiste mit der Skala, den sechs VHF-UHF-Programmwahltasten und den übrigen Bedienelementen sehr schmal gehalten werden konnte, blieb genügend Platz für den Einbau eines großen Ovallautsprechers (20 cm × 7 cm) und eines 5,6-cm-Hochtönsystems.

Der neue Taschenempfänger „Tiny E“, der Nachfolger des „Tiny S“, ist mit neun Transistoren und sechs Dioden bestückt und empfängt die Bereiche UM. Für gute Wiedergabegüte sorgen die Gegentakt-Endstufe, die 400 mW an den eingebauten Lautsprecher (12 cm × 8 cm) abgibt, und die besondere Rückwandgestaltung für den Lautsprecher-Druckausgleich. Netzbetrieb ist über die Netzgeräte „NG 1000“ und „NG 2000“ beziehungsweise deren Nachfolgetypen „NG 1001“ und „NG 2001“ möglich.

X. Olympische Winterspiele in Farbe

ARD und ZDF haben alle Vorbereitungen getroffen, um einen erheblichen Teil des sehr umfangreichen Fernsehprogramms von den X. Olympischen Winterspielen in Grenoble in Farbe zu übertragen. Die in Secam produzierten Sendungen werden auf deutschem Boden in PAL umgesetzt und dann über die Sender der ARD oder des ZDF ausgestrahlt. Inzwischen haben die maßgebenden französischen technischen Stellen verbindliche Zusagen für die notwendige hohe Präzision des Farbträgers und die Qualität der Richtfunkstrecken gemacht. Es kann deshalb damit gerechnet werden, daß die Qualität der Farbsendungen trotz der notwendigen Transcodierung allen Ansprüchen gerecht wird.

SEL-Farbbildröhren in „Permachrome“-Technik

Bei den üblichen Rechteck-Farbbildröhren wird die Lochmaske asymmetrisch an drei Punkten im Frontteil befestigt. Da die wärmebedingte Ausdehnung der Lochmaske deshalb nicht vom geometrischen Mittelpunkt ausgeht (Bild 1), treffen die Elektronenstrahlen dann nicht mehr exakt die entsprechenden Farbbirpeln, so daß bei der Bildwiedergabe Mängel in Bezug auf Farbreinheit, Farbdeckung und Weißbalance (Konvergenz) auftreten. Aus diesem Grunde ist eine Bildjustierung erst möglich, wenn die Röhre ihre Betriebstemperatur angenommen hat, im allgemeinen nach etwa 1½ Stunden. Auch beim Einschalten des Geräts durch den Teilnehmer erreicht die Bildqualität erst nach einer gewissen Zeit ihren optimalen Wert. Im Frontteil der jetzt von SEL herausgebrachten Farbbildröhren werden die

Lochmasken dagegen symmetrisch an vier Punkten mit Bimetallgliedern (Temperaturausgleich) befestigt. Diese „Permachrome“-Aufhängung sichert eine gleichmäßige, vom Mittelpunkt ausgehende Wärmeausdehnung (Bild 2), so daß die Löcher der Maske im gesamten Temperaturbereich stets auf die zugehörigen Tripel ausgerichtet sind. Daher kann der Konvergenzabgleich sofort nach dem Einschalten des Empfängers vorgenommen werden. Das erleichtert die Justierung des Gerätes beim Hersteller und verkürzt den Zeitaufwand im Service, vor allem, wenn die Einstellung in der Wohnung des Kunden vorzunehmen ist. Da Farbverfälschungen auch vor dem Erreichen der konstanten Röhrentemperatur nicht mehr auftreten, ist eine optimale und immer gleichbleibende Bildqualität gewährleistet.

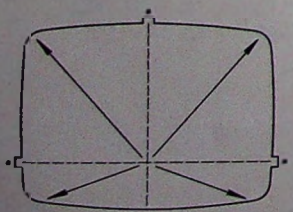


Bild 1. Asymmetrische Aufhängung der Lochmaske (* Aufhängepunkte)

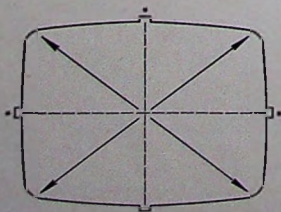
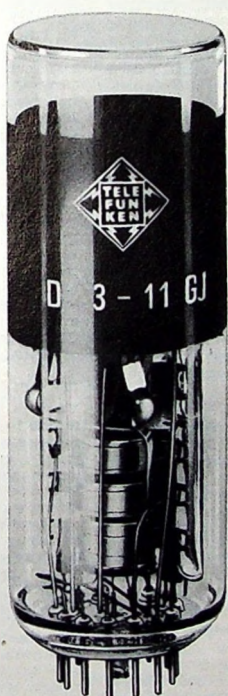


Bild 2. Symmetrische „Permachrome“-Aufhängung mit Bimetallgliedern

TELEFUNKEN



D3-11 GJ

eine neue
TELEFUNKEN-Kleinst-Oszillographenröhre

Schirmdurchmesser	3 cm
Anodenspannung	500 V
Heizspannung	6,3 V
Heizstrom	300 mA
Baulänge	103 mm

Ein modernes TELEFUNKEN-Erzeugnis
zuverlässig und von höchster Präzision

Wir senden Ihnen gern Druckschriften mit technischen Daten

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
AEG-TELEFUNKEN
FACHBEREICH RÖHREN Vertrieb
7900 Ulm

ZUVERLÄSSIGE BAUTEILE

FÜR DIE RADIO- UND
FERNSEHGERÄTEINDUSTRIE

Teleskop-Antennen

Antennenstecker nach alter
und neuer Norm

Antennenanschlußbuchsen
und Buchsen

Auto-Antennenstecker
und Buchsen

Schaltbuchsen und Stecker
zum Anschluß von
Fremdspannungsquellen

ROKA

ROBERT KARST · BERLIN 61
GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

HEATHKIT-Handfunksprechgeräte

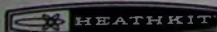
robust • leistungsstark • zuverlässig

Sprechfunk — das ist die modernste und rationellste Nachrichtenübermittlung unserer Zeit. HEATHKIT Handfunksprechgeräte haben sich dank ihrer Anspruchsvolligkeit, ihrer Leistungsfähigkeit, ihrer schon legendären Haltbarkeit und ihres günstigen Preises tausendfach bewährt. Auf Großbaustellen, Ölfeldern, Werksbahnhöfen, Lagerplätzen, bei Großeinsätzen der Polizei wie Staatsbesuchen, Massenveranstaltungen usw. haben unsere Handfunksprechgeräte schon längst die Feuerprobe bestanden. Da sie wegen ihrer äußerst robusten Bauweise auch rauhster Behandlung schadlos widerstehen, sind sie bei technischen Hilfswerk, bei vielen Behörden und bei fast allen Rundfunk- und Fernsehstationen besonders beliebt. HEATHKIT-Handfunksprechgeräte ersparen lange Wege und kostbare Zeit und sind daher eine Anschaffung von größter Wirtschaftlichkeit.

Transistor-Handfunksprechgerät GW-21/D

von der Bundespost zugelassen • FTZ-Prüfnummer: K-389/62
Handlich, leicht und robust • Reichweite 1–3 km • Lebensdauer der 9-V-Batterie (Partrix, Daimon) 75–100 Stunden bei Normalbetrieb
• Eingebaute Rauschsperrung • 6 Monate Garantie
Technische Daten: Sender: 1 Kanal, quartzesteuert; Frequenzbereich: 26 960 ... 27 280 (28 Kanäle); Modulation: AM; Stromaufnahme: max. 30 mA; Empfänger: Superhet, mit HF-Vorstufe, quartzestabilisiert; Empfindlichkeit: 1 µV bei 10 dB SNR; NF-Ausgangsleistung: 100 mW; Stromaufnahme: max. 12 mA; Stromversorgung: 9 V; Allgemeines: Metallgehäuse, stabile Teleskopantenne; 9 Transistoren, 2 Dioden; Zubehör: 1 Miniaturhörer, 1 Tragriemen; Abmessungen: 205 X 90 X 42 mm / 700 g
Einzelgerät (ohne Batterie): 259,- DM Paar (ohne Batterie): 499,- DM Batterie: 5,- DM

Alle genannten Preise schließen die Mehrwertsteuer ein
Ausführliche technische Einzelbeschreibungen und den neuen HEATHKIT-Hauptkatalog mit über 180 interessanten Geräten zum Selbstbau erhalten Sie kostenlos und unverbindlich bei



HEATHKIT-Geräte GmbH
6079 Spremlingen b. Frankfurt/M.
Robert-Bosch-Str. 32-38, Postf. 220

oder
HEATHKIT-Elektronik-Zentrum
8 München 23
Wartburgplatz 7

F meldet... **F** meldet... **F** meldet... **F**

ITT Schaub-Lorenz

Drucksachen, Prospekte und Geräte der Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft mbH werden künftig den Markenschiffzug „ITT Schaub-Lorenz“ tragen. Damit soll darauf hingewiesen werden, daß Schaub-Lorenz zum Firmenverband der ITT (International Telephone and Telegraph Corporation) gehört.

Gillette erwirbt Aktienmehrheit von Braun

Die Hauptaktionäre der Braun AG, Frankfurt, haben das Angebot der Gillette Company, Boston (USA), auf Übernahme der Aktienmehrheit von Braun angenommen. Die von ihnen gehaltenen Braun-Stamm- und -Vorzugsaktien gehen an Gillette gegen Gillette-Aktien und Barbeuträge im Gesamtwert von rund 200 Mill. DM über. Wie die Hauptaktionäre mitteilen, haben sie sich zu diesem Schritt entschlossen, um das Unternehmen langfristig zu sichern und allen Anteilbereichern von Braun die Finanzkraft für den verschärften Wettbewerb auf den Weltmärkten zu verschaffen.

Änderungen bei Hirschmann-Vertretungen

Die Hirschmann-Vertretungen in Hannover, Freiburg und Kassel wurden ab 1. Januar 1968 in werkselbige Verkaufsbüros umgewandelt. Das Gebiet Oberschwaben, das bisher von Ravensburg aus betreut wurde, wird jetzt von dem nordwürttembergischen Vertreter von Hirschmann mitbearbeitet, der in Ulm-Böfingen, Eberhard-Finckh-Straße 27, sein Zweigbüro mit Auslieferungslager unterhalten wird.

PE-Werksvertretung in Frankfurt

Am 1. Januar 1968 hat F. Schmidt, Frankfurt-Niederrad, Bolongarostraße 57, die Werksvertretung von Perpetuum-Ebner im Raum Frankfurt übernommen. Der bisherige Vertreter, Herr Brunsmeier, Frankfurt a. M., Humboldtstraße 5, bleibt weiterhin autorisiert, Reparaturen an PE-Geräten auszuführen.

Umbenennungen bei Grundig-Auslandsniederlassungen

Die amerikanischen Niederlassungen der Grundig-Gruppe haben am 1. Januar 1968 ihren Namen geändert. Die bisherige GTA Sales Corp. firmiert nun Grundig Electronic Sales, Inc., während die bisherige Grundig Corporation jetzt Grundig Business Machines, Inc. heißt.

Europäisches Zentrallager der Control Data GmbH

Die Control Data GmbH, eine Tochterfirma der amerikanischen Control Data Corporation, hat ein 2500 m² großes Grundstück in der neu erschlossenen Bürostadt Frankfurt-Niederrad erworben, auf dem bis November 1968 ihr europäisches Zentrallager mit über 1450 m² Nutzfläche errichtet werden soll. Dieses Zentrallager wird die schnelle Versorgung aller europäischen Niederlassungen und Tochterfirmen der Control

Data Corporation mit Ersatzteilen, Magnetbändern, Literatur und anderem Zubehör sicherstellen. Eine Werkstatt für Reparaturarbeiten und eine Prüfabteilung für Magnetbänder sind dem Zentrallager angegliedert.

Vertriebsabkommen NCR - Elliott-Automation

Die Firmen NCR und Elliott-Automation haben vereinbart, daß mit Wirkung vom 1. Januar 1968 die Computer der Serie „4100“ ausschließlich von English Electric vertrieben werden. Kunden, die bis zu diesem Zeitpunkt Anlagen dieser Rechnerserie gekauft, gemietet oder bei einem der beiden Unternehmen in Auftrag gegeben haben, sind von diesem Abkommen nicht betroffen.

Philbrick/Nexus Research

Philbrick und Nexus, zwei führende Hersteller von Operationsverstärkern, haben sich kürzlich zu einer Firma mit dem Firmennamen Philbrick/Nexus Research zusammengeschlossen. Die Beratung und den Vertrieb der Erzeugnisse der Firma in Deutschland, in der Schweiz und in Österreich hat die Kontron GmbH & Co. KG, München, übernommen.

Fernseh-Versuchsgenehmigung für Zentimeterwellen

Für die Entwicklung und Erprobung von Fernsehvorrichtungen im 12-GHz-Bereich (Zentimeterwellen) haben die Grundig-Werke jetzt eine Versuchs-Funkgenehmigung zur nichtöffentlichen Übertragung von Fernsehbildern erhalten.

Moga 68

Vom 16. bis 20. September 1968 findet in Hamburg die 7. Internationale Tagung über Erzeugung und Verstärkung von Schwingungen im optischen und Mikrowellenbereich „Moga 68“ (Microwave and optical generation and amplification) statt. Veranstalter sind die Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG) gemeinsam mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE), Bezirk Hamburg, und der Deutschen Sektion des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Die Tagung soll durch Vorträge und Diskussionen den internationalen Austausch von neueren Forschungsergebnissen über die Erzeugung und Verstärkung von kohärenten Schwingungen fördern, deren Frequenzen im Mikrowellenbereich oder beliebig weit darüber liegen.

Reparaturpraxis an Farbfernsehgeräten

Der Kundendienst von Loewe Opta veranstaltet seit dem 1. Oktober 1967 zusätzlich zu den üblichen Farbfernsehlehrgängen eintägige Kurzlehrgänge, die speziell der Fehlererkennung vom Bildschirm her dienen und mit handelsüblichen Meßgeräten einen schnellen Service ermöglichen sollen. Diese Kurse werden auch in diesem Jahr weiter fortgesetzt.

Erste Erfahrungen mit der C-Lizenz

Am 14. März 1949 beschloß der damalige Wirtschaftsrat das Gesetz über den Amateurfunk. Es bedeutete den Start des Amateurfunks der Nachkriegszeit in der Bundesrepublik und eröffnete eine glanzvolle Periode des deutschen Amateurfunks. Wer die Lizenzprüfungen der zunächst zugelassenen Klassen A und B bestanden hatte, durfte Telefonie- und Telegrafiesendungen in bestimmten Betriebsarten auf den zugelassenen Amateurbändern ausstrahlen. Allerdings verlangte die Lizenzprüfung bei der Deutschen Bundespost erhebliche Kenntnisse technischer und betriebstechnischer Art, der einschlägigen Vorschriften und auch Morsekenntnisse. Die Morseprüfung konnte aber eine Gruppe von Lizenzanwärtern nicht erfüllen. Entweder fehlte es an rhythmischer Begabung oder bei rein technischen oder wissenschaftlichen Interessen an der notwendigen Begeisterung für das Hören und Geben von Morsezeichen.

Der langjährige Wunsch nach einer Lizenzprüfung ohne Morsekenntnisse wurde in der Bundesrepublik durch die Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über den Amateurfunk vom 13. März 1967 erfüllt, nachdem die internationalen Bestimmungen durch den Fernmeldevertrag von Genf 1959 geändert worden waren. Die Bundesrepublik Deutschland ist damit der sechste Staat, der eine solche Lizenzierung zuläßt. Die neu eingeführte Klasse C bietet die Möglichkeit, eine Amateurfunkgenehmigung auch ohne Ablegen einer Morseprüfung zu erlangen. Sie berechtigt den Inhaber, auf den zugelassenen Amateurbändern über 144 MHz Sprechfunkbetrieb abzuwickeln.

Nach der Bekanntgabe dieser Verordnung befürchtete man allgemein einen Ansturm vieler Bewerber auf die C-Lizenz. Jedoch schon die ersten Prüfungen für diese Lizenzklasse brachten für zahlreiche Interessenten eine Enttäuschung. Viele ernsthaftige Bewerber scheiterten wegen mangelnder technischer und betriebstechnischer Kenntnisse oder kannten die vielen Vorschriften nur ungenügend. Aus Hinweisen der Verbände und Veröffentlichungen verschiedener Art war außerdem zu erkennen, daß die Prüfung zur C-Lizenz — vom Morse abgesehen — keinesfalls leichter als das A-Lizenz-Examen ist. Vor allem ließen sich viele Jugendliche abschrecken, die vorwiegend nur von Haus zu Haus Funkgespräche führen wollten. Es sprach sich herum, wie gründlich der Prüfungstoff examiniert wurde und wie wenig die Prüfungskommissionen geneigt waren, ein Auge zuzudrücken.

Schon bei den Beratungen zur neuen DVO hatte man das für die C-Lizenz verlangte Wissen mit aller Gründlichkeit erörtert. Man argumentierte, daß die A-Lizenz bereits die UKW-Technik umfaßt und es daher unzweckmäßig ist, für die neue C-Lizenz-Prüfung weitergehende Kenntnisse der UKW-Technik zu fordern. Es wurde auch darüber diskutiert, bei der C-Lizenz auf die KW-Technik zu verzichten. Die UKW-Technik hängt aber mit der KW-Technik so eng zusammen, daß es wenig sinnvoll ist, beide Gebiete zu trennen. Man einigte sich schließlich darauf, für beide Lizenzarten gleiche technische Kenntnisse zu verlangen. Daher werden bei der C-Lizenz-Prüfung die Grundlagen der Elektrotechnik und der Hochfrequenztechnik geprüft, ferner die Wirkungsweise des Kurzwellenempfängers und des Amateurfunksenders, das Messen von Sendee- und Empfangsfrequenzen, Amateurfunkantennen und deren Anpassung sowie die Bedingungen für die Frequenzkonstanz eines Senders. Hinzu kommen: Bandbreite von Aussendungen in Abhängigkeit von der Betriebsart, unerwünschte Ausstrahlungen von Sendern und deren Dämpfung, Entkopplung der Amateurfunkanlage gegenüber anderen Funkanlagen und dem Stromversorgungsnetz. Gefragt wird auch nach der Eingangsgleichstromleistung, Anodenverlustleistung und Ausgangsleistung von Sendern bei verschiedenen Sendearten. Den Abschluß bilden UKW- und Dezimetertechnik sowie Grundlagen der Wellenausbreitung.

Wenn man bedenkt, daß außerdem noch die Kenntnisse der Betriebs-technik und der gesetzlichen Vorschriften geprüft werden, wird die Schwierigkeit, die Lizenzprüfung zu bestehen, offensichtlich.

Dieser Tatsache sind sich der DARC und der korporativ angeschlossene VFDB bewußt. Beide helfen ihren Mitgliedern bei den Vorbereitungen zur Prüfung. Im DARC ist es vor allem das Jugendreferat, das sich mit der Ausbildung der Newcomer befaßt. Weitere Schulungsmöglichkeiten bieten die DARC-Ortsverbände, von denen zur Zeit rund 400 im gesamten Bundesgebiet unterhalten werden. Verschiedene Antragsteller zur C-Lizenz waren allerdings keine DARC-Mitglieder; sie sind es erst nach der Rufzeichenerteilung oder nach den ersten Funkgesprächen auf dem UKW-Band geworden.

Bisher wurden 512 C-Lizenzen von der Bundespost erteilt. Die Oberpostdirektionen Hamburg und Frankfurt (Main) stehen mit 61 beziehungsweise 43 C-Lizenzen an der Spitze. Inhaber dieser Lizenzen sind meistens Techniker oder technisch interessierte Schüler.

Wenn jemand die Morseprüfung für die A-Lizenz nicht bestanden hat, dann kann nicht etwa die C-Lizenz eine letzte Hoffnung für ihn sein. Die Bundespost läßt es nämlich nicht zu, daß der Lizenzantrag während der Prüfung geändert wird. In einem solchen Fall hat der abgelehnte Lizenz-A-Bewerber jedoch die Möglichkeit, später einen Antrag auf Erteilung der C-Lizenz zu stellen und die vorgeschriebene Prüfung abzulegen. Ebenso darf jemand, der bei der C-Lizenz-Prüfung versagt hat, nicht damit rechnen, eine Lizenz für Kleinsprechfunkgeräte im 27-MHz-Bereich zu erhalten. Hier gibt es zwar keine Lizenzprüfung, aber die Genehmigung ist, obwohl vorwiegend eine Formsache, an genau definierte Bedarfssträger gebunden; der Amateurfunk gehört nicht dazu.

Die Inhaber der C-Lizenz benutzen einen besonderen Rufzeichenblock, neuerdings „DC“. Wenn auf dem 2-m-Band beispielsweise das Rufzeichen DC 3 AB auftaucht, dann weiß die Gegenstation sofort, daß es sich hier um eine Telefonstation handelt, die Telegrafie nicht aufnehmen kann, und sie wird die DC-Station dann auch nicht in Telegrafie rufen. Diese Regelung hat für die Betriebsabwicklung Vorteile. Sie ist aber beispielsweise in Österreich oder in den Niederlanden nicht gebräuchlich. Dort erhalten die Inhaber einer Phoniellizenz normale Rufzeichen, die sich nicht von denen der übrigen Klassen unterscheiden.

Sehr viele Stationen mit C-Lizenz arbeiten ausschließlich auf dem 2-m-Band. Sie bevorzugen, vor allem im norddeutschen Raum, die SSB-Technik. Die Betriebsabwicklung ist nach den bisherigen Erfahrungen im allgemeinen ausgezeichnet. Die C-Lizenz-Inhaber werden daher als vollwertige Mitglieder der UKW-Gemeinde betrachtet. Sie sind weder Stiefkinder noch besonders Privilegierte. Der persönliche Kontakt im Funkgespräch ist ohne Probleme, denn die meisten UKW-Amateure mit A- oder B-Lizenz arbeiten nur in Telefonie.

Die neue C-Lizenz brachte eine Belebung der Amateurfunktätigkeit in verschiedener Hinsicht. Zunächst sind im Hörbereich neue Stationen aufgetaucht, die als erwünschte Funkverkehrspartner gelten. Ferner stieg nach Bekanntwerden der neuen DVO und der C-Lizenz-Bedingungen das Interesse an der A-Lizenz unerwartet an. Offenbar wollten Interessenten für die bisherigen Lizenzarten erst den Schwierigkeitsgrad der C-Lizenz abwarten und sich dann entscheiden. Infolge der großen Anzahl der Lizenzbewerber mußten beispielsweise im Gebiet der Oberpostdirektion Hamburg — die Bewerbungen für die A- und die C-Lizenz hielten sich hier die Waage — drei Prüfungsvorsitzende mit der Abwicklung der Lizenzprüfungen betraut werden. Wenn auch heute ein auswertbarer statistischer Überblick über die Auswirkungen der C-Lizenz noch nicht gegeben werden kann, so darf man doch feststellen, daß die bisherigen Anfangserfolge zu Hoffnungen berechtigen.

Werner W. Diefenbach

Getrennte Erzeugung von Hochspannung und Ablenkleistung im Farbfernsehempfänger

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 53

2.3. Ablenkteil

2.3.1. Ansteuerung

Die Schaltung des Ablenkteils und des Sinusoszillators ist im Bild 8 dargestellt. Zur Ansteuerung der Horizontal-Endröhre PL 504 wird ein von der Phasenvergleichsstufe gesteuerter Sinusoszillator mit einer PCF 802 in üblicher Schaltung verwendet. Der Steuerimpuls für R6 2 wird durch ein im Anodenkreis von R6 1b liegendes RC-Glied geformt. Der Hinlaufteil dieses Impulses steuert den Verlauf des Booster- und Anodenstroms. Um Nichtlinearitäten zu vermeiden, muß R6 2 so angesteuert

Der Verlauf des Stroms durch die Boosterdiode wird beeinflusst durch das Impulsformerglied, die Konvergenzschaltung, die Kennlinien der PL 504, den Ablenktransformator und die Netzspannung. Nimmt man eine Bauelemente-Toleranz des Impulsformergliedes von $\pm 5\%$ und eine infolge unterschiedlichen Konvergenzstrombedarfs (Streuung der Bildröhren, der Konvergenzeinheit und -schaltung) be-

Die Einstellung der Bildbreite erfolgt mit dem Potentiometer P1 unabhängig von der vorher eingestellten Hochspannung ohne ein Anzeigeelement. Ein Teil der Boosterspannung wird zusätzlich stabilisiert, um eine konstante Spannung U_V für den Vertikaloszillator zu erhalten. Die Hilfswicklung $g''-h''$ liefert mit $\pm 50\text{ V}$ und $\pm 350\text{ V}$ die erforderlichen Spannungen für Phasenvergleich, Konver-

Bild 8. Schaltung des Ablenkteils und des Sinusoszillators

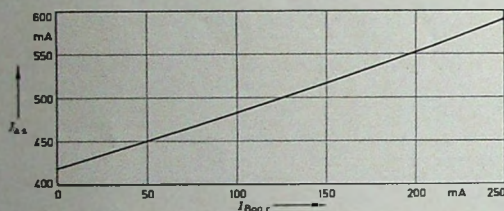
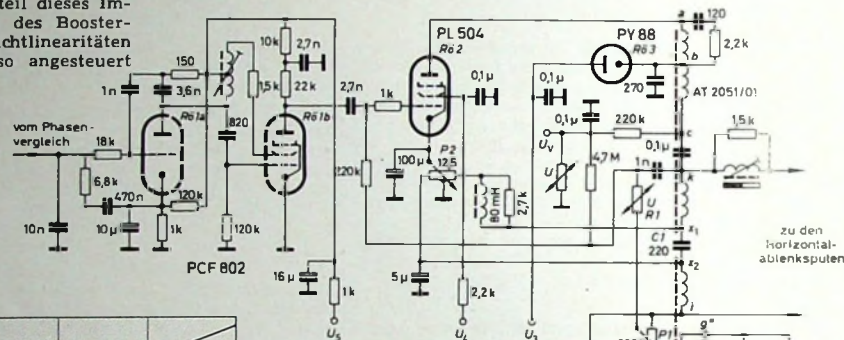


Bild 9. Anodenspitzenstrom der PL 504 in Abhängigkeit vom Booster-Reststrom ($I_a = 200\text{ mA}$, $U_X = 220\text{ V}$)

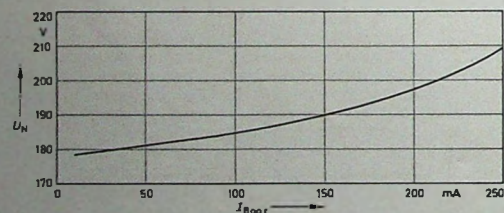
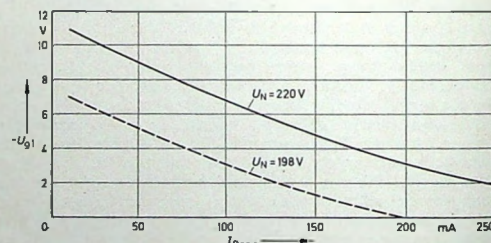


Bild 10. Abhängigkeit des Booster-Reststroms von der Netzspannung

Bild 11. Steuergitterspannung der PL 504 am Ende des Hinlaufs als Funktion des Booster-Reststroms bei verschiedenen Netzspannungen



werden, daß die Boosterdiode R6 3 während des ganzen Hinlaufs leitet. Dabei ist zu beachten, daß im Hinblick auf einen geringen Spannungsabfall an der Boosterdiode und geringen Anodenspitzenstrom (Bild 9) der Booster-Reststrom $I_{Boo r}$ (Boosterstrom am Ende des Hinlaufs) auf einen kleinen Wert eingestellt wird, da ein ungünstiger Verlauf des Anodenstroms stets einen Verlust an Regelreserve bedeutet. Aus den Bildern 10 und 11 ist zu erkennen, welchen Einfluß der eingestellte Booster-Reststrom beziehungsweise der Anodenspitzenstrom auf den Arbeitspunkt der Horizontal-Endröhre hat. Die PL 504 muß jedoch auch so angesteuert werden, daß ein genügend hoher Booster-Reststrom fließt, um Toleranzen der Bauelemente sowie Lastschwankungen und Netzspannungsänderungen auffangen zu können.

dinge Anodenstromänderung von $\Delta I_a = \pm 10\text{ mA}$ an, so muß unter Berücksichtigung der übrigen den Boosterstrom beeinflussenden Parameter ein Booster-Reststrom von $I_{Boo r} = 50\text{ mA}$ eingestellt werden. In diesem Fall ist eine genügend große Sicherheit gegeben, daß die Boosterdiode auch bei Unterspannung während des Hinlaufs stets leitend ist.

2.3.2. Schaltungshinweise

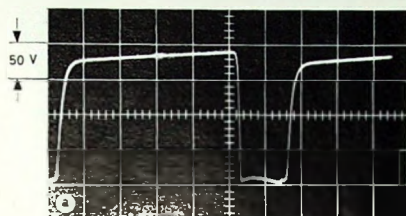
Die Regelung des Arbeitspunktes von R6 2 erfolgt wie bei Schwarz-Weiß-Empfängern mittels des VDR-Widerstandes R1, der in abgewandelter Form geschaltet ist. An Stelle einer hohen positiven Impulsspannung von einer Anzapfung am Ablenktransformator werden hier die voneinander subtrahierten positiven und negativen Impulse der Ablenkwicklung benutzt.

genz, Tastung und dergleichen. Der Ablenktransformator „AT 2051/01“ ist so ausgelegt, daß die Horizontal-Endröhre noch bei verringerter Anodenspannung (entsprechend der um 15% erniedrigten Netzspannung) den erforderlichen Anodenspitzenstrom liefern kann.

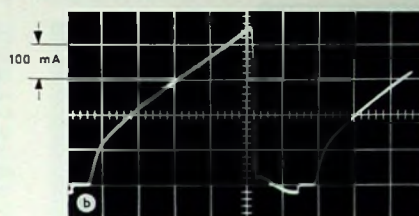
Eine horizontale Bildverschiebung wird mit Hilfe des Katodenstroms von R6 2 bewirkt, der in die Ablenkspule eingespeist wird. Damit der Kondensator zur Tangenskorrektur im Ablenkkreis durch das für die Bildverschiebung bestimmte Potentiometer P2 nicht kurzgeschlossen wird, liegt mit P2 eine 80-mH-Drossel in Serie. Es ist wichtig, daß der zwischen den Punkten x_1 und x_2 des Ablenktransformators angeordnete S-Korrektur-Kondensator C1 am Punkt x_2 wechselstrommäßig an Masse liegt. Damit erreicht man, daß die am

Tab. II. Meßwerte der Ablenkstufe

Netzspannung	U_N	198	220	242	V
Speisepannung	U_b	228	256	282	V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	191	215	234	V
Boosterspannung	U_{boos}	572	580	588	V
Anodenstrom der PL 504	I_a	190	200	209	mA
Schirmgitterstrom der PL 504	I_{g2}	11,5	14,5	16,7	mA
Anodenspitzenstrom der PL 504	I_{as}	415	450	480	mA
Spannung am Ende des Hinlaufs	$U_{a\text{ end}}$	90	105	115	V
Anodenspitzenspannung PL 504	U_{as}	6,1	6,2	6,2	kV
Spitzenspannung an der Boosterdioden PY 88	U_{boos}	5,05	5,1	5,1	kV
Booster-Spitzenstrom	I_{boos}	400	410	415	mA
Booster-Reststrom	I_{boosr}	40	50	60	mA
Gitterspannung am Ende des Hinlaufs	$-U_{g1}$	5	0	11,5	V
Anodenverlustleistung	P_a	11,9	15,4	19,2	W
Schirmgitterverlustleistung	P_{g2}	2,2	3,12	3,9	W



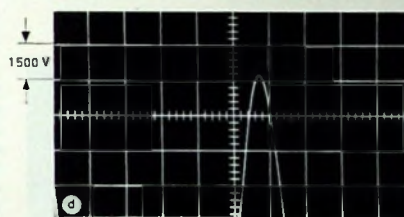
Steuerimpuls der PL 504



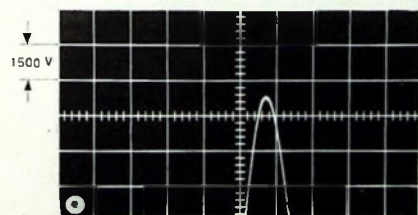
Anodenstrom der PL 504



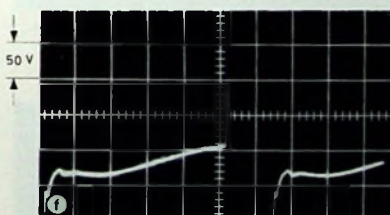
Boosterstrom (PY 88)



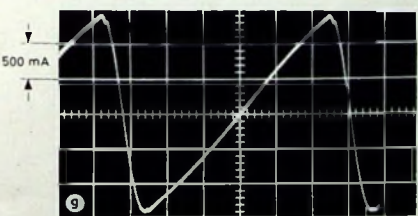
Anodenspannung der PL 504



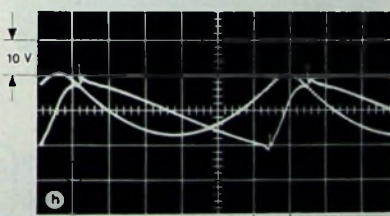
Katodenspannung der PY 88



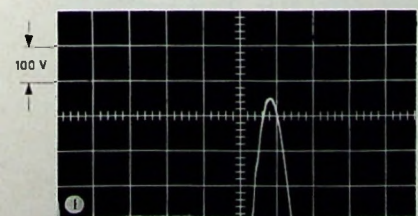
Anodenhinlaufspannung der PL 504



Ablenkstrom mit der Ablenkeinheit „AT 1022/05“



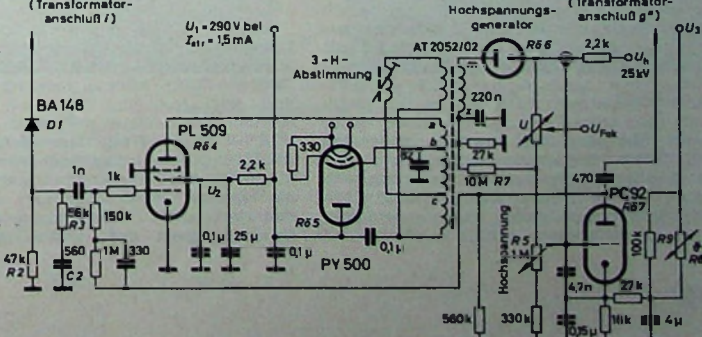
Spannungen am S-Korrektur-Kondensator C1



Spannung am Punkt g'' des Ablenktransformators

Bild 12 (oben). Verlauf der Ströme und Spannungen in der Ablenk-Endstufe

Bild 13. Schaltung des Hochspannungsteils



Boosterkondensator stehende Parabelspannung zum größten Teil kompensiert wird und dann die Arbeitskennlinie von R_{ö2} nahezu parallel zu R_{IL} verläuft.

2.3.3. Meßergebnisse in der Ablenkstufe

In der nebenstehenden Tab. II sind die gemessenen Ströme und Spannungen der Ablenkstufe zusammengestellt, die sich ergeben bei 8 % horizontaler Überschreitung und der Nominalspannung $U_N = 220 \text{ V} \triangleq U_b = U_3 = 255 \text{ V}$. Um einer zusätzlichen Belastung des Ablenktransformators, zum Beispiel an den Hilfswicklungen, Rechnung zu tragen, wird ein Zuschlag von 10 % des mittleren Anodenstroms zugrunde gelegt. Aus Tab. II sowie auch bereits aus den Bildern 10 und 11 ist eine genügend große Regelreserve bei Netzunterspannung zu erkennen.

Bild 12 zeigt den Verlauf der Ströme und Spannungen in der Ablenk-Endstufe. Der Rücklaufimpuls (Oszillogramm i) weist keine Einsattelung auf, da keine 3-H-Abstimmung vorhanden ist. Das ist unter anderem vorteilhaft bei der Gewinnung eines S-Impulses für den Phasenvergleich, der in diesem Fall eine gerade verlaufende Flanke hat.

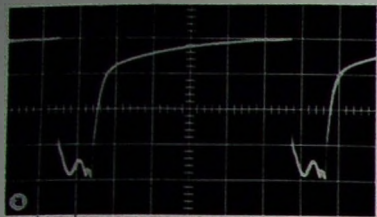
2.4. Hochspannungsteil

2.4.1. Ansteuerung des Hochspannungsgenerators

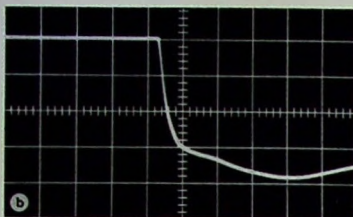
Die Schaltung des Hochspannungsteils ist im Bild 13 dargestellt. Die Steuerung der Endröhre PL 509 erfolgte bisher über eine Trennröhre P(C)F 802, die durch positive Impulse vom Ablenktransformator gesteuert wurde und einen Impuls von etwa 200 V mit einer steilen Sperrflanke lieferte (Bilder 14a und 14b). An Stelle der Röhre wird nun eine Diode BA 148 verwendet; die an die negative Impulsspannung der Ablenkwicklung (Bild 14c) des Ablenktransformators „AT 2051/01“ (Anschluß i) angeschlossen ist.

Der Arbeitswiderstand R2 der Diode bewirkt eine Herabsetzung der Impulsamplitude auf etwa 500 V. D1 verhindert die Entladung des Kondensators des Impulsformglieds R3, C2 über den Ablenktransformator. Damit ergibt sich die benötigte Form des Ansteuerimpulses mit ausreichender Breite.

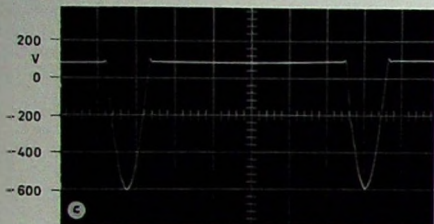
Der Impuls hat eine für die Ansteuerung genügend steile Sperrflanke von 170 V/μs (Bilder 14d und 14e). Erfahrungsgemäß ergibt erst ein Ansteuerimpuls mit einer Flankensteilheit von weniger als 100 V/μs ungünstigere Belastungen der Endröhre. Messungen haben bestätigt, daß sich bei der Ansteuerung mit Hilfe der Diode BA 148 Anodenstrom und Verlustleistung der Endröhre nicht merkbar ändern. Ein Vorteil der Diodenansteuerung liegt unter anderem darin, daß die erreichte Flankensteilheit als zeitlich konstant anzusehen



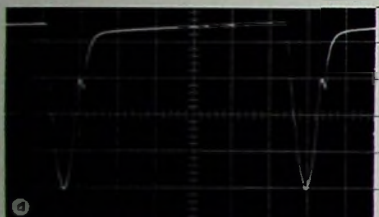
Ansteuerimpuls der PL 509 mit der P(C)F 802



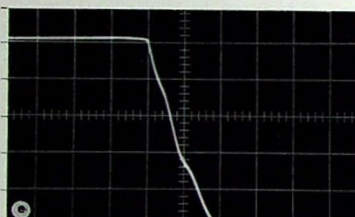
1 µs



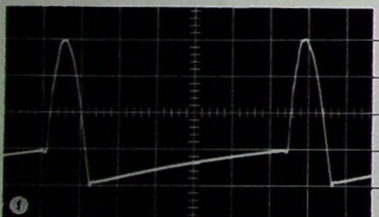
Rücklaufimpuls am Punkt i des Ablenktransformators



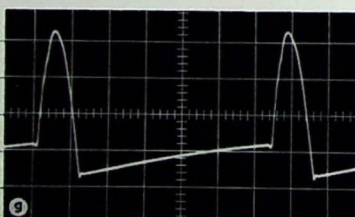
Ansteuerimpuls der PL 509 mit der Diode BA 148



1 µs



Istr = 0 mA



Istr = 1,5 mA

Anodenspannung der Regelröhre PC 92

Bild 14. Von der P(C)F 802 gelieferter Ansteuerimpuls (a, b), Rücklaufimpuls am Anschluß i des Ablenktransformators (c), Ansteuerimpuls der PL 509 mit der Diode BA 148 (d, e) und Anodenspannung der Regelröhre PC 92 (f, g)

ist, da sie weder von Röhrenalterungen noch von der Netzspannung abhängt.

2.4.2. Hochspannungsstabilisierung

2.4.2.1. Regelschaltung

Wegen der Verwendung der 30-W-Endpentode PL 509 ist es in der Schaltung mit getrennter Erzeugung der Hochspannungsleistung möglich, bei einem Testbild mit einem 42 µs breiten Weißbalken Spitzenströme von mehr als 6 mA (1,5 mA mittlerer Strahlstrom) zu erreichen. Die Regelung muß schnell genug ansprechen, damit beim Übergang von dunklen zu hellen Bildflächen Hochspannungseinbrüche vermieden und alle gestellten Forderungen in bezug auf konstante Hochspannung, Bildschärfe, Geometrie und Wiedergabe hoher Spitzenleuchtdichten erfüllt werden.

Bild 15. Prinzipschaltung der Hochspannungsregelschaltung

Durch die Entwicklung des neuen Hochspannungs - VDR - Widerstandes „2322 564 92004“ konnte eine einfache, jedoch wirksame Regelschaltung aufgebaut werden, deren Prinzip Bild 15 zeigt. Der 25-kV-VDR wird mit dem einen Ende an die Hochspannung angeschlossen. Am Fußpunkt des VDR-Widerstandes R 4 liegt ein einstellbarer Spannungsteiler R 5, über den ein von der Hochspannung abhängiger Spannungswert dem Gitter der Triode

PC 92 zugeführt wird, die als gesteuerter Gleichrichter geschaltet ist. Ihre Anode erhält eine konstante positive Impulsspannung vom Anschluß g'' (350 V) des Ablenktransformators (Bilder 14f und 14g). Die sich an R 6 ergebende negative Richtspannung steuert die Endröhre PL 509. Schnelle Lastschwankungen werden auch hier mit Hilfe der Kapazität des abgeschirmten Hochspannungskabels rasch ausgeglichen. Kapazitiv geteilt, gelangen dabei kurze Spannungsschübe zum Gitter der PC 92 und verhindern so ein kurzzeitiges Absinken der Hochspannung.

2.4.2.2. Innenwiderstand und Netzspannungsabhängigkeit

Durch das Einschalten des 25-kV-VDR-Widerstandes mit einer steilen Strom-Spannungs-Charakteristik wird die Regelsteilheit wesentlich erhöht (Regelverstärkung ≈ 100). Der Innenwiderstand des Hochspannungsgenerators liegt bei $R_{ih} \approx 100 \text{ k}\Omega$, wenn man zur Regelung nur die Hochspannungsänderungen über R 4 zum Gitter der Regelröhre gelangen läßt. Durch eine Kompensation kann der Innenwiderstand jedoch zu Null gemacht werden, wenn man (in ähnlicher Form wie bei der bisherigen Schaltung) eine strahlstromabhängige Komponente über einen 10-M Ω -Widerstand (R 7 im Bild 13) in die Regelschaltung einführt.

Die Vergleichsspannung an der Katode der PC 92 wird aus einem Spannungsteiler eingespeist (Bild 13), der an der Speisespannung U_0 der Ablenkstufe liegt. Damit erreicht man gleichzeitig, daß die Hochspannung den Netzspannungsänderungen folgt und die Bildbreite konstant bleibt, da der Ablenkstrom durch die VDR-Regelung der Ablenkstufe nicht vollkommen stabilisiert wird. Grundsätzlich kann man mit einer der schwankenden Netzspannung proportional verlaufenden Regelspannung oder mit anderen gleichgerichteten Impulsspannungen den Ablenkstrom absolut konstant halten. In diesem Fall müßte man die Vergleichsspannung an der Katode der PC 92 ebenfalls stabilisieren, was mit ausreichender Genauigkeit durch einen VDR-Widerstand erfolgen könnte. Von diesen Maßnahmen, die außerdem einen Mehraufwand erfordern, wurde hier jedoch abgesehen, da sich mit Hilfe des einfachen Spannungsteilers, an dem die Katode der PC 92 liegt, eine konstante Bildbreite erreichen läßt und über diesen Spannungsteiler außerdem noch eine Temperatorkompensation durchgeführt wird.

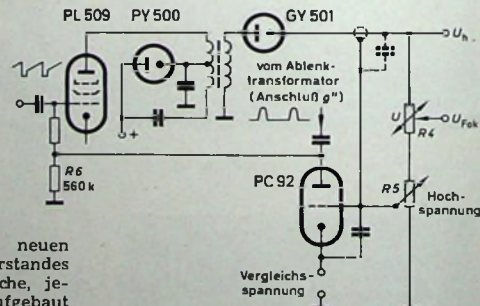


Bild 16 zeigt, daß die Hochspannung U_h bei der Nominal-Netzspannung $U_n = 220 \text{ V}$ bis zu einem mittlerem Strahlstrom $I_{str} \approx 3 \text{ mA}$ konstant bleibt, und im Bild 17 ist dargestellt, welchen Verlauf die Hochspannung bei Netzspannungsänderung ha-

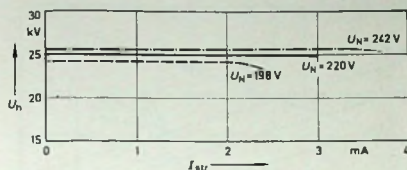


Bild 16. Hochspannung in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

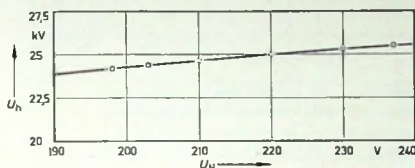


Bild 17. Hochspannung in Abhängigkeit von der Netzspannung bei $I_{str} = 1,5 \text{ mA}$

ben muß, damit die Bildbreite erhalten bleibt.

2.4.3. Betriebsverhalten und Einstellhinweise

Die in der Schaltung mit getrennter Hochspannungserzeugung für hohe Spitzenleistungen benötigte Regelreserve des Hochspannungsteils bringt es mit sich, daß die Hochspannung unbelastet im Extremfall fast 40 kV erreicht. Das kann zum Beispiel bei Netzüberspannung eintreten, wenn der Regelkreis an einer Stelle unterbrochen und damit die Gitterspannung der Endröhre Null wird.

Infolge des – wenn auch geringen – Querstroms durch den VDR-Widerstand ist stets eine Vorlast vorhanden, so daß die Hochspannung im ungünstigsten Fall nur auf 35 kV ansteigt. Diese Spannung beginnt jedoch wegen des dann höher werdenden Stroms im VDR-Widerstand, der sich dabei erwärmt, abzunehmen, bis sich nach kurzer Zeit infolge des dann großen Innenwiderstandes der Hochspannungsquelle und des verringerten Widerstandes des VDR-Stabes eine Spannung von 20 kV einstellt. Der VDR-Widerstand ist so bemessen, daß er diese Belastung über längere Zeit verträgt. Ein Ausfall der Regelröhre PC 92 ist kaum zu befürchten, da sie nur gering belastet ist.

Bei einem Temperaturanstieg im Gerät erhöht sich auch der Querstrom in dem VDR-Widerstand. Damit ist eine Spannungsänderung am Gitter der Regelröhre PC 92 verbunden, die durch eine NTC-Anordnung kompensiert werden kann. Dazu schaltet man mit dem Katodenspannungsteiler der PC 92 einen NTC-Widerstand R 8 in Serie, dem ein 100-kOhm-Widerstand R 9 parallel liegt (Bild 13). Der NTC-Widerstand sollte an der Fassung des VDR-Stabes angebracht werden, damit für beide Bauelemente die gleiche Umgebungstemperatur wirksam ist.

Die Einbaustelle des VDR-Stabes muß so gewählt werden, daß die Umgebungstemperatur bei normalem Betrieb 50 °C nicht überschreitet. Der Strom durch den Hochspannungs-VDR-Widerstand beträgt $75 \pm 25 \mu\text{A}$ bei 25 kV und $\theta_U = 50^\circ\text{C}$, so daß die zusätzliche Belastung der Endstufe klein bleibt. Der Betriebszustand des VDR-Widerstandes wird innerhalb 5 min nach Einschalten des Empfängers erreicht. Die Farbbliröhre A 63-11 X benötigt eine Fokussierspannung $U_{fok} = 4 \dots 5 \text{ kV}$. Im allgemeinen wird dazu eine entsprechende

Bild 18. Verlauf des Booster-Spitzenstroms und des Booster-Reststroms in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

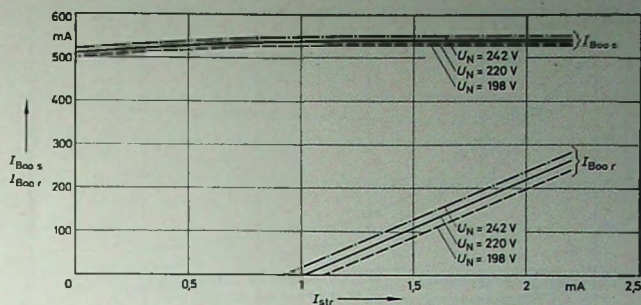
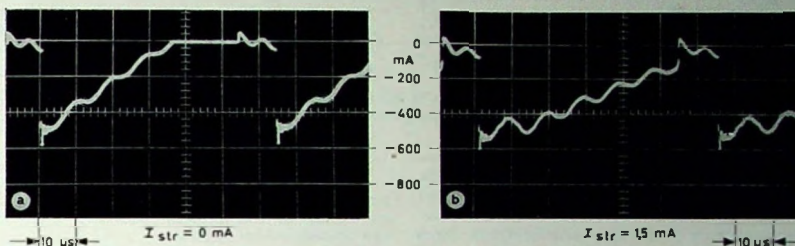
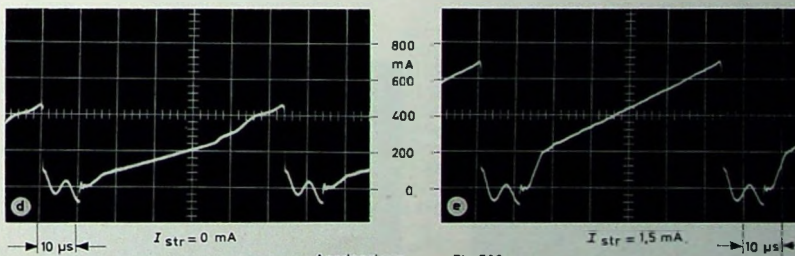
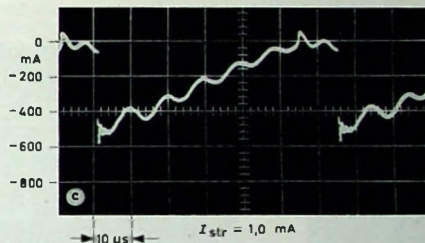


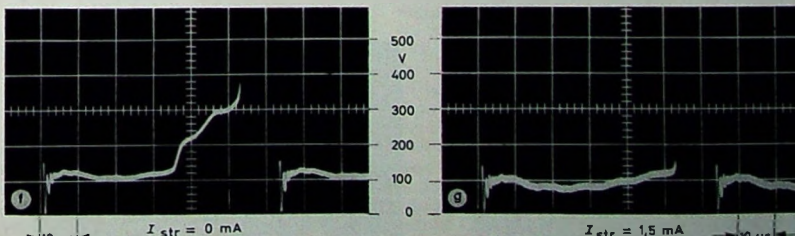
Bild 19 (unten). Stromverlauf durch Boosterdiode (a, b, c), Anodenstrom der PL 509 (d, e) und Anodenhinlaufspannung der PL 509 (f, g)



Stromverlauf durch die Boosterdiode PY 500 bei verschiedenem I_{str}



Anodenstrom der PL 509



Anodenhinlaufspannung der PL 509

Impulsspannung gleichgerichtet und mittels eines auf Hochspannungs- oder Impulspotential liegenden Spannungsteilers eingestellt. Diese Anordnung entfällt bei einer Verwendung des Hochspannungs-VDR-Widerstandes. Die Fokussierspan-

nung kann hier mit Hilfe eines verschiebbaren Abgriffs sehr genau eingestellt werden. Auf diese Weise ist die wichtige Forderung nach einem konstanten Verhältnis Hochspannung zu Fokussierspannung stets erfüllt.

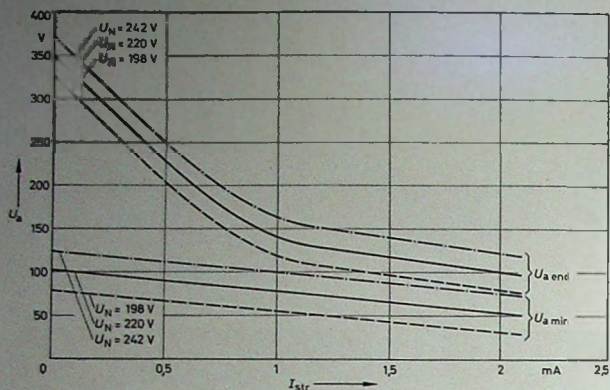


Bild 20. Anodenhinlaufspannung der PL 509 in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

Außer diesem Vorteil der einfachen Gewinnung der Fokussierspannung ergeben sich durch die Anwendung des Hochspannungs-VDR-Widerstandes infolge der Unabhängigkeit von der Bildbreiten- und Hochspannungseinstellung einfache und übersichtliche Einstellmöglichkeiten:

a) Durch Einstellen der Boosterspannung auf ihren Sollwert $U_{b00} = 745$ V mittels

Bild 22. Anodenspitzenstrom der PL 509 in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

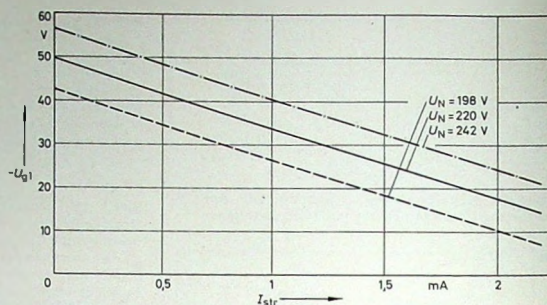
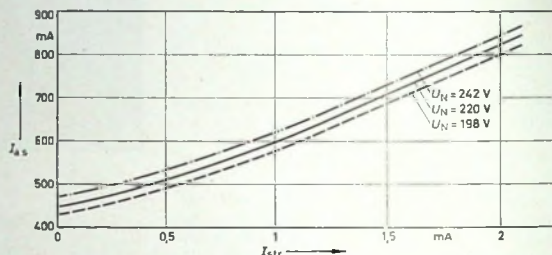


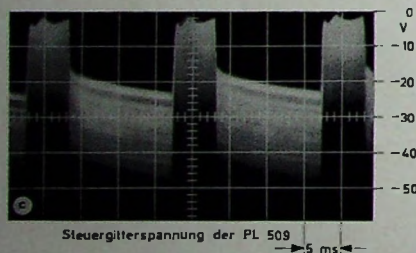
Bild 21. Steuergitterspannung der PL 509 in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen



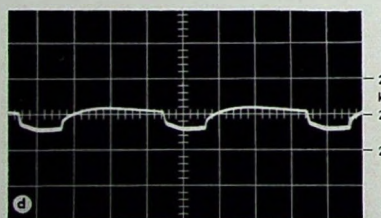
Schirmbildaufnahme des 42 µs breiten Weißbalkens



Leuchtdichtesignal des Weißbalkens an der Katode der Bildröhre



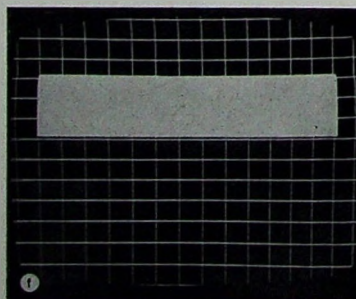
Steuergitterspannung der PL 509



Hochspannung an der Bildröhre



Strahlstrom der Bildröhre



Schirmbild Weißbalken mit Gitterraster
 $I_{str} = 6$ mA, $I_{str} = 1,0$ mA

Bild 23. Schirmbildaufnahme eines 42 µs breiten Weißbalkens sowie Ströme und Spannungen an der PL 509 und der Bildröhre

R 5 (Bild 13) erhält man die Hochspannung $U_h = 25$ kV, die unabhängig von der Bildbreite ist.

b) Die Einstellung der Bildbreite auf den Sollwert kann dann ohne Meßinstrument mittels P 1 (Bild 8) bei beliebigem Strahlstrom erfolgen.

2.4.5. Belastung der PL 509 und PY 500

2.4.5.1. Boosterdiodenstrom

Im Gegensatz zur Horizontalablenkung braucht die Boosterdiode im Hochspannungsgenerator nicht während des ganzen Hinlaufs leitend zu sein. Es ergibt sich dann ein erwünschter niedriger Spannungsabfall an der Boosterdiode.

Allerdings wird die Primärspannung dann nicht mehr konstant gehalten. Die Folge ist bis zum Einsatz des Booster-Reststroms eine überhöhte Anodenhinlaufspannung und damit eine erhöhte Anodenverlustleistung. Der Einsatz des Booster-Reststroms I_{B00r} bei $I_{str} = 1$ mA hat sich in bezug auf das Unterspannungsverhalten der Schaltung als günstig erwiesen (Bild 18). Die Bilder 19a, 19b und 19c zeigen den Verlauf des Stroms durch die Boosterdiode bei einem Strahlstrom von 0, 1,5 und 1,0 mA.

2.4.5.2. Anodenstrom und Anodenspannung der PL 509

Die Anodenhinlaufspannung liegt infolge entsprechender Auslegung des Transformators „AT 2052/02“ und wegen des späten Einsetzens des Booster-Reststroms auch bei hohen mittleren Strahlströmen weit oberhalb der Knie-spannung der Endpentode PL 509 (Bild 20). Daher ist auch bei Unterspannung eine genügende Regelreserve vorhanden, wie man aus der im Bild 21 dargestellten Gitterspannung am Ende des Hinlaufs erkennen kann. Bild 22 zeigt den Anodenspitzenstrom $I_{a,s}$ der Endröhre PL 509 als Funktion des Strahlstroms. Den Verlauf von Anodenstrom und Anodenhinlaufspannung bei 0 und 1,5 mA Strahlstrom zeigen die Bilder 19d, 19e, 19f und 19g.

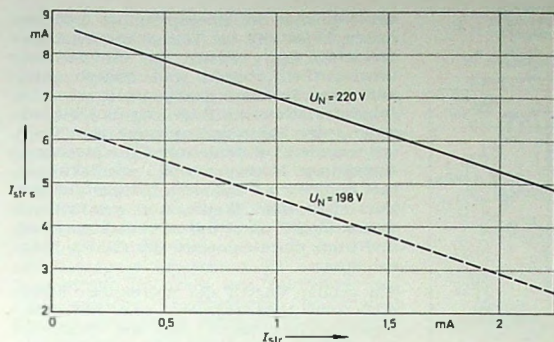


Bild 24. Spitzenstrahlstrom als Funktion des mittleren Strahlstroms bei verschiedenen Netzspannungen

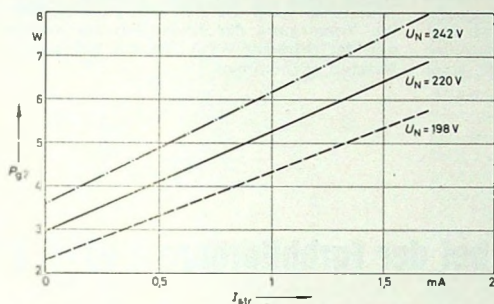


Bild 26. Abhängigkeit der Anodenverlustleistung der PL 509 vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

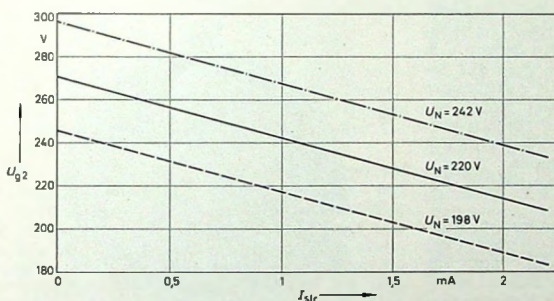


Bild 27. Abhängigkeit der Schirmgitterverlustleistung der PL 509 vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

Infolge der hohen Leistungsreserve des Hochspannungsgenerators kann auch bei hohen mittleren Strahlströmen ein ausreichender Spitzenstrahlstrom fließen. Zur Nachprüfung wurde ein 42 μ s breites Weißbalkensignal benutzt. Dieser im Bild 23a gezeigte Weißbalken ist in seiner Höhe veränderbar, so daß sich unterschiedliche Verhältnisse von Spitzenstrahlstrom zu mittlerem Strahlstrom einstellen lassen. Aus den Oszillogrammen des Weißbalkensignals im Bild 23 sind die Ansteuerung und die Hochspannungsregelung erkennbar. Die im Bild 24 dargestellten Meßergebnisse stellen die durch die Steuererspannung der Endröhre gegebene Grenze dar, bis zu der die Hochspannung praktisch konstant bleibt und keine Geometriezeichnungen des Weißbalkens auftreten.

2.4.5.3. Anoden- und Schirmgitterverlustleistung der PL 509

Wegen des kleinen Innenwiderstandes des Hochspannungsnetzteils sinkt die Speisespannung U_b bei Belastung nur unwesentlich (Bild 25). Den Verlauf der Anodenverlustleistung der Endröhre PL 509 zeigt Bild 26. Ein Minimum ergibt sich bei mitt-

leren Strahlströmen von etwa 0,6 mA. Das Ansteigen bei niedrigeren mittleren Strahlströmen erklärt sich aus dem starken Ansteigen der Anodenhinlaufspannung (s. auch Bild 20). Die maximal auftretende Verlustleistung ist $P_a = 28$ W; sie bleibt also unterhalb der Grenze von 30 W. Der Verlauf der Schirmgitterverlustleistung ist im Bild 27 dargestellt.

2.4.5.4. Schirmgitterspannung der PL 509

Bild 28 zeigt den für eine bestimmte Speisespannung erforderlichen Schirmgitterwiderstand R_{g2} , der, um Einschaltüberlastungen zu vermeiden, nicht unterschritten werden darf. Bei der vorliegenden Speisespannung $U_b = 290$ V ergibt sich daraus ein Widerstand $R_{g2} = 1,5$ k Ω . Mit diesem Wert würde die Schirmgitterspannung jedoch bei Vollast überschritten werden. Daher wurde $R_{g2} = 2,2$ k Ω gewählt. Damit bleibt man mit der maximalen Schirmgitterverlustleistung von $P_{g2} = 6,4$ W unterhalb der zulässigen Verlustleistung von 7 W. Im Bild 29 ist der Verlauf der Schirmgitterspannung der Endröhre PL 509 als Funktion des Strahlstroms bei einem Schirmgittervorwiderstand von $R_{g2} = 2,2$ k Ω dargestellt.

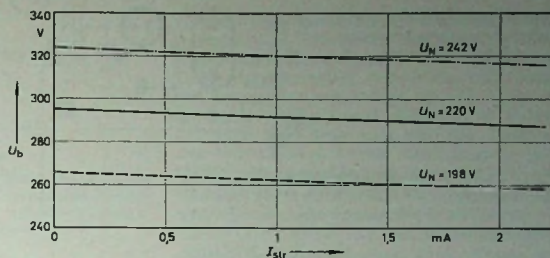


Bild 25. Abhängigkeit der Speisespannung des Hochspannungsgenerators vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

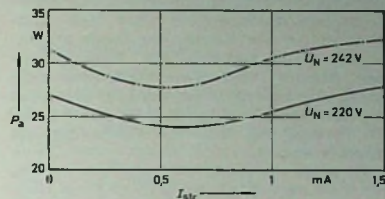


Bild 26. Abhängigkeit der Anodenverlustleistung der PL 509 vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

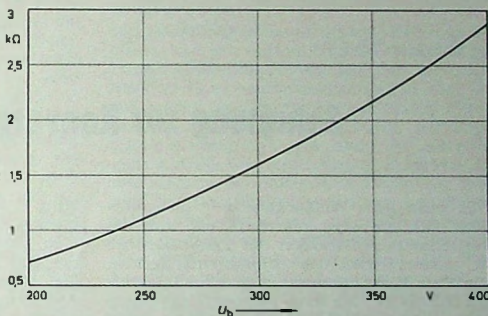


Bild 27. Abhängigkeit der Schirmgitterverlustleistung der PL 509 vom Strahlstrom bei verschiedenen Netzspannungen

Bild 28. Erforderlicher Mindestschirmgitterwiderstand zum Schutz der PL 509 während der Anheizzeit

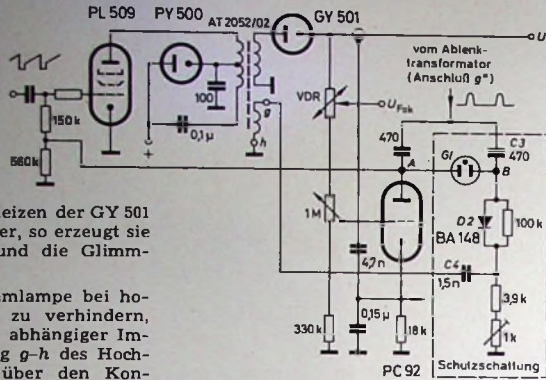
2.4.5.5. Schutzschaltung gegen Überspannung am Hochspannungstransformator

In der Hochspannungsregelschaltung im Bild 13 gelangt ein Teil der Bildröhrenhochspannung über den spannungsabhängigen VDR-Widerstand zum Gitter der Regelröhre PC 92. Fällt die Regelschaltung aus, dann kann die Spannung an der Gleichrichterröhre GY 501 auf mehr als 30 kV ansteigen.

Weil die Röhre GY 501 aus dem Hochspannungstransformator geheizt wird, leitet sie erst dann, wenn der Hochspannungsgenerator arbeitet. Während der Anheizzeit ist die Regelröhre wegen der fehlenden Hochspannung und durch das Katodenpotential von etwa 60 V gesperrt. Dadurch tritt für einige Sekunden eine Impulsspannung von mehr als 30 kV an der Anode der Gleichrichterröhre auf. Deshalb wird die im folgenden beschriebene Schutzschaltung (Bild 30) empfohlen, die beim Einschalten des Gerätes und bei Ausfall der Regelschaltung die Hochspannung am Transformator auf weniger als 30 kV begrenzt.

Aus der Hilfswicklung des Horizontalablenktransformators „AT 2051/01“ (Anschluß g“) wird mit Hilfe des Kondensators C 3 und der Diode D 2 eine negative Spannung am Punkt B gewonnen. Hat der Punkt A (Anode der PC 92) keine negative Spannung, dann ist die Potentialdifferenz zwischen diesen beiden Punkten so groß, daß die Glimmlampe GI zünden kann und die am Punkt B stehende negative Spannung an das Steuergitter der Endpentode PL 509 gelangt. Arbeitet die Regel-

Bild 30. Prinzipschaltbild der Hochspannungsregelschaltung mit Schutzschaltung



röhre PC 92 nach dem Anheizen der GY 501 als gesteuerter Gleichrichter, so erzeugt sie die negative Spannung, und die Glühlampe erlischt.

Um ein Zünden der Glühlampe bei hohen Spitzenstrahlströmen zu verhindern, wird ein vom Strahlstrom abhängiger Impuls aus der Hilfswicklung g-h des Hochspannungstransformators über den Kondensator C 4 der Katode der Diode D 2 zugeführt. Die Addition der Impulse aus dem Ablenk- und dem Hochspannungstransformator ergibt am Punkt B eine vom Strahlstrom abhängige Richtspannung, die sich weitgehend wie die Spannung am Punkt A ändert.

3. Schlußbemerkung

Die Schaltung mit getrennter Erzeugung von Hochspannung und Ablenkleistung gestattet die Wiedergabe von Bildern mit hohen Spitzenstrahlströmen bei konstanter mittlerer Hochspannung. Bild 23f zeigt

deutlich, daß die Hochspannung trotz der hohen Belastung des Hochspannungstransformators ($I_{str\ 8} = 6\text{ mA}$, $I_{str} = 1,0\text{ mA}$) nur unwesentlich absinkt und danach sofort auf ihren Sollwert nachgeregelt wird. Infolge der schnellen Regelung und der Abnahme der Fokussierspannung vom Hochspannungs-VDR-Widerstand (konstantes Verhältnis Hochspannung zu Fokussierspannung) wird auf dem Schirmbild eine kurz nach dem Weißbalken geschriebene weiße Zeile einwandfrei wiedergegeben, und auch die Geometrie des Bildes bleibt erhalten.

Ein großer Vorteil der getrennten Erzeugung von Hochspannung und Ablenkleistung besteht darin, daß die Bildbreite unabhängig von der stets auf 25 kV festgelegten Hochspannung auf den erforderlichen Wert eingestellt werden kann. Außerdem wird die Betriebsspannung für die Versorgung der Endstufen aus einem von der Schwarz-Weiß-Technik bekannten Netzteil entnommen.

R. OHLHORST

Schaltung zur Konvergenzeinstellung bei der Farbbildröhre A 63-11 X

Für eine gute Wiedergabe von Schwarz-Weiß-Bildern wird gefordert, daß sich die drei Elektronenstrahlen der Farbbildröhre an jedem Punkt des Bildschirms decken. Die drei Elektronenkanonen sind im Hals der Bildröhre (die Blau-Kanone liegt oben) unter einem Neigungswinkel von etwa $1,5^\circ$ gegen die Röhrenachse angeordnet, so daß sich die Strahlen theoretisch im unab-

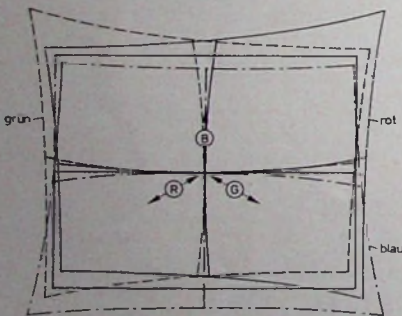


Bild 1. Theoretische Konvergenzfehler bei einer Farbbildröhre

gelenkten Zustand genau in einem Maskenloch in der Mitte des Schirms treffen müßten.

Von der Schwarz-Weiß-Bildröhre ist bekannt, daß wegen der Bildschirmwölbung, die aus geschmacklichen Gründen flacher als eine Kugelschale ist, Kissenfehler bei der Ablenkung entstehen. Wegen der exzentrischen Lage der drei Elektronenkanonen im Hals der Farbbildröhre entstehen hier außer den Kissenfehlern noch Trapezfehler (wie bei einer schiefen Projektion), die für jedes der drei Raster auf dem Bildschirm unterschiedlich groß sind.

Dipl.-Ing. Rolf Ohlhorst ist Laborvortrag im Farbfernsehlabor der Blaupunkt-Werke GmbH.

Bild 1 zeigt eine Skizze dieser theoretischen Fehler in etwas vergrößertem Maßstab. Außerhalb der Bildmitte decken sich die Raster also nicht. Durch eine auf jeden Strahl anders wirkende nichtlineare Ablenkung läßt sich der Fehler jedoch beseitigen. Dazu wird außer der für alle drei Strahlen gemeinsamen Ablenkung eine auf jeden Strahl getrennt wirkende Zusatzablenkung, die Konvergenzkorrektur, benutzt.

Im Bild 2 sind in dem sogenannten Konvergenztopf des Röhrensystems drei Paar Polschuhbleche zu erkennen, auf die außen auf dem Hals der Röhre angebrachte Hufeisenmagnete, die Konvergenzmagnete, einwirken können. Dabei entstehen die im Bild 3 dargestellten Magnetfelder, mit denen sich die drei Elektronenstrahlen unter einem Winkel von jeweils 120° gegeneinander verschieben lassen. Diese Verschiebung muß für die Rasterdeckung in der Mitte des Bildschirms, die wegen kleiner Streuungen bei der Montage der Kanonen bis zu 6,5 mm falsch sein kann, mit Gleichstrom durch die Spulen der Elektromagnete oder mit Zusatzpermanenmagneten (f im Bild 3) statisch erfolgen (statische Konvergenz).

Für den oberen und unteren Rand im Mittelteil des Bildschirms werden Magnetfelder zur Korrektur benötigt, die die Form von vertikal-frequenten Parabeln haben. Diese Magnetfelder erzeugt der Spulensatz b, der von einem bildfrequenten Parabelstrom durchflossen wird. Die Schaltung heißt deshalb Vertikalkonvergenzschaltung.

Für die Korrektur der Fehler am linken und rechten Rand des Bildschirms sind horizontal-frequenten parabelförmige Felder erforderlich. Da die entsprechenden Ströme dem Zeilenablenkteil entnommen werden, heißt dieser Schaltungsteil Horizontal-konvergenzschaltung. Dafür ist ein besonderer Spulensatz c vorhanden.

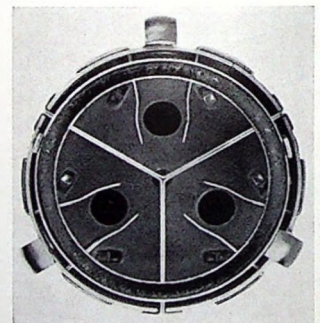


Bild 2. Blick auf den Konvergenztopf eines Farbbildröhrensystems

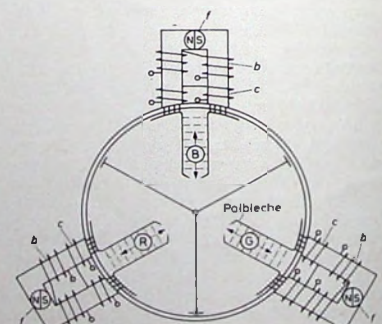


Bild 3. Wirkungsweise der statischen und dynamischen Radialkonvergenzmagnete

Die drei Konvergenzschaltungen sollen im folgenden einzeln behandelt werden.

1. Statische Konvergenz

Aus Bild 3 geht die Verschiebungsrichtung (radial) der Elektronenstrahlen quer zur

Richtung des Magnetfeldes zwischen den Polschubblechen hervor. Die vollständige Deckung ist mit diesen drei Verschiebungsmöglichkeiten aber nicht zu erreichen, wenn eine der Kanonen etwas schief montiert wurde. In diesem Falle würde der Strahl dieses Systems neben dem Deckungspunkt der beiden anderen liegen. Deshalb ist als vierte Bewegungsmöglichkeit eine tangentielle Verschiebbarkeit des Blaustrahls vorhanden. Dieses laterale Konvergenzsystem wird als Blau-Lateralmagnet, Blaulagemagnet und als Blauschiebemagnet bezeichnet. Es erzeugt ein Magnetfeld im Hals der Bildröhre, das eine seitliche Verschiebung des blauen Rasters ermöglicht (Bild 4). Eine geringe Verschiebung des roten und grünen Rasters läßt sich dabei wegen des geringen Abstandes der Kanonen zwar nicht ganz vermeiden; der rote und der grüne Strahl

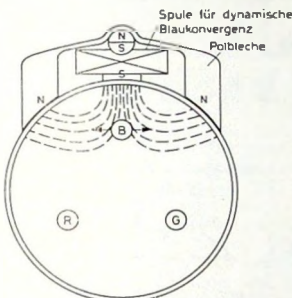


Bild 4. Blau-Lateral-System und Wirkungsweise der Blauverschiebung

bleiben aber in Deckung. Die größte seitliche Verschiebung für das blaue Raster kann 6,5 mm betragen (Grenzröhre); die radiale Verschiebung der drei Raster ist bis zu 9,5 mm möglich.

Die Einstellung der statischen Konvergenz erfolgt im allgemeinen so, daß man ein Gittermuster oder Punkttraster schreibt, dieses Bild im Spiegel beobachtet und von der Rückseite des Gerätes aus die statische Konvergenz mit den Permanentmagneten einstellt. Das gelingt gut und schnell bis auf einen Restfehler von etwa 0,4 mm, den man wegen der verhältnismäßig großen Entfernung im Spiegel nicht mehr erkennen kann. Zur Feineinstellung der statischen Konvergenz enthalten die Blaupunkt-Farbfernsehgeräte deshalb eine besondere Schaltung, bei der mit drei Einstellreglern kleine Gleichströme durch drei zusätzliche Radialkonvergenzspulen geschickt werden können. Die Regler sind auf der nach oben herausklappbaren Konvergenzplatte angebracht und lassen sich von vorn bedienen, so daß man bei der Feinkorrektur den Bildschirm direkt betrachten kann. Die Regler haben eine gerastete Mittelstellung (bei der der Grob- abgleich mit den Permanentmagneten erfolgt) und erlauben von dieser Mittelstellung aus eine Verschiebung der Raster um ± 2 mm.

Bild 5 zeigt die Schaltung für die statische Konvergenz. Die Betriebsspannung von +24 V ist elektronisch stabilisiert, so daß bei Netzspannungsschwankungen keine Rasterverschiebung erfolgt. Die Schaltung für die Blaukonvergenz ist besonders einfach. Die Konvergenzspule bl liegt in einer Brückenschaltung, die aus den Widerständen R 838, R 839 und dem Einstellregler R 840 gebildet wird. Geringe Stromänderungen infolge Erwärmung von Bau-

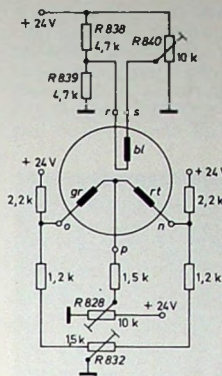


Bild 5. Schaltung für die statische Konvergenzeinstellung

elementen werden weitgehend kompensiert. Bei optimaler Einstellung des Grob- abgleichs ist die Konvergenzspule stromlos, da die Brücke hierfür im Gleichgewicht ist; Änderungen können sich dann nicht auswirken.

Die Rot- und die Grünspule liegen ebenfalls in einer Brückenschaltung, die bei der gerasteten Mittelstellung der beiden Potentiometer R 832 und R 828 im Gleichgewicht ist. Da die Spulen dann stromlos sind, wird auch hier eine hohe Stabilität erreicht.

Diese Schaltung arbeitet folgendermaßen: Bei der gemeinsamen Einstellung des Stroms durch die Rot- und die Grünspule wird das 120°-Koordinatensystem auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem bezogen. Beim gleichzeitigen Verschieben von Rot und Grün unter einem Winkel von 120° in gleicher Richtung bleiben horizontale Linien in Deckung, während sich vertikale gegeneinander verschieben. Umgekehrt bleiben beim Verschieben des roten und grünen Rasters unter 120° in verschiedenen Richtungen vertikale Linien in Deckung und horizontale verschieben sich gegeneinander.

Mit dem Potentiometer R 828 läßt sich ein gleichsinniger Strom in beide Spulen ein-

speisen und damit die Deckung der vertikalen Linien einstellen. Mit dem Potentiometer R 832 wird dagegen der rechte oder linke Brückenarm verstellt und damit ein gegensinniger Strom in die Konvergenzspulen eingespeist. Mit diesem Potentiometer läßt sich also nur die Deckung der horizontalen Linien beeinflussen; vertikale Linien bleiben in Deckung.

Auf die seitliche Verschiebungsmöglichkeit von vorn wurde verzichtet, weil das blaue Raster sich schon auf rechtwinkligen Koordinaten bewegt. Außerdem kann der Techniker den Blauschiebemagneten auch unter gleichzeitiger Beobachtung des Bildschirms von vorn erreichen und einstellen.

2. Vertikalkonvergenz

Mit dieser Schaltung werden alle Deckungsfehler im mittleren Teil des Bildes (in einem etwa 200 mm breiten Bereich, der symmetrisch zur senkrechten Mittellinie liegt) korrigiert (Bild 6). Die Konvergenz der Seiten wird hierbei zwar ebenfalls beeinflusst, diese stellt man aber später getrennt mit der Horizontalkonvergenzschaltung ein.

Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sich die obere und die untere Bildschirmhälfte getrennt einstellen lassen. Bei den amerikanischen Konvergenzschaltungen erfolgt die Korrektur der Parabelströme durch Überlagern von sägezahnförmigen Strömen. Hierbei verändert sich aber die Konvergenz am oberen und unteren Bildrand sowie auch in der Mitte. Der Techniker muß also theoretisch drei Potentiometer gleichzeitig oder mehrmals nacheinander verstellen, um eine bestimmte Kurvenform des Parabelstroms zu erreichen. Die hier beschriebene Schaltung von Blaupunkt ist dagegen so ausgelegt, daß der Parabel eine Halbparabel überlagert wird. Wie Bild 7 zeigt, wird hierbei nur die eine Bildhälfte beeinflusst, nicht aber die Bildmitte, die ja vorher statisch eingestellt wurde, und der andere Bildrand. Die drei Potentiometer brauchen also in einer bestimmten Reihenfolge nur einmal eingestellt zu werden. Zuerst korrigiert man

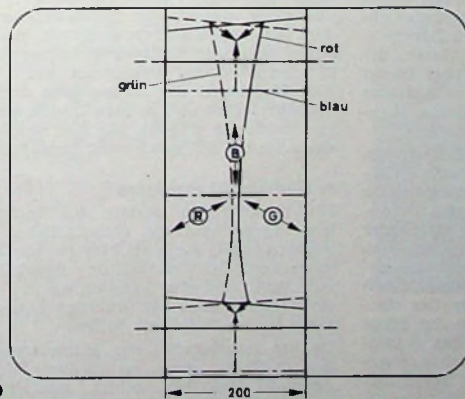


Bild 6. Bereich der Vertikalkonvergenz (a) und Verlauf der Korrekturstrome (b)

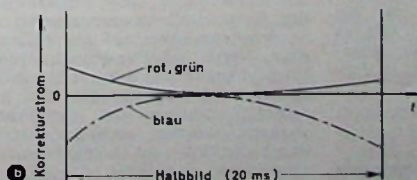


Bild 7. Überlagerung von parabelförmigen und halbparabelförmigen Schwingungen (— Hauptparabel, - - - resultierende unsymmetrische Parabel)

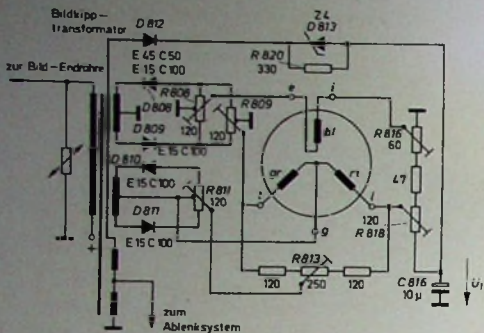


Bild 8. Schaltung der Vertikalkonvergenz

die statische Konvergenz, dann die Konvergenz am unteren und zuletzt die am oberen Bildrand.

Im Bild 8 ist die Vertikalkonvergenzschaltung dargestellt. Die Steuerspannung für den Hauptparabelstrom wird aus der Bildkipp-Sägezahnspannung gewonnen. Das hat den Vorteil gegenüber anderen Schaltungen (Ableitung aus der Katodenspannung der Bild-Endstufe, daß die Konvergenz nicht von der Einstellung der Bildhöhe abhängt und daß die statische Konvergenz sich beim Altern der Bildkipp-Endröhre nicht verschiebt.

Die Diode D 812 trennt den negativen Rückschlagimpuls und einen Teil der negativen Halbwelle des Sägezahns ab, da der Bildkipptransformator während des Rücklaufs nicht kapazitiv belastet werden soll. Das Integrationsglied R 820, C 816 verformt die sägezahnförmige Spannung zu der erforderlichen Halbparabel (Bild 9a). Die Z-Diode D 813 wird bei einer Spannung von 4 V leitend und bewirkt eine Verteilung der Parabel und damit eine optimale Dekkung am Bildrand. Mit dem Potentiometer R 816 greift man einen Teil dieser Spannung ab und führt ihn der radialen Blaukonvergenzspule zu. Bei Mittelstellung des Schleifers des angezapften Potentiometers R 808 fließt infolge Integration dieser Spannung (durch den Innenwiderstand und die Induktivität der Konvergenzspule) ein symmetrischer parabelförmiger Strom I_1 (Hauptparabelstrom, Bild 9b) durch die Spule. Der Scheitel dieser Parabel bleibt bei allen Stellungen des Potentiometers R 816 auf Null liegen. Die statische Konvergenz ändert sich also nicht.

Über die Dioden D 808 und D 809 werden von einer Zusatzwicklung auf dem Bildkipptransformator der Rückschlagimpuls und ein Teil des Sägezahns an das Potentiometer R 808 gelegt. Diese Spannung treibt je nach der Schleiferstellung von R 808 einen zusätzlichen positiven oder negativen Strom (Halbparabelstrom) durch die Konvergenzspule, der nur in der oberen Bildhälfte vorhanden und in der Mitte auf Null abgeklungen ist. Mit dem zusätzlichen Strom läßt sich der Konvergenzstrom in der oberen Bildhälfte beeinflussen (Bild 9c). Diese Schaltung mit positivem oder negativem Zusatzstrom erlaubt einen so großen Einstellbereich für die Konvergenz, daß damit alle zur Zeit in Deutschland verwendeten Konvergenzsysteme mit unterschiedlichem L-R-Verhältnis betrieben werden können.

Die Rot-Grün-Konvergenz arbeitet nach dem gleichen Prinzip. Wie bei der statischen Konvergenz, werden die Ströme durch die Rot- und Grünschule gemeinsam

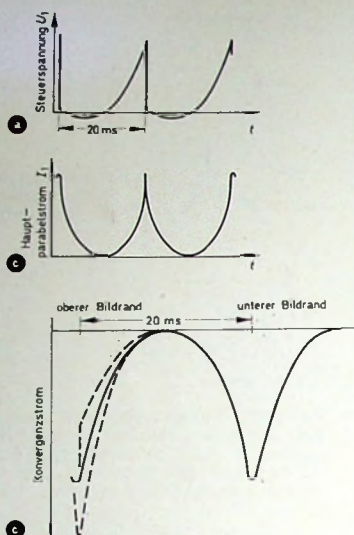


Bild 9. Spannungen und Ströme in den Vertikalkonvergenzspulen: a) Steuerspannung U_1 , b) Hauptparabelstrom I_1 , c) resultierender Konvergenzstrom

eingestellt, so daß die Verschiebung auch hier auf rechtwinkligen Koordinaten erfolgt. Mit dem Potentiometer R 818 wird der Hauptparabelstrom, mit R 809 der Halbparabelstrom durch die Serienschaltung der beiden Konvergenzspulen eingestellt. Mit den Potentiometern R 808 und R 809 werden also vertikale Gitterlinien am unteren und oberen Bildrand zur Dekkung gebracht.

Parallel zu der Serienschaltung der Konvergenzspulen liegt über Vorwiderstände zur Begrenzung des (linearen) Regelbereiches das Potentiometer R 813, mit dem eine der Spulen mehr oder weniger kurzgeschlossen werden kann. Dann nimmt der Strom durch diese Spule ab und durch die andere zu, wodurch eine Verschiebung der horizontalen Linien gegeneinander erreicht wird. Mit dem Potentiometer R 811 kann von einer masselosen Zusatzwicklung auf dem Bildkipptransformator ein positiver oder negativer Halbparabelstrom in die Brückenschaltung eingespeist werden, der eine Korrektur der Konvergenz der horizontalen roten und grünen Linien am oberen Bildrand erlaubt, die die Einstellung am unteren Bildrand nicht beeinflusst.

3. Horizontalkonvergenz

Bild 10 zeigt den Bereich der Horizontalkonvergenz und die erforderlichen Korrekturstrome, die auch hier parabelförmig verlaufen. Der Scheitel der Parabel liegt auf Null, und die Einstellung der Horizontalkonvergenz hat praktisch keine Wirkung in der Mitte des Bildes.

Da die Induktivität der Horizontalspulen bei 15 625 Hz einen zu großen Blindwiderstand (150 Ohm) bildet, gewinnt man die erforderlichen Korrekturstrome zweckmäßigerweise in einer Schaltung, bei der die Horizontalkonvergenzspulen mit Zusatzkondensatoren auf die Zeilenfrequenz abgestimmt sind. Das Prinzip dieser Schaltung ist im Bild 11 dargestellt. Bild 12 zeigt die Gesamtschaltung. Wie bei der statischen Konvergenz und der Vertikalkonvergenz, werden auch hier die Ströme durch die Rot- und Grünschule gemeinsam eingestellt.

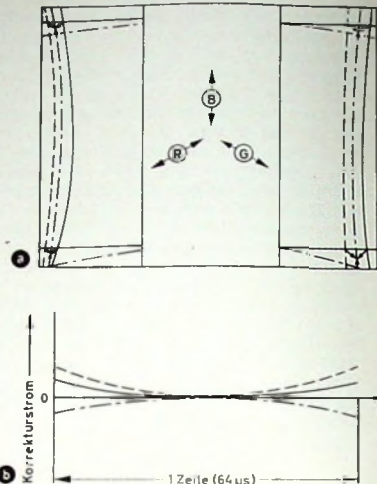


Bild 10. Bereich der Horizontalkonvergenz (a) und Verlauf der Korrekturstrome (b)

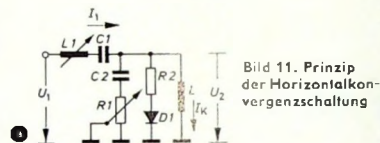


Bild 11. Prinzip der Horizontalkonvergenzschaltung

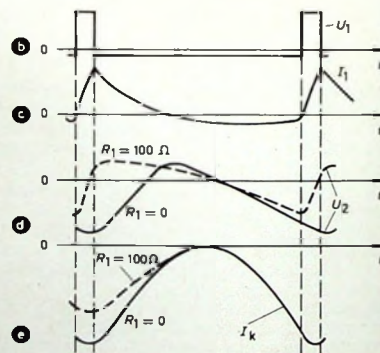


Bild 12. Schaltung der Horizontalkonvergenz

Der Kondensator C 1 im Bild 11a dient zur gleichstrommäßigen Entkopplung. Am Eingang der Schaltung liegt der Zeilenrückschlagimpuls U_1 (200 V_{eff}). Dieser Impuls bewirkt einen sägezahnförmigen Strom I_1

durch die Spule L_1 , so daß am Belastungswiderstand R_2 eine entsprechende Spannung U_2 entsteht. Die Höhe dieser Spannung ist mit der Spule L_1 einstellbar. Die Konvergenzspule L ist mit dem Kondensator C_2 auf die Zeilenfrequenz abgestimmt. Der Kreis läßt sich mit dem einstellbaren Widerstand R_1 dämpfen. Mit R_1 wird sehr stark der Konvergenzstrom I_K am linken Bildrand, mit der Spule L_1 mehr der Konvergenzstrom am rechten Bildrand beeinflusst. Durch die Diode D_1 fließt in der positiven Halbwelle der Konvergenzspannung ein Strom, der den Kondensator C_1 auflädt und dadurch den Scheitelpunkt des Parabelstroms auf Null festhält. Durch diese Klemmschaltung wird vermieden, daß nach dem Einstellen der Horizontalkonvergenz die vorher statisch eingestellte Mitte des Bildes noch einmal korrigiert werden muß.

Die Blaukonvergenzschaltung enthält einen Formerkreis L_{801} , C_{802} (Bild 12), der auf die doppelte Zeilenfrequenz abgestimmt ist. Der Parabelstrom wird dadurch in der Mitte des Bildes flacher und an den Seiten steiler, so daß man eine bessere Deckung am Bildrand erreicht. Mit der Spule L_{804} läßt sich für Rot und Grün gemeinsam die Amplitude des Parabelstroms und damit die Deckung der vertikalen Linien am rechten Bildrand einstellen. Mit der Differentialschaltung L_{805} kann man den Strom durch die eine Konvergenzspule vergrößern und durch die andere verkleinern. Diese gegenphasige Verschiebung der Raster verändert die Lage der horizontalen Linien zueinander. Die Dämpfung der Rot- und Grünspulen und damit die Deckung der horizontalen Linien am linken Bildrand läßt sich mit dem Differentialeinstellregler R_{807} , die Gesamtdämpfung der Schaltung und damit die Deckung der vertikalen Linien links mit R_{806} einstellen.

4. Dynamische Blau-Lateral Konvergenz

Es gibt Ablenssysteme, bei denen die Korrektur des Trapezfehlers für das blaue Raster nicht optimal ist. Hierbei ist das blaue Raster schmaler oder breiter als das rote und grüne. Da die radiale Blaukonvergenz nur eine Verschiebung des Rasters in vertikaler Richtung erlaubt, muß bei derartigen Systemen die exakte Konvergenz durch eine dynamische, horizontalfrequente seitliche Blauverschiebung mit dem Blau-Lateralmagneten erfolgen.

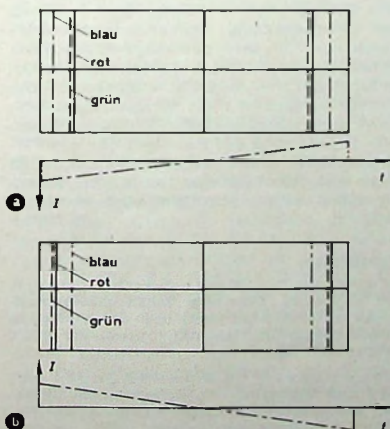


Bild 13. Wirkungsbereich und Verlauf des Korrekturstroms des Blau-Lateralmagneten

Bild 13 zeigt, daß hierfür ein positiver oder negativer Sägezahnstrom erforderlich ist. Dieser fließt durch die Spule des Blauschiebemagneten, wenn man sie direkt an die Zeilenrückschlagspannung anschließt. Mit der Serieninduktivität L_{806} (Bild 12) läßt sich die Amplitude des Blau-Lateralstroms

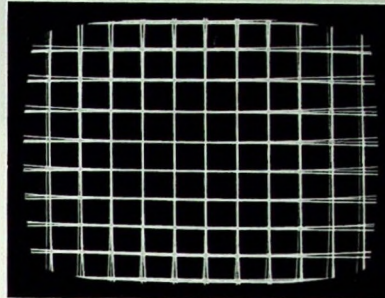


Bild 14. Gittermuster auf dem Schirm einer Farbbildröhre, wenn nur die statische Konvergenz eingestellt ist

stellung der Horizontalkonvergenz und der statischen Konvergenz ist wegen der Anordnung der Einstellregler für die statische Konvergenz auf der Konvergenzplatte besonders einfach.

Die Schaltung kann daher als sehr servicefreundlich bezeichnet werden. Zu dieser

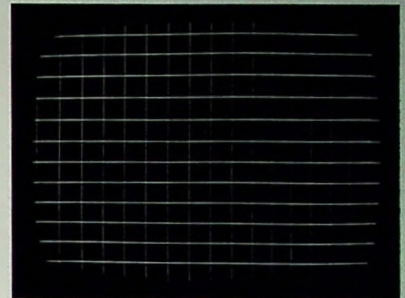


Bild 15. Optimal eingestellte Konvergenz

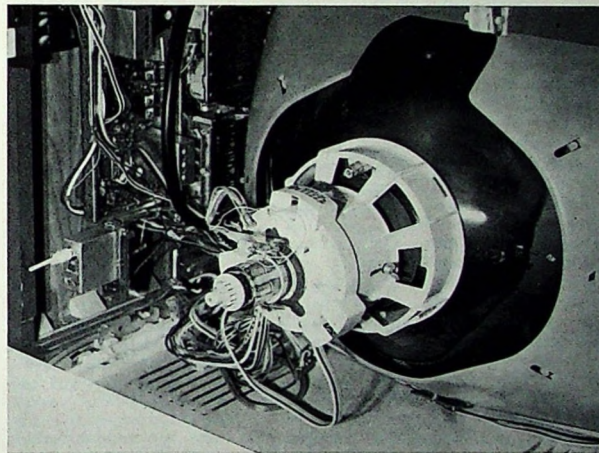


Bild 16. Farbbildröhre mit Ablenk-, Radialkonvergenz- und Blau-Lateral Konvergenzsystem

Bild 17 (unten). Aus dem Gehäuse herausgeklappte Konvergenzplatte bei einem Blaupunkt-Farbfernsehempfänger



einstellen. Durch Umstecken der Anschlüsse der Blau-Lateralispeule kann man die Richtung der Blauverschiebung umkehren. Wenn der Fehler kleiner als 0,2 mm ist, werden beide Anschlüsse der Blauschiebespule an Masse gelegt, da sich der Strom mit L_{806} nicht ganz auf Null einstellen läßt.

Im Bild 14 ist das Raster auf dem Bildschirm einer 63-cm-Farbbildröhre dargestellt, bei der nur die statische Konvergenz eingestellt wurde. Die dynamische Konvergenz ist außer Betrieb. Bild 15 zeigt ein Gittermuster bei optimaler Konvergenz, Bild 16 die Farbbildröhre mit Ablenk-, Radialkonvergenz- und Blau-Lateral Konvergenzsystem und Bild 17 die nach oben aus dem Gehäuse herausgeklappte Konvergenzplatte mit den Einstellorganen für die statische und dynamische Konvergenz.

Mit der beschriebenen Konvergenzschaltung, die auch in den Blaupunkt-Farbfernsehgeräten verwendet wird, läßt sich in wenigen Minuten eine gute Rasterdeckung erreichen. Vor allem wegen der Entkopplung von oberer und unterer Bildhälfte braucht der Servicetechniker die meisten Einstellregler in einer bestimmten Reihenfolge nur einmal zu bedienen. Die Ein-

elektrischen Servicefreundlichkeit kommt noch die einfache Bedienbarkeit hinzu. Da sich die Konvergenzplatte ohne Werkzeug nach oben aus dem Gehäuse herausklappen und einrasten läßt, kann die Konvergenz bei direkter Beobachtung des Bildschirms nachgestellt werden. Die Spulkerne und Potentiometer haben gerändelte Einstellachsen, so daß man auch für die Nachstellung der Konvergenz kein Werkzeug benötigt. Der Hub der Kerne in den Spulen ist mechanisch so begrenzt, daß selbst bei grober Fehleinstellung keine anderen Bauelemente beschädigt werden können.

Halle ohne Hall

Der größte schalltote Raum Europas

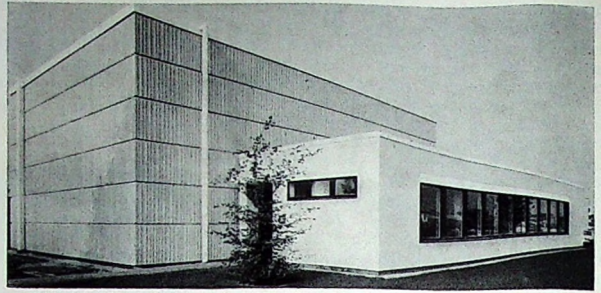
Das neue Laboratorium für technische Akustik der Karlsruher Siemens-Werke verfügt über einen sogenannten schallreflexionsarmen Raum mit einem wirklichen Volumen von rund 2000 m³. Wenn man von ähnlich aufgebauten Absorptionsräumen für die Entwicklung von Düsenantriebswerken und zur Verhütung von Lärmbelastigungen auf militärischen und zivilen Flugplätzen absieht, so handelt es sich bei dem Karlsruher Laboratoriumsraum um den bisher größten und modernsten schallreflexionsarmen Raum seiner Art in Europa. Reflexionsarme Räume ähnlicher Größe sind in Deutschland zur Zeit nur in Göttingen, Berlin und Wolfsburg zu finden. Ein so großer schalltoter Raum wird hauptsächlich für das Ausmessen größerer Lautsprecherkombinationen benötigt. Schon bei der Untersuchung einfacher Kohlenmikrofone und vor allem bei der Grundlagenentwicklung auf dem Gebiet der Lautsprecher sind akustisch stark gedämpfte Räume unbedingt erforderlich. Ursprünglich benutzte man Watte als Absorptionsmaterial. Später ging man dann auf Keile aus schallschluckendem Material, besonders aus Faserstoff und Steinwolle, über. Dieses Verfahren wurde bereits 1939 von Professor Dr. Erwin Meyer, Göttingen, und seinen Mitarbeitern entwickelt und ist bis heute unübertroffen.

In den bisher vorhandenen schalltoten Räumen mit 50 bis 200 m³ Rauminhalt konnte man allerdings Lautsprecherkombinationen nur im Nahfeld ausmessen, so daß sich recht unsichere technische Unterlagen ergaben. Man hat deshalb große elektroakustische Wandler früher meistens im Freien ausmessen müssen, wobei eine einzelne Messung oftmals mehrere Tage in Anspruch nahm, da sie nur bei absoluter Windstille und Wegfall jeglicher Störgeräusche möglich war. Da solche Untersuchungen heute in Deutschland wegen des Luftverkehrs nicht mehr durchgeführt werden können, mußte man entsprechend große, geschlossene schalltote Räume schaffen, mit denen sich die Schallausbreitungsverhältnisse des idealen freien Raumes annähernd nachbilden lassen.

Die erforderliche Größe dieser Räume hängt weitgehend von den Abmessungen der zu untersuchenden Geräte ab, denn zuverlässige Meßergebnisse können vielfach nur in Entfernungen gewonnen werden, die etwa eine Größenordnung über der größten Ausdehnung des Meßobjektes liegen. Im Karlsruher Laboratorium für technische Akustik beträgt die größte Meßentfernung in der Raumdiagonale etwa 17 m. Auch bei Objekten mit bis zu 5 m Breite ist es noch möglich, Polardiagramme über 360 Winkelgrade aufzunehmen. Dafür steht ein mit dem Pegelschreiber synchron umlaufender Drehtisch zur Verfügung, der für eine Belastung bis 100 kg ausgelegt ist. Schwerere Geräte werden mit einem Elektrohebezug an der Decke des Raumes an einem kugelgelagerten, um 360° drehbaren Haken befestigt. In diesem Falle wird die Drehtischbewegung über eine elastische Kupplung auf das am Hebezug hängende Meßobjekt übertragen.

Um jeglichen Schall innerhalb des Gebäudes zu verschlucken – also Schallreflexio-

Das Laboratorium für technische Akustik im Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe, der Siemens AG



nen an den Raumbegrenzungen auf ein Minimum herabzusetzen – sind Wände, Decke und Fußboden mit einem 85 cm dicken „akustischen Sumpf“ versehen. Mehr als 22 000 keilförmige, 80 cm lange Profilkörper aus Steinwolle bedecken sämtliche Innenflächen des Raumes (s. auch Titelbild dieses Heftes) und bewirken, daß im Bereich der interessierenden Frequenzen höchstens 1% der auftretenden Schallwellen reflektiert werden.

Im Innern des Raumes ist eine schwingungsfreie Gefällefläche eingebaut, die bis zu 60 Personen tragen kann und aus 3 cm dicken Gitterrosten besteht. Bei besonders empfindlichen und genauen Messungen lassen sich sowohl die Roste als auch die Tragschienen herausnehmen, so daß auch die an diesen Einbauten auftretenden minimalen Schallreflexionen die Meßergebnisse nicht verfälschen können. Die unter diesem Rost auf dem Fußboden angebrachten Absorptionskeile sind noch zusätzlich mit einem engmaschigen Nylongewebe abgedeckt, damit keine Werkzeuge und sonstigen Gegenstände im akustischen Sumpf verlorengehen können. Der Eingang wird mit einer speziellen Einfahrtür verschlossen, die wegen ihres großen Gewichtes auf Schienen läuft und ebenso mit Steinwollekeilen verkleidet ist wie der schalltote Raum.

Bei Messungen an elektroakustischen Wandlern befinden sich außer dem Meßobjekt und dem Meßmikrofon keine Gegenstände oder Personen im Meßraum. Alle Meßgeräte und der Frequenzgenerator sind in einem Anbau (umbauter Raum 635 m³) untergebracht, der gegen Körperschall-Übertragung vom Hauptgebäude isoliert ist. Dieser Anbau für die Meßgeräte- und Nebenräume ist auch der einzige Bauteil des Laboratoriums-Komplexes, der in konventioneller Bauweise errichtet wurde. Vom Meßgeräteraum aus wird der schalltote Raum mit einer Fernschanlage überwacht. Eine Belüftungsanlage sorgt in den Meßpausen für Erneuerung der Luft und, falls erforderlich, auch für das Einblasen von vorgewärmter Luft.

Damit akustische Messungen durchgeführt werden können, genügt allerdings eine Auskleidung des schalltoten Raumes mit Absorptionskörpern nicht, denn zur Schalldämpfung im Innenraum muß auch eine Schalldämmung gegen Außengeräusche treten. Deshalb wurde das fast kubische Gebäude, das einen umbauten Raum von etwa 2800 m³ hat, nach der Methode „Haus im Haus“ aufgebaut. Innerhalb des Betongebäudes befindet sich ein zweites, von der Außenschale akustisch völlig isoliertes Gebäude, dessen Seitenwände und Decke auf Stahlfedern, sogenannte Längsdämmbü-

geln, ruhen und das einen „schwimmenden Estrich“ hat. Die Außenwände, die innen noch mit einer 10 cm dicken Steinwollschicht belegt sind, bestehen aus 30 cm dickem Stahlbeton. In 8 cm Abstand folgt das „Haus im Haus“, dessen Stahlkonstruktion mit Schwerbetonplatten ausgefacht ist, auf denen der akustische Sumpf aufgebracht ist.

Das Innere des Raumes hat eine nutzbare Grundfläche von rund 200 m² und wirkt mit seiner lichten Höhe von etwa 6,5 m auf den Beschauer wie eine große Halle. Die Bezeichnung „Halle“ widerspricht allerdings den Aufgaben des Gebäudes, denn es ist gerade der Zweck dieses Raumes, jeglichen Hall zu vermeiden.

Kontrollmessungen im Laboratorium für technische Akustik haben ergeben, daß die im Freien vorhandene Pegelabnahme von 6 dB je Abstandsverdopplung von der Schallquelle mit genügender Annäherung erreicht wird. Oberhalb 100 Hz sind die Abweichungen vom idealen Verlauf bei Abständen vom Lautsprecher bis zu 4 m kleiner als 1,5 dB und bei Abständen bis 8 m höchstens 2 dB. Für Meßentfernungen zwischen 8 und 16 m liegen die größten Abweichungen oberhalb 200 Hz nach Abzug der molekularen Ausbreitungsdämpfung bei etwa 3 dB, unterhalb 200 Hz steigen sie bis auf etwa 5 dB an. Der Einfluß der Roste und ihrer Tragschienen ist bei Frequenzen zwischen 3000 und 8000 Hz am stärksten. Er macht sich allerdings erst bei Meßentfernungen von mehr als 4 m bemerkbar. Unterhalb 1000 Hz sind dagegen die Abweichungen vom idealen Verlauf bei Messungen mit und ohne Rosten nahezu gleich.

Das Ausmessen elektroakustischer Geräte wie Lautsprecher und Mikrofone in bezug auf Frequenzgang, Ausbreitungscharakteristik usw. ist aber nur ein Teil der Aufgaben, die in diesem Laboratorium durchgeführt werden. Auch die wissenschaftliche Forschung kommt nicht zu kurz. Zum Beispiel sind physiologische Untersuchungen wie Feststellung der Reaktion des menschlichen Gehörs auf mehrere Schallquellen oder auf Schallinformationen, die untereinander zeitlich verzögert sind, ebenfalls möglich.

R. Schuh

Schrifttum

Meyer, E., Buchmann, G., u. Schoch, A.: Eine neue Schallschluckanordnung hoher Wirksamkeit und der Bau eines schallgedämpften Raumes. Akust. Z. Bd. 5 (1940) S. 352-364

Janovsky, W., u. Spandöck, F.: Aufbau und Untersuchung eines schallgedämpften Raumes. Akust. Z. Bd. 2 (1937) S. 322-331

Kammerer, E., u. Struve, W.: Laboratorium für technische Akustik in Karlsruhe. Siemens-Z. Bd. 41 (1967) Nr. 2, S. 124-126

NF-Leistungsverstärker mit Siliziumtransistoren für 20 ... 70 Watt Ausgangsleistung

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 56

3.5. 70-W-Verstärker „ATC-408/70“

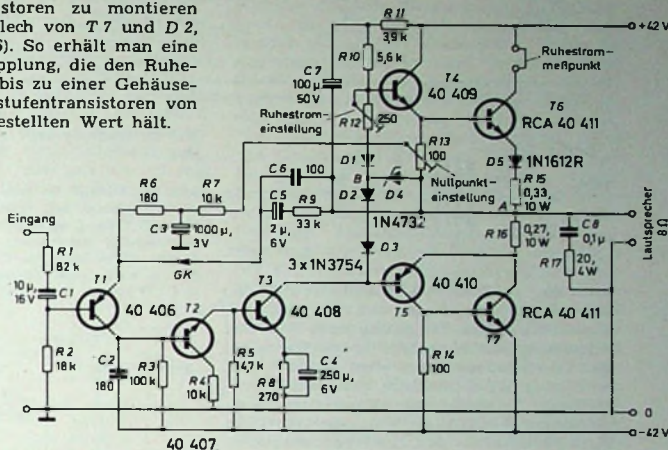
Höchsten Leistungsansprüchen wird der Verstärkerbausatz „ATC-408/70“ von RCA mit der Schaltung nach Bild 17 [5, 6, 7] gerecht. In dieser Schaltung wird auf den Koppelkondensator für den Lautsprecher verzichtet und eine „mittenangezapfte“ Speisespannungsquelle verwendet. Das ermöglicht eine sehr niedrige untere Grenzfrequenz des Verstärkers. Sollte jedoch stören, daß nun beim Stereo-Verstärker beide Lautsprecherleitungen auf einem Gleichstrompotential liegen, dann können die Lautsprecher auch über Kondensatoren angeschlossen werden, jedoch müssen diese dann schon sehr hohe Kapazitätswerte (mindestens 5000 μ F) haben, um die niedrige Grenzfrequenz zu erhalten. Eine Gleichstromgegenkopplung wirkt über R7, R6 auf den Eingangstransistor T1. Sein Emittorstrom fließt über R13; wechselstrommäßig ist dieser Zweig über C3 gegen Masse kurzgeschlossen. Mit R13 wird der Arbeitspunkt der ersten Stufe eingestellt. Wegen der Gleichstromkopplung über alle Stufen ist damit auch der Symmetriepunkt A einstellbar. Zwischen A und Masse ist auf eine Spannung von 0 V einzustellen (ohne Signal). Durch die Gegenkopplung wird die Spannung an A in einem weiten Temperatur- und Spannungsbereich auf $0 \pm 0,1$ V gehalten.

Die erste Stufe T1 in Emitterschaltung hat einen Eingangswiderstand von etwa 15 k Ω (R2 mitgerechnet), der mit R1 auf rund 100 k Ω erhöht wird. R1 kann bei einem Vorverstärker mit niederohmigem Ausgang entfallen, die Empfindlichkeit des Verstärkers wird dadurch erhöht. Der nicht überbrückte Teilwiderstand des Emittorwiderstands R6 dieser Stufe dient der Wechselstromgegenkopplung. An den Emittor ist auch eine weitere Wechselstromgegenkopplung, und zwar vom Ausgang des Verstärkers über R9, C5 geführt. Diese Gegenkopplung ist frequenzabhängig und erreicht bei 1 kHz etwa 35 dB. C6 dient zur Gegenkopplung der höchsten Frequenzen und begrenzt den Übertragungsbereich nach oben hin. C2 erfüllt denselben Zweck. Dieser Kondensator ist nicht unbedingt erforderlich. Nur wenn Transistoren mit sehr hoher Stromverstärkung verwendet werden, kann C2 notwendig sein.

T2 und T3 arbeiten in etwas abgeänderter Darlington-Schaltung. Die Vorzüge sind hohe Verstärkung und hohe Eingangs-impedanz, so daß die Belastung der Eingangsstufe gering ist. Die gesamte Spannungsverstärkung erfolgt in den Stufen T1, T2 und T3. Auf den Transistor T3 folgt die Treiberstufe für die Endtransistoren. Da sie auch als Phasenumkehrstufe arbeiten muß, finden die komplementären Transistoren T4, T5 Verwendung. Die Basisvorspannung für diese Stufe wird durch die Dioden D1 ... D3 stabilisiert und mit R12 eingestellt, und zwar so, daß durch die Endstufentransistoren ein Ruhestrom von 20 ... 30 mA fließt. Die Dioden D1 ... D3 sind auf den Kühlblechen

der Endstufentransistoren zu montieren (D1 auf dem Kühlblech von T7 und D2, D3 auf dem von T6). So erhält man eine thermische Gegenkopplung, die den Ruhestrom der Endstufe bis zu einer Gehäuse-temperatur der Endstufentransistoren von 100 °C auf dem eingestellten Wert hält.

Bild 17. 70-W-Endverstärker „ATC-408/70“ von RCA



Als Überlastungssicherung wirken R15 und R16 sowie D4. Die Strombegrenzung durch die Widerstände R15 und R16 allein würde nicht ausreichen, weshalb als weiterer Überlastungsschutz die Z-Diode D4 eingesetzt ist. Eine Überlastung der Endstufe tritt ja nur dann ein, wenn die Endstufe bei einem zu niedrigen Lastwiderstand oder gar Kurzschluß des Ausgangs auch angesteuert wird. Die Begrenzung setzt bei Kollektorströmen > 5 A ein. Die Spannungsdifferenz zwischen den Punkten A und B ist dann groß genug, um D4 zu öffnen. Während der negativen Halbwelle der Steuerspannung wird D4 in Durchlaßrichtung betrieben, bei der positiven Halbwelle wird die Diode oberhalb der Zenerspannung betrieben. In beiden Fällen wird dann das Steuersignal so weit begrenzt, daß kein weiteres Anwachsen des Endstufenstromes zu befürchten ist. Diese Schutzschaltung schützt auch die Treibertransistoren T4 und T5 vor Überlastung.

Eine weitere Absicherung gegen Überlastung ist auch durch einen Thermoschalter möglich, der auf eines der Kühlbleche der Endstufentransistoren montiert wird. Der Schalter soll bei einer Kühlblechtemperatur von 100 ... 110 °C die Betriebsspannung abschalten. Dieser Thermoschalter sollte nach Möglichkeit zusätzlich verwendet werden.

Bei Betrieb mit einer stabilisierten Speisespannung von ± 40 V und 70 W Ausgangsleistung ergeben sich folgende Werte: $i \approx 4,2$ A, $u \approx 33,6$ V ($23,7 V_{eff}$), und der aufgenommene Gleichstrom ist rund 1,5 A. Die maximale Verlustleistung je Transistor beträgt etwa 20 W. Für 45 °C Umgebungstemperatur ist ein maximaler

Wärmewiderstand des Kühlbleches von 6,3 °C/W zulässig. Sicherheitshalber werden dafür aber 4 °C/W angenommen. Ein Aluminiumblech mit 2 mm Dicke muß je Transistor mindestens 250 cm² Fläche haben. Ein entsprechender handelsüblicher Kühlkörper ist räumlich aber oft günstiger. Kurven der Meßwerte zeigen die Bilder 18 und 19. Eine stabilisierte Speisespannungsquelle ist nicht unbedingt erforderlich und würde auch einen sehr hohen Aufwand erfordern.

4. Netzteile

Auf Grund der relativ hohen Betriebsspannungen und des hohen Leistungsverbrauchs kommt praktisch nur Netzbetrieb in Frage. Obwohl geregelte Netzgeräte bessere Klirrfaktorwerte ergeben und der Einbau einer Kurzschlußsicherung sehr leicht möglich wäre, ist der Aufwand dafür doch sehr hoch. In den meisten Fällen werden daher die hier beschriebenen einfachen Netzteile genügen. Die Dimensionierung ist in Tab. II zusammengefaßt. Sie ist ausreichend für jeweils zwei Verstärkerkanäle (Stereo-Ausführung). Durch die Verwendung von Siliziumgleichrichtern

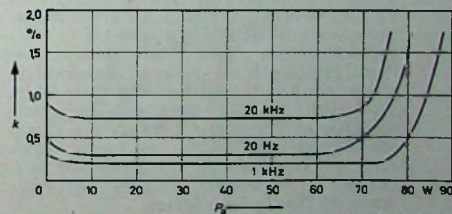


Bild 18. Klirrfaktor des „ATC-408/70“ als Funktion der Ausgangsleistung

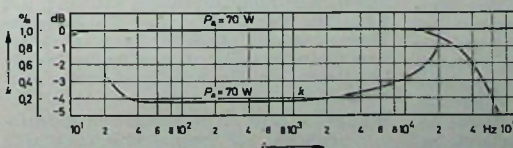


Bild 19. Frequenzgang und Klirrfaktor des „ATC-408/70“

Tab. II. Netzteile nach Bild 20 für verschiedene Verstärker

	AF 11	AF 12	ATC-406/20	ATC-406/35	
Si 1	0,6	0,75	0,8	1	A
Si 2	3	4	4	5	A
C	2500	≥ 5000	≥ 4000	≥ 4000	μF
U _N	57	52	50	60	V
U _{Tr}	43	37,5	30	46	V _{eff}
Gl oder D 1...D 4	1N1614R oder 40260 oder je 2 × BYZ 12 oder BYZ 18				
Transformator Tr Kern ¹⁾	M 85 b	EI 100 b	M 102 a	M 102 b	mm
Paketdicke	46	46	36,5	54	Wdg./CuL
N ₁	686/0,5	568/0,55	746/0,55	506/0,65	Wdg./CuL
N ₂	162/1	116/1,3	146/1,2	127/1,3	
N ₃	eine Lage 0,2 CuL, einseitig an Masse				

¹⁾ Dyn. Bl. III oder IV, 0,5 mm dick, wechselseitig geschichtet

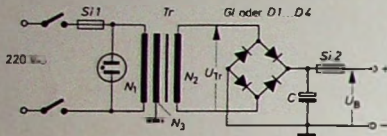
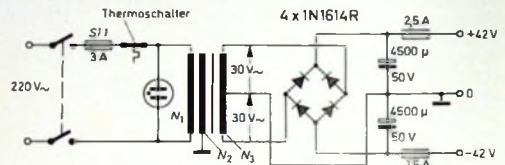


Bild 20. Schaltung der Netzteile nach Tab. II

Bild 21. Netzteil für den 70-W-Verstärker (Daten des Transformators: Kern EI 150 a Dyn. Bl. IV × 0,5 mm, wechselseitig geschichtet, Paketdicke 40 mm; N₁ = 546 Wdg., 0,9 mm CuL, N₂ = eine Lage 0,2 mm CuL, N₃ = 2 × 79 Wdg., 1,5 mm CuL)



und die reichliche Dimensionierung der Transformatoren ergibt sich ein niedriger Innenwiderstand (Schaltung nach Bild 20). Zusammen mit der relativ hohen Kapazität der Ladekondensatoren wird erreicht, daß auch eine hohe, über die Sinus-Dauerleistung hinausgehende kurzzeitige Aussteuerung möglich ist (Musik-Spitzen). Die Kapazitätswerte der Ladekondensatoren sind Minimalwerte; nur damit ist der in Tab. I angegebene Störabstand erreichbar. Größere Ladekondensatoren verbessern diesen Wert.

In allen Fällen ist zur optimalen Trafoausnutzung Graetzgleichrichtung erforderlich. Zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen der Transformatoren wird eine Schutzwicklung zur kapazitiven Trennung (geringere Übertragung von Störspannungen aus dem Netz) empfohlen. Diese kann aus einer Lage 0,1 ... 0,2 CuL oder Kupferfolie (Enden isoliert überlappen lassen), einseitig an Masse gelegt, bestehen. Bild 21 zeigt den Netzteil für den Verstärker nach Abschnitt 3.5. Auch hier kann durch größere Ladekondensatoren der Störspannungsabstand verbessert werden.

5. Vorverstärker

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei einfache Vorverstärkerschaltungen angegeben. Mit ihnen können alle vorher beschriebenen Endstufen voll ausgesteuert werden, die Eingangsempfindlichkeit ist allerdings etwas von der nachgeschalteten Endstufe abhängig. Bild 22 [8] zeigt einen Vorverstärker mit einer Leistungsverstärkung von etwa 70 dB (Höhen und Tiefen voll angehoben). Die über R₂ gegengekoppelte erste Stufe mit T₁ arbeitet in Kollektorschaltung als Impedanzwandler. Dadurch ergibt sich ein hoher Eingangswiderstand von 0,6 ... 1,5 MOhm. Für diese Stufe und auch für T₂ wird der besonders rauscharme Transistor 2N3391A von General Electric empfohlen; es kann jedoch auch ein rauscharmer Transistor BC 109 B (BC 149 B) verwendet werden. Das Rauschen ist dann etwas höher.

R₃ bewirkt eine weitgehende Unabhängigkeit des Eingangswiderstandes von der Stellung des Lautstärkereglers R₅ und des Balancereglers R₆. T₂ arbeitet in Emitterschaltung und sorgt für die zusätzliche Verstärkung, die wegen der Dämpfung des Klangregelnetzwerkes erforderlich ist. Mit dem angegebenen Netzwerk kann, be-

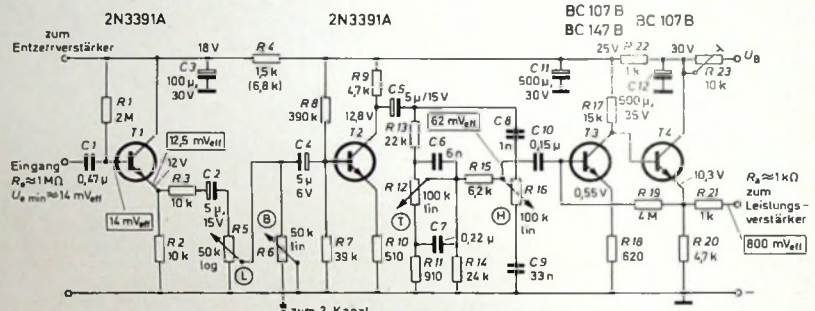
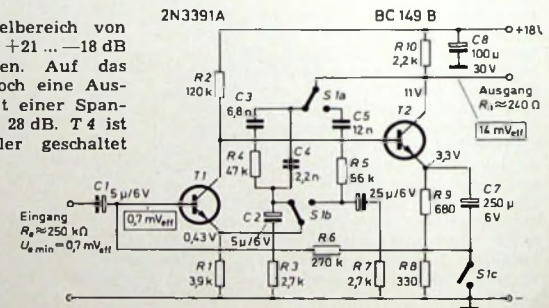


Bild 22. Vorverstärker mit Klangregelnetzwerk

zogen auf 1 kHz, ein Regelbereich von +21 ... -14 dB bei 30 Hz und +21 ... -18 dB bei 15 kHz erreicht werden. Auf das Klangregelnetzwerk folgt noch eine Ausgangsstufe (T₃ und T₄) mit einer Spannungsverstärkung von rund 28 dB. T₄ ist wieder als Impedanzwandler geschaltet

Bild 23. Entzerrvorverstärker



und hat einen Ausgangswiderstand von etwa 1 kOhm. Wegen der gegenseitigen Verkopplung von T₃ und T₄ ändern sich die Daten der Ausgangsstufe in einem großen Temperaturbereich (0 ... 70 °C) nur unwesentlich.

Mit R₂₃ wird eine Spannung von 30 V eingestellt. Die Größe von R₄ ist bei vorgeschaltetem Entzerrvorverstärker mit 1,5 kOhm zu wählen, bei alleiniger Verwendung des Verstärkers (Eingang für Tuner, Kristalltonabnehmer, Tonband) mit 6,8 kOhm. Der Kondensator C₃ kann bei Mitverwendung eines Entzerrvorverstärkers meist entfallen, da gewöhnlich bereits bei diesem ein Elektrolytkondensator vorhanden ist.

Bild 23 [9] zeigt einen geeigneten Entzerrvorverstärker für magnetische Tonabneh-

mersysteme. Mit einem dreipoligen Umschalter (S_{1a} ... S_{1c}) können zwei verschiedene Entzerrfrequenzgänge umgeschaltet werden, und zwar gilt der eine Frequenzgang für die heute üblichen Schneidkennlinien mit den Zeitkonstanten 3180 μs, 318 μs und 75 μs (gezeichnete Schalterstellung), der andere Frequenzgang entspricht der alten europäischen Schneidkennlinie für Normalrillen (78 U/min). Die Spannungsverstärkung (bei 1 kHz) ist etwa 26 dB (20fach) für Mikrorillenentzerrung beziehungsweise 30 dB (31fach) für Normalrillenentzerrung. An Stelle des Transistors 2N3391A kann auch ein BC 109 B (BC 149 B) verwendet werden; die Rausch-

spannung am Ausgang ist dann etwas höher.

Die angegebenen Gleichspannungswerte sind mit einem Röhrenvoltmeter gegen Masse gemessen und können bis zu ±20 % streuen. Die angegebenen Wechselspannungswerte (bei 1 kHz) gelten für die maximale Empfindlichkeit, wenn beide Vorverstärker mit einer 70-W-Endstufe „ATC-408/70“ verwendet werden.

Schrifttum

- [5] RCA-Data Bulletin „ATC-408“ (8/66)
- [6] RCA-Application Note „SMA-41“ (12/65)
- [7] RCA-Transistor Manual „SC-12“
- [8] Siemens-Halbleiter-Schaltbeispiele, April 1967
- [9] NF-Bausteine mit Silizium-Transistoren. Valvo-Brief, April 1967

Transistorbestückter Oszillograf

Die Transistortechnik ermöglicht es, einen Oszillografen auch aus Batterien zu betreiben. Während die üblichen netzgebundenen Oszillografen einen unsymmetrischen Y-Eingang mit wegen des Netztransformators kapazitiver Netzverkopplung des Masseanschlusses haben, läßt sich ein batteriebetriebener Oszillograf auch symmetrisch verwenden. Es ist möglich, ihn wie ein Vielfach-Meßinstrument zwischen beliebigen Meßpunkten erdfrei anzuschalten, sofern es die Höhe der Spannung und die Impedanzen der Meßpunkte erlauben. Der hier beschriebene Oszillograf kann aber auch mit einem Netzteileinschub betrieben werden, der an Stelle der Batterien zu verwenden ist.

1. Blockschaltung

Die Blockschaltung (Bild 1) zeigt die Funktionsgruppen des Geräts. Während der Y-Verstärker die zu untersuchende Spannung verstärkt, wird der X-Verstärker zur horizontalen Strahlablenkung benötigt und im allgemeinen mit der vom Zeitablenkteil erzeugten Sägezahnspannung angesteuert. Die einzelnen Baugruppen werden im folgenden noch ausführlich erläutert. Das Netzteil ist elektronisch stabilisiert und hat für die Wiederaufladung der Batterien eine besondere Umschalteneinrichtung. Die Überladung der Batterien wird mit Hilfe einer automatischen Endabschaltung vermieden. Sie spricht bei Erreichen von etwa 8 V Batteriespannung an.

2. Y-Verstärker

2.1. Eingangsabschwächer

Um die Höhe der angelegten Meßspannung genau bestimmen zu können, ist es wichtig, daß am Eingang des Y-Verstärkers ein geeichter Spannungsteiler vorhanden ist. Beim Mustergerät wird die Spannungsteilung in fünf Stufen jeweils im Verhältnis 1:5 durchgeführt. Außerdem wird bei Verwendung des Tastkopfs eine zusätzliche Teilung von 1:10 erreicht. Die Spannungsteilerstufen sind mit Hilfe von Drucktasten wählbar. Wichtig ist, daß die Teilung frequenzunabhängig erfolgt und daß der Spannungsteiler einen möglichst großen Innenwiderstand hat, um die jeweilige Meßspannungsquelle nur geringfügig zu belasten. Der im Schaltbild des Y-Verstärkers (Bild 2) dargestellte Eingangsabschwächer erfüllt die genannten Voraussetzungen. Die Einstellung der Frequenzkompensation wird mit Hilfe des eingebauten Eichspannungsgenerators, auf den noch näher eingegangen wird, vorgenommen. Dazu dienen die Trimmer C2, C4, C7, C10 und C13. Beim Arbeiten mit dem Tastkopf sind dagegen die Trimmer C3, C6, C9 und C12 auf optimale Form der Rechteckspannung abzugleichen.

Um vom Impedanzwandler T1 zu hohe Spannungen fernzuhalten, ist im Eingangskreis eine mit 45 V vorgespannte Glimmlampe für 65 V Zündspannung angeschlossen. Steigt die Spannung an der Glimmlampe um mehr als etwa 20 V an, dann

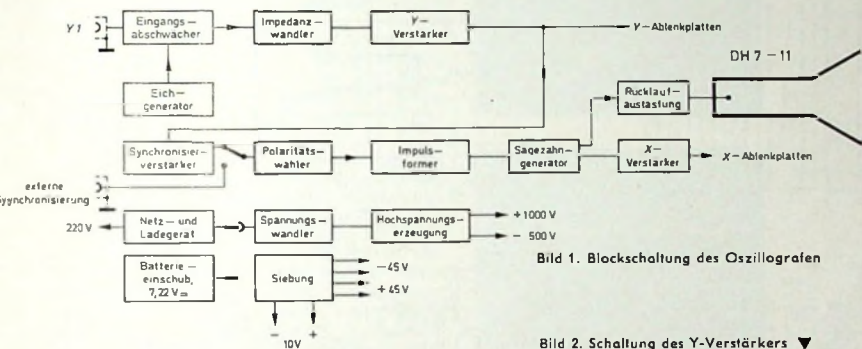
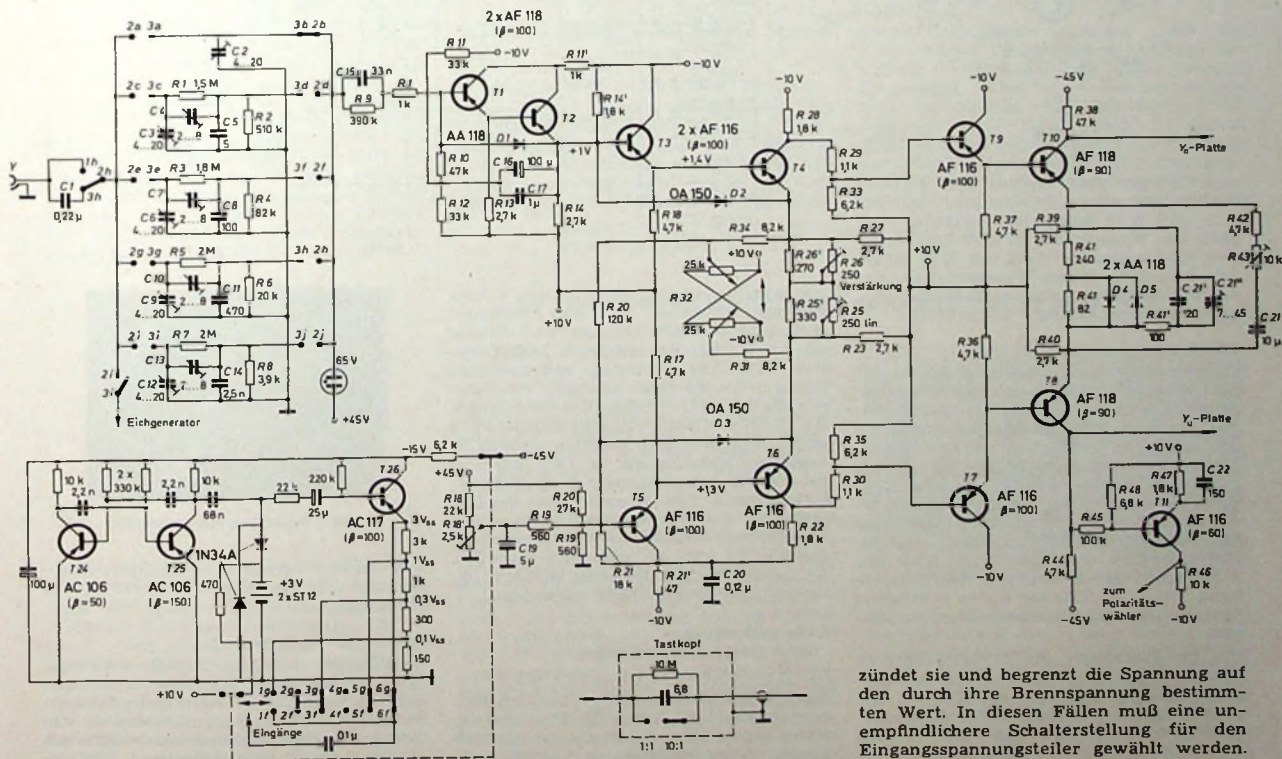


Bild 1. Blockschaltung des Oszillografen

Bild 2. Schaltung des Y-Verstärkers ▼



zündet sie und begrenzt die Spannung auf den durch ihre Brennspannung bestimmten Wert. In diesen Fällen muß eine unempfindlichere Schalterstellung für den Eingangsspannungsteiler gewählt werden.

22. Impedanzwandler

Ein eine hohe Eingangsimpedanz (etwa 1 M Ω) über die gesamte Bandbreite von 0 bis etwa 5 MHz des Y-Verstärkers zu erreichen, ist der Eingangsimpedanzwandler als zweistufiger Emitterfolger aufzubauen. In den Meßbereichen 10 nV...10 V ist der Eingangswiderstand dann 500 k Ω im Bereich 1 V...300 V ist er 1 M Ω . Die Eingangskapazität ohne Lastkopf ist 30 pF. Die Stabilisierung des Arbeitspunktes der beiden direkt gekoppelten Emitterfolgerstufen ist von besonderer Bedeutung. Der aus R11 und R12 bestehende Spannungsteiler ist über R10 mit der Basis des Transistors T1 verbunden. Der Zusammenschaltungspunkt dieser drei Widerstände ist wechsellastmäßig über C16

Transistors T16 und damit auch den Arbeitspunkt von T16 verändert. Wenn sich die Spannungsdifferenz zwischen den Emitteranschlüssen von T14 und T16 nicht einwandfrei auf das Minimum einstellen läßt, sind die Scheitelanschlüsse des Potentiometers R12 für die vertikale Strahlverschiebung abzuklappen und die Emitteranschlüsse von T14 und T16 miteinander zu verbinden. Nun sind die Kollektorspannungen von T18 und T110 mit Hilfe des Einstellreglers R18 auf die gleiche Höhe einzustellen.

24. Eichspannungsgenerator

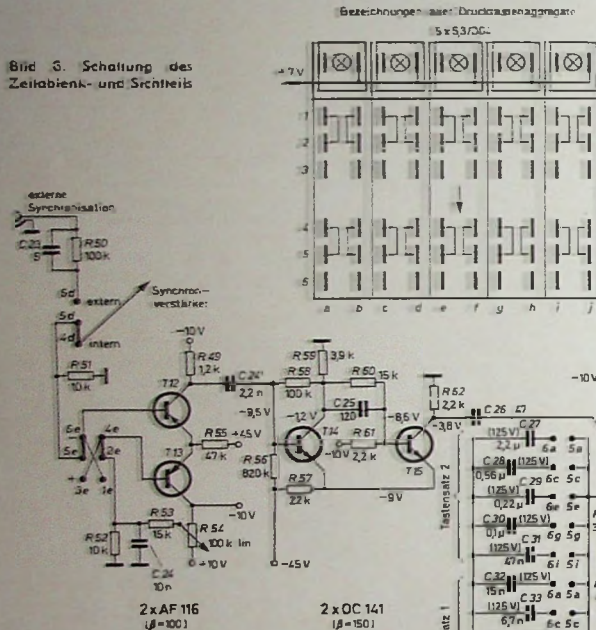
Um beim Messen von Spannungen den genauen Scheitelwert feststellen zu können, ist zum Vergleich eine 500-Hz-Eichspan-

nung erforderlich. Er verstärkt das Signal des externen Synchronisations des Zeitablenkteils, dessen Schaltung Bild 3 zeigt.

3.2. Polaritätswahl

Die Aufgabe des Polaritätswählers ist, die Phase des Synchronisations Signals so zu drehen, daß unabhängig von der Polarität des ankommenden Signals für den nachfolgenden Impulsformer immer positive Synchronimpulse zur Verfügung stehen. Dazu dient der aus T12 und T13 gebildete Differenzverstärker. Die Basisanschlüsse bilden einen invertierenden (T12) und einen nichtinvertierenden Eingang (T13). Am Kollektor von T12 steht bei entsprechender Betätigung des Wahlschalters dann immer ein positives Signal (Bild 4) zur Verfügung. Mit dem Potentiometer R54 kann man die Verstärkung für die Synchronimpulse einstellen. Die am Kollektor von T12 stehenden positi-

Bild 3. Schaltung des Zeitablenk- und Sichtteils



und C17 mit dem Emitter von T2 verbunden. Bei dieser Schaltungsart belasten R11 und R12 wohl den Ausgang, aber nicht den Eingang des Doppel-Emitterfolgers. Der wirksame Wert von R10 erhöht sich, weil über diesen Widerstand nur der von der Differenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung erzeugte Strom fließt.

2.3. Verstärker

Das vom Impedanzwandler gelieferte Signal gelangt an die Basis von T3. Auch dieser Transistor arbeitet als Emitterfolger, um eine niedrige Ausgangsimpedanz für die erste Verstärkerstufe T4 zu erhalten. T4 arbeitet zusammen mit T6 als Differenzverstärker, wobei an den Kollektorschlüssen der beiden Transistoren ein gegenphasiges Signal zur Ansteuerung der folgenden Verstärkerstufen entsteht. Die einstellbaren Widerstände R25 und R26 dienen zur Einstellung der Verstärkung. Dabei ist R25 von außen bedienbar, um das Gerät jederzeit nachsehen zu können.

Um die Symmetrie des Y-Verstärkers zu erhalten, muß zwischen den beiden Emitteranschlüssen von T4 und T6 der geringstmögliche Spannungsunterschied eingestellt werden. Dazu dient der Einstellregler R18', der den Arbeitspunkt des

nungsquelle auf den Eingang des Y-Verstärkers schaltbar. Die vom Eichspannungsgenerator gelieferten Rechteckimpulse werden mittels des astabilen Multivibrators T24, T25 gewonnen und auf eine genau definierte Höhe begrenzt. Dazu dienen die mit zwei Stabilisierzellen vorgespannten Dioden 1N34A. Die Impulsspannung wird damit sowohl in positiver als auch in negativer Richtung auf je 1,5 V konstant gehalten. Zur Auskopplung dient die Emitterfolgerstufe T26. Je nach Größe des Abgriffs am Emitterwiderstand können vier verschiedene stabilisierte Spitzenspannungen von 0,1 bis 3 V_{ss} entnommen werden. An Stelle der Stabilisierzellen läßt sich natürlich auch eine Z-Diode verwenden.

3. Zeitablenkung und Horizontalverstärker

3.1. Synchronisierverstärker

Das am Kollektor von T8 über den Entkoppelwiderstand R45 (s. Bild 2) abgenommene Signal wird der Basis des nachfolgenden Verstärkertransistors T11 zuge-

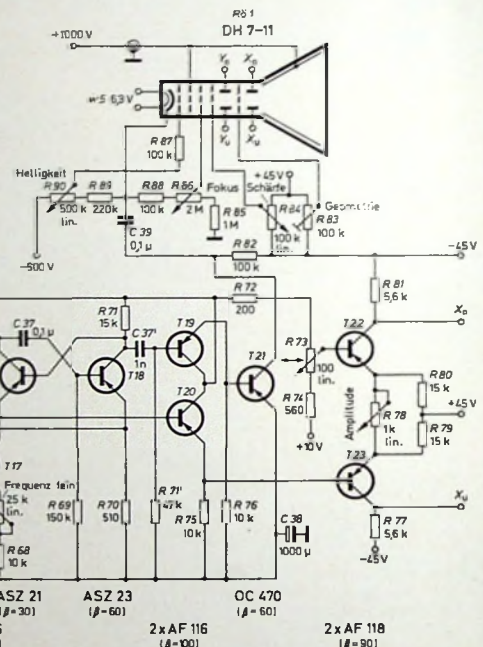
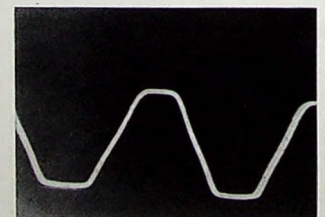


Bild 4. Impuls am Polaritätswähler



ven Impulse werden über den Koppelkondensator C24' zum Impulsformer T14, T15 übertragen.

3.3. Impulsformer

Gelangt ein positiver Impuls beliebiger Form an die Basis von T14, dann kippt der als Impulsformer wirkende Schmitt-Trigger T14, T15. Der am Kollektor von T15 entstehende Rechteckimpuls wird mit C26 und dem Emitterwiderstand R70 von

T 18 differenziert. So erhält man dort einen positiven Nadelimpuls von etwa $1\mu s$ Dauer. Er dient zur Synchronisierung des Sägezahngenerators.

3.4. Sägezahn-generator

Wird eine Sägezahnspannung mit linearem Anstieg benötigt, dann genügt es nicht, einen Kondensator über einen Widerstand aufzuladen, sondern man muß den Ladewiderstand durch eine Konstantstromquelle ersetzen. Im Mustergerät arbeitet der Transistor T 17 als Konstantstromquelle. Er erhält über den Spannungsteiler R 64, R 65 eine konstante Basisspannung. Sie bestimmt zusammen mit der Größe des wirksamen Emittierwiderstands aus R 67 und R 68 die Höhe des Stroms, mit dem die zeitbestimmenden Kondensatoren aufgeladen werden. Infolge der durch den Emittierwiderstand bewirkten Stromgegenkopplung beeinflussen Exemplarstreuungen sowie Temperaturschwankungen den Ladestrom nur sehr geringfügig. Die Frequenz des Sägezahngenerators kann mit Hilfe von zwei Drucktastensätzen in 20 Stufen zwischen 2 Hz und 300 kHz durch Umschaltung der verschiedenen Kondensatoren C 27 ... C 36 verändert werden. Die Feinregelung ist durch Änderung des Ladestroms mittels des Potentiometers R 67 möglich.

Mit den Transistoren T 16 und T 18, die einen monostabilen Multivibrator bilden, wird durch wechselseitiges Umschalten der jeweilige Kondensator des Sägezahngenerators aufgeladen beziehungsweise entladen. Zu Beginn der Aufladung des jeweils eingeschalteten Kondensators ist der Transistor T 16 stromlos. Mit zunehmender Ladespannung an C 27 ... C 36 und damit am Emittier von T 16 beginnt über dessen Emittier-Kollektor-Strecke und den Kollektorstromwiderstand R 66 Strom zu fließen. Dadurch entsteht an diesem Widerstand ein Spannungsabfall, der über C 37 den Transistor T 18 sperrt. Dann steigt die Spannung am Kollektor von T 18 an. Wegen der galvanischen Kopplung wird der Transistor T 16 dann schlagartig geöffnet, so daß der jeweils geladene Kippkondensator über den geringen Innenwiderstand von T 16 und den Kollektorstromwiderstand R 66 entladen wird. Nach der Entladung hört der Stromfluß auf, und T 18 wird wieder geöffnet. Nun beginnt der Lade- und Entladevorgang von neuem. Bild 5 zeigt die am Kol-

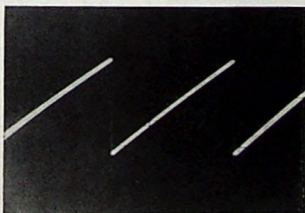


Bild 5. Sägezahnspannung am Kollektor von T 17

lektor von T 17 entstehende Sägezahnspannung.

Über den Differenzierkondensator C 26 am Kollektor der Impulsformerstufe T 15 gelangt - wie schon erwähnt - ein positiv gerichteter Synchronimpuls an den Emittier von T 18. Damit wird der monostabile Multivibrator synchronisiert. Das Verhältnis von Aufladezeit zu Entladezeit muß sehr klein sein, so daß man schnelle Schalttransistoren benötigt. Die im Mustergerät ver-

wendeten Transistoren haben Schaltzeiten von etwa $0,1\mu s$.

3.5. Phasenumkehr- und Endstufe

Die über den Emittierfolger T 20 am Emittier von T 16 ausgekoppelte Sägezahnspannung gelangt zur Basis der End- und Phasenumkehrstufe T 23. Das verstärkte Signal steht am Kollektor von T 23 zur Verfügung. Ein geringer gegenphasiger Anteil des Signals wird am Emittier ausgekoppelt und dem Emittier von T 22 über den Amplitudenregler R 78 zugeführt. T 22 und T 23 arbeiten als Differenzverstärker (long tailed pair) und liefern an den Kollektoren ein gegenphasiges Signal zur Ansteuerung der X-Ablenkplatten. Die Bilder 6 und 7

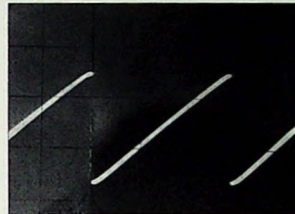


Bild 6. Ansteuerung für die obere X-Ablenkplatte

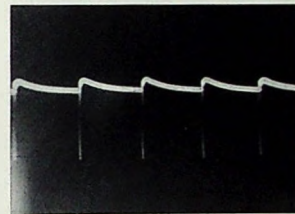


Bild 7. Ansteuerung für die untere X-Ablenkplatte

zeigen die beiden gegenphasigen Signalanteile.

3.6. Rücklaufverdunkelung

Die negativen Impulse am Kollektor von T 18 (Bild 8) werden über C 37 zur Rücklaufauflastung verwendet und zunächst über den Emittierfolger T 19 zur Ansteuerung von T 21 herangezogen. Am Kollektor dieses Transistors stehen dann posi-

tive Impulse (Bild 9) mit einer Amplitude von $45 V_{BS}$ zur Verfügung. Sie gelangen über C 39 an die Katode der Bildröhre und steuern den Elektronenstrahl während des Sägezahnrücklaufs dunkel.

4. Sichtteil

In dem hier beschriebenen Gerät fand die Planschirm-Oszillografenröhre DH 7-11 von Valvo Verwendung. Sie zeichnet sich durch eine hohe Ablenkempfindlichkeit und einen geringen Heizstrom von nur 95 mA aus. Die vom Hochspannungsteil gelieferten Betriebsspannungen von $-500 V$ und $+1000 V$ werden über den zugehörigen Spannungsteiler (s. Bild 3) den verschiedenen Elektroden der Bildröhre zugeführt. Damit keine Tonnen- und Kis-

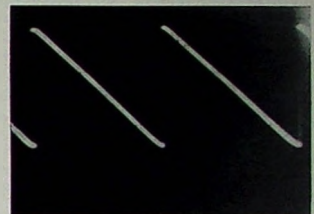


Bild 8. Negativer Auslastimpuls an der Basis von T 19

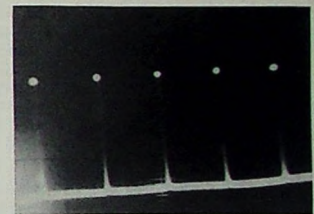


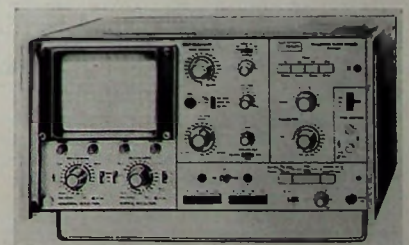
Bild 9. Positiver Auslastimpuls am Kollektor von T 21

senverzeichnungen entstehen, muß das Potential der Ablenkplatten mit dem des Gitters g_5 übereinstimmen. Zur genauen Einstellung dient der Geometrieregler R 83. Die Katode soll gegenüber g_5 ein Potential von $-400 V$ haben. Zu diesem Wert kommen noch etwa 80 V für die Dunkelsteuerung hinzu, so daß man insgesamt rund $-500 V$ für die Katodenspannung erhält. (Schluß folgt)

Transistor-Kennlinienschreiber „PM 6507“

Mit dem Transistor-Kennlinienschreiber „PM 6507“ von Philips (Vertrieb: Philips Industrie Elektronik, Hamburg) können zwei bis acht Kennlinien geschrieben werden (auch jede für sich darstellbar). Die Kollektorspeisung ist für maximal $500 V$, $0,2 A$ beziehungsweise $10 V$, $20 A$ ausgelegt, wobei Impulsmäßig noch höhere Ströme entnommen werden können. Der Treppengenerator für die Basis- oder Emitterspeisung liefert $1\mu A$ bis $2,8 A$ oder $20 mV$... $12 V$. Durch veränderbare Impulstastung dieses Treppengenerators können Kennlinien bis weit ins Überlastgebiet ohne Zerstörung des Prüflings gemessen werden. Für Feldeffekttransistoren mit zweitem Gate steht eine zusätzliche Speisequelle von 0 bis $\pm 10 V$ zur Verfügung, und für Diodenprüfungen liefert eine separate Spannungsquelle Halbwellenspannungen bis zu $3000 V$.

Der Sichtteil mit einer magnetisch abgelenkten Oszillografenröhre ist, unabhängig von den Daten der Speisequelle, für sich einstellbar. Da die Signalverstärkung bis zu 10facher Dehnung verzerrungsfrei möglich ist, können zum Beispiel Anlaufgebiete genauer unter-



sucht werden. Durch Umschaltung kann die darzustellende Kurve in einen der vier Quadranten entsprechend den üblichen Darstellungen verlegt werden. Die Fehlergrenzen des voll transistorisierten Gerätes sind kleiner als $\pm 3\%$. Der „PM 6507“ kann sowohl als Tischgerät (Abmessungen $45 cm \times 22 cm \times 34,5 cm$) als auch für 19"-Einbau verwendet werden.

Kleines 10-m-Handfunksprechgerät

Technische Daten

Sendefrequenz: 28,5 MHz
 Sender: quartzesteuert
 Modulation: AM, max. 80 %
 HF-Ausgangsleistung: etwa 100 mW
 Modulatorleistung: 0,4 W

Empfänger

Empfangsprinzip: Pendler
 Empfangsfrequenz: 28,5 MHz
 Empfindlichkeit: besser als 5 μ V
 NF-Ausgangsleistung: 0,4 W

Stromversorgung

Batteriespannung: 9 V
 Stromaufnahme: 15 mA (Empfang)
 35 mA (Senden)

Abmessungen und Gewicht

155 mm \times 74 mm \times 43 mm,
 0,7 kg mit Batterie

Das im folgenden beschriebene Handfunksprechgerät ist mit sechs Transistoren bestückt. Wegen seiner verhältnismäßig kleinen Abmessungen läßt es sich vielseitig verwenden. Der Sender arbeitet quartz-stabilisiert. Dementsprechend ist die Frequenzkonstanz im Sendebetrieb sehr gut.

Grundsätzlicher Aufbau

Die Bilder 1 und 2 zeigen die Schaltung des Handfunksprechgeräts. Bei Empfang gelangt die Eingangsfrequenz über Schalter

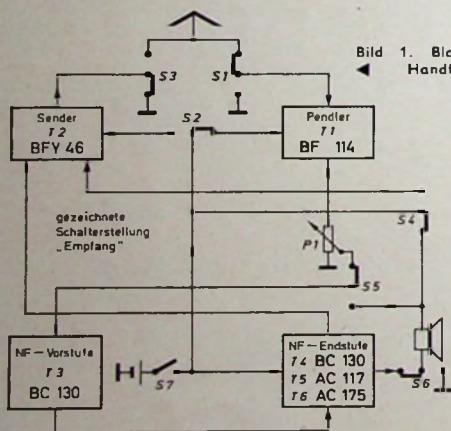


Bild 1. Blockschaltbild des Handfunksprechgeräts

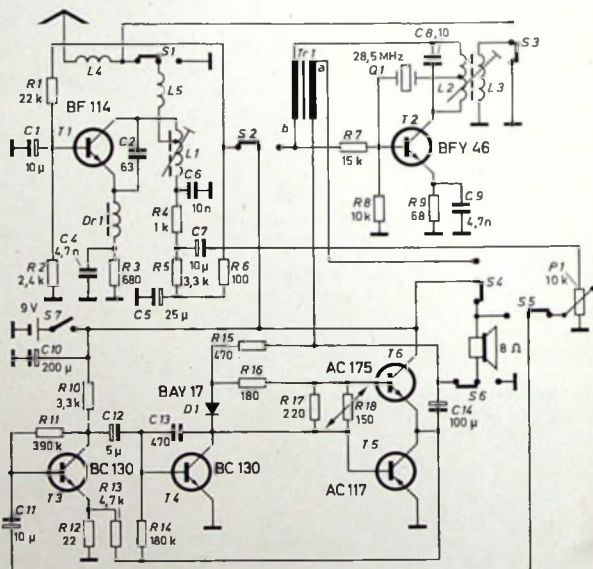


Bild 2. Schaltung des 10-m-Handfunksprechgeräts (L 4 = 9 Wdg., 0,8 CuAg, Wickeldurchmesser 8mm; L 5, Dr 1 = 40 Wdg., 0,2 CuL, auf Widerstand 1 MOhm)

S1 zum Pendler mit dem Transistor T1 (BF 114) und wird dort in NF umgewandelt. Über den Schalter S5 wird die NF-Spannung dem NF-Verstärker – er arbeitet beim Senden als Modulator – über C11 zugeführt, während der Ausgang des mit S2 abgeschalteten Senders über S3 an Masse liegt.

In Stellung „Senden“ wird die Antenne mit S1 vom Empfänger getrennt und der Eingang an Masse gelegt. Die Versorgungsspannung des Empfängers wird gleichzeitig mit S2 abgeschaltet und dem Sender zugeführt. Da der Verstärker auch als Mo-

dulator arbeitet und der Lautsprecher zugleich als Mikrofon Verwendung findet, wird der Lautsprecher mit S4 und S6 von der Endstufe getrennt und über S5 mit dem Eingang des Verstärkers verbunden. Die Modulationsspannung wird dann dem Modulationsüberträger Tr 1 zugeführt.

Schaltung des Pendelempfängers

Die HF-Spannung gelangt von der Antenne über die Verlängerungsspule L4, den Schaltkontakt S1 und die Verlängerungsspule L5 an eine Anzaplung der Schwingkreisinduktivität L1. Der Transistor T1 arbeitet in Basisschaltung als selbstregener Pendler. Die HF-Rückkopplung erfolgt über den Kondensator C2. Um das Abfließen des HF-Signals nach Masse zu verhindern, ist in die Emitterleitung die Drossel Dr 1 eingefügt.

Die Pendelfrequenz, mit der die HF-Schwingungen periodisch unterbrochen werden, ist durch R4, R5 und C6 bestimmt. Außerdem hat auch der durch R1, R2 und R3 festgelegte Arbeitspunkt einen Einfluß auf die Pendelfrequenz. Der Fußpunkt von L1 liegt über C6 hochfrequenzmäßig an Masse, so daß die wirksame Schwingkreiskapazität neben den Schalt-

Modulation

Der Modulationstransformator liegt zwischen C8/L2 und R7. Die NF-Spannung gelangt über C14 an die Sekundärseite des Transformators Tr 1 und wird hochtransformiert. An der Primärseite des Transformators steht dann die NF-Spannung zur Verfügung. Sie moduliert dann die Kollektorspannung von T2.

NF-Teil (Modulator)

Der dreistufige NF-Verstärker beziehungsweise Modulator arbeitet in der Vor- und Treiberstufe mit den rauscharmen Transistoren BC 130 (T3, T4). Die Endstufe ist mit dem Komplementärpaar AC 117, AC 175 (T5, T6) bestückt.

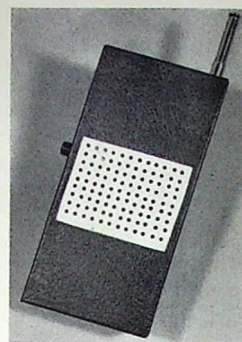
In Schalterstellung „Senden“ wird der als Mikrofon geschaltete Kleinlautsprecher an den Eingang des NF-Verstärkers gelegt. In Stellung „Empfang“ liegt das Laut-

kapazitäten vor allem vom Transistor bestimmt wird. Die NF-Auskopplung erfolgt über C7 am Verbindungspunkt von R4 und R5. Über P1, S5 und C11 wird das Signal dann dem NF-Verstärker zugeführt.

Schaltung des Senders

Der Sender ist einstufig ausgeführt und arbeitet als quartzesteuerter Oszillator. Der Quarz Q1 (28,5 MHz) schwingt zwischen einer Anzaplung des Kollektorkreises L2, C8 und der Basis. Die HF-Spannung wird von der Auskoppelspule L3 über S3 der Antenne zugeführt.

stärkepotentiometer P1 am Verstärkereingang. Das NF-Empfangssignal gelangt nun über C11 an die Basis des Vorstufentransistors, wird dort verstärkt und über C12 der Basis des Treibertransistors T4 zugeführt. Kondensator C13 bewirkt bei hohen Frequenzen eine Gegenkopplung. Mit R14 wird der Ruhestrom der Endstufen-Transistoren T5, T6 festgelegt. Die Basis-Emitter-Vorspannungen der Endstufen-Transistoren werden an einem Spannungsteiler (R16, R17, R18) abgegriffen. Parallel dazu liegt die in Durchlaßrichtung geschaltete Siliziumdiode D1.



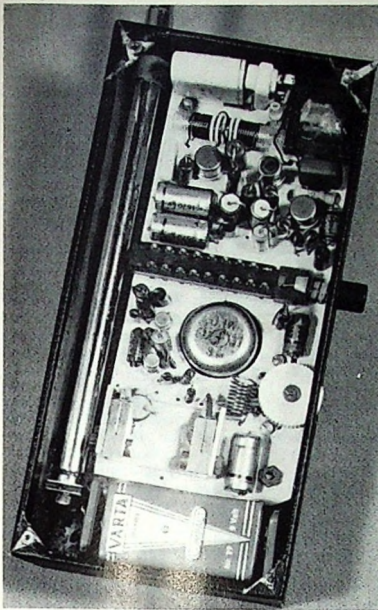


Bild 3. Gesamtansicht des vollständig aufgebauten Funksprechgerätes und Blick auf die eingebaute Teleskopantenne

Sie stabilisiert den Kollektorruhestrom der Endstufentransistoren gegen Batteriespannungsschwankungen. Dadurch wird erreicht, daß die Transistoren selbst bei abgesunkener Spannung noch ein einwandfreies Ausgangssignal liefern. R18 ist ein Heißleiter, der den Ruhestrom der Endstufen-Transistoren gegen Temperaturschwankungen stabilisiert. Da der Auskoppelkondensator C14 mit 100 μ F bemessen ist, wird der untere Frequenzbereich des NF-Verstärkers beschnitten und so die Sprachverständlichkeit erhöht.

Aufbau

Das Handfunksprechgerät ist bis auf Batterie und Antenne auf einem 125 mm \times 55 mm großen Resopalbrettchen untergebracht (Bild 3). Der Sender wurde im oberen Teil der Platte aufgebaut. Der Quarz Q1 bildet den Abschluß gegen die obere Seitenwand. Der Transformator Tr1 wurde, um Platz zu sparen, liegend in die rechte Ecke der Platte eingelassen. Dazu ist für das Spulenpaket ein ausreichend großes Teilstück aus der Resopalplatte zu sägen und der Transformator versenkt auf die Platte zu kleben.

Die Senderspule L2, L3 ist liegend neben dem Quarz angeordnet. (Die Wickeldaten enthält Tab. I.) Unmittelbar unter dem

Tab. I. Wickeldaten der Spulen

Spule	Induktivität μ H	Windungen	Anzapfung	Draht- ϕ mm
L1	1,3	9	5	0,6 CuL
L2	1,16	20	10	0,4 CuL
L3	0,5	4	—	0,4 CuL

Spulenkörper L1: „B 4/13-945“;
L2, L3: „B 5/32-806“ (Vogl)
Spulenkerne L1: „Gw 4/13 \times 0,5 FC-FU II“;
L2, L3: „Gw 5/13 \times 0,75 FC-FU II“ (Vogl)

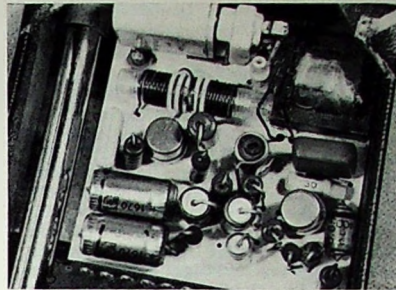


Bild 4. Teilansicht des fertig verdrahteten Senders und Empfängers

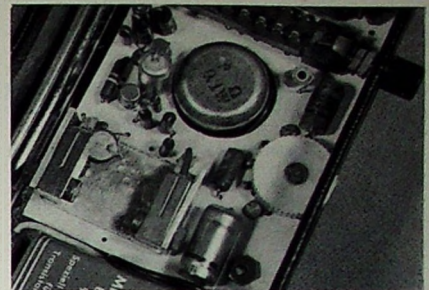


Bild 5. Teilansicht des gesamten NF-Verstärkers, der bei Senden zugleich als Modulator dient

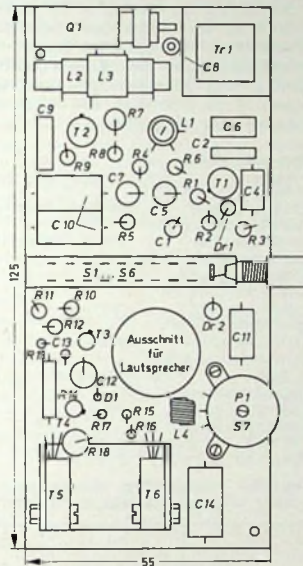
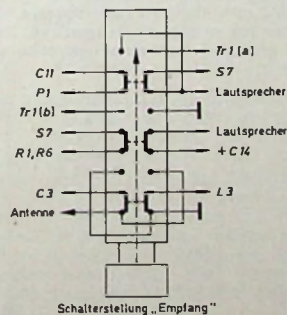


Bild 6 (oben). Einzelteilanordnung auf der Platine des Gerätes

Bild 7 (unten). Lötverbindungen des Drucktastenschalters S1...S6



Sender wurde der Pendler aufgebaut. Er ist durch das Drucktastenaggregat vom NF-Verstärker getrennt. Die Spule L1 wurde stehend montiert, damit man auch nach dem Chassiseinbau die Pendlerfre-

quenz nachstellen kann. Bild 4 zeigt diesen Teil des Funksprechgerätes als vergrößerten Ausschnitt von Bild 3. Links über dem Drucktastenaggregat liegt der Elektrolytkondensator C10 zur Batterieentkoppelung. Für die Befestigung des Drucktastenaggregates wurden Löcher in das Resopalbrettchen gebohrt. Hier lassen sich die Anschlußstifte des Aggregates bequem durchführen. Man biegt sie unterhalb der Platte um, so daß das Aggregat einen festen Sitz erhält.

Unterhalb des Drucktastenaggregates ist der NF-Verstärker aufgebaut. Zur platzsparenden Unterbringung des Lautsprechers wurde aus der Montageplatte eine Öffnung für den Magneten ausgesägt (Bild 5). Rechts in der Mitte zwischen Tastenaggregat und Ende der Platte liegt das Lautstärkepotentiometer P1. Damit das Potentiometer einwandfrei zu betätigen ist, ist ein Halbkreis aus der Resopalplatte auszusägen. Er muß so groß sein, daß

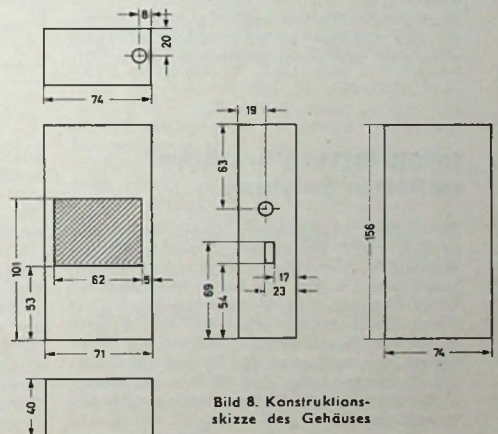


Bild 8. Konstruktions-skizze des Gehäuses

der Schleifer nicht anstößt. Links unten wurde das Kühlblech für die Endstufentransistoren montiert. Die Kühlfläche soll mindestens 10 cm² groß sein. Alle Bauelemente werden durch die in die Platine gebohrten Löcher gesteckt und unter der Platte in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet. Bild 6 zeigt die Anordnung der Bauelemente noch einmal schematisch, während im Bild 7 die Verdrahtung des Drucktastenschalters S1...S6 dargestellt ist.

Das Gehäuse für das Handfunksprechgerät aus 1,5 mm dickem Eisenblech besteht aus sechs Einzelteilen (Bild 8). Bevor jedoch mit dem Zusammenbau begonnen wird,

empfiehlt es sich, zuerst den Schlitz für das Lautstärkepotentiometer auszusägen und dann die Löcher für das Tastenaggregat und die Antennendurchführung zu bohren. Ferner sollten die Schalllöcher gleich in die Frontseite gebohrt werden. Nach dem Fertigstellen der Einzelteile kann man mit dem Zusammenbau beginnen. Zunächst werden die vier Seitenteile zusammengeklebt; die Frontplatte wird in die vier Seitenteile eingelötet. Die Seitenwände schließen jetzt mit der Oberfläche der Frontplatte ab. Nun werden zum Befestigen des Chassis zwei Schrauben, diagonal versetzt, an der Innenseite der Frontplatte festgelötet. Die Winkel zur Rückwandbefestigung bestehen aus 1,5 mm dickem Eisenblech. Unter die Winkel lötet man die benötigten Muttern und die Winkel selbst in die vier oberen Ecken. Wenn das Gehäuse so weit vollendet ist, feilt man die vorstehenden Kanten ab und säubert das Gehäuse von Lötresten, damit es nicht verrosten kann. Nun paßt man noch den Deckel ein und bohrt die Löcher zur Rückwandbefestigung in den Ecken. Jetzt ist das Gehäuse im Rohbau fertig.

Schließlich kann das Gehäuse noch mit Kunstleder überzogen werden. Man legt das Rohbaugeschäft auf das Kunstleder und schneidet die Fläche des Lautsprechergitters aus, beispielsweise mit einer Rasierklinge. Nun bestreicht man die Frontplatte und das Kunstleder mit Klebstoff (zum Beispiel „Pattex“) und läßt ihn 15 bis 20 Minuten trocknen. Danach legt man das Chassis so auf das Kunstleder, daß die ausgeschnittene Lautsprecheröffnung unterhalb des Lautsprechergitters liegt. Schließlich preßt man beide Teile fest aufeinander. Falls Luftblasen unter dem Kunstleder entstehen, streicht man es von innen nach außen glatt. Mit den Seitenteilen und der Rückwand verfährt man in gleicher Weise. Ist das Gehäuse so weit fertig, schneidet man noch mit einer Rasierklinge die Öff-

nungen für Antenne, Lautstärkepotentiometer und Drucktastenaggregat aus.

Inbetriebnahme und Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, ist die Verdrahtung auf mögliche Schaltungsfehler zu kontrollieren. Jetzt kann mit dem Abgleich begonnen werden. Zunächst wird der Sender mit L2 auf Maximum abgeglichen. Dabei ist zu beachten, daß die Teleskopantenne voll ausgezogen ist, da sonst die Möglichkeit besteht, daß der Transistor T2 infolge Überlastung zerstört wird. Durch mehrmaliges Ein- und Ausschalten des Gerätes kann kontrolliert werden, ob der Oszillator gut anschwingt.

Dann ist der Pendler auf maximale Empfindlichkeit abzugleichen, indem man den Kern der Spule L1 verstellt. Zu diesem Abgleich wird ein Meßsender empfohlen. Nun kontrolliert man noch den Ruhestrom der NF-Endstufe, der etwa 8 mA erreichen soll. Bei großen Abweichungen vom angegebenen Wert muß man den Wert des Widerstands R14 verändern.

Liste der Spezialteile

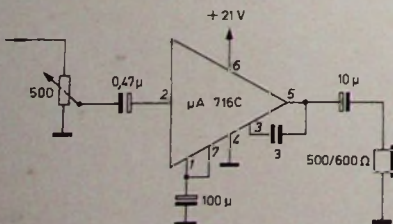
Schwingquarz, 28,5 MHz, in Halter „KB 21“	(Steeg u. Reuter)
Halter für Schwingquarz „VB 1 keramik“	(Steeg u. Reuter)
Transformator „L/TU 2“ (2 kOhm: 8 Ohm)	(Fern)
Lautsprecher „ML 901“, 57 mm Ø, 8 Ohm	(Mütron)
Stabantenne „2088 H“, 7stufig, 100 cm	(Rim)
NTC-Widerstand K 151, 150 Ohm	(Siemens)
Knoppotentiometer „TV 200“, 25 kOhm	(Fern)
Drucktastenaggregat „1 X E-DG, schwarz 6u“	(Schadow)
Batterie „Nr. 29“, 9 V	(Pertrix)

Bezug der angegebenen Bauelemente nur über den einschlägigen Fachhandel

Integrierter Verstärker mittlerer Leistung

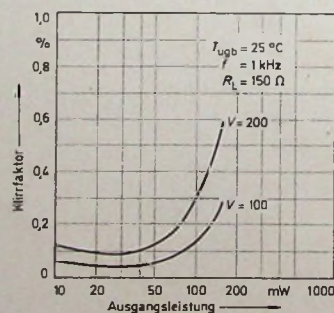
Mit dem integrierten Analogschaltung $\mu A 716C$ (SGS-Fairchild) ist eine Ausgangsleistung bis zu 100 mW erreichbar. Dieses Bauelement eignet sich daher besonders als Kanalverstärker für Fernsprechanlagen, als Niederfrequenzverstärker für den Einsatz in Servosystemen, als Verstärker für allgemeine Anwendungen, für bewegliche Funk-sprechanlagen, für die Meß- und Regeltechnik sowie für die Anwendung in Lehrmaschinen.

Der $\mu A 716C$ zeichnet sich durch niedrigen Klirrfaktor, sehr stabile Verstärkungskennlinien und große Bandbreite (bis 5 MHz)



Schaltung des $\mu A 716C$ als NF-Verstärker zur Ansteuerung von Kopfhörern

aus. Durch entsprechende Verbindung der Gehäuse-Anschlüsse lassen sich Spannungsverstärkungen von 10, 20, 100 oder 200 wählen. Der Ausgangsspannungshub des $\mu A 716C$ ist minimal 10 V_{SS} an 150 Ohm (15 V_{SS} an 5 kOhm und darüber). Damit lassen sich Lautsprecher direkt betreiben. Der typische Ausgangswiderstand ist 1 Ohm. Die Ausgangsspannung bleibt auch bei wechselnder Belastung konstant. Der hohe Ausgangsstrom (Spitzenwert 100 mA) ermöglicht die direkte Ansteuerung von Endstufen bis zu 5 A Ausgangsstrom. Zum Betrieb genügt eine Spannungsquelle von 18 bis 24 V.



Klirrfaktor als Funktion der Ausgangsleistung

Persönliches



Auszeichnung für H. Pancke

Am 9. Januar 1968 wurde dem Großhandelskaufmann Helmut Pancke, Inhaber der Firma Mufag, Hannover, die in diesem Jahr auf ihr 40jähriges Bestehen zurückblicken kann, das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse der Bundesrepublik Deutschland verliehen. H. Pancke, der sich schon in jungen Jahren selbständig machte, ist seit über 40 Jahren in der Rundfunk- und Fernsehbranche tätig. Frühzeitig erkannte er die Bedeutung einer starken Berufsorganisation und förderte daher stets die Sammlung von wirtschaftlichem Erfahrungsgut, das der Allgemeinheit des Berufsweiges dient. Der im Jahre 1955 gegründete Einheitsverband des deutschen Rundfunk- und Fernsehgroßhandels übertrug ihm im selben Jahr das Amt des 1. Vorsitzenden, das er ununterbrochen bis heute innehat. 1965 wurde H. Pancke auch zum Präsidenten des Großhandelsbundes Niedersachsen gewählt, und außerdem ist er Handelsrichter beim Landgericht Hannover, Mitglied der Vollversammlung der Industrie- und Handelskammer zu Hannover und seit 1967 stellvertretendes Mitglied des Beirates der Landeszentralbank Niedersachsen.

J. Goldmann 60 Jahre

Dr. Joachim Goldmann, Leiter des Technischen Bereichs Fernseh-Studiobetrieb des Bayerischen Rundfunks, wurde am 12. Januar 1968 60 Jahre. Dr. Goldmann studierte in Greifswald, Berlin und Göttingen Naturwissenschaften, promovierte 1933 zum Dr. phil. und war von 1938 bis 1939 als beratender Ingenieur in den USA tätig. Nach dem Krieg arbeitete er zunächst hochfrequenztechnische Probleme beim damaligen Rundfunktechnischen Institut in Nürnberg. Im Jahre 1951 kam er zum Bayerischen Rundfunk und war eine Reihe von Jahren auch für die ARD Mitglied der Arbeitsgruppe L (Internationale Fernsehübertragungen) der UER.

K. J. Schmidt-Tiedemann Geschäftsführer des Philips-Zentrallaboratoriums

Am 1. Februar 1968 verläßt Prof. Dr. S. Duinker nach sechsjähriger Tätigkeit als Geschäftsführer der Philips Zentrallaboratorium GmbH, Hamburg und Aachen, die Bundesrepublik, um in den Niederlanden andere Aufgaben in der Industrie zu übernehmen. Zu seinem Nachfolger wurde Dr. rer. nat. K. J. Schmidt-Tiedemann, bisher stellvertretender Leiter des Zentrallaboratoriums Hamburg, berufen.

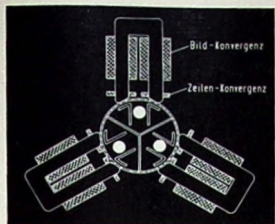
K. J. Schmidt-Tiedemann wurde 1929 in Dresden geboren. Im Jahre 1957 promovierte er an der Hamburger Universität und kam 1958 als wissenschaftlicher Mitarbeiter zu Philips. Nachdem ihm Anfang 1966 Prokura erteilt worden war, wurde er im Mai desselben Jahres stellvertretender Geschäftsführer der Philips Zentrallaboratorium GmbH.

K.-P. Lensch übernimmt die Leitung der Hamburger Fabrik der Philips Industrie Elektronik GmbH

Dr. Karl-Peter Lensch übernimmt am 1. Januar 1968 die Leitung der Fabrik der Philips Industrie Elektronik GmbH, Hamburg-Fuhlsbüttel. Nach dem Studium der Mathematik und Physik an der Universität Kiel und wissenschaftlicher Arbeit als Assistent an der Universität Marburg trat er 1959 in das Glühlampenwerk Aachen der Deutschen Philips GmbH ein.

Ehrenvolle Berufung für A. Köhler

Dr. Anton Köhler, der wissenschaftliche Leiter der Antennen-Vorentwicklung der Robert Bosch Elektronik und Photokino GmbH, wurde zum Vorsitz der technischen Kommission, Schulungs-, Anlagen- und Harmonisierungskommission des Fachverbandes Empfangsanlagen im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e.V. (ZVEI) berufen. Dr. Köhler, der bereits seit vielen Jahren Mitarbeiter in der technischen Kommission war, löste Dipl.-Ing. Reinhold Otto (Siemens AG) ab.



Service von Farbfernsehempfängern

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 62

5.6. Abgleich des Farbkanals

Der Abgleich des Farbkanals sollte stets nach den Angaben des Herstellers erfolgen. Es hat sich aber gezeigt, daß sich Nachgleichen mit gutem Erfolg auch nach dem Bildschirm, wenn man ihn als Indikator benutzt, durchführen lassen; ein völliger Neuabgleich ist ohnehin nur sehr selten erforderlich. Diese einfachen Abgleichmethoden sind nachfolgend beschrieben.

Zunächst ist die 4,43-MHz-Sperre im Videoverstärker abzugleichen. Hierzu ist der Farbservicegenerator an die Antennenbuchsen des Empfängers anzuschließen. Es ist auf Farbsignal einzustellen, während der Farbkontrast des Empfängers völlig heruntergeregt oder (wenn das nicht geht) minimal eingestellt wird. Bei fehlabgeglichener Sperre zeigt sich auf dem gesamten Bildschirm ein feines Rippelmuster, das durch Interferenzerscheinungen zu feinen senkrechten Strichen ausartet. Die Sperre ist nun so einzustellen, daß das Strichraster verschwindet.

Bei fehlabgeglichem Farbträgeroszillator lassen sich die Farben nicht synchronisieren; sie laufen durch, während das Schwarz-Weiß-Bild einwandfrei steht. Der Farbträgeroszillator ist mit seinem Trim-

erst später in der Matrix rückgewonnen wird, sind nur Demodulatoren für Rot und Blau vorhanden. Der Demodulator für Rot ($R-Y$) ist auf kräftigste Wiedergabe für Rot einzustellen. Dabei ist auch Grün zu beachten, das ebenfalls kräftigste Farbwiedergabe erreichen soll. Beim Nachgleichen des Demodulators für Blau ($B-Y$) soll Blau die kräftigste Farbwiedergabe erhalten. Auch hierbei ist gleichzeitig auf beste Wiedergabe für Grün zu achten.

Für alle hier beschriebenen Nachgleichen ist stets ein Farbservicegenerator erforderlich, der mit seinem HF-Ausgangssignal an die Antennenbuchsen des Empfängers anzuschließen ist.

Legt man einen Oszillografen an den Ausgang $R-Y$ des PAL-Decoders, dann lassen sich alle Kreise des Farbtraversverstärkers abgleichen, indem man auf Maximum und beste Signalform achtet. Daran anschließend läßt sich auf die gleiche Weise der Kreis $B-Y$ im Ausgang des PAL-Decoders abgleichen, wenn man den Oszillografen an den Ausgang $B-Y$ anschließt.

Der Abgleich des Halbzeilensinus-Kreises gestaltet sich recht einfach. Dieser Kreis steuert den PAL-Umschalter und wird zum Beispiel bei Grundig-Farbfernsehempfängern auch zum Öffnen des Farbabschalters herangezogen. Der meßtechnische Abgleich des Halbzeilensinus-Kreises kann durchaus zu Fehlergebnissen führen, wenn nur auf

allmählich in die Spule hineinzudrehen, bis die richtige Farbreihenfolge erscheint. Zur Sicherheit wird jetzt der Kern noch eine halbe Umdrehung weiter in die Spule hineingedreht. Damit besteht Gewähr für die einwandfreie Arbeitsweise des PAL-Umschalters und des Farbabschalters.

Bei schadhafter oder fehlabgeglichener PAL-Verzögerungsleitung ergeben sich von Zeile zu Zeile unterschiedliche Farben. Im grünen Farbbalken beispielsweise zeigt sich fortlaufend untereinander eine Zeile in Rot, die andere in Grün, die nächste wieder in Rot, dann in Grün usw. Fehler in der PAL-Verzögerung entstehen, wenn sich beispielsweise ein keramischer Wandler vom Glaskörper der Ultraschallverzögerungsleitung gelöst hat. Dann ist die Verzögerungsleitung zu erneuern und abzugleichen. Dabei muß man wechselweise mit dem Regelwiderstand R und der Spule P (Bild 11) auf gleichfarbige Zeilen abgleichen. Nach dem konstanten Signal des Farbservicegenerators, der an die Antennenbuchsen des Empfängers anzuschließen ist, läßt sich die PAL-Verzögerung sehr genau abgleichen. Mit dem Regelwiderstand R kann man die Amplitude des Signals ändern; mit der Spule P ist dagegen die Phasenlage beeinflussbar. Im allgemeinen genügt der Abgleich mit dem Regelwiderstand, wenn der Spulenkern nicht verstellt wurde.

Die PAL-Verzögerung darf man nicht mit der Y-Verzögerung verwechseln. Die Y-Verzögerung erfolgt grundsätzlich im Videoverstärker (auch Y- oder Helligkeitskanal genannt). Mit Hilfe der Y-Verzögerung läßt sich erreichen, daß sich Schwarz-Weiß-Bild und Farbbild genau decken. Erscheint dagegen das Farbbild gegenüber dem Schwarz-Weiß-Bild nach rechts verschoben (Farbdeckung wird nicht erreicht), dann ist die an Masse liegende Folie der Y-Verzögerungsleitung unterbrochen. Oft läßt sich die Unterbrechung beseitigen, indem man die Folienanschlüsse erneuert wird. Gegebenenfalls ist die Y-Verzögerungsleitung auszutauschen.

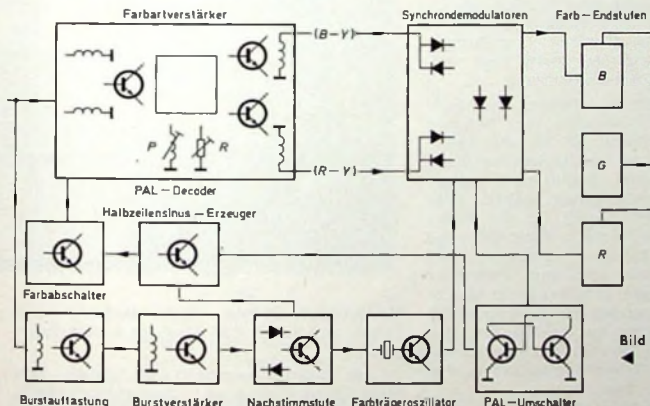


Bild 11. Blockschaung des Farbkanals

mer oder Regler zunächst so einzustellen, daß die Farben stehen und einwandfrei synchronisiert werden. Schließlich ist der Trimmer allmählich auf kräftigste Farben für Rot, Grün und Blau beim Regenbogensignal einzustellen. Dann stimmt der Oszillator in Frequenz und Phase mit den Sendersignalen genau überein. Um gute Ergebnisse zu erreichen, soll während der Abgleicharbeiten keinerlei Fremdlicht auf den Bildschirm fallen. Nach dem Abgleich des Farbträgeroszillators lassen sich aus Burstverstärker- und Burstaufstufung (Bild 11) einwandfrei nachgleichen. Auch diese Kreise sind auf kräftigste Wiedergabe aller Farben einzustellen.

Auf die gleiche Art lassen sich beide Synchronmodulatoren nachgleichen. Da Grün

Maximaleinstellung geachtet wird. Der PAL-Umschalter kann dabei um 180° versetzt schalten, ein Fehler, der in der Praxis gelegentlich auftritt.

Beim falschen Schalten des PAL-Umschalters erscheint auf dem Bildschirm die falsche Farbreihenfolge: Grün und Rot sind vertauscht. Das Regenbogensignal verläuft normal von Rot über Blau nach Grün; bei falscher Arbeitsweise des Schalters erscheint auf dem Bildschirm jedoch die Folge Grün, Blau und Rot.

Ohne weitere Meßmittel läßt sich nach dem Farbsignal eines Farbservicegenerators der Halbzeilensinus-Kreis richtig abgleichen. Der Spulenkern wird so lange verdreht, bis der PAL-Umschalter die falsche Farbfolge schaltet. Nun ist der Kern

6. Service-Meß- und -Zusatzgeräte

6.1. Farbservicegenerator

Während beim Schwarz-Weiß-Empfänger bisher oft auf die Überprüfung mit einem Signalgenerator verzichtet wurde und man hierzu das Sendertestbild heranzog, ist für die Überprüfung eines Farbfernsehempfängers ein Farbservicegenerator unerlässlich. Die Konvergenz des Farbfernsehempfängers läßt sich beispielsweise kaum nach dem Sendertestbild einstellen. Diese Einstellung ist aber leicht mit einem Gittermuster möglich, wie es die Farbservicegeneratoren liefern. Das Nachstellen der Konvergenz wird eine der häufigsten Arbeiten des Servicetechnikers sein, da infolge Alterungserscheinungen die Deckung der drei Elektronstrahlen nachlassen kann. Mit dem Farbservicegenerator lassen sich unabhängig von den Testsignalen der Fernsehsender alle Überprüfungen, Einstellungen und Reparaturen an Farbfernsehempfängern durchführen. Dabei ist es unwichtig, ob der Generator ein Farbbalken- oder ein Regenbogensignal liefert.

Ohnehin sind nur die drei Grundfarben Rot, Blau und Grün erforderlich, da sich alle anderen Farben als Mischfarben erst durch unser Auge bilden, das dicht benachbarte verschiedenartige Farben nicht mehr unterscheiden kann. Die meisten Serviceunterlagen der Firmen sind auf das Regenbogensignal ausgelegt, auch Serviceunterlagen amerikanischer Firmen. In den USA hat man die größten Serviceerfahrungen; dort gibt man – soweit das bei uns bekannt geworden ist – im allgemeinen dem Regenbogengenerator den Vorzug.

Farbservicegeneratoren müssen verschiedene Signale liefern können, sollen sie die Überprüfung aller Stufen eines Farbfernsehempfängers ermöglichen. Zunächst ist ein Gittermuster zum Geometrieabgleich und zur Konvergenzeinstellung erforderlich. Daneben ist ein Punktmuster dienlich, mit dessen Hilfe sich die einwandfreie Punktschärfe über den gesamten Bildschirm einstellen läßt. Die Punkte sollen scharf umgrenzt und ohne Farbhof erscheinen, andernfalls ist der Schärfe regler des Empfängers nachzustellen.

Nach dem Drücken der Taste „Farbe“ müssen die auf dem Farbservicegenerator angegebenen Farben in ihrer richtigen Reihenfolge erscheinen, wenn der Farbkanal des Empfängers in Ordnung ist und der PAL-Umschalter richtig schaltet. Zeigen sich von Zeile zu Zeile Farbveränderungen (sogenannte PAL-Streifen), dann ist ein Abgleich der PAL-Laufzeitleitung erforderlich.

Die gleichzeitige Übertragung des Farbbildträgers und des Tonträgers (hierbei sind die Tasten „Farbe“ und „5,5 MHz“ gedrückt) erzeugt bei falschem Abgleich der Tontreppe Interferenzstreifen von etwas oberhalb 1 MHz. Diese machen sich im Bild als Schrägstreifen störend bemerkbar. Auch bei falscher Tunerabstimmung können solche Streifen auftreten.

Ein quarzkontrolliertes Sinussignal sollte videoseitig entnehmbar sein. Leider weisen nur wenige Fabrikate eine solche Schaltstellung auf. Dabei läßt sich mit diesem exakten Signal der gesamte Farbkanal schnell überprüfen und exakt abgleichen. Der Abgleich mit Hilfe eines Wobbelsenders könnte dann im Farbkanal entfallen. Wünschenswert wäre noch ein HF-Abschwächer im HF-Ausgang des Farbservicegenerators, um die Empfindlichkeit und die Arbeitsweise des Farbabschalters prüfen zu können.

6.2. Regel-Trenntransformator

Außer einem Farbservicegenerator ist ein Regel-Trenntransformator anzuschaffen, der wegen der bei Farbfernsehempfängern höheren Stromaufnahme (bis zu 350 W) eine Leistungsabgabe von wenigstens 700 VA ermöglichen soll; Trenntransformatoren bis zu 350 VA sind für den Service von Farbempfängern nicht verwendbar.

Die Trenntransformatoren müssen mit Rücksicht auf die Einweggleichrichtung im Farbfernsehempfänger einen sehr kleinen Innenwiderstand aufweisen. Ein genügend kleiner Innenwiderstand wird erst erreicht, wenn man für die Berechnung des Transformators neben der Leistung des Heizkreises den doppelten Wert der tatsächlich für die Gleichspannungsversorgung des Empfängers aufzubringenden Leistung des Empfängers zugrundelegt.

Es ist günstig, wenn Regel-Transformatoren in Ringkerntechnik aufgebaut sind; das große Streufeld üblicher Mantelkerntrans-

formatoren kann unter Umständen bereits Farbverfälschungen auf dem Bildschirm hervorrufen. Es empfiehlt sich mithin, diese Fehlerquelle auszuschalten, um vor unliebsamen Überraschungen geschützt zu sein (das gilt übrigens auch für Farbverfälschungen durch in unmittelbarer Nähe von Farbfernsehempfängern betriebene kräftige Magnete von Lautsprecherboxen).

6.3. Elektronenstrahl-Oszillograf

Der Service zeichnet sich durch vereinfachte, jedoch einwandfreie Methoden aus; wissenschaftlichen Laboruntersuchungen entsprechende Verfahren sind in der Werkstatt oder in der Kundenwohnung weder durchführbar noch zweckmäßig. Die bisher im Service gebräuchlichen Einstrahl-oszillografen (sofern sie eine Bandbreite von wenigstens 5 MHz aufweisen) genügen meistens vollat. Hat die Werkstatt dagegen einen Oszillografen mit geringerer

Bandbreite, dann ist die Anschaffung eines Gerätes mit einer Bandbreite von 8 MHz zu empfehlen (beispielsweise Grundig-Oszillograf „G 8/13“ mit 13-cm-Bildschirm, der auch einen Gleichspannungsverstärker aufweist). Zweistrahloszillografen werden von manchen Firmen empfohlen; sie können nützlich sein, sind jedoch keineswegs erforderlich. X-Y-Verstärker sind für den Service nicht notwendig und für solche Zwecke auch zu kostspielig.

Ein bereits vorhandener Schwarz-Weiß-Serviceplatz läßt sich demnach zum Farbserviceplatz erweitern, indem man ihm zumindest einen Farbservicegenerator, einen Regel-Transformator geeigneter Leistung und eine Entmagnetisierungsspule zuordnet. Alle für den Farbservice genannten Meßgeräte lassen sich selbstverständlich auch für die Überprüfung von Schwarz-Weiß-Empfängern verwenden.

Neuer Plumbicon-Studio-Farbkamerazug

Der im Rahmen der Tagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft im September 1967 vorgestellte neue Philips-Plumbicon-Studio-Farbkamerazug weist zahlreiche Verbesserungen elektrischer und mechanischer Art auf. Bei der Plumbicon-Farbkamera „EL 8528“ blieb die äußere Form des Kamerakopfes im wesentlichen unverändert. Sie ist mit drei Plumbicon-Aufnahmeröhren XQ 1020 ausgerüstet, die eine herausgeführte Feldnetz-Elektrode haben. Dadurch ergeben sich eine beträchtlich erweiterte lineare Übertragungscharakteristik bei größeren Kontrast- beziehungsweise Lichtverhältnissen sowie eine verbesserte dynamische Konvergenz.

Die Reihe der für die Kamera verwendbaren Varioptiken konnte um mehrere Typen ergänzt werden, so daß jetzt hand- und fernbedienbare Varioptiken verschiedener Hersteller für Studio- und Außenaufnahmen zur Verfügung stehen. Alle Objektive wurden speziell für die Kombination mit dem Prismen-Farbteiler und den Plumbicon-Röhren berechnet. Zwischen dem Objektiv und dem Farbteiler ist ein zweiteiliges umschaltbares Lichtfiltersystem angeordnet, das zur Korrektur der Farbtemperatur bei bestimmten Beleuchtungsquellen und als neutrales Graufilter bei hohen Beleuchtungsstärken eingeschaltet werden kann.

Die Verwendung der neuen Plumbicon-Röhren erforderte neue Kameraverstärker, deren Eingangsstufen mit Feldeffekttransistoren in Kaskodeschaltung bestückt sind. Das Signal-Rausch-Verhältnis ist > 45 dB bei 0,3 µA Signalstrom und einer Bandbreite von 5 MHz; ohne Störungen lassen sich maximal 2 µA Signalstrom verarbeiten. Der elektronische Sucher enthält eine 18-cm-Bildröhre und kann als selbständige Baueinheit aus dem Kameragehäuse herausgeschwenkt werden. Die Farbkamera wird durch ein einziges Kabel, dessen Länge bis zu 900 m betragen darf, mit dem Kamera-Kontrollgestell verbunden.

Das Kamera-Kontrollgestell „EL 8529“ enthält drei getrennte Baugruppen, und zwar die Elektronikeinheit, die zentrale Bedieneinheit und den Stromversorgungsteil. Die



Baugruppen haben eigene Gehäuse und lassen sich in 19-Zoll-Gestellen unterbringen.

In der Elektronikeinheit sind Impuls- und Kabellängenkorrektur, Aperturkorrektur, Weißbegrenzer, Konturenkorrektur, Gammakorrektur, eine lineare Matrix, Impuls-generatoren, Coder, ein Farbbalkengenerator und ein Kontrollfeld zusammengefaßt. Die zentrale Bedieneinheit besteht aus dem eigentlichen Bedienteil und einem Kontroll-Oszillografen mit 13-cm-Röhre, auf der einzeln oder gemeinsam die Oszillogramme der drei Primär-Farbsignale bild- oder zeilenfrequent wiedergegeben werden. Sie lassen sich auf Amplitude, Gammakorrektur und Farbbalance kontrollieren und einstellen sowie für spezielle Untersuchungen mehrfach horizontal spreizen. Die vom Stromversorgungsteil gelieferten Kamera-Betriebsspannungen werden automatisch den jeweiligen Kabellängen angepaßt. Im Bedarfsfall kann das Stromversorgungsteil bis zu 10 m von der Elektronikeinheit entfernt sein.



M. BERGER

Für den jungen Techniker

Die Technik moderner Service-Oszillografen

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK
Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 67

2.2.3. Leuchtschirm

Wie schon erwähnt, besteht der Leuchtschirm einer Elektronenstrahlröhre aus einer fluoreszierenden Schicht am Ende des konusförmigen Teiles. Sie wird bei der Fabrikation aufgespritzt oder aufgesintert. Solche Leuchtstoffe kann man mit nahezu beliebigen Fluoreszenzfarben herstellen, und auch die Nachleuchtdauer läßt sich durch verschiedene Maßnahmen beeinflussen. Heute sind diese Schirme genormt. Näheres darüber sagt der zweite Buchstabe der Typenbezeichnung der Röhre aus, und zwar bedeutet

- B blaue Fluoreszenz, kurze Nachleuchtdauer;
- C blauviolette Fluoreszenz, sehr kurze Nachleuchtdauer;
- F orangefarbene Fluoreszenz, sehr lange Nachleuchtdauer;
- G, H grüne Fluoreszenz, mittlere Nachleuchtdauer;
- L orangefarbene Fluoreszenz, extrem lange Nachleuchtdauer;
- N grüne Fluoreszenz, lange Nachleuchtdauer;
- P zuerst bläuliche Fluoreszenz mit kurzer Nachleuchtdauer, dann grüngelbe Phosphoreszenz mit sehr langer Nachleuchtdauer;
- R grüngelbe Fluoreszenz, sehr lange Nachleuchtdauer;
- W weißliche Fluoreszenz (Schirm für Fernseh-Bildröhren);
- Z grünlila Fluoreszenz, extrem kurze Nachleuchtdauer.

Inzwischen wurden die Schirmkennzeichen geringfügig verändert, und zwar werden zwei Buchstaben verwendet, die auf die Zahlenkombination in der Typenbezeichnung folgen. Dabei ist BE = B, BA = C, LC = F, GJ, GK = G, GH = H, GE = K, LD = L, GB = M, GL = N, GM = P, BF = U, W = W.

Ursprünglich waren die Leuchtschirme rund und gewölbt. Das bedeutete nicht unerhebliche Schwierigkeiten bei der Auswertung

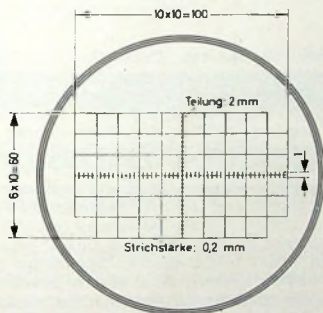


Bild 12. Beleuchtbares Innenraster bei einer Spezial-Oszillografenröhre (D 13—16 GH/01)

des Oszillogramms. Inzwischen wurden ebene und auch rechteckige Leuchtschirme geschaffen, auf denen sich die Oszillogramme sowohl zeichnerisch als auch fotografisch sehr gut auswerten lassen. Es gibt auch Leuchtschirme, die an ihrer Oberfläche bereits ein Gradnetz mit einer entsprechenden Teilung haben, so daß eine Eichung für meßtechnische Zwecke möglich ist (Bild 12). Mitunter werden diese Innenraster auch beleuchtbar ausgeführt. Es gibt sogar Röhren, bei denen man das Raster elektronisch herstellen kann. Da in Service-Oszillografen diese Ausführungen aber praktisch nicht vorkommen, seien sie hier übergangen.

Jeder Leuchtschirm hat eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber „Einbrennen“. Man versteht darunter die Erscheinung, daß die Leuchtkraft des Leuchtschirms an derjenigen Stelle nachläßt, an der längere Zeit der nicht abgelenkte Leuchtfleck gewirkt hat. Man soll daher den Leuchtfleck niemals in voller Helligkeit ohne Ablenkung stehenlassen. Eigentümlicherweise sind die Schirme bei Anodenspannungen unter 500 V gegenüber Einbrennen empfindlicher als bei höheren Spannungen.

Die fluoreszierende Schicht muß natürlich sehr dünn und gleichmäßig sein, um saubere Oszillogramme zu erhalten. Bei ober-

flächlicher Betrachtung könnte man meinen, daß das Oszillogramm um so besser auswertbar ist und um so mehr Einzelheiten zeigt, je größer der Leuchtschirm gemacht wird. Das stimmt jedoch nur bedingt, denn einen ebenso großen Einfluß hat der Durchmesser des Leuchtfleckes. Dabei kommt es nur auf das Verhältnis zwischen Leuchtschirmgröße und Fleckgröße an. Je kleiner der Fleck ist, um so kleiner kann auch der Leuchtschirm gewählt werden; die Auswertbarkeit bleibt dann erhalten. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, daß man eine Zeichnung mit bestimmten Einzelheiten mit dicken Strichen nur auf einem großen Bogen Papier zeichnen kann, während sich die gleiche Zeichnung mit dünnen Strichen auf einem entsprechend kleineren Blatt Papier unterbringen läßt, ohne an Deutlichkeit und Informationsgehalt zu verlieren.

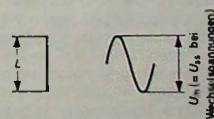
Abschließend sei noch erwähnt, daß die auf den Leuchtschirm treffenden Elektronen natürlich wieder zum positiven Pol der Anodenspannungsquelle abfließen müssen. Dazu dient ein leitender Innenbelag, der einerseits mit dem Leuchtschirm und andererseits mit der Hauptanode in Verbindung steht. Diesen Innenbelag erkennt man an der schwarzen Farbe, die die Innenseite des Glaskolbens bedeckt. Es sei auch noch erwähnt, daß man gerne Filter vor den Leuchtschirm setzt, deren Farbe dem Fluoreszenzlicht entspricht. Dadurch erhält man besonders kontrastreiche Leuchtschirmbilder, denn das Leuchtschirmlicht wird ungehindert durchgelassen, während das Raumlicht zweimal das Filter passieren muß.

2.2.4. Nachbeschleunigung, Gesamtbeschleunigung

Je höher man die Anodenspannung wählt, um so größer ist die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen auf den Leuchtschirm auftreffen (s. Gl. (7)). Eine hohe Geschwindigkeit bedeutet auch einen hellen Leuchtpunkt, was an sich erwünscht ist. Aus Gl. (8) dagegen erkennen wir, daß die Ablenkung auf dem Leuchtschirm bei gegebener Spannung zwischen den Ablenkplatten umgekehrt proportional der Anodenspannung ist. Das Oszillogramm verkleinert sich bei zunehmender Anodenspannung. Um diesen Effekt zu beseitigen, hat man die sogenannte Nachbeschleunigung eingeführt. Dabei handelt es sich um eine Elektrode, die so angeordnet ist, daß eine Beschleunigung erst nach dem Durchlaufen der Ablenkplatten eintritt. Dann gilt Gl. (8) nicht mehr oder nur sehr beschränkt, das heißt, die Oszillogrammgröße bleibt erhalten, während die Lichtstärke des Leuchtpunktes steigt. Trotzdem tritt bei einfach ausgeführten Nachbeschleunigungselektroden immer noch eine gewisse Verringerung der Ablenkung auf. Deshalb hat man spiralförmig gewendelte Nachbeschleunigungsanoden geschaffen, die wie ein Hochohmwidderstand wirken. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßig ansteigende Feldverteilung im Nachbeschleunigungsraum, und ein Verlust an Ablenkung wird vermieden. Die Nachbeschleunigungselektrode liegt stets an einer höheren positiven Spannung als die Hauptanode.

Normgemäß bezeichnet man die Spannung zwischen Katode und Leuchtschirm als Gesamtbeschleunigungsspannung; sie ist maßgebend für die Helligkeit des Leuchtfleckes. Die Differenz zwischen Gesamtbeschleunigungsspannung und Anodenspannung ist die Nachbeschleunigungsspannung. Als Anodenspannung ist die Differenz zwischen dem Katodenpotential und dem Potential der

Bild 13. Ablenkkoeffizient d und Ablenkempfindlichkeit s



unmittelbar vor den Ablenkplatten liegenden Beschleunigungselektrode definiert.

2.2.5. Ablenkkoeffizient, Eichbarkeit

Bei guten modernen Oszillografenröhren besteht nach Gl. (6) strenge Proportionalität zwischen der Ablenkstrecke L und der angelegten Spannung U_m zwischen den Ablenkplatten. Das Verhältnis zwischen der Spannung und dem Wert von L ist daher stets konstant und wird als Ablenkkoeffizient d bezeichnet. Es gilt also mit Bild 13

$$d = \frac{U_m}{L} \quad (9)$$

(d in V/cm, U_m in V, L in cm). Selbstverständlich bezieht sich dieser Ablenkkoeffizient nur auf definierte Betriebsbedingungen der Röhre, das heißt auf konstante Betriebsspannungen. Früher gab man das umgekehrte Verhältnis

$$s = \frac{L}{U_m} \quad (10)$$

(s in cm/V) an und bezeichnete es als Empfindlichkeit. Dieser Begriff ist jedoch nicht genormt, obwohl er zur Kennzeichnung der Leistungsfähigkeit einer Elektronenstrahlröhre recht gut geeignet wäre; unter Empfindlichkeit kann man sich eher etwas vorstellen als unter der abstrakten Bezeichnung Ablenkkoeffizient. Je höher nämlich die Ablenkung des Leuchtfleckes bei einer bestimmten Spannung zwischen den Ablenklplatten (Ablenkspannung) ist, um so „empfindlicher“ ist die Röhre.

Ist der Ablenkkoeffizient bekannt, so läßt sich die Röhre jederzeit eichen. Hat sie ein eingepprägtes oder aufgelegtes Raster, so kann man jedem Teilstrich eine bestimmte Spannung zuordnen.

2.2.6. Spezialkonstruktionen

Außer den bis jetzt besprochenen Einstrahlröhren gibt es auch „Mehrröhren“, bei denen in einem Glaskolben zwei oder mehr voneinander getrennte Strahlerzeugungssysteme mit den zugehörigen Ablenkorganen untergebracht sind. Diese Röhren ermöglichen die gleichzeitige Wiedergabe zweier verschiedener Oszillogramme und sind dann von Vorteil, wenn man zwei oder mehr elektrische Vorgänge gleichzeitig beobachten möchte. Solche Zwei- oder Mehrröhren haben zwar hauptsächlich für wissenschaftliche Zwecke Bedeutung, kommen aber auch für Servicezwecke, besonders beim Farbfernsehen, zur Anwendung.

In der Elektronik spielen immer höhere Frequenzen eine Rolle. Das gilt nicht nur für Sinusspannungen, sondern auch für Impulse usw., die häufig sehr hohe Frequenzkomponenten enthalten. Je höher nun die Frequenz der Spannung zwischen den Ablenklplatten ist, um so größer ist der über die Platten fließende Blindstrom. Das bedeutet, daß die zu untersuchende Spannungsquelle eine um so höhere Blindleistung an die Ablenklplatten abgeben muß, je höher ihre Frequenz ist. Man ist daher bestrebt, mit möglichst niedrigen Spannungen an den Ablenklplatten auszukommen und trotzdem noch genügend große Oszillogramme zu erhalten.

Die Röhrentechniker haben das durch verschiedene Maßnahmen erreicht, zu denen zum Beispiel die Verlängerung der Ablenklplatten, die Verkleinerung des Ablenklplattenabstandes und die Anwendung der Nachbeschleunigung gehören. Auf diese Weise kommt man zu Ablenkkoeffizienten von weniger als etwa 3 V/cm. Um damit einen Strich von 15 cm Länge zu erzeugen, benötigt man nur eine Spannung von 45 V_{eff}.

Abschließend sei noch erwähnt, daß es auch spezielle Hochfrequenz-Oszillografenröhren gibt. Hier ist man bemüht, die Kapazität der Ablenklplatten möglichst klein zu halten. Ihre Anschlüsse sind dann seitlich am Glaskolben herausgeführt, das heißt, die Zuleitungsdrähte enden nicht mehr im Sockel.

2.2.7. Symmetrische und asymmetrische Ablenkung

Der Radiotechniker ist gewöhnt, daß bei Röhrenschaltungen der Minuspol den Schaltungsnullpunkt bildet, also an Masse liegt. Bei Elektronenstrahlröhren ist es genau umgekehrt, denn hier schließt man den Pluspol an Masse an. Das hat folgenden Grund: Würden zwischen den Ablenklplatten und der Anode nennenswerte Potentialdifferenzen auftreten, so würde das zu einer Beeinflussung der Elektronengeschwindigkeit und damit zu sehr störenden Ablenkfehlern führen. Da aber die meisten zu oszillografierenden Spannungen nur wenig über dem Potential des Schaltungsnullpunktes liegen, hätte man, wenn die Anode der Elektronenstrahlröhre auf hohem positiven Potential gegen Masse liegt, mit den erwähnten störenden Erscheinungen zu rechnen. Deshalb legt man die Anode stets an Masse, so daß die Katode der Oszillografenröhre eine hohe negative Spannung gegen diese führt. Beim praktischen Arbeiten mit dem Oszillografen muß man das beachten, also stets im Auge behalten, daß die Katode und der Wehneltzylinder der Oszillografenröhre Hochspannung gegenüber Masse führen. Die in Betracht kommenden Anodenspannungen liegen nämlich zwischen einigen hundert und einigen tausend Volt.

Beim Anschalten der zu oszillografierenden Spannung an die Ablenklplatten ist weiterhin zu beachten, daß die Spannung gegenüber dem Schaltungsnullpunkt symmetrisch ist. Achtet man darauf nicht, so ergeben sich aus elektronenoptischen Gründen erhebliche Oszillogrammverzerrungen. Sie äußern sich in einer Verformung des Leuchtfleckes selbst, aber auch in einer trapez-

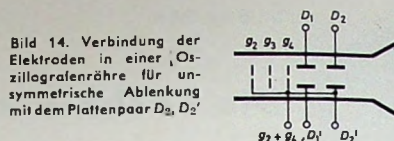


Bild 14. Verbindung der Elektroden in einer Oszillografenröhre für unsymmetrische Ablenkung mit dem Plattenpaar D_1, D_2

förmigen Entartung des Oszillogramms. In modernen Oszillografen ist dafür gesorgt, daß die Ablenklplatten stets mit einer gegenüber Masse symmetrischen Spannung versorgt werden.

Es gibt Oszillografenröhren, bei denen trotzdem eine unsymmetrische Anschaltung der Ablenklplatten möglich ist. Dann wird eine der Platten an den Nullpunkt gelegt, während man der anderen die Meßspannung zuführt. Die bei normalen Ablenklplatten auftretenden Meßfehler werden hier durch eine entsprechende Formgebung der Ablenklplatten, durch Hilfselektroden usw. kompensiert. Einigermassen brauchbare Ergebnisse erreicht man allerdings nur bei dem Plattenpaar, das dem Leuchtschirm am nächsten liegt. Die Röhrenhersteller geben an, ob sich ihre Röhren für symmetrische oder unsymmetrische Ablenkung eignen. Bild 14 zeigt die Verbindung der Elektroden in einer für unsymmetrische Ablenkung geeigneten Röhre.

2.2.8. Helligkeitssteuerung

Ebenso wie bei einer Radioröhre, kann man auch bei einer Oszillografenröhre den Anodenstrom – hier Strahlstrom genannt – durch eine entsprechend hohe negative Spannung am Wehneltzylinder völlig sperren; dann verschwindet der Leuchtfleck auf dem Schirm. Diese Tatsache wird für die sogenannte Helligkeitssteuerung der Oszillografenröhre ausgenutzt. Sie bringt in bezug auf das Oszillogramm eine zusätzliche Information. Bild 15 zeigt

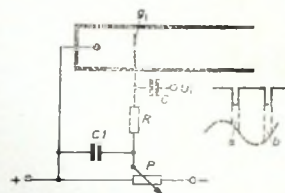


Bild 15. Helligkeitssteuerung

die einfache schaltungsmäßige Durchführung. Dem Wehneltzylinder (Gitter g_1) wird über R eine an P abgegriffene regelbare, gegenüber der Katode negative Vorspannung zugeführt. Das Potentiometer dient zur Einstellung der „Grundhelligkeit“ des Oszillogramms. Am oberen Ende des Widerstandes R kann man über C eine Steuerspannung U_1 einkoppeln, die ebenfalls negativ gegenüber der Katode sein muß. Im Bild 15 sind zum Beispiel negative Impulse angenommen, die zu der darunter dargestellten sinusförmigen Meßspannung in einer bestimmten Frequenz- und Phasenbeziehung stehen. Diese Beziehung muß konstant sein. Dann wird der Strahl an den Stellen a und b periodisch unterdrückt, und man erhält nicht eine vollkommene Sinuslinie als Oszillogramm, sondern einen bei a und b „dunkelgesteuerten“ (unterbrochenen) Kurvenzug. Diese dunkelgesteuerten Stellen kann man zum Beispiel zur Markierung der Meßspannung benutzen und damit besondere Zustände andeuten. In diesem Fall schaltet man meistens zwischen die Spannungsquelle der Dunkelsteuerspannung und die Meßspannungsquelle einen Phasenschieber, wodurch man erreicht, daß sich die Stellen a und b an beliebige Stellen der Meßspannung schieben lassen. (Fortsetzung folgt)

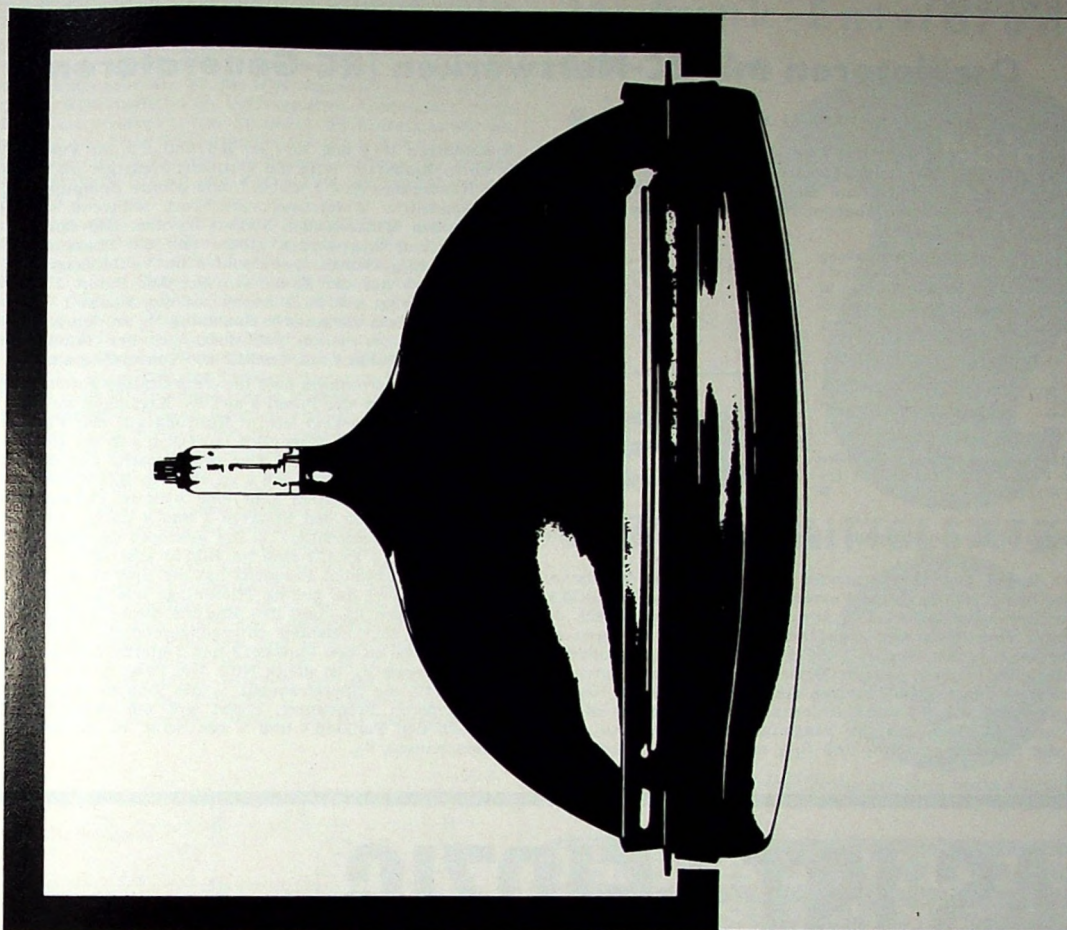
Läppen von Siliziumscheiben

Das Titelbild von Heft 2/1968 der FUNK-TECHNIK zeigte eine bei SGS-Fatrchild eingesetzte Läppmaschine zur Oberflächenbearbeitung der etwa 0,08 mm dicken Siliziumscheiben für Silizium-Planar-Bauelemente.

Berichtigung

„Rundstrahlantenne für das 2-m-Amateurband.“ Funk-Techn. Bd. 22 (1967) Nr. 22, S. 859

Das Bild 4 (Zusammenschaltung von vier Faltdipolen zu einem Ringstrahler) enthält einen Zeichenfehler. In der Leitungskreuzung in der Bildmitte müssen verbunden werden: 1. die rechte senkrechte 240-Ohm-Leitung mit der oberen waagerechten Leitung, 2. die linke senkrechte Leitung mit der unteren waagerechten Leitung (also nicht linke mit oberer und rechte mit unterer Leitung); die Niederführung ist an die neuen Verbindungspunkte anzuschließen.



SELBOND®-Bildröhren ermöglichen moderne Formgebung

Bei Fernsehgeräten. Nicht nur die Innereien unserer Bildröhren haben wir grundlegend verbessert — sondern auch die äußere Form. Der Metallrahmen der SELBOND®-Röhre ist neu. Kein modischer Effekt, sondern die Voraussetzung für die Gestaltung neuer, noch modernerer Geräte. Das heißt aber auch: SELBOND®-Röhren bieten Ihnen viele positive Verkaufsargumente. Brillante Bildschärfe, hohe Lebensdauer, optimale Zuverlässigkeit, volle Ausnutzung der Bildfläche, geringes Gewicht, moderne und neue Form und nicht zuletzt — leichte

und einfache Montage. Auch wichtig für Sie! Alle SEL-Bildröhren der Typen A 47-17 W, A 59-12 W und A 65-11 W sind elektrisch wie mechanisch gegen die SELBOND®-Röhren der Typen 19" A 47-27 W, 23" A 59-22 W und 25" A 65-13 W austauschbar.

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente, Vertrieb Röhren
7300 Esslingen, Fritz-Müller-Straße 112

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



Oszillatoren mit RC-Netzwerken (RC-Generatoren)

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 23 (1968) Nr. 2, S. 70

Man kann das Doppel-T-RC-Filter auch als Brückenschaltung darstellen (Bild 32). Die Eingangsspannung U_E wird den Brückenknoten 1 und 2 zugeführt und die Ausgangsspannung U_A zwischen den Punkten 2 und 5 abgenommen. Zur besseren Kenntlich-

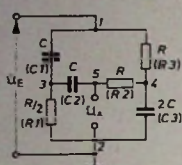
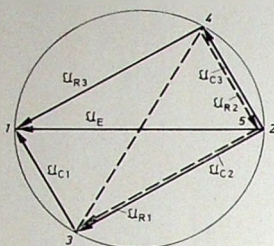


Bild 33. Spannungs- und Phasenverhältnisse in einem Doppel-T-RC-Filter bei der Frequenz $f_0 = f_0$ [6]

Bild 32. Darstellung des Doppel-T-RC-Filters von Bild 30 als Brückenschaltung



machung sind die Bauelemente hier außerdem fortlaufend nummeriert.

Die sich in der Brücke ergebenden Spannungs- und Phasenverhältnisse lassen sich in einem Vektordiagramm darstellen (Bild 33) [6]. Die hier dargestellten Verhältnisse gelten für den Fall, daß dem Filter eine Spannung zugeführt wird, deren Frequenz der Sperrfrequenz f_0 des Doppel-T-RC-Filters entspricht. Außerdem ist dabei angenommen, daß die Belastung der Brücke durch den Nullzweig, also durch die zwischen den Punkten 3 und 4 liegende Reihenschaltung von R_2 und C_2 , vernachlässigbar gering ist. Verändert man die Frequenz der Eingangsspannung U_E , so durchlaufen die Spannungen U_{R1} und U_{C1} an R_1 und C_1 sowie die

Spannungen U_{R3} und U_{C3} an R_3 und C_3 im Vektordiagramm je einen Halbkreis. Wird die Frequenz niedriger als f_0 , so fällt an den Kondensatoren C_1 und C_3 eine höhere Spannung ab, da sich der kapazitive Widerstand vergrößert, während die Spannungen an den Widerständen kleiner werden. Die Spannungspfeile für U_{C1} und U_{C3} werden größer und die Spannungspfeile für U_{R1} und U_{R3} kleiner. Der Punkt 3 im Vektordiagramm bewegt sich dadurch auf der Kreisbahn auf den Punkt 2 zu, und der Punkt 4 bewegt sich in Richtung auf den Punkt 1. Bei der Frequenz Null steht die gesamte Spannung U_E an den Kondensatoren C_1 und C_3 ; in diesem Fall deckt sich der Punkt 4 mit dem Punkt 1 und Punkt 3 mit Punkt 2 des Vektordiagramms.

Bei steigender Frequenz sind die Verhältnisse gerade umgekehrt. Dann bewegt sich der Punkt 4 auf der Kreisbahn auf den Punkt 2 zu, und Punkt 3 bewegt sich in Richtung auf den Punkt 1. Strebt die Frequenz f gegen Unendlich, so decken sich die Punkte 3 und 1 sowie die Punkte 4 und 2. Der geometrische Ort der Spannung zwischen den Punkten 3 und 4 ist also ein Kreis mit dem Durchmesser U_E . Nun entsteht aber eine weitere Phasendrehung der Spannung zwischen den Punkten 3 und 4 durch den Widerstand R_2 und den Kondensator C_2 . Die Vektoren der Spannungen U_{R2} an R_2 und U_{C2} an C_2 sind im Bild 33 gestrichelt eingezeichnet. Bei einer bestimmten Frequenz hat die Spannung U_{C2} den gleichen Betrag und die gleiche Phasenlage wie die Spannung U_{R1} ; die Spannungen U_{R2} und U_{C3} sind bei dieser Frequenz ebenfalls gleich groß, aber einander entgegengesetzt. In diesem Fall sind die Potentiale an den Punkten 2 und 5 gleich, das heißt, die Ausgangsspannung U_A ist gleich Null. Die Frequenz, bei der das der Fall ist, ist die Sperrfrequenz f_0 des Doppel-T-RC-Filters. Bei allen anderen Frequenzen ergibt sich ein Potentialunterschied zwischen den Punkten 2 und 5, das heißt, es entsteht eine Ausgangsspannung U_A .

DAS IST LEIPZIG

Sie wollen wissen, wie sich Ihr Industriezweig in einem Jahr, in zehn Jahren, in hundert Jahren entwickelt? Besuchen Sie Leipzig, die älteste und zugleich die umfassendste, führende Universalmesse der Welt, Treffpunkt progressiver Wissenschaftler, Techniker und Kaufleute aus Ost und West. Leipzig bietet rationelle Information über Spitzenerzeugnisse aus 70 Ländern und zeigt den Entwicklungstrend in 60 Branchen. Friedlicher, weltoffener Handel und technischer Fortschritt – das ist Leipzig, die internationale Messe in der Deutschen Demokratischen Republik.

Besuchen Sie Leipzig – das Zentrum für wissenschaftlich-technische Beratung, internationale Zusammenarbeit und vorteilhafte Geschäftsmöglichkeiten!



Messeausweise an allen Grenzübergangsstellen der DDR und in Reisebüros. Auskünfte: Zweigstelle des Leipziger Messeamtes, 6 Frankfurt a. M., Liebfrauenberg 37, Telefon 28 72 07 und 28 72 08, Telex: 411 394 sowie Leipziger Messeamt, DDR-701 Leipzig, Markt 11 bis 15, Telefon 20 30, Telex: 051/294.

LEIPZIGER MESSE

3. - 12. 3. 1968 Technik und Konsumgüter
1. - 8. 9. 1968 Konsumgüter

Deutsche Demokratische Republik

3.4.3. Die Schaltung des RC-Generators mit Gegenkopplungs- 3.4.3.1. Röhrenschaltung

Nachdem das Prinzip des RC-Generators mit Gegenkopplungs-
zweig besprochen wurde und die Eigenschaften des Doppel-T-
RC-Filters erklärt wurden, ist die Wirkungsweise der im Bild 34
dargestellten Röhrenschaltung eines solchen Generators nicht
mehr schwer zu verstehen. Das Doppel-T-RC-Filter besteht bei
dieser Schaltung aus den Widerständen R 5, R 6 und R 7 sowie aus
den Kondensatoren C 2, C 3 und C 4. Es liegt zwischen der Katode
des Pentodensystems (Rö 1b) und dem Gitter des Triodensystems
(Rö 1a) der ECL 82.

Die am Anodenwiderstand R 1 des Triodensystems auftretende
Wechselspannung gelangt über den Kopplungs-
zweig der Schaltung zum Steuergitter des Pentodensystems. Diese Spannung tritt
verstärkt und in der Phase um 180° gedreht am Anodenwider-
stand R 11 auf. Von dem Wechselspannungsabfall an R 11, der die
Ausgangsspannung der Schaltung darstellt, gelangt ein Teil über
den Widerstand R 10 und den Kondensator C 6 wieder zum Gitter
von Rö 1a. Diese Rückkopplungsspannung ist mit der ursprüng-
lichen Spannung am Gitter des Triodensystems in Phase und be-
wirkt deshalb eine Mitkopplung. Diese Mitkopplung ist über ein
breites Frequenzband hinweg frequenzunabhängig, das heißt, es
werden alle in einem weiten Bereich liegenden Frequenzen mit
gleicher Amplitude zum Gitter des Triodensystems zurückgeführt.
In der Katodenleitung von Rö 1b liegen die beiden Glühlämp-
chen La 1 und La 2, die zur Stabilisierung der Ausgangsspannung
dienen. Die an diesen Lämpchen abfallende Spannung gelangt
über das Doppel-T-Glied und die beiden Widerstände R 4 und R 3
ebenfalls zum Gitter von Rö 1a. Da diese Spannung in ihrer
Phase jedoch der Spannung am Gitter von Rö 1a entgegengesetzt
ist, ruft sie eine Gegenkopplung hervor. Über den Gegenkop-
plungszweig gelangen ebenfalls alle in einem sehr breiten Band
liegenden Frequenzen zum Gitter des Triodensystems, jedoch mit
Ausnahme einer einzigen Frequenz, und zwar der Sperrfrequenz
 $f_0 = 1/(2\pi \cdot R \cdot C)$ des Doppel-T-RC-Filters. Für diese Frequenz
bleibt deshalb die Mitkopplung wirksam, und der Generator er-
zeugt Schwingungen mit der Frequenz f_0 . Alle anderen Frequen-
zen am Gitter von Rö 1a werden dagegen von der Gegenkopplung
ausgelöscht.

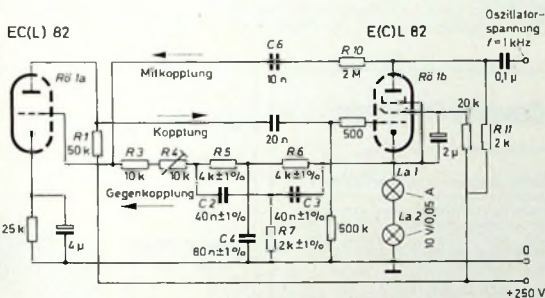


Bild 34. Praktisch ausgeführte Schaltung eines RC-Genera-
tors mit Gegenkopplungs-
zweig und Doppel-T-RC-Filter [9]

Die Frequenz f_0 der im Bild 34 wiedergegebenen Generatorschal-
tung ist 1 kHz. Die Ausgangsspannung hat im Leerlauf einen
Wert von 25 V bei einer Betriebsspannung $U_B = 250$ V. Der Klirr-
faktor beträgt etwa 0,2 %. Mit dem einstellbaren Widerstand R 4
läßt sich der Grad der Mitkopplung und damit die Höhe der
Ausgangsspannung einstellen. Die beiden in Reihe geschalteten
Glühlämpchen La 1 und La 2 dienen, wie schon erwähnt, zur Sta-
bilisierung der Ausgangsspannung nach dem schon vom Wien-
Brücken-Generator her bekannten Prinzip der amplitudenabhän-
gigen Gegenkopplung (Kaltleiterregelung). Die Stabilisierung der
Amplitude ist bei RC-Generatoren mit Gegenkopplungs-
zweig im Gegensatz zum RC-Phasenschiebegerator und zum Wien-Brük-
ken-Generator zwar im Hinblick auf eine konstante Ausgangs-
spannung wichtig, nicht so sehr dagegen in bezug auf die Fre-
quenzkonstanz und auf einen geringen Klirrfaktor. Werden die
Röhren nämlich infolge wachsender Schwingungsamplitude über-
steuert, so wirken sich die entstehenden nichtlinearen Verzerrun-
gen nicht so ungünstig auf die Frequenzkonstanz aus wie beim
Wien-Brücken- und beim Phasenschiebegerator, da die Ober-
wellen, aus denen die nichtlinearen Verzerrungen bestehen, von
dem Doppel-T-RC-Filter durchgelassen und durch die Gegenkop-
plung weitgehend unschädlich gemacht werden. Dies setzt natürlich
auch den Klirrfaktor, also das Verhältnis von Oberwellenenergie
zur gesamten Schwingungsenergie, stark herab.

Ist Funk-Entstörung im Auto ein Problem

Nein

nämlich dann nicht,
wenn man die notwen-
digen Teile in der rich-
tigen Stückzahl und den
passenden Ausführun-
gsgrößen zur Hand
hat, zusammen mit der
genauen Einbauan-
leitung. Verwenden
Sie die auf den ein-
zelnen Motor ab-
gestimmten

BERU ENTSTÖRMITTELSÄTZE



Verlangen Sie die Schrift: „Funkentstörung leicht gemacht“

HEATHKIT® Transistor-Voltmeter IM-17



Ein robustes, zuverlässiges
und genaues Transistor-
Voltmeter mit allen Vor-
zügen des bekannten,
hochohmigen Röhren-
voltmeters. Ideal geeig-
net für den reisenden
Rundfunk-, Fernseh- und
Phono- Servicetechniker,
wegen seines günstigen

Preises aber auch für Radio- und Elektronik-Bastler, Funkamateure,
Fernmeldetechniker, Elektriker usw. durchaus erschwinglich.

Je 4 Gleich- und Wechselspannungs-Meßbereiche von 0,1 V bis 0,1000 V S.E. • Vier
Ohm-Meßbereiche von 0,1 Ω bis 1000 M Ω (10 Ω -Marke in Skalenmitte) • Meßge-
nauigkeit bei DC $\pm 3\%$, bei AC und $\Omega \pm 5\%$ v.S.E. • Eingangswiderstand 11 M Ω
bei DC, 1 M Ω bei AC • Frequenzgang 10 Hz bis 1 MHz ± 1 dB • 200 μ A-Drehspul-
meßwerk mit 100°-Skala • Netzunabhängiger Betrieb mit einer 1,5 V-Monozelle und
einer 8,4 V-Quecksilberzelle • Bequeme Einknopfbedienung • Nullpunkt- und Ohm-
Einstellregler • Polaritäts-Umschalter (DC+/DC-) • Drei fest eingebaute Meß-
schnüre mit Tastspitzen und Krokodilklemmen • 1 FE-, 4 Si-Transistoren + 1 Diode •
Robustes Kunststoffgehäuse mit Tragriff, Schnappverschluss und Kabelfach • An-
schlußbuchse für HF- und HV-Tastköpfe.

Bausatz: DM 129,-* Alle genannten Preise schließen betriebsfertig: DM 189,-*
*(einschl. Batterien) die Mehrwertsteuer ein

Eine ausführliche Beschreibung und den neuen HEATHKIT-Katalog 1968 erhalten
Sie kostenlos von der

HEATHKIT-Geräte GmbH
6079 Sprenglingen b. Frankfurt
Robert-Bosch-Str. 32-38



Zweigniederlassung: HEATHKIT Elektronik-Zentrum, 8 München 23, Warburgplatz 7

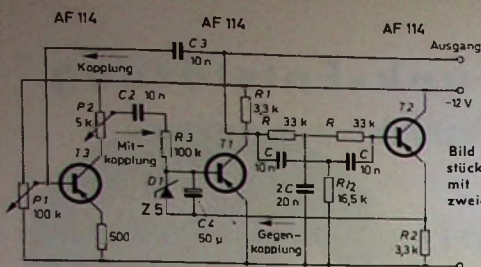


Bild 35. Transistorbestückter RC-Generator mit Gegenkopplungs- und Doppel-T-RC-Filter [10]

3.4.3.2. Transistorschaltung

Bild 35 zeigt die Transistorschaltung eines RC-Generators mit Gegenkopplungs- und Doppel-T-RC-Filter. Von der am Kollektorwiderstand R_1 des Transistors T_1 auftretenden Wechselspannung gelangt ein Teil über das zwischen dem Kollektor von T_1 und der Basis von T_2 liegende Doppel-T-RC-Filter zur Basis des Transistors T_2 , der als Emittierfolger geschaltet ist. Die an seinem Emittierwiderstand R_2 auftretende Wechselspannung enthält ein sehr breites Frequenzspektrum, von dem jedoch die Sperrfrequenz f_0 des Doppel-T-RC-Filters ausgeschlossen ist. Diese Wechselspannung wird über C_4 der Basis des Transistors T_3 zugeführt. Da die Spannung im Transistor T_2 keine Phasenumkehr erfährt, weist sie gegenüber der Basiswechselspannung des Transistors T_1 eine Phasenverschiebung von 180° auf. Sie bewirkt also für alle Frequenzen mit Ausnahme der Sperrfrequenz f_0 des Doppel-T-RC-Filters eine starke Gegenkopplung.

Ein weiterer Teil der an R_1 abfallenden Wechselspannung gelangt über den Kondensator C_3 zur Basis des Transistors T_3 . Diese Wechselspannung tritt verstärkt und in ihrer Phase um 180° gedreht an dem Potentiometer P_2 auf. Von dort wird sie über den Kondensator C_2 und den Widerstand R_3 ebenfalls der Basis von T_1 zugeführt. Sie ist mit der ursprünglichen Basiswechselspannung in Phase, verursacht also eine Mitkopplung. Dieser Mitkopplungsspannung wirkt die vom Transistor T_1 stammende Gegenkopplungsspannung entgegen. Da die Sperrfrequenz f_0 des Doppel-T-RC-Filters in der Gegenkopplungsspannung nicht enthalten ist, bleibt für diese Frequenz die Mitkopplung wirksam. An der Ausgangsklemme der Schaltung, die mit dem Kollektor des Transistors T_1 verbunden ist, kann daher eine Wechselspannung mit der Frequenz f_0 abgenommen werden.

Mit den im Bild 35 eingetragenen Werten der Bauelemente erzeugt die Schaltung eine Frequenz von 484 Hz. Da durch die frequenzabhängige Gegenkopplung alle anderen Frequenzen, also auch Oberwellen, wirksam unterdrückt werden, ist die Ausgangsspannung annähernd frei von Verzerrungen und hat eine gute Frequenzkonstanz. Die Intensität der Mitkopplung und damit die Größe der Ausgangsspannung kann mit dem Potentiometer P_2 eingestellt werden. Es ist darauf zu achten, daß die Mitkopplung nicht stärker eingestellt wird, als es zum sicheren Anschwingen der Schaltung notwendig ist. Der Arbeitspunkt des Transistors T_1 läßt sich mit dem Potentiometer P_1 einstellen. Stellt man einmal versehentlich die Mitkopplung zu kräftig und den Arbeitspunkt des Transistors T_1 falsch ein, so schadet dies kaum etwas. Die durch Übersteuerung der Transistoren hervorgerufenen starken nichtlinearen Verzerrungen werden nämlich ebenso wie bei der Schaltung im Bild 34 durch das Doppel-T-RC-Filter wirksam unterdrückt. Außerdem bewirkt die Z-Diode D_1 im Basiskreis von T_1 eine automatische Arbeitspunktstabilisierung für diesen Transistor, was sich natürlich auch auf die Ausgangsspannung des Generators stabilisierend auswirkt. Daher kann auf eine zusätzliche Amplitudenregelung durch Kaltleiter oder Heißeiter, wie sie bei anderen RC-Generatoren üblich ist, verzichtet werden.

Stellt man die Mitkopplung so ein, daß die Schaltung gerade noch nicht anschwingt, so erhält man einen selektiven Verstärker, der nur die Frequenz von 484 Hz passieren läßt. Die Eingangsspannung wird diesem Verstärker über einen 1-Mohm-Entkopplungswiderstand am Kollektorschluß des Transistors T_1 zugeführt. Je nach Einstellung des Potentiometers P_2 unterhalb des Punktes, an dem die Schwingungen einsetzen, reicht die Bandbreite des Verstärkers bis herab zu 0,5 Hz. Würde in dem Verstärker ein LC-Schwingkreis zur Frequenzselektion verwendet, so müßte dieser Schwingkreis eine Kreisgüte von $Q = 1000$ haben, um ein Frequenzband von nur 0,5 Hz bei einer Resonanzfrequenz von 484 Hz hindurchzulassen. So hohe Gütewerte bei derart tiefen Übertragungsfrequenzen lassen sich mit LC-Schwingkreisen jedoch nicht verwirklichen [10]. (Schluß folgt)

Schrifttum

- [9] • Telefunken-Laborbuch, Bd. 1. München 1958, Franzis
[10] Dornier, J.: Selektiver Verstärker ohne Induktivitäten für niedrige Frequenzen. Funkschau Bd. 35 (1963) Nr. 3, S. 69-70

Preiswerte Transistoren



AC 117	DM 2,50
AC 122	DM 1,50
AC 151 V	DM 1,60
AC 167 K	AC 168 K
kompl. Paar	DM 3,70
AD 148	DM 3,95
AF 118	DM 3,35

BC 107	DM 1,50	10 / DM 1,30
BC 108	DM 1,40	10 / DM 1,20
BC 109	DM 1,55	10 / DM 1,35
BC 170 B	DM 1,10	10 / DM 1,—
BF 115	DM 3,20	10 / DM 3,—
2 N 708	DM 1,70	10 / DM 1,60
2 N 709	DM 2,75	10 / DM 2,60
2 N 914	DM 3,—	10 / DM 2,85
2 N 2219 A	DM 4,80	10 / DM 4,35

Nur Original Transistoren! Preisgünstige Bauteile finden Sie in unserer kostenlosen Preisliste. Prompter NN-Versand ab Lager!

M. LITZ elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Postfach 55

Auf Draht bleiben

durch Studium moderner

FACHBÜCHER

Immer dabei mit neuer „RIM-Literaturbibliothek“ und Katalog „Meß- und Prüfgeräte“ gratis - Postkarte genügt!

„RIM-Bausteinbibel“ Schutzgebühr DM 3,50 Nachnahme Inland DM 5,20. Vorkasse Ausland DM 5,—.

RADIO-RIM • Abt. Literatur
8 München 15 • Postfach 275

KROHA-Hi-Fi-Verstärker-Bauslein-Programm

— ein Programm, das höchsten Ansprüchen genügt —

Endstufe ES 40 in einleuchtender Brücken-schaltung; Nennleistung: 40 Watt

Endstufe ES 40 in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 20 Watt

Technische Daten:
Frequenzgang: 2 Hz...900 kHz ± 1 dB;
Klirrfaktor: von 5 Hz...50 kHz bei 0,1% Nennleistung, kleiner 0,1%
Preis für Fertiggerät ES 40 DM 130,—
für Bausatz ES 40 DM 98,—

Endstufe ES 100 in einleuchtender Brücken-schaltung; Nennleistung 100 Watt

Endstufe ES 100 in Zwei-Kanal-Ausführung; Nennleistung: 2 x 50 Watt

Technische Daten:
Frequenzgang: 3 Hz...300 kHz ± 1 dB;
Klirrfaktor: von 6 Hz...40 kHz bei 0,1% Nennleistung, kleiner 0,1%
Preis f. Fertiggerät ES 100 DM 160,—
für Bausatz ES 100 DM 130,—

Stereo-Klangreglerstufe KRV 50

Sie eignet sich hervorragend zum Aussteuern der Endstufen ES.
Technische Daten:
Klirrfaktor: bei $U_a = 2$ V, von 10 Hz...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 90 dB; Frequenzgang bei Mittelstellung der Tonregler: 10 Hz...100 kHz ± 1 dB; Regelbereich der Tonregler: 20 Hz +16 dB—14 dB, 20 kHz +22 dB—19 dB
Preis für Fertiggerät KRV 50 DM 48,—
für Bausatz KRV 50 DM 38,—

Stereo-Entzerrungsverstärker EV 51
Verstärkt und entzerrt das Signal von Magnetonabnehmern auf den Pegel der Klangreglerstufe. Verarbeitet auch große Dynamikspitzen ohne Verzerrung durch 30fache Übersteuerungssicherheit.

Technische Daten:
Frequenzgang: 20 Hz...20 kHz ± 1 dB;
Klirrfaktor bei $U_a = 0,2$ V von 20 Hz...20 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 70 dB; Entzerrung nach CCIR

Preis für Fertiggerät EV 51 DM 35,—
für Bausatz EV 51 DM 27,—

Stereo-Mikrofonverstärker MV 50

Eignet sich zum Anschluß an dyn. Mikrophone ohne Übertr. und ermöglicht lange Mi-Leitungen.

Technische Daten:
Frequenzgang: 10 Hz...100 kHz ± 1 dB;
Klirrfaktor bei $U_a = 0,2$ V von 10 Hz...50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 65 dB
Preis für Fertiggerät MV 50 DM 33,—
für Bausatz MV 50 DM 25,—

Ferner liefern wir neben einfachen Netzteilen auch elektronisch stab. und abgesicherte Netzteile.

Alle Geräte sind mit modernsten Si-Transistoren bestückt!

Wir senden Ihnen gern ausführliches Informationsmaterial.

KROHA • elektronische Geräte • 731 Plochingen

Betriebsstunden-zähler „Horacont“

Einheit: 25 x 50 mm
Type 550 — DM 34,—



Unentbehrlich für einen wirtschaftlichen Austausch von Abtastsystemen u. Tonköpfen bei Hi-Fi- und Bandgeräten. Höchste Aufnahme- u. Wiedergabe-Qualität sind somit jederzeit gewährleistet.

Kontrolluhrenfabrik Julius Bausaur
7241 Emplingen, Herberg 34

Technik-Katalog neu!

1000 Neuigkeiten — Minipreis!
Suchen Sie Bauteile, Bauelemente, Röhren, Transistoren, Halbleiter, Dioden, Meßgeräte, Fernsteuerungen, Funk-sprechgeräte, Werkzeuge? — Praktiker, Funkamateure, Radiobastler, Fernsehtechniker verlangen den 132seitigen Großkatalog sofort. Für DM 2,50 Schutzgebühr in Briefmarken haben Sie ihn.

TECHNIK — VERSAND KG
Abt. B 13
28 Bremen 17



Unser Einkauf ist weltweit. Wir unterhalten eigene Einkaufsbüros in Hongkong, Tokio sowie in verschiedenen europäischen Ländern. Unsere Marktanteile bei elektronischen Konsumgütern können sich mit denen der bekanntesten Herstellermarken messen.

Unser neuer

GRUPPENLEITER ZENTRALEINKAUF

Fernsehen, Rundfunk, Phono, Tonband, Schallplatten

muß daher eine Persönlichkeit sein, die das Ein- und Verkaufsgeschäft mit einer dreistelligen Millionenziffer sowohl kommerziell als auch technisch steuern kann.

Wir suchen einen erfahrenen Praktiker mit Sinn für Organisation und Kataloggestaltung und der Fähigkeit, auf Einkaufsreisen rund um den Erdball an Ort und Stelle selbständig zu disponieren. Die Position ist mit Handlungsvollmacht ausgestattet und ihrer Bedeutung entsprechend dotiert.

Zur Kontaktaufnahme genügt zunächst eine Kurzbewerbung mit Darlegung des Werdeganges, handgeschriebenem Lebenslauf und einem Lichtbild.

NECKERMANN

Personal-Zentrale, 6 Frankfurt am Main, Postfach, Hanauer Landstraße 360-400

**Bedeutendes Handels- und Versandunternehmen
für Elektronik und Industriebedarfsucht persofort**

Abteilungsleiter für Röhren und Halbleitererzeugnisse

Wir suchen einen Fachmann der diese Abteilung selbständig führen kann und über Kenntnisse der modernsten Halbleitertechnik verfügt.

Wir bieten: Arbeitsplatz in reizvoller bayer. Gegend, moderne komfortable Wohnung, großzügige Gehaltsregelung, Umzugskosten werden übernommen. Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen, welche streng vertraulich behandelt werden, erbeten unter F. O. 8505.

**Konzession
geboten durch
Meister**

für Rundfunk-, Fernseh-, Elektro- und Antennen-Bau.
Angebote unter F. N. 8504.

Gedruckte Schaltungen selber anfertigen. Anleitung DM 1,50. Materialliste frei.
Kaho-Elektroversand, 65 Mainz, Schließfach 2333

Kaufgesuche

Röhren und Transistoren aller Art
kleine und große Posten gegen Kasse.
Röhren-Müller, Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

Kaufen gegen Kasse
Posten Transistoren, Röhren, Bauteile und Meßgeräte.
Artl Elektronik, 1 Berlin 44,
Postf. 225, Ruf: 68 11 05 — Telex 01 83 439

Elektronische Selbstbau-Organ

alle Größen. Bausätze-Einzelteile.
Kostenlose Nettoliste direkt von:
Electron Music, 4951 Döhren 70,
Postfach 10/18



Wir bieten Ihnen eine interessante Position als

Fertigungs-Ingenieur

für die Fachgebiete

High-Fidelity-Technik

(Verstärker und Tuner)

Professionelle Studiotechnik

(Entzerrer, Empfänger und Regielautsprecher)

Wenn Sie in der High-Fidelity-Technik zu Hause sind, über Fertigungs-Erfahrung und gute Kenntnisse in der Halbleiter- und FM-Stereotechnik verfügen und in einem weltbekannten Spezialbetrieb tätig sein möchten, dann schreiben Sie uns bitte noch heute. Bitte fügen Sie Ihrer kurzgefaßten Bewerbung die üblichen Unterlagen bei und lassen Sie uns Ihre Gehaltswünsche wissen.

Klein+Hummel

Geschäftsleitung
7301 Kemnat bei Stuttgart
Telefon 07 11/25 32 46

Es lohnt sich!
Preise stark herabgesetzt
für Schreibmaschinen aus
Verfälschung und Retouren,
trotzdem Garantie u. Unterstü-
cht. Kleinstes Retou. Pensions-
Sie Giettschulung 907 X
NOTHEL Deutschlands größtes
Schreibmaschinenhaus
34 GÜTTINGEN, Postfach 601



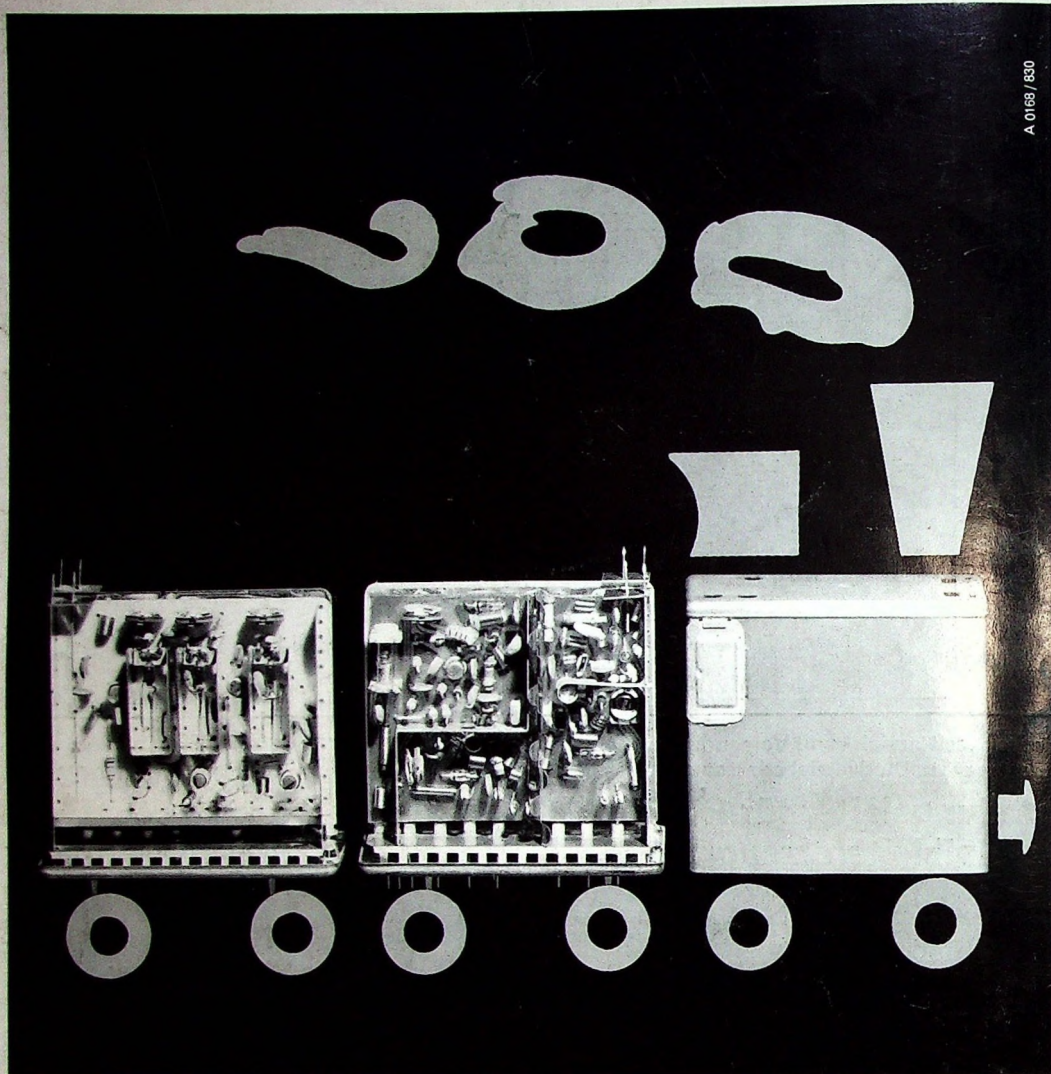
Moderne Elektronik-Fachbücher
für Techniker — Studenten — Amateure.
Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!

RIM-Electronic-Jahrbuch '68

— 464 Seiten — Schutzgebühr DM 3,90, Nachn.
Inland DM 5,70. Vorkasse Ausland DM 5,80,
(Postscheckkonto München Nr. 137 53).

8 München 15, Postfach 275. — Abt. F 2.
Telex 5 28 166 rarim-d.

RADIO-RIM



Zugkräftig

Hier ist der neue vollelektronische Allbereich-Kanalwähler 12 ET 5630. Er wird abgestimmt mit den Valvo-Kapazitätsdioden BB 105.

Durch seinen einfachen Aufbau – ähnlich wie ein Filter – ist er sehr servicefreundlich. Die Kappe ist abnehmbar, UHF- und VHF-Teil können unab-

hängig voneinander ausgewechselt werden.

Mit den unten herausgeführten Anschlüssen im Rastermaß 2,5 mm kann der Kanalwähler 12 ET 5630 auf Printplatten gesetzt und im Tauchlötverfahren angeschlossen werden.



VALVO

Bauelemente für die gesamte Elektronik VALVO GmbH Hamburg