

BERLIN

# FUNK- TECHNIK

A 3109 D

1 | 1964 +

1. JANUARHEFT

mit Elektronik-Ingenieur



1. JANUARHEFT 1964

4. Geräteausstellung für Studiotechnik und elektroakustische Meßtechnik

Anlässlich der Jahrestagung der Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft für Film und Fernsehen und der Frühjahrestagung des Fachnormenausschusses Kinotechnik für Film und Fernsehen (FAKI) findet vom 2. bis 7. März 1964 in den neubauten Studios der Technischen Universität Berlin die 4. Geräteausstellung für Studiotechnik und elektroakustische Meßtechnik statt, die die Gebiete Film, Fernsehen, Rundfunk, Schallplatte und Theater umfaßt. In diesem Rahmen durchgeführte Vortragsveranstaltungen werden einen Überblick über den neuesten Stand der einschlägigen Techniken geben.

Nukleonik jetzt MNG-Mauler-Nukleonik

Um Verwechslungen mit anderen Firmen zu vermeiden, hat die Firma ihren bisherigen Namen geändert und firmiert in Zukunft unter MNG-Mauler-Nukleonik. Gesellschaft für Meßgeräte-Vertrieb mbH, Solingen-Ohligs.

Neue Röhren für Fernsehempfänger

Die neuen Röhren PCF 200, PCH 200 und PFL 200 (S. a S. 6-10 u. S. 22-23) werden von Siemens, Telefunken und Valvo geliefert. Die SEL hat in ihr Röhrenprogramm dagegen nur die Typen PCH 200 und PFL 200 aufgenommen.

Doppelabstimmanzeigeröhre EMM 803

Die neue Doppelabstimmanzeigeröhre EMM 803 der SEL ermöglicht neben der optimalen Abstimmung des Rundfunkempfängers auf die Sendefrequenz eine zusätzliche Anzeige von Stereosendungen. Dazu enthält die EMM 803 zwei getrennte Anzeigesysteme, von denen das für die Abstimmanzeige verwendete dem System der EM 84 entspricht, aber eine höhere Empfindlichkeit hat (maximal erforderliche negative Steuerspannung 15 V gegenüber 21 V bei der EM 84). Das zweite System zeigt durch Aufleuchten eines Anzeigefeldes an, das der emp-

fangene Sender ein Stereo-Programm ausstrahlt. Dieses Anzeigesystem benötigt etwa 4 V Steuerspannung, die im Stereo-Decoder aus dem Hilfstträger gewonnen wird.

Batterie-electrophon „SK 61“ in neuer Ausführung

Das bewährte Batterie-electrophon „SK 61“ von Philips wird jetzt in einem neuen, modern gestalteten Gehäuse geliefert. Außerdem wurde die Ausgangsleistung des Gerätes von 800 mW auf 1,5 W erhöht, und an Stelle des Tonkopfes „AG 3305“ wird das Stereo-Kristallsystem „AG 3310“ (Normalsaphir und Diamant) verwendet. Ein Klangregler und eine Stereo-Mehrzweckbuchse zum Anschluß an ein Rundfunkgerät, einen zweiten Plattenspieler oder ein Tonbandgerät vervollständigen die technische Ausstattung.

Bogen-Magnetköpfe

Auf 52 Seiten gibt die Firma Wolfgang Bogen GmbH, Berlin 37, Potsdamer Straße 23/24, in einer beachtenswerten Druckschrift einen umfassenden Überblick über 100 von ihr hergestellte Magnetköpfe mit genauen technischen Daten, vielen Frequenzkurven und sonstigen für den Techniker wichtigen Angaben. In dem Angebot sind allein 70 neuentwickelte Typen von Magnetköpfen enthalten. Der Fachmann findet in dieser Arbeitsunterlage auch eine Zusammenstellung der einschlägigen Fachliteratur sowie Schalthinweise, Maßskizzen und ein Verzeichnis von Normblättern der Magnetton-technik. Die Druckschrift kann direkt beim Hersteller angefordert werden.

Personliches

Dr. G. Lucae 65 Jahre

Am 30. Dezember 1963 vollendete Dr. Gustav Lucae, seit über 25 Jahren Geschäftsführer des Verbandes der Funkindustrie, der jetzigen Interessengemeinschaft für Rundfunkschutzrechte (IGR) in Düsseldorf, sein 65. Lebensjahr. 1929 trat er in das Institut für Konjunkturforschung in Berlin ein, in dem er bis 1945 tätig

war und mehr als 10 Jahre zum engeren Mitarbeiterstab von Prof. Wagemann gehörte. Seit 1929 führte er im Konjunktur-Institut für die Rundfunkindustrie zahlreiche Marktanalysen über den Binnenmarkt und über die Rundfunkwirtschaft in den wichtigsten Ländern der Welt durch. 1933 wurde Dr. Lucae Referent und 1937 Geschäftsführer des Funkverbandes in der Nachkriegszeit, während für den Verband ein Betätigungsverbot bestand, war er führend am Wiederaufbau einer Industrie- und Gewerbestatistik im Bundesgebiet beteiligt. Seit 1952 ist er wieder ausschließlich, gemeinsam mit Dipl.-Ing. Otto Bergen, als Geschäftsführer des Funkverbandes tätig.

Dr. K. Röhrich 25 Jahre bei Telefunken

Am 1. Dezember 1963 beging Dr. Karl Röhrich sein 25jähriges Dienstjubiläum bei der Telefunken AG, Ulm. Nach dem Studium der Physik, Mathematik und physikalischen Chemie promovierte er 1931 mit einer der ersten Arbeiten in Deutschland auf dem Ultraschallgebiet. Von 1934 bis zum Kriegsende war er bei Telefunken zunächst als Entwicklungsingenieur und dann als Entwicklungsleiter in der Senderentwicklung beschäftigt. 1954 kam er wieder zu Telefunken nach Ulm und begann als Vertriebsingenieur im damaligen Bereich Hochfrequenzgeräte und -anlagen. Seit 1956 ist Dr. Röhrich im Fachgebiet Ortung des Fachbereichs Anlagen Hochfrequenz wissenschaftlicher Bearbeiter technischer Fragen, die sich in der Vertriebsarbeit auf dem Sektor Ortung ergeben. Außerdem vertritt er die Telefunken AG in verschiedenen deutschen Fachkommissionen, unter anderem in der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation und in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luft und Raumfahrt.

Dr. L. Hülf 50 Jahre

Dr. Ludwig Hülf, Direktor des Vertriebsbereichs Industrie-Elektronik der Elektro Spezial GmbH, Hamburg, vollendete am 6. Dezember 1963 sein 50. Lebensjahr. Im Anschluß an eine kaufmännische Lehre studierte er an der Universität Nürnberg Betriebswirtschaftslehre. Nach vor Abschluß des Studiums trat er als Assistent in das damals bestehende Institut für Wirtschaftsbeobachtung der deutschen Fertigung ein, in dem er nach seiner Promotion 1937 die Abteilung Verbrauchsforschung leitete. Nach dem Krieg war Dr. Hülf als kaufmännischer Direktor einer Maschinenfabrik und Geschäftsführer einer süd-deutschen Werkzeugfabrik tätig, bis er 1951 in die Elektro Spezial GmbH eintrat.

FT-Kurznachrichten ..... 2
Zweites und drittes Fernsehprogramm - Stereo-Rundfunksendungen ..... 5
PCF 200, PCH 200, PFL 200, Dekal-Röhren - neue Typen für Fernsehempfänger ... 6
Hi-Fi-Stereo-Verstärker »VS-71« ..... 10
Neues Grundig-Zentrallabor für Magnet- ionentechnik ..... 13
Schallaufnahmen in lärmgefüllter Umgebung 14
ELEKTRONIK-INGENIEUR
Frequenzbandsperrn in der NF-Technik 15
Der System-Ingenieur - ein neuer Beruf 18
Einführung in die Technik elektronischer Gleichspannungsanalogrechner ..... 19
PCF 200 - eine neue Triode-Pentode für Fernsehempfänger ..... 22
Service-Einstellungen an Stereo-Decodern 23
Neue Bücher ..... 24
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund ..... 25
Vom Versuch zum Verständnis
Die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik ..... 28
Neue Geräte - Neue Bauelemente ..... 30
Unser Titelbild: Transportanlagen für die Großserienfertigung von Fernsehbildröhren in der Valvo-Bildröhrenfabrik Aachen

Werkfoto: Valvo

Aufnahmen: Verlasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verlasser, Seiten 3, 4, 26, 27, 31 und 32 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde, Postanschrift: 1. Berlin 52, Eichborndamm 141-167. Telefon: Sammel-Nr. (03 11) 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 01 81 632. Fachverlage: bin. Chelradakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Dielenbach, Berlin u. Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, beide Berlin. Chelgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Postcheckkonto: FUNK-TECHNIK Pascha Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Der Abonnementpreis gilt für zwei Hefte. Für Einzelhefte wird ein Aufschlag von 12 Pf. berechnet. Auslandspreis II. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck - auch in fremden Sprachen - und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. - Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Eisnerdruck, Berlin



Stereo-Rundfunksendungen

SFB
5. 1. 1964 (88,75 MHz)
21.30-22.00 Uhr
Jazz in Stereo
6. 1. 1964 (88,75 MHz)
20.05-22.00 Uhr
El Pessebre (P. Casals)
23. 1. 1964 (88,75 MHz)
20.05-21.45 Uhr
Zauber der Operette
Außerdem montags bis freitags von 17.00-18.00 Uhr Unterhaltungs- und Tanzmusik auf 96,3 MHz
NDR
1. 1. 1964 (Hamburg 87,6 MHz)
16.00-16.30 Uhr
Pater und der Wolf

4. 1. 1964 (Hamburg 87,6 MHz)
18.00-18.30 Uhr
Werke von F. Schubert, J. Offenbach und J. Brahms
Außerdem montags bis freitags von 10.00-12.00 Uhr Testsendungen über den Sender Hamburg (87,6 MHz)
WDR
Testsendungen montags bis samstags von 14.00-15.00 Uhr und zusätzlich samstags von 10.45-11.45 Uhr über die Sender Langenberg (99,7 MHz), Münster (89,7 MHz), Nordhalle (98,1 MHz) und Teufburger Wald (97,0 MHz)



AUTOPORT TS



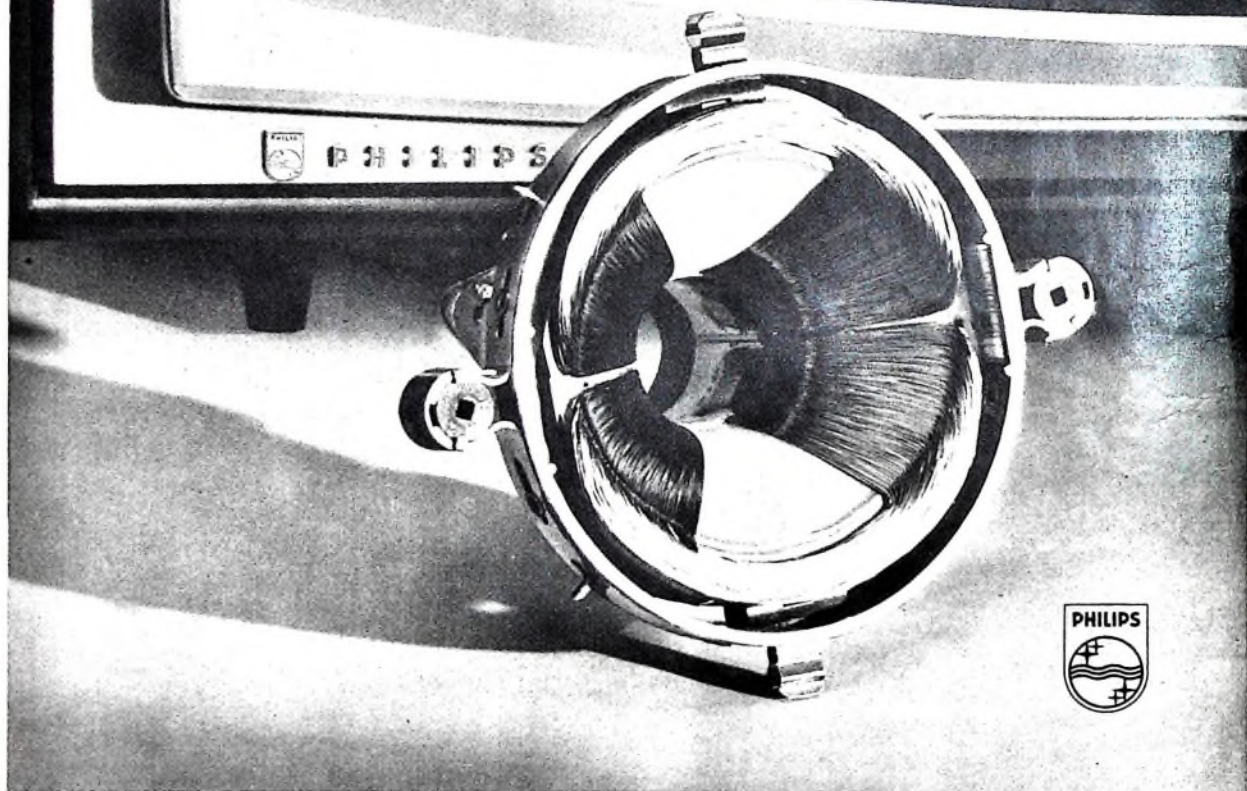
## Einsteigen bitte - es lohnt sich

Ja, es lohnt sich. Steigen Sie ein ins LOEWE OPTA-Transistorsuper-Geschäft 1964. Der Bestand an PKW's: Über 8 Millionen. Und der Bestand an Universalempfängern? - Es liegt noch vieles drin für Sie - und für Ihre Kunden. Denn LOEWE OPTA bietet 5 neue Koffertypen - für jeden den richtigen. Ein Beispiel: AUTOPORT TS - 2 Watt-Gegentaktendstufe; 20 Kreise; UKW-Abstimmautomatik; beleuchtete Linearskala; über Autohalterung automatische Anschlüsse an Autobatterie (6 oder 12 V), -antenne und -lautsprecher. Und das besondere Plus im Auto: Mit Zusatzverstärker sogar 5 Watt Endleistung!

**LOEWE**  **OPTA**

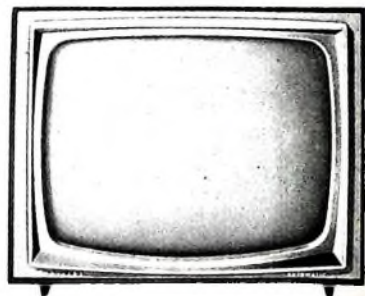
Berlin/West · Kronach/Bayern · Düsseldorf

Warum leben Philips Fernsehgeräte  
länger als 10 Jahre?



PH 3625

Weil alle Bauelemente zuverlässig und betriebssicher sind — wie hier die Ablenkeinheit. Sie hat im Fernsehgerät eine besonders wichtige Funktion zu erfüllen: lupenscharfes Bild ohne Verzeichnungen. Die Wicklungen der Ablenkeinheit werden auf Präzisionsmaschinen gefertigt. Langjährige Philips Erfahrung garantiert die gleichbleibende Qualität des Fernsehbildes bis ins kleinste Detail. Philips Fernsehgeräte sind Begriff und Maßstab internationaler Spitzenklasse — Zuverlässigkeit über viele Jahre!



....nimm doch **PHILIPS** Fernsehen



Dipl.-Ing. H. BORNEMANN

Staatssekretär im Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

## Aus der Sicht der Post

# Zweites und drittes Fernsehprogramm — Stereo-Rundfunksendungen

Zu den jüngsten Aufgaben der Deutschen Bundespost gehören der Ausbau der Sender und des Leitungsnetzes für das zweite und dritte Fernsehprogramm sowie die Vorbereitungen zur Übertragung stereophonischer Rundfunksendungen. Es ist ganz verständlich, daß sich die Öffentlichkeit im gegenwärtigen Zeitpunkt für diese beiden Gebiete besonders interessiert.

### Die Technik für das zweite Fernsehprogramm

Die Deutsche Bundespost begann 1960 mit dem Aufbau eines Fernsendedernetzes im UHF-Bereich für die Ausstrahlung eines zweiten Programms. Zum Programmbeginn am 1. Juni 1961 standen als erste Ausbaustufe 29 Sender großer Leistung (mit je 100 kW und mehr — bis 500 kW — Strahlungsleistung) einsatzbereit zur Verfügung. Für diese Sender der ersten Ausbaustufe wurden selbstverständlich Standorte ausgesucht, die auch anderen Fernmeldezwecken dienen und von denen aus Gebiete mit der größten Bevölkerungsdichte versorgt werden können.

So konnten bereits mit den ersten 29 Sendern nahezu zwei Drittel der Einwohner der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlins mit einem zweiten Fernsehprogramm versorgt werden. Bis Ende 1963 wurde dieses Sendernetz auf nahezu 55 Sender erweitert, so daß nun etwa drei Viertel der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland und in West-Berlin das zweite Programm empfangen können. Weitere neun Sender sind zur Zeit im Bau und sollen bis Ende 1964 fertiggestellt werden.

Die Deutsche Bundespost wird den Ausbau auch weiterhin zügig vorantreiben. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß jede weitere Steigerung der Versorgung, die jetzt mehr und mehr auch die weniger dicht besiedelten Gebiete erfaßt, wegen der topographischen Verhältnisse der Bundesrepublik mit ihren vielen Gebirgszügen sehr aufwendig ist. Für die Steigerung der Versorgung um zehn Prozent ist ein ebenso großer Aufwand nötig wie für die gesamte erste Ausbaustufe, mit der bereits zwei Drittel der Bevölkerung versorgt werden konnten. Um auch jene Gebiete zu erreichen, die wegen ihrer topographischen Lage von den leistungsstarken Sendern nicht unmittelbar versorgt werden können, müssen nach zahlreiche Fernseh-Frequenzumsetzer aufgebaut werden. Im Augenblick sind bereits 35 solcher Umsetzer in Betrieb und weitere werden im Laufe des Jahres 1964 folgen. Zur ausreichenden Gesamtversorgung mit dem zweiten Programm muß mit einem Bedarf von einigen hundert Umsetzern gerechnet werden.

### Sender für ein drittes Fernsehprogramm

Einige Länderregierungen haben ihre Rundfunkanstalten bereits mit der Ausstrahlung eines weiteren regionalen Fernsehpro-

gramms (drittes Programm) beauftragt. Aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen hat die Deutsche Bundespost daher vorsorglich begonnen, gleichzeitig mit den Sendern für das zweite Programm auch Sender für das dritte Programm zu errichten. Sechs solcher Sender sind bereits fertiggestellt und 24 weitere im Aufbau. Sie werden in acht Bundesländern, in denen die Landes-Rundfunkanstalten ein regionales Fernsehprogramm (drittes Programm) bereits im Jahre 1964 ausstrahlen werden, jeweils die Versorgung von mehr als der Hälfte der Bevölkerung in diesen Ländern mit einem regionalen Programm ermöglichen. Voraussichtlich werden Ende 1964 etwa 30 Sender hierfür betriebsbereit sein.

Soweit die verschiedenartigen unvermeidlichen Unsicherheiten, die den Aufbau einer derart umfangreichen Technik beeinflussen können, einen Ausblick zulassen, ist damit zu rechnen, daß die Deutsche Bundespost Ende 1964 etwa 95 Fernsendeder großer Leistung für das zweite und dritte Fernsehprogramm betreiben wird. Für den Ausbau des Fernsendednetzes (Sendereinrichtungen und Modulationsleitungsnetz) sind seitens der Post im Jahre 1964 voraussichtlich etwa 50 Millionen DM zu investieren.

### Stereo-Rundfunk

In einigen Ländern der Bundesrepublik Deutschland und in West-Berlin lauten zur Zeit stereophonische Rundfunk-Versuchssendungen. Zur Übertragung stereophonischer Rundfunkprogramme über das Tonleitungsnetz der Deutschen Bundespost sind jeweils zwei Tonleitungen erforderlich, deren Übertragungsmaße innerhalb des Übertragungsbereichs nach Betrag und Phase in engen Toleranzgrenzen übereinstimmen müssen. Hierfür kommen deshalb nur Tonleitungen gleicher Linienführung und gleichen elektrischen Aufbaus in Betracht. Nach den bisherigen Untersuchungen sind niederfrequent geführte Tonleitungspaare sowie Tonleitungen in Richtfunksystemen mit Pulsphasenmodulation zur Übertragung stereophonischer Programme geeignet. Tonkanalpaare in Trägerfrequenzsystemen können jedoch hierfür nicht verwendet werden. Die technischen Anforderungen erfordern also einen erheblichen Aufwand. Es ist daher verständlich, wenn die Rundfunkanstalten die stereophonischen Versuchssendungen zunächst auf solche Orte beschränken, in denen Sender und Studios nahe beieinanderliegen. Auch für den Tonrundfunk stellen sich also der Deutschen Bundespost immer wieder neue Probleme. Sie wird wie bisher auch künftig bemüht bleiben, im Rahmen der finanziellen und technischen Möglichkeiten alle ihre neuen Aufgaben so zu lösen, daß sie den berechtigten Wünschen der Teilnehmer und der Rundfunkanstalten genügt.

# Dekal-Röhren – neue Typen für Fernsehempfänger

Die Feststellung, daß mit der 1957 erfolgten Einführung des Spannungsgitters in die Empfängerrohren-Technik einer der letzten großen Schritte bei der Entwicklung dieser Bauelemente getan wurde, kann wohl als unbestritten gelten. Selbstverständlich wurden aber die Spannungsgitter zusammen mit anderen Teilen der Röhrensysteme technologisch weiterentwickelt, um zu besseren und wirtschaftlich günstigeren Produkten zu gelangen. Kein technisches Produkt läßt sich nämlich auf einen so hohen Stand bringen, daß von einem absoluten Abschluß seiner Entwicklung gesprochen werden dürfte. Trotzdem wird man nicht mehr behaupten wollen, daß nur noch mit Hilfe neuartiger Röhrentypen grundsätzlich neue Schaltungen aufgebaut werden könnten, vor allem dann nicht, wenn man davon ausgeht, daß es mehr oder weniger eine Frage der Zeit ist, wann bestimmte Stufen im Fernsehempfänger mit Transistoren bestückt sein werden.

Die Verwendung von Transistoren in Rundfunk- und Fernsehempfängern ist überall dort, wo nicht technische Vorteile bestimmend sind, eine Frage der Gesamtökonomie des Gerätes. Die technische Beurteilung gilt natürlich nicht nur den Eigenschaften, sondern auch den durch das betreffende Bauelement festgelegten fertigungstechnischen Gegebenheiten des Empfängers. Unter diesen Umständen lag es nahe, besonders solche Röhrentypen zu entwickeln, mit denen sich nicht etwa neuartige Schaltungen, sondern vor allem Empfänger aufbauen lassen, die bei Erhaltung der Gesamteigenschaften einfacher und daher billiger sind. Das läßt sich beispielsweise durch den Einsatz zweckmäßiger Kombinationsröhren erreichen.

Beim Entwurf von Röhren mit mehreren Systemen tritt immer wieder die Schwierigkeit auf, mit der gegebenen Anzahl elektrischer Anschlußmöglichkeiten – der Anzahl der Stifte – auskommen zu müssen. Bei Noval-Röhren stehen neun Stifte zur Verfügung. Zwar ließe sich durch einen Kolbenanschluß ein zehnter Kontakt gewinnen; er ist jedoch teuer und findet daher nur dort Anwendung, wo er wegen anliegender Hochspannung unbedingt erforderlich ist.

Aus diesem Grund überlegte man, ob ein zusätzlicher, also zehnter Stift so weitgehende Möglichkeiten für neue Kombinationsröhren eröffnet, daß sich seine Einführung lohnt. Da diese Frage bejaht wurde, mußte nun die zweckmäßigste Anordnung des zusätzlichen Stiftes gefunden werden. Mit Rücksicht auf die Großserienfertigung, besonders die Beherrschung von Glasspannungen im Preßstempel, auf Erfordernisse der Verdrahtungstechnik in Geräten mit gedruckten Leiterplatten und schließlich wegen der möglichst geringen Erhöhung der Kapazitätswerte zwischen den Sockelstiften wurde die Anordnung nach Bild 1 gewählt. Man hat also nicht etwa aus einer gleichmäßigen Teilung einen Stift herausgelassen, wie es zum Beispiel beim Novalsockel (10-1) der Fall ist, sondern die Stiftücke, die die Unverwechselbarkeit sicherstellt, verkleinert ( $54^\circ$  gegenüber  $72^\circ$  beim Novalsockel).

Für die Abstände benachbarter Stifte steht daher ein nur wenig kleinerer Teilungswinkel von  $34^\circ$  zur Verfügung ( $36^\circ$  beim Novalsockel). Der Sockel hat im übrigen die gleichen Abmessungen wie

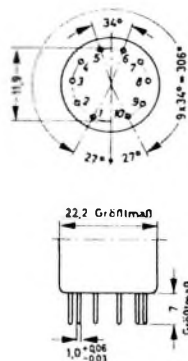


Bild 1. Abmessungen des Dekalsockels

der Novalsockel, so daß auch die Kolbendurchmesser unverändert bleiben konnten. Mit dem neuen Dekalsockel soll jedoch nur die Verbesserung an sich bekannter Systemkombinationen ermöglicht, dagegen nicht die Zusammenfassung einer größeren Anzahl von Systemen als bisher in einem Kolben erreicht werden. Auf diese Weise ist den Forderungen nach vernünftigem wirtschaftlichem Gesamtaufwand und hoher Zuverlässigkeit des Produktes am besten zu entsprechen.

Die drei neuen Röhren PCF 200, PCH 200, und PFL 200, die der europäischen Geräteindustrie ab Anfang 1964 zur Verfügung stehen, machen es möglich, Empfänger mit besonders kleiner Röhrenanzahl aufzubauen. Man kann damit aber auch Geräte der höheren Preisklassen verbessern, ohne die Anzahl der Röhrenkolben vergrößern zu müssen. Diese beiden Möglichkeiten bieten vor allem die Typen PCF 200 und PFL 200.

Bevor auf die Bestückung von Fernsehempfängern mit den neuen Röhren eingegangen wird, sollen diese beschrieben werden.

## PCF 200

Die PCF 200 ermöglicht eine Reihe von Kombinationsschaltungen im ZF-Teil. Gelegentlich wurden derartige Anordnungen bisher zwar schon mit vorhandenen Typen – etwa der PCF 80 – aufgebaut, die PCF 200 bietet hierbei aber besondere Vorteile.

## Pentodenteil

Der zehnte Sockelstift der PCF 200 trennt das Bremsgitter von der Pentodenkatode. Auf diese Weise werden Rückwirkungseffekte von der Anode auf das Steuergitter infolge der Kapazitäten  $C_{gk}$  und  $C_{gk}$  sowie der Katodenzuleitungsinduktivität vermieden, wie sie zum Beispiel bei der Röhre PCF 80 auftreten, deren Bremsgitter mit der Katode verbunden ist. Im übrigen entspricht der Pentodenteil etwa der Röhre EF 184. Die Steilheit ist mit  $14 \text{ mA/V}$  gegenüber  $15,6 \text{ mA/V}$  zwar etwas geringer,

wegen der kleineren Eingangskapazität ( $6,2$  gegenüber  $10 \text{ pF}$ ) lassen sich aber die gleichen Verstärkungsfaktoren im ZF-Verstärker erreichen. Den Einfluß der größeren Eingangsdämpfung des Pentodenteils der PCF 200 bei  $40 \text{ MHz}$  ( $150 \mu\text{S}$ ) kann man mit einem Katodenkondensator kleiner Kapazität oder mit einer kleinen Induktivität in der Schirmgitterzuleitung verringern.

Da der Pentodenteil für die verhältnismäßig niedrige Schirmgitterspannung von  $135 \text{ V}$  entwickelt wurde ( $170 \text{ V}$  bei der EF 184), muß man die Röhre mit einem entsprechend größeren Schirmgitter-Vorwiderstand betreiben. Auf diese Weise werden die für die Röhren EF 80 und EF 184 erforderlichen Maßnahmen zum Schutz gegen Überlastung während der Anheizzeit (wenn die Zeilen-Endstufe noch nicht arbeitet und deshalb noch keine Regelspannung für die Vorrohren vorhanden ist) unnötig.

## Triodenteil

Der Triodenteil der PCF 200 hat ein Steuergitter in üblicher Ausführung. Der Leerlauf-Verstärkungsfaktor  $\mu = 55$  und die Steilheit  $S = 5 \text{ mA/V}$  sind für verschiedene Anwendungen günstig. Die hauptsächlichsten Anwendungen sind:

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Pentodenteil                | Triodenteil      |
| a) ZF-Verstärker            | Stördetektor     |
| b) ZF-Verstärker            | AVR-Taströhre    |
| c) ZF-Verstärker            | Impulsverstärker |
| d) DF-Verstärker            | DF-Begrenzer     |
| (5,5-MHz-Differenzfrequenz) |                  |

Dabei dürfen aber zwischen den beiden Systemen der Röhre keine unerwünschten Kopplungen auftreten, wie es bei einigen anderen Kombinationsröhren der Fall ist. Bei der PCF 200 sind die Röhrensysteme sehr gut gegeneinander abgeschirmt. Das zeigt auch der Vergleich der Kapazitätswerte in Tab. 1. Die Abschirmungen verhindern aber auch elektronische Verkopplungen.

Tab. 1. Innere Koppelkapazitäten einiger Kombinationsröhren

	PCF 80	PCF 80	PCF 200
$C_{a1/a2}$	< 70	< 125	$\leq 15 \text{ pF}$
$C_{g1/a2}$	< 160	< 10	$\leq 1,9 \text{ pF}$
$C_{g1/a1}$	< 15	< 10	$\leq 1,6 \text{ pF}$

lungen zwischen den beiden Systemen. Impulse mit großer Amplitude im Triodenteil (etwa bei der Verwendung als Taströhre) haben daher keine merkliche Änderung der Ströme im Pentodenteil zur Folge.

Trotz der recht unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten der Röhre wurde sie nicht schlechthin als „Vielzweckröhre“ entwickelt. Außer den üblichen Maßnahmen gegen Mikrofonie und Brumm werden keine Anforderungen gestellt, die über die bei der Entwicklung berücksichtigten Anwendungsfälle hinausgehen.

Die PCF 200 läßt sich beispielsweise als DF-Verstärker und DF-Begrenzer ein-

setzen, so daß dann für den üblichen zwei-stufigen Ton-ZF-Verstärker nur noch ein Röhrenkolben erforderlich ist. Im Bild 2 wird die Triode der PCF 200 als Impuls-verstärker eines zwei-stufigen Amplituden-siebes benutzt, dessen erste Stufe mit dem F-Teil der später besprochenen Röhre PFL 200 bestückt ist. Die wichtigsten technischen Daten der PCF 200 sind in Tab. II zusammengestellt; Bild 3 zeigt die Sockel-schaltung.

### PCF 200

Die für Abtrennstufen bestimmte PCH 200 ist der Nachfolgetyp der ECH 84. Sie hat getrennte Katoden, deren Herausführung der Zehnstiftsockel ermöglicht (Bild 4). Um die Trennung der Katoden zu erreichen, mußten die beiden Systeme nebeneinander angeordnet werden. Der Heptodenteil entspricht weitgehend dem der ECH 84. Die Triode wurde mit Rücksicht auf die erhöhten Anforderungen ausgelegt, die sich aus der Phasen-Frequenzvergleichsschaltung und ihren Varianten ergeben. In Tab. III sind zum Vergleich die Meßwerte des Triodenteils der ECH 84 in Klammern angegeben.

Tab. II. Vorläufige Daten der PCF 200

<b>Heizung</b>			
$I_f$	300 mA		
$U_f$	8 V		
<b>Kenndaten</b>			
Triodenteil			
$U_a$	170 V	$S$	6 mA/V
$U_g$	-1 V	$\mu$	60
$I_a$	8,5 mA		
Pentodenteil			
$U_n$	160 V	$I_a$	13 mA
$U_{g3}$	0 V	$I_{a3}$	5 mA
$U_{g2}$	135 V	$S$	14 mA/V
$U_{g1}$	-1,7 V	$\mu_{g3g1}$	50

Tab. III. Vorläufige Daten der PCH 200

<b>Heizung</b>			
$I_f$	300 mA		
$U_f$	9,2 V		
<b>Kenndaten</b>			
Triodenteil <sup>1)</sup>			
$U_a$	100 V	$\mu$	60 (42)
$U_g$	-1 V	$U_g$	-7 ( $\leq -11$ ) V
$I_a$	9 (3) mA	(für $U_a = 200$ V, $I_a = 0,1$ mA)	
$S$	8,8 (2,9) mA/V		
Heptodenteil			
$U_a$	14 V	$I_a$	1,5 mA
$U_{g3+4}$	14 V	$I_{g3+4}$	1,3 mA
$U_{g1}$	0 V	$U_{g1}$	-1,8 V
$U_{g2}$	0 V	(für $U_{g3} = 0$ V, $I_a = 20 \mu$ A)	
<b>Grenzdaten</b>			
Triodenteil <sup>1)</sup>			
$P_a$ max.	1,5 (1,3) W	$U_{fk}$ max.	100 (100) V
$I_k$ max.	20 (10) mA	$R_{fk}$ max.	20 (20) kOhm
Heptodenteil			
$U_a$ max.	100 V	$P_{g3+4}$ max.	0,5 W
$P_a$ max.	0,5 W	$I_k$ max.	8 mA
$U_{g2+4}$ max.	60 V	$U_{fk}$ max.	100 V
$U_{g3+4}$ min.	0 V		

<sup>1)</sup> Die Meßwerte der ECH 84 sind zum Vergleich in Klammern angegeben.

Die neue Röhre läßt sich in jedem Fall ohne Änderung der Grundschaltung an Stelle der ECH 84 benutzen. Neu sind jedoch Anwendungen, bei denen man von der Trennung der beiden Katoden Gebrauch macht. Eine derartige Schaltung ist

L-Teil der PFL 200 die erste Spanngitter-Leistungsröhre unter den Rundfunk- und Fernsehempfängerröhren. Die Länge der Katode und damit die des Spanngitters ist größer als bei den bisherigen Empfängerröhren mit Spanngitter. Um die mechani-

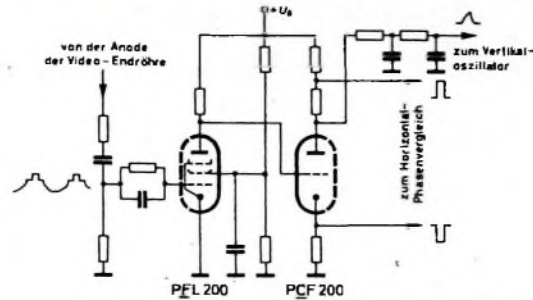


Bild 2. Zweistufiges Amplitudensieb mit PFL 200 und PCF 200

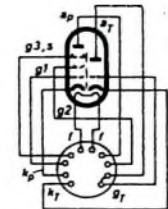


Bild 3. Sockelschaltung der PCF 200

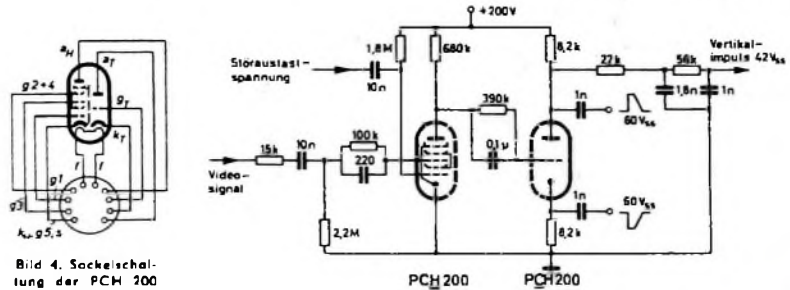


Bild 4. Sockelschaltung der PCH 200

Im Bild 5 dargestellt. Der Heptodenteil trennt mit dem Gitter  $g_3$  die Synchronimpulse vom Videosignal ab, macht mit der dem Gitter  $g_1$  zugeführten Störaustastspannung die anodenseitigen Synchronimpulse frei von Störungen und führt das Signal über ein Parallel-RC-Glied dem Steuergitter der Triode zu. Der Arbeitswiderstand der Triode ist auf Anoden- und Katodenkreis aufgeteilt. Auf diese Weise wird nicht nur die Triodenkatode hochgelegt und dadurch der richtige Arbeitspunkt für dieses System eingestellt, sondern man kann gleichzeitig symmetrische Klemmpulse zur Horizontalsynchronisation abnehmen, ohne einen Impulstransformator verwenden zu müssen. Die zur Vertikalsynchronisation erforderlichen Impulse werden über eine an den Anodenkreis geschaltete Integrationskette gewonnen.

Bild 5. Abtrennschaltung mit der PCH 200



Bild 6. Die Armatur der neuen Röhre PFL 200

Die PCH 200 wurde so aufgebaut, daß alle Anforderungen, die sich aus der vorgesehenen Anwendung als Impulsabtrenn- und Impulsverstärkerröhre ergeben, erfüllt werden. Auf andere Schaltungen hat man keine Rücksicht genommen, um verteilte Maßnahmen zu vermeiden. Diese Verteuerung würde sich nämlich nur in von der Norm abweichenden Schaltungen vorteilhaft auswirken.

### PFL 200

Von den drei neuen Dekal-Röhren ist die PFL 200 in verschiedener Hinsicht die interessanteste. Bei ihrer Entwicklung mußten Probleme der räumlichen Anordnung zweier hochwertiger Pentodensysteme gelöst werden (Bild 6), von denen das eine (für den Videoteil) ein als Spanngitter ausgeführtes Steuergitter erhielt, um die geforderte hohe Steilheit von 21 mA/V zu erreichen. Damit ist der

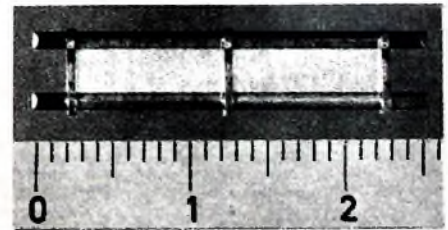


Bild 7. Das Spanngitter des F-Teils der PFL 200 hat wegen seiner Länge in der Mitte Querstreben

sehe Spannung des Gitterdrahtes möglichst gleichmäßig zu halten, sind die Gitterholme in der Mitte durch Querstrebe zusätzlich gegeneinander abgestützt (Bild 7). Die beiden Pentodenteile unterscheiden sich entsprechend ihren verschiedenen

Anwendungszwecken erheblich (Tab IV). Sie sind sorgfältig gegeneinander abgeschirmt. Wegen des Dekalsockels brauchen keine Elektroden der beiden Systeme - auch nicht die Katoden - an einen gemeinsamen Sockelstift geführt zu werden (Bild 8).

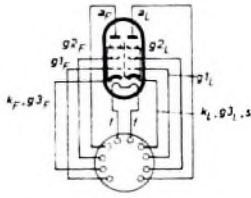


Bild 8. Sockelschaltung der PFL 200

Das Videosystem (L-Teil) wurde so angelegt, daß zur Aussteuerung Spannungen genügen, wie sie der einem Transistor-ZF-Verstärker folgende Demodulator liefert. Die Ausgangsspannung ist nominal 100 V<sub>ss</sub>. Damit ergibt sich eine ausreichende Reserve mit Rücksicht auf Streuungen der

Tab. IV. Vorläufige Daten der PFL 200

<b>Heizung</b>			
$I_f$	300 mA		
$U_f$	16 V		
<b>Kapazitäten</b>			
$C_{LP}$	10 pF	$C_{dL}$	12 pF
$C_{oF}$	11 pF	$C_{oL}$	7 pF
$C_{a(F)F}$	140 mpF	$C_{a(F)L}$	100 mpF
$C_{oF/aL}$	< 150 mpF	$C_{oF/aL}$	< 6 mpF
$C_{o(F)F/aL}$	< 10 mpF	$C_{aL/a(F)F}$	< 100 mpF
<b>Kenndaten</b>			
Videopentode (L-Teil)			
$U_a$	170 V	$I_{o2}$	6,5 mA
$U_{g2}$	170 V	$S$	21 mA/V
$U_{g1}$	-2,6 V	$\mu_{g2g1}$	40
$I_a$	30 mA		
Pentode (F-Teil)			
$U_a$	150 V	$I_{o2}$	3 mA
$U_{g2}$	150 V	$S$	8,5 mA/V
$U_{g1}$	-2,3 V	$r_a$	160 kOhm
$I_a$	10 mA	$\mu_{g2g1}$	36
<b>Grenzdaten</b>			
Videopentode (L-Teil)			
$P_a$	max. 5 W	$I_k$	max. 60 mA <sup>1)</sup>
$P_{o2}$	max. 2,5 W <sup>1)</sup>	$R_{g1}$	max. 0,5 MOhm
Pentode (F-Teil)			
$P_o$	max. 1,5 W	$I_k$	max. 15 mA
$P_{o2}$	max. 0,5 W		

<sup>1)</sup> Bei fehlendem Eingangssignal dürfen während max. 1 Stunde  $P_{o2}$  auf 3,2 W und  $I_k$  auf 85 mA ansteigen.

Bildröhrendaten und die Alterung der Video-Endröhre selbst. Außerdem wurde der Anodenstromhub so groß gewählt, daß man mit einem Außenwiderstand von nur 2 kOhm arbeiten kann. Die kapazitive Last darf dann etwa 30 pF sein, ohne daß bereits eine anodenseitige Kompensation des Amplitudenganges nötig wäre. Unter diesen Umständen kann die Kontrastregelung im Anodenkreis erfolgen. Solche Schaltungen liefern ein konstantes Signal an den Eingang der Impulsabtrennstufe und bei Mitverwendung der Video-Endröhre zur Inter-carrierfrequenzverstärkung auch an den Eingang der DF-Röhre.

Die genannte Ausgangsspannung von 100 V<sub>ss</sub> gilt für das BAS-Signal, also für die Summe von Bildinhalt und Synchronimpulsen. Der für den Bildinhalt in Anspruch genommene Kennlinienteil B (Bild 9) muß mit Rücksicht auf Gradationsverzerrungen des Fernsehbildes höheren Anforderungen genügen als der vom Synchronimpuls durchgesteuerte Teil S, dessen zulässige Stauchung nur hinsichtlich der automatischen Verstärkungsregelung (AVR) des Gerätes begrenzt ist.

Ein zugrunde gelegtes Eingangssignal von 3,6 V BAS, das eine Ausgangsspannung von 100 V an 2 kOhm ergibt, teilt sich ungefähr in 2,6 V für den Bildinhalt und 1 V für den Synchronimpuls auf. Mit Rücksicht auf die dem BAS-Signal überlagerte Inter-carrierfrequenz, deren Spannungsspitzen zur Vermeidung von Brummstörungen nicht in den Gitterstrombereich ragen dürfen, soll der höchste Momentanwert der Gitterspannung nicht positiver als -0,4 V sein. Daraus ergeben sich charakteristische Punkte für die Aussteuerung des Gitters bei -0,4, -3 und -4 V. Durch diese sind Meßpunkte für die Ermittlung der dynamischen Steilheit  $S'$  bestimmt, deren Verhältnisse ein Maß für die Krümmung der Kennlinie darstellen. Der Quotient  $S_{-3}/S_{-0,4}$  drückt die Verzerrung für den Bildinhalt aus. Er ist bei der PFL 200 im ungünstigsten Fall 0,7 (ideal wäre 1) und liegt in ausreichendem Abstand von der Wahrnehmbarkeitsgrenze. Der Quo-

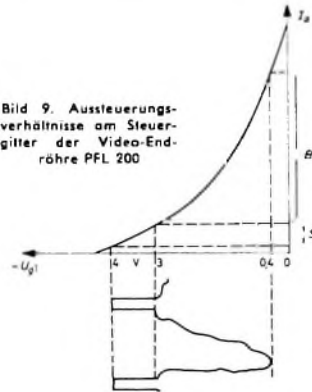


Bild 9. Aussteuerungsverhältnisse am Steuergitter der Video-Endröhre PFL 200

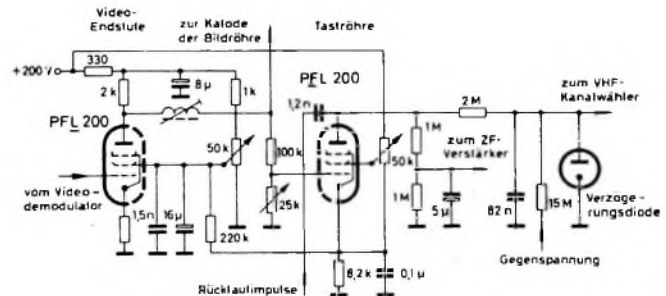


Bild 10. Die PFL 200 als Video-Endröhre und in der Taststufe für die automatische Verstärkungsregelung

tient  $S_{-3}/S_{-0,4}$ , der für die Verzerrung des Gesamtsignals gilt, darf mit Rücksicht auf den Anteil des weniger kritischen Synchronimpulses mit  $\geq 0,5$  ungünstiger sein.

Bild 10 zeigt die Röhre PFL 200 als Video-Endröhre mit Kontrastregelung am Schirmgitter. Der F-Teil ist hier in der Taststufe

für die automatische Verstärkungsregelung eingesetzt.

Wählt man einen größeren Außenwiderstand als 2 kOhm (Bandbreiteverluste könnten dann mit einer Kompensationsdrossel vermieden werden), so ergibt sich natürlich ein geringerer Eingangsspannungsbedarf. Er ermäßigt sich zum Beispiel für  $R_a = 3,3$  kOhm auf 2,5 V.

Bei fehlendem Signal am Steuergitter der Video-Endröhre kann (je nach der Schaltung) in Geräten für Negativmodulation das Schirmgitter überlastet werden, besonders dann, wenn kein starkes Rauschen auftritt. Um dieses, allerdings ungewöhnlichen Betriebsfall zu berücksichtigen, ist das Schirmgitter für eine zeitlich begrenzte Überlastung bis 3,2 W ausgelegt. Dabei darf dann der Katodenstrom auf 85 mA ansteigen. Die Spannungsverstärker-Pentode (F-Teil) hat mit 8,5 mA/V eine mittlere Steilheit, die noch mit einem in üblicher Weise ausgeführten Steuergitter zu erreichen ist. Sie läßt sich ebenso wie der Triodenteil der PCL 84 als getastete AVR-Röhre, zur Impulsabtrennung oder - über die Anwendungsmöglichkeit der PCL 84 hinaus - als DF-Verstärker verwenden.

Der Anode einer in der Taststufe verwendeten Röhre werden positiv gerichtete Impulse, zum Beispiel Rücklaufimpulse vom Zeilentransformator, zugeführt, die bei leitender Röhre eine negativ gerichtete Gleichspannung an ihrer Anode aufbauen. Dazu wird dem Röhreneingang (entweder in Gitter- oder in Katodenbasisschaltung) das Videosignal mit solcher Polarität zugeführt, daß die Röhre während des Synchronimpulses leitet. In Katodenbasisschaltung ist die wesentlich kleinere Gitter-Anoden-Kapazität einer Pentode vorteilhaft, weil dann keine störende Rückwirkung der Anodenspitzenspannung von beispielsweise 500 V auf das Gitter und damit auf die Form des am Gitter liegenden Videosignals auftritt. Vor allem aber, und das gilt für sämtliche Anordnungen, liefert eine Pentode eine größere Richtspannungsänderung bei Änderung der Gitterspannung. Dadurch wird der Regelfehler verringert, und für verschiedene Antennenspannungen ergeben sich kleinere Pegelschwankungen an der Videodiode. Das Regelverhalten des Empfängers verbessert sich also. Die Richtverstärkung des

F-Teiles der PFL 200 ist bei einem Lastwiderstand von 1 MOhm etwa 1,5mal größer als die des Triodenteiles der PCL 84. Als dritter Vorteil der Pentode in einer AVR-Schaltung wäre die geringere Abhängigkeit der gewonnenen Regelspannung von der Höhe der der Anode zugeführten Impulsspannung zu nennen.



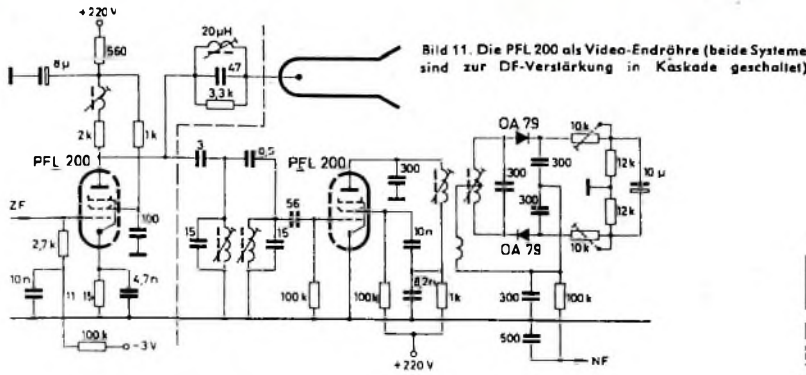


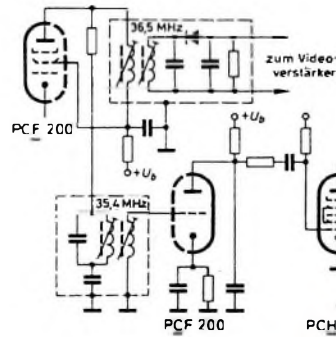
Bild 11. Die PFL 200 als Video-Endröhre (beide Systeme sind zur DF-Verstärkung in Kaskade geschaltet)

Die Verwendung des F-Teils als DF-Verstärker ist deshalb interessant, weil man dann auf eine besondere DF-Röhre oder einen DF-Transistor verzichten kann. Dabei nimmt man das Inter-carrier-Signal wie bisher an der Anode der Video-Endröhre ab und führt es über ein Bandfilter dem Steuergitter des F-Teils zu, dessen Gitter-Anoden-Kapazität über das Schirmgitter fest neutralisiert ist. Da hierbei die beiden Pentodenteile für die Inter-carrier-Frequenz in Kaskade geschaltet sind, ist die Gesamtverstärkung so hoch, daß die Gefahr einer Selbsterregung besonders beachtet werden muß. Die in dieser Hinsicht kritische Kapazität  $C_{nF_{full}}$  ist mit  $< 5 \text{ mpF}$  aber so klein, daß die Anordnung mit Sicherheit stabil bleibt, wenn die Gesamtverstärkung keine größeren Werte als  $v \approx 800$  erreicht. Bild 11 zeigt ein Schaltbeispiel, bei dem der F-Teil so eingestellt ist, daß ab 100 mV DF-Spannung am Steuergitter der Video-Endröhre die volle AM-Begrenzung von etwa 50 dB erreicht wird.

**Bestückungsbeispiele für die neuen Röhren**  
Im folgenden werden einige Bestückungsbeispiele für die neuen Röhren angegeben. Um die Übersichtlichkeit nicht zu stören, sind dabei ausschließlich mit Röhren bestückte Geräte angenommen. Sinngemäße Abwandlungen der Beispiele auch unter Verwendung von Transistoren kann man sich leicht vorstellen. Die Bildröhre und der Hochspannungsgleichrichter sind nicht mitgezählt, und für beide Kanalwähler wurden jeweils zwei Röhren angenommen. Damit ergeben sich zwei Beispiele für 13-Röhren-Empfänger und eines für einen 14-Röhren-Empfänger.

Im Bild 12 wird von der bisher allgemein üblichen Anordnung der Video-Endröhre ausgegangen. Der F-Teil der PFL 200 dient als Taströhre und - gegenüber der Schaltung mit der PCL 84 - zur Verbesserung der Regeleigenschaften. Die letzte ZF-Stufe ist mit dem Pentodenteil der PCF 200 bestückt. Ihr Triodensystem wird zur Gewinnung der besonders wirksamen selektiven Störaustastspannung für die Synchronabtrennstufe herangezogen (Bild 13). Die Taustspannung gelangt über das schmalbandige, auf 35,4 MHz abgestimmte Bandfilter zur Triode, die als Anodengleichrichter arbeitet. Das so gewonnene Signal steuert das Gitter  $g_1$  des Heptodenteils der PCH 200.

Bild 14 zeigt, daß man in der Gesamtbestückung einen Röhrenkolben einsparen kann, ohne dadurch die Geräteeigenschaften zu beeinträchtigen. Hier wird auf eine getrennte DF-Röhre verzichtet und die im Bild 11 dargestellte Schaltung benutzt. Um die getastete Regelung beizubehalten,



Begrenzer. Bild 15 ist gleichzeitig ein Beispiel für die Bestückung eines Empfängers, bei dem auf die Störaustastung verzichtet werden soll. In der Abtrennstufe wird der F-Teil der PFL 200 benutzt. Erfolgt die Kontrastregelung im Anodenkreis der Video-Endröhre, so ist bei etwas reduzierten Ansprüchen eine derartige einstufige

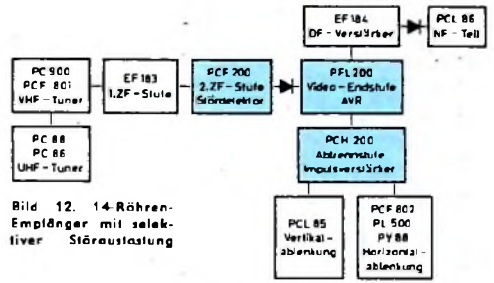


Bild 12. 14-Röhren-Empfänger mit selektiver Störaustastung

Bild 13. Die PCF 200 als ZF-Verstärker und zur Gewinnung des Störaustastsignals

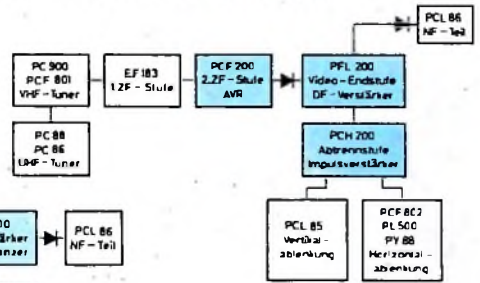


Bild 14. 13-Röhren-Empfänger mit getasteter Regelung und DF-Verstärkung nur in der PFL 200

Bild 15. 13-Röhren-Empfänger mit zweistufiger DF-Verstärkung und Begrenzung mit der PCF 200 (die Abtrennstufe ist mit der PFL 200 bestückt)

kombiniert man das dazu benötigte Röhrensystem mit der letzten ZF-Stufe, die deshalb mit der PCF 200 bestückt ist.

In der Anordnung nach Bild 15 arbeitet eine PCF 200 als DF-Verstärker und DF-

Impulsabtrennung möglich, und der C-Teil der ZF-Röhre PCF 200 steht dann als AVR-Taströhre zur Verfügung. Anderenfalls müßte man dieses Triodensystem zur Impuls-Nachverstärkung verwenden.

## INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Dezemberheft unter anderem folgende Beiträge:

Eine einfache Methode zur Berechnung der Verzögerungs- und der Anstiegszeit von Verstärkern

Die Verwendung eines Frequenzmessers mit einem monostabilen Sperrschwinger in Kraftfahrzeugen als Drehzahlmesser und als Tachometer

Automatisierte Maschinenübersetzung von Chinesischen ins Englische

Datenverarbeitung in der elektronischen Steuerung von Fernsprechvermittlungen

Ein breitbandiger Multiplikator für Anwendungen in der Korrelations-elektronik

Die Messung von Hochfrequenzleistungen in koaxialen Systemen

Industrielle Forschung bei Philips

Bundapost nahm in Rastatt mobile Satelliten-Bodenstation in Betrieb

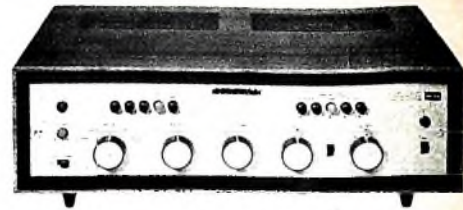
Elektronik in aller Welt - Angewandte Elektronik - Persönliches - Neue Erzeugnisse - Industrienachrichten - Kurznachrichten

Format DIN A 4 - monatlich ein Heft - Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

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

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

Postanschrift: 1 BERLIN 52



# Hi-Fi-Stereo-Verstärker »VS 71«

Der Stereo-Verstärker „VS-71“ von Klein + Hummel gehört zu den Spitzenzeugnissen des deutschen Hi-Fi-Marktes. Die hohe, mit extrem geringen Verzerrungen abgegebene Ausgangsleistung kommt der zunehmenden Verwendung von verhältnismäßig kleinen geschlossenen Lautsprechergehäusen mit geringerem Wirkungsgrad zugute. Der Verstärker läßt sich wegen seines hohen Bedienungskomforts und der verschiedenen Ein- und Ausgänge universell einsetzen.

S 1A, S 1B<sup>1</sup>) lassen sich die sechs an Normbuchsen liegenden Eingänge des Verstärkers an die Vorverstärker-Einheiten (Rö 1, Rö 2) schalten. Für die Eingänge „Band“ und „Radio 2“ sind besondere Pegelregler P 2A, P 2B und P 11A, P 11B vorhanden, wodurch eine Übersteuerung der Vorverstärker selbst bei sehr hohen Signalamplituden vermieden werden kann.

Der Eingang für Kristall-Tonabnehmer („Phono 1“) ist verhältnismäßig nieder-

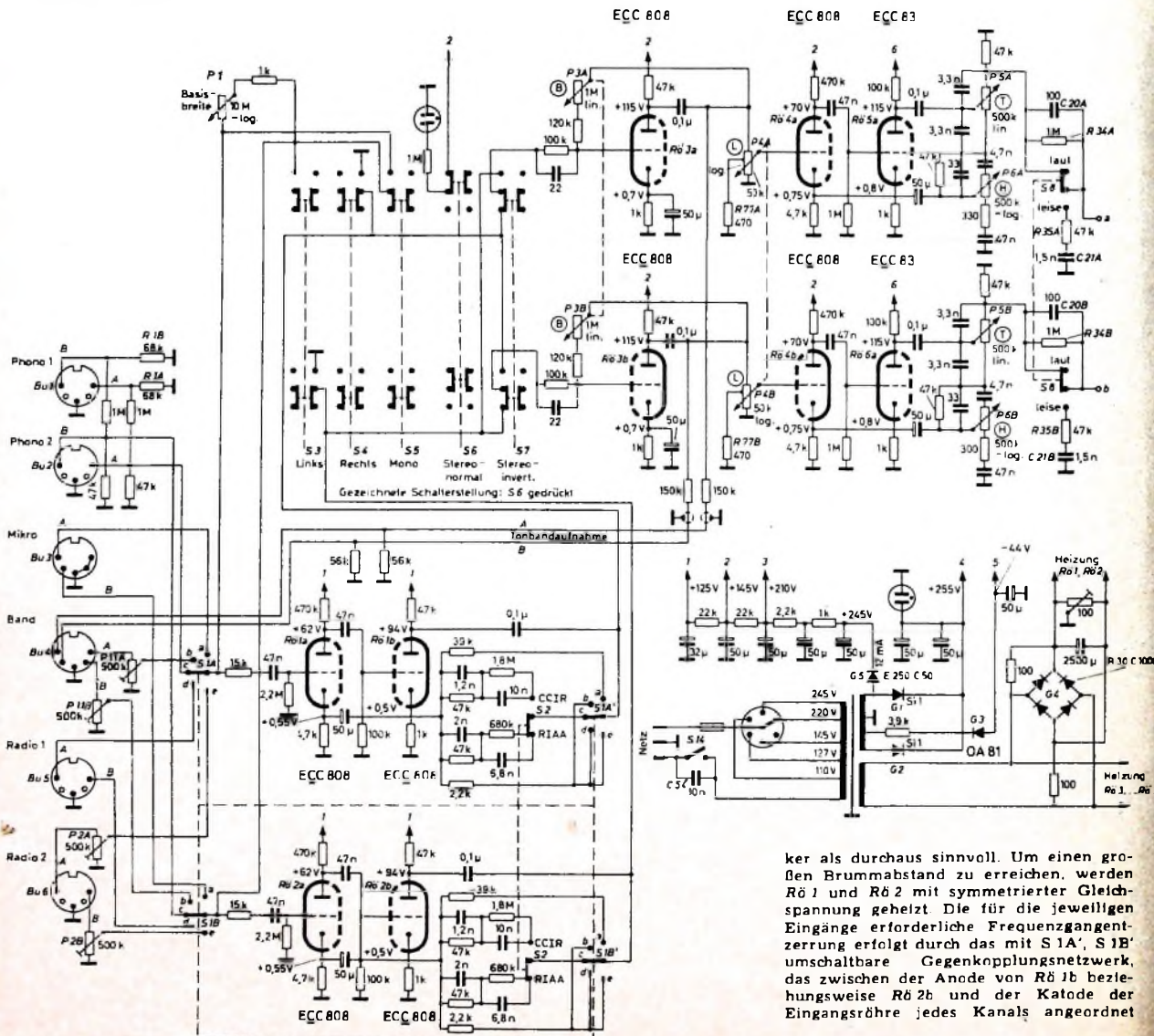
ohmig ausgeführt (R 1A, R 1B). Die sich dadurch ergebende Bedämpfung des Abtasters bewirkt eine Herabsetzung von Intermodulationsverzerrungen. Die bei dieser Schaltung notwendige Schneidkennlinienentzerrung entspricht derjenigen von magnetischen Abtastern.

Die Vorverstärker zeichnen sich durch große Übersteuerungsfestigkeit sowie hohen Brumm- und Rauschspannungsabstand aus. Da die Vorstufe vielfach hohe Signalspitzen verarbeiten muß, die weit über dem Mittelwert des Eingangseignals liegen, erweist sich die in den technischen Daten genannte ungewöhnlich große Übersteuerungsfestigkeit der Vorverstär-

## 1. Eingänge und Vorverstärker

Bild 1 zeigt die Gesamtschaltung des „VS-71“. Über den Eingangswahlschalter

1) Die Positionsbezeichnungen entsprechender Bauelemente der beiden Kanäle unterscheiden sich nur durch die Zusätze A für den linken und B für den rechten Kanal.



ker als durchaus sinnvoll. Um einen großen Brummabstand zu erreichen, werden Rö 1 und Rö 2 mit symmetrierter Gleichspannung geheizt. Die für die jeweiligen Eingänge erforderliche Frequenzgangentzerrung erfolgt durch das mit S 1A<sup>1</sup>, S 1B<sup>1</sup> umschaltbare Gegenkopplungsnetzwerk, das zwischen der Anode von Rö 1b beziehungsweise Rö 2b und der Katode der Eingangsröhre jedes Kanals angeordnet

ist in der Stellung „Phono“ des Eingangswahlschalters kann außerdem mit dem Schiebeshalter S2 eine Schneidkennlinienverzerrung nach der RIAA- oder CCIR-Norm mit einer maximalen Abweichung von  $\pm 0,5$  dB eingestellt werden (Bild 2).

## 2. Lautstärke-, Balance- und Basistreiberegelung

Mit dem Basistreiberegler P1 läßt sich die Übersprechdämpfung zwischen den beiden Stereo-Kanälen verringern, so daß eine Anpassung an das jeweilige Programmmaterial (beispielsweise Klavieraufnahmen) ermöglicht wird. Über die als Drucktasten ausgebildeten Betriebsartenschalter S3 bis S7, deren Funktion aus den Bezeichnungen im Bild 1 hervorgeht, gelangt das Signal an die Gitter von R63a und R63b. In dieser Verstärkerstufe ist der Balanceregler P3A, P3B angeordnet, mit dem der Gegenkopplungsgrad einer frequenzunabhängigen Gegenkopplung verändert werden kann. Die Verstärkungsdifferenz zwischen den beiden Kanälen läßt sich damit um maximal  $\pm 15$  dB variieren.

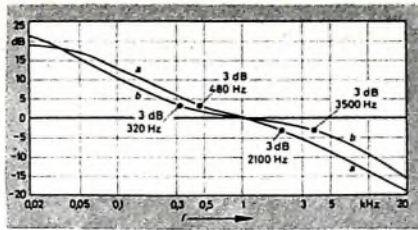


Bild 2. Frequenzgänge der Schneidkennlinienverzerrung (a RIAA, b CCIR)

Höhen- (P6A, P6B) und Tiefenregler (P5A, P5B) ermöglichen eine genügend große Anhebung und Absenkung, um Mängel an Programmquellen, Lautsprechern und der Raumakustik ausgleichen zu können (Bild 3). Die Klangreglerstufen (R64a, R65a; R64b, R66a) arbeiten infolge der Stromgegenkopplung durch die nichtüberbrückten Katodenwiderstände sehr verzerrungsarm. Auch die Klangregler selbst sind Teil eines Gegenkopplungsnetzwerkes. Auf diese Weise konnte erreicht werden, daß die Verzerrungen auch bei voller Anhebung nicht zunehmen.

Bild 3. Einstellbereich der Klangregelung (a maximale Tiefenanhebung, b maximale Tiefenabsenkung, c maximale Höhenanhebung, d maximale Höhenabsenkung, e lineare Einstellung des Höhen- und Tiefenreglers)

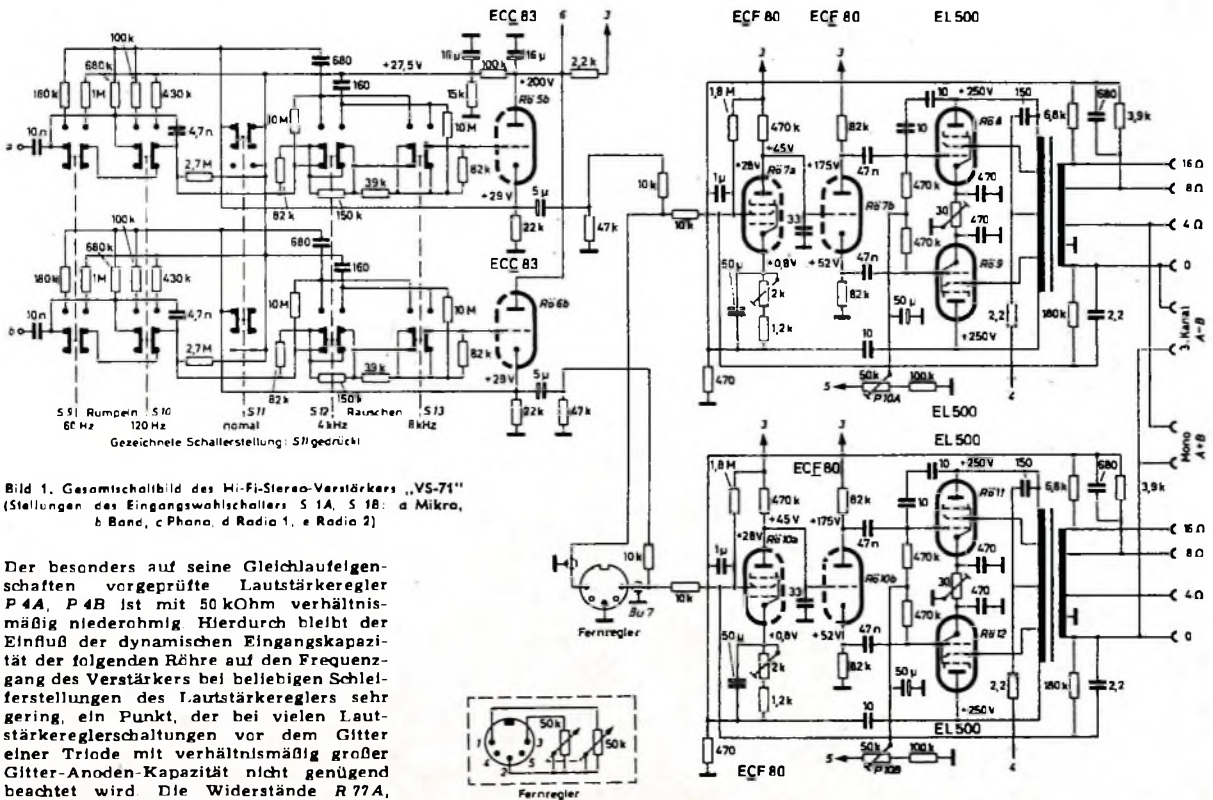
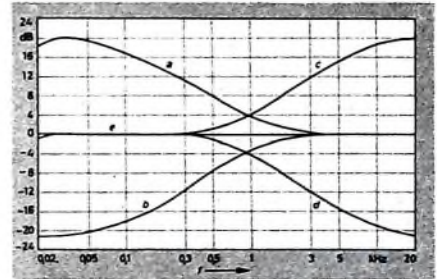


Bild 1. Gesamtschaltbild des Hi-Fi-Stereo-Verstärkers „VS-71“ (Stellungen des Eingangswahlschalters S1A, S1B: a Mikro, b Band, c Phono, d Radio 1, e Radio 2)

Der besonders auf seine Gleichlaufereigenschaften vorgeprüfte Lautstärkeregler P4A, P4B ist mit 50 kOhm verhältnismäßig niederohmig. Hierdurch bleibt der Einfluß der dynamischen Eingangskapazität der folgenden Röhre auf den Frequenzgang des Verstärkers bei beliebigen Schleiferstellungen des Lautstärkereglers sehr gering, ein Punkt, der bei vielen Lautstärkereglerschaltungen vor dem Gitter einer Triode mit verhältnismäßig großer Gitter-Anoden-Kapazität nicht genügend beachtet wird. Die Widerstände R77A, R77B bewirken eine bessere Angleichung der Regelkurve an die Lautstärkeempfindung des Ohres. Die gehörriichtige Frequenzgangentzerrung der Lautstärke-regelung erfolgt in Verbindung mit dem im nächsten Abschnitt beschriebenen Klangreglerstufen.

## 3. Klangregler, Multifilter

Die Klangreglerstufen und das Multifilter sind in einem Baustein zusammengefaßt. Die für jeden Kanal getrennt einstellbaren

Wie Bild 3 zeigt, steigen Anhebungen und Absenkungen nicht gleichmäßig steil an, sondern sie sind an den Enden des Hörbereichs abgeflacht. Ein solcher Verlauf entspricht den akustischen Verhältnissen in normalen Wohnräumen besser als eine mit stetiger Steilheit ansteigende oder abfallende Regelkurve. Hervorzuheben ist, daß der Frequenzgang des Verstärkers in der Stellung „Linear“ der Klangregler auch tatsächlich geradlinig ist. Um bei leiser

Wiedergabe einen den Fletcher-Munson-Kurven entsprechenden Frequenzgang zu erreichen, lassen sich mit S8 Korrekturnetzwerke (C20A, C21A, R34A, R35A; C20B, C21B, R34B, R35B) einschalten, deren Frequenzverlauf im Bild 4 dargestellt ist.

Für die Entwicklung des Multifilters (Drucktasten S9...S13) konnten die beim Studio-Aufnahmegerät „UE 100“ gewonnenen Erfahrungen verwendet werden.

## Technische Daten

### Eingänge

Radio 1:	40 mV (max. 1,8 V) an 0,5 MOhm
Radio 2:	40 mV an 0,5 MOhm, über Pegelregler
Band:	40 mV an 0,5 MOhm, über Pegelregler
Mikrofon:	5 mV (max. 250 mV) an 1 MOhm
Phono 1 (piezo- elektrisch):	310 mV (max. 5,5 V) an 68 kOhm
Phono 2 (magnetisch):	4,5 mV (max. 210 mV) an 47 kOhm

### Brumm- und Rauschabstand

Phono-Eingang:	65 dB
Vorverstärker:	70 dB
Endverstärker:	88 dB

### Übersprechdämpfung:

45 dB bei 1 kHz

### Schneidkennlinienentzerrung:

RIAA- und CCIR-Norm  
( $\pm 0,5$  dB), umschaltbar

### Klangregelung (jeder Kanal getrennt regelbar)

Tielen:	+ 20 dB ... - 22 dB bei 20 Hz
Höhen:	+ 20 dB ... - 24 dB bei 20 kHz

### Balanceregulierung:

$\pm 15$  dB

### Multifilter

2 Rumpelfilter:	60 Hz, 120 Hz
2 Höhenfilter:	4 kHz, 8 kHz
Dämpfungssteilheit:	12 dB/Oktave

### Frequenzgang

Endstufe:	20 Hz...100 kHz $\pm 1$ dB
über alles:	20 Hz... 20 kHz $\pm 0,5$ dB

### Leistungsbandbreite:

20 Hz...90 kHz bei 40 W  
je Kanal ( $k = 0,5\%$ )

### Dauerleistung:

35 W je Kanal

### Musikleistung:

45 W je Kanal

### Gesamtklirrfaktor:

0,12% bei 1 kHz und  
35 W je Kanal

### Intermodulation (50 Hz/3 kHz, 4:1):

0,6% bei 35 W je Kanal

### Ausgänge

Linker Kanal:	4, 8, 16 Ohm
Rechter Kanal:	4, 8, 16 Ohm
Phantom-Kanal (3 Kanal):	4 Ohm
Mono-Kanal:	4 Ohm

### Ausgangs-Dämpfungsfaktor:

24

### Tonband-Ausgang (frequenzlinear, von Reglerstellungen unabhängig):

etwa 100 mV  
an  $\geq 50$  kOhm

### Niederohmiger Anschluß für Lautstärke-Fernregler

### Stromversorgung:

110, 127, 145, 220, 245 V,  
50, 60 Hz

### Leistungsaufnahme:

90 W (ohne Signal),  
176 W (bei Vollaussteuerung)

### Abmessungen und Gewicht:

470 mm  $\times$  170 mm  
 $\times$  300 mm, 16 kg

### Bestückung:

4  $\times$  ECC 808, 2  $\times$  ECC 83,  
2  $\times$  ECF 80, 4  $\times$  EL 500,  
B 30 C 1000, E 250 C 50,  
2  $\times$  Si 1, OA 81

Tab. I. Gemessene Klirrfaktorwerte des „VS-71“

f [Hz]	k <sub>2</sub> [%]	k <sub>3</sub> [%]	k <sub>4</sub> [%]	k <sub>5</sub> [%]	k <sub>6</sub> [%]	k <sub>ges</sub> [%]
<b>P = 30 W</b>						
42	0,47	0,74	0,23	0,09	0,03	0,01
60	0,47	0,62	0,24	0,12	0,03	0,02
120	0,43	0,47	0,19	0,08	0,012	0,02
1000	0,035	0,061	0,015	0,015	0,015	0,07
5000	0,135	0,12	0,036			0,18
10000	0,52					0,52
<b>P = 35 W</b>						
42	0,40	0,6	0,3	0,15	0,125	0,81
60	0,44	0,69	0,21	0,05	0,04	0,85
120	0,44	0,52	0,18	0,025	0,07	0,71
1000	0,055	0,09	0,005	0,05	0,025	0,12
5000	0,14	0,12	0,03			0,10
10000	0,57					0,67

Sprungcharakteristik. Die Verformung von Rechteckimpulsen verschiedener Frequenz (Bild 6) zeigt, daß in einem weiten Frequenzbereich weder Einschwingvorgänge noch nennenswerte Phasendrehungen auftreten. Nur so kann das Obertonspektrum von Schallquellen leistungslinier und ohne Laufzeitverzerrungen übertragen werden und das Klangbild der verschiedenen Musikinstrumente erhalten bleiben. Die im Bild 7 dargestellte Leistungsbandbreite läßt erkennen, daß die Ausgangsleistung des „VS-71“ bei 40 kHz nur um 1 dB, bezogen auf 40 W, zurückgeht.

Ein weiteres Merkmal der Endverstärker sind die extrem niedrigen Verzerrungen. Die im oberen Leistungsbereich auftretenden Gesamtklirrfaktoren sind im Bild 8 in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Man sieht, daß der Kurvenverlauf ein sehr flaches Minimum hat, das weitgehend mit dem Bereich großer Ohrempfindlichkeit zusammenfällt. In Tab. I sind die von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt ermittelten Klirrfgrade bei 30 W und 35 W Ausgangsleistung zusammengestellt. Es ist durchaus erwähnenswert,

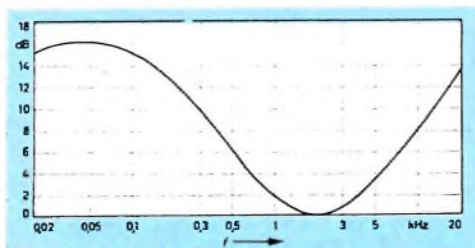
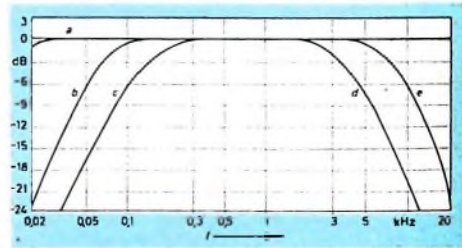


Bild 4. Frequenzverlauf der gehörigen Entzerrung in der Stellung „leise“ von 5 B

Bild 5. Frequenzgänge des Multifilters (a normal, b 60 Hz, c 120 Hz, d 4 kHz, e 8 kHz)



Die Filterschaltung ist ohne Induktivitäten aufgebaut und daher frei von Einschwingvorgängen. Da die Dämpfungssteilheit 12 dB/Oktave beträgt (Bild 5), ermöglicht das Filter eine sehr wirkungsvolle Dämpfung von Rumpeln und Plattenrauschen, ohne daß die Klangfarbe dabei wesentlich verändert wird. Die in den technischen Daten angegebenen Frequenzen beziehen sich auf 6 dB Dämpfung gegenüber linearem Frequenzgang.

#### 4. Endverstärker, Verzerrungen

Die ausgezeichneten Übertragungseigenschaften des „VS-71“ sind in erster Linie das Resultat der Endstufenkonzeption. Es wird eine Ultralinear-AB-Gegentaktschaltung mit zwei Röhren EL 500 je Kanal angewendet, die eine Dauerleistung von

35 W abgeben kann. Der Einsatz dieses Röhrentyps ermöglicht es, Ausgangsübertrager mit recht geringer Impedanz zu verwenden, so daß man mit kleinen Windungszahlen auskommt. Dadurch lassen sich aber die phasendrehenden Streuinduktivitäten und Wicklungskapazitäten klein halten, und das ist die Voraussetzung für große Leistungsbandbreite und verzerrungsmindernde Gegenkopplungen, die in einem weiten Frequenzbereich stabil sind. Die Forderung, daß ein Verstärker keine Verfälschung des zu übertragenden Klangbildes verursachen darf, ist nur erfüllbar, wenn keine Impulsverzerrungen auftreten. Ein sehr gutes Kriterium für das dynamische Verhalten von Verstärkern gegenüber Programmmaterial mit steilen Anstiegen und hohem Oberwellengehalt ist die

daß die angegebenen, auch für Hi-Fi-Verstärker bemerkenswerten Werte bei allen Serengeräten eingehalten werden. Der nach SMPTE mit dem Amplitudenverhältnis 4:1 bei einer Frequenzkombination von 50 Hz und 3000 Hz gemessene Intermodulationsfaktor  $m$  (Bild 9) unterschreitet ebenfalls die bisher bei Hi-Fi-Verstärkern üblichen Werte.

#### 5. Ausgänge

Neben den Ausgängen für die beiden Stereo-Kanäle mit den internationalen üblichen Impedanzen von 4, 8 und 16 Ohm enthält der „VS-71“ zusätzlich je einen Ausgang für einen Phantom- und Summenkanal mit einer Impedanz von je 4 Ohm. Am Phantom-Ausgang (3 Kanal) liegt das Differenzsignal der beiden Stereo-



40 Hz



60 Hz



80 Hz



1 kHz



10 kHz

Bild 6 Verformung eines Rechtecksignals bei verschiedenen Rechteckfrequenzen

Bild 7 Leistungsbandbreite des „VS-71“ für 40 W Ausgangsleistung ( $k = 0.5\%$ )

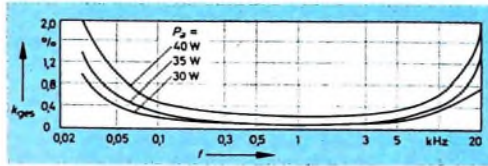
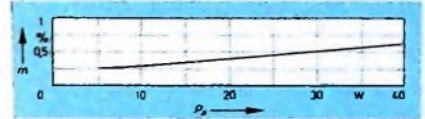


Bild 8 Gesamtklirrfaktor  $k_{ges}$  in Abhängigkeit von der Frequenz für verschiedene Ausgangsleistungen

Bild 9 Abhängigkeit des Intermodulationsfaktors  $m$  von der Ausgangsleistung  $P_o$ , gemessen nach Vorschrift der SMPTE



Gleichstromheizung (über G 4) der Vorverstärker R6 1, R6 2 sorgen für hohen Brummspannungsabstand.

Die höchste im Verstärker auftretende Gleichspannung ist nur 255 V. Zusammen mit den in bezug auf Spannungsfestigkeit überdimensionierten Kondensatoren ergibt sich damit eine hohe Betriebssicher-

heit aller spannungsbelasteten Bauelemente.

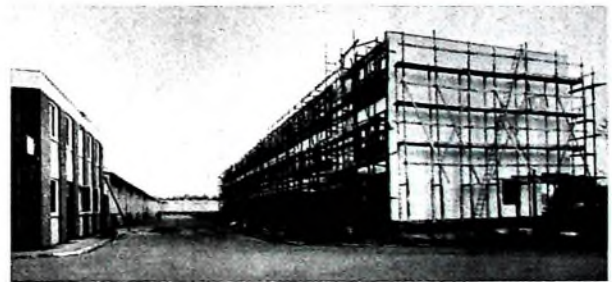
Daß auch scheinbare Nebensächlichkeiten Beachtung fanden, zeigt die kapazitive Überbrückung (C 54) des Netzschalters S 14. Dadurch wird das bei Tonbandaufnahmen oft störende Ein- und Ausschaltknacken sicher vermieden.

## Neues Grundig-Zentrallabor für Magnettontechnik

Am Stadtrand von Nürnberg, nahe der aufstrebenden Trabantenstadt Langwasser, steht das neue Grundig-Werk 11 vor seiner Vollendung. Es umfaßt nicht nur Fertigungsstätten, sondern zugleich wird hier auch das neue Zentrallabor für Magnettontechnik errichtet. Das Bild zeigt (rechts) das dreigeschossige Laborgebäude kurz vor der Fertigstellung Anfang 1964 wird

spezifischer Bauelemente zur Verfügung. Schalltote Räume für elektroakustische Messungen und Prüfungen, Klimakammern für Tropen- und Kältetests, Labors für chemische Untersuchungen, Räume für die Dauer-Erprobung von Geräten und Bauteilen, ein Studio für Hi-Fi und Stereo-Technik sowie eine zentrale Diktatanlage aus eigener Fertigung sind nur

Das dreigeschossige Laborgebäude (rechts) des neuen Grundig-Zentrallabors für Magnettontechnik steht kurz vor der Fertigstellung. Teile des Gebäudes der Betriebsleitung (links) und der Fertigungshallen (im Hintergrund) des neuen Werkes sind bereits bezogen.



in diesem neuen Gebäudekomplex die Grundlagen- und Geräte-Entwicklung für Magnettontechnik einziehen. In dem repräsentativen Bau stehen den Ingenieuren, Konstrukteuren und Technikern alle Einrichtungen und Hilfsmittel zur Untersuchung elektrischer, akustischer und mechanischer Probleme der Magnettontechnik sowie zur technischen Entwicklung von Tonband- und Diktiergeräten und deren

einige Details aus der Innenausstattung dieses interessanten Zweckbaus.

Links im Hintergrund erkennt man Teile des Gebäudes der Betriebsleitung und der Fertigungshallen des neuen Werkes. Hier ist bereits eine Reihe von Abteilungen eingezogen. Die großzügige Anlage ist von Seen, Parks und Erholungsstätten umgeben.

reo-Kanäle. Mit einem hier angeschlossenen Lautsprecher kann das bei zu breiter Stereo-Basis bisweilen auftretende akustische „Loch“ in der Mitte der Basis ausgefüllt werden. Am Mono-Ausgang (Summenkanal) steht die Ausgangsleistung beider Kanäle für den Betrieb des Verstärkers mit einer einzigen Lautsprechergruppe zur Verfügung. Der hohe Ausgangs-Dämpfungsfaktor (24fach) erlaubt auch den Anschluß von elektrostatischen Lautsprechern mit ihrem fast rein kapazitiven Scheinwiderstand, ohne daß die Gefahr von Einschwingvorgängen bei beliebigen Frequenzen besteht.

Der Ausgang für Tonbandaufnahmen (an Bv 4) hat eine Impedanz von 50 kOhm. Das Signal ist hier unabhängig von der Stellung der Lautstärke- und Klangregler. Ein Lautstärke-Fernregler kann wegen des sehr niedrigen Ausgangswiderstandes der Katodenverstärkerstufen (R6 5b, R6 6b) auch über ein längeres Kabel angeschlossen werden.

### 6. Netzteil

Um den Arbeitspunkt der Endstufen auch bei großer Aussteuerung stabil zu halten, muß der Innenwiderstand des Netzteils sehr klein sein. Daher wird die Anodenspannung für die Endverstärker mit einer gesonderten, mit Siliziumgleichrichtern (G 1, G 2) bestückten Gleichrichterschaltung gewonnen. Die Germaniumdiode G 3 liefert die mit den Reglern P 10A und P 10B einstellbare feste Gittervorspannung für die Endröhren. Zur Speisung der Vorstufen dient der Einweggleichrichter G 5. Reichlich bemessene Siebglieder und

# Schallaufnahmen in lärmgefüllter Umgebung

Ein interessantes Mikrofon für Tonjäger und KW-Amateure

Für Schallaufnahmen aller Art stehen heute auch dem Amateur Mikrofone zur Verfügung, die hinsichtlich Übertragungsbereich und Richtcharakteristik hohen Anforderungen genügen. So werden beispielsweise Richtmikrofone mit Achter- oder Nierencharakteristik schon seit langem benutzt, wenn man aus bestimmten Richtungen einfallenden Störschall ausblenden will. Bekannt ist die Verwendung von Mikrofonen mit Nierencharakteristik bei Musikaufnahmen aus Konzertsälen.

Alle diese Mikrofone versagen aber, wenn man Übertragungen aus Räumen mit starkem Lärm durchführen will. Insbesondere der Amateur steht dabei oft vor unlösbaren Aufgaben. Das technische Problem wird bis zu einem gewissen Grade dadurch vereinfacht, daß es bei solchen Aufnahmen nicht notwendig ist, den für Musik erforderlichen Frequenzbereich 40 ... 15 000 Hz zu übertragen. Da es sich meistens um Sprachübertragungen handelt, genügt der Bereich von etwa 200 ... 4000 Hz, denn in diesem Bereich liegen die für die Sprachverständlichkeit wichtigen Formanten.

Ein für Sprachübertragungen unter den genannten Umgebungsbedingungen bestimmtes Mikrofon braucht deshalb nur den kleineren Frequenzbereich zu übertragen. Das hat den Vorteil, daß die außerhalb dieses Bereichs liegenden Störfrequenzen von vornherein von der Übertragung ausgeschaltet oder zumindest stark unterdrückt werden. Das Mikrofon sollte darüber hinaus für Nahbesprechung eingerichtet sein, um dadurch zusätzlich das Verhältnis von Nutz- zu Störschall möglichst groß zu machen. Da bei Nahbesprechung der Abstand zwischen Mund und Mikrofon nur klein ist, machen sich geringe Abstandsänderungen als erhebliche Schwankungen des Ausgangspegels bemerkbar. Wichtig ist deshalb, daß solche Mikrofone zusätzliche Hilfen haben, die es erleichtern, konstanten Sprechabstand einzuhalten.

## Shure-Mikrofone der Serie „488“

Für Sprachübertragungen und -aufnahmen aus lärmgefüllter Umgebung hat Shure vor einiger Zeit eine neue Serie von Mikrofonen herausgebracht, die überaus hohe Anforderungen erfüllen. Die Modelle „488A“ und „488B“ sind als hoch- beziehungsweise niederohmige Systeme zum direkten Anschluß an entsprechende Verstärkereingänge bestimmt. Der Typ „488T“ mit eingebautem Transistorverstärker ist so ausgelegt, daß er ohne weiteres in Übertragungsanlagen jedes Kontaktmikrofon (Kohlemikrofon) ersetzen kann. Es entspricht den amerikanischen FAA-Anforderungen (Federal Aviation Agency) für die Verwendung im Luftfahrtbetrieb (Technical Standard Order C58 for Aircraft Microphones).

Das Shure-Mikrofon „488“ (Bild 1) arbeitet nach dem Druckgradienten-Prinzip, das heißt, die für die Bewegung der Membran wirksame Kraft entspricht der Druckdifferenz zwischen Vorderseite und Rückseite der Membran, die infolge des durch

zwei benachbarte Öffnungen auf verschiedenen Wegen eintretenden Schalls entsteht.

## Aufbau

Der mit der Membran verbundene Schallwandler ist ein magnetisches System mit variablem magnetischen Widerstand (Reluktanz-Prinzip). Das Gehäuse aus bruch-



Bild 1 Das Shure-Mikrofon Modell „488“

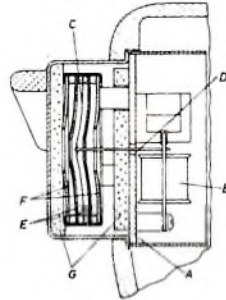


Bild 2. Querschnitt durch das Mikrofonsystem

sicherem Kunststoff trägt auf der Vorderseite die etwa 1 cm hohe, durch ein Drahtnetz abgedeckte Einsprache. Die am oberen Rand sichtbare Gummi-Lippe ermöglicht das Einhalten eines konstanten Sprechabstandes. Sie soll beim Sprechen an der oberen Lippe anliegen, und zwar so, daß das Mikrofon möglichst frontal besprochen wird. Dadurch ist optimale Sprachverständlichkeit gesichert.

Ein Querschnitt durch das eigentliche System zeigt Bild 2. Die Platte A teilt das System in zwei Gruppen. Auf der rechten Seite liegt allein der eigentliche Schallwandler B ohne die Membran. Der Wandler ist ein auch in vielen ähnlichen Ausführungen benutztes symmetrisches Magnetsystem. Es zeichnet sich durch niedrigen elektrischen Störpegel, große Stabilität und gute Linearität aus. Das Membransystem C enthält zu beiden Seiten der eigentlichen Membran, die mit dem Wandler B über den Stift D verbunden ist, je ein Plattenpaar besonderer Formgebung. Das innere Paar E ist perforiert und mit Stoff bedeckt, um die Eigenresonanz des Wandlers zu dämpfen. Das äußere Paar F hat ein Mittelloch. Diese beiden Platten bilden ein Resonanzsystem, das den Übertragungsbereich bis etwa 3000 Hz ansteigen läßt, um die Sprachverständlichkeit zu verbessern. Die Schaumstoffschichten G dienen als Windschutz und zum Fernhalten von Staub.

Den Frequenzgang des Mikrofons bei Nahbesprechung zeigt Bild 3. Man erkennt deutlich den erwähnten Anstieg bis 3000 Hz und den darauffolgenden starken Abfall, der für die Unterdrückung höherfrequenter Störgeräusche wichtig ist. Der typische Unterschied zwischen einem Druck-Mikro-

fon (Kurve A) und einem Druckgradienten-Mikrofon (Kurve B) ist im Bild 4 dargestellt. Bei diesen Messungen befand sich das Mikrofon in einem Schallfeld mit weißem Rauschen, und die Ausgangsspannungen beider Mikrofone wurden mit Oktavfiltern analysiert. Die 0-dB-Linie entspricht einem Druck-Kondensatormikrofon von 1 Zoll Durchmesser. Als Beweis für die gute Unterdrückung der Umgebungsgeräusche möge der Hinweis dienen, daß bei Versuchen im Schallfeld (110 dB) eines Düsen-Triebwerks eine Sprachverständlichkeit von 96 Prozent erreicht wurde.

## Schaltung

Die Mikrofone der Serie „488“ werden mit eingebautem Mikrofonsschalter geliefert, der zusätzlich Kontakte zum Betätigen eines Relais enthält, das im Bedarfsfall den Verstärker ein- und ausschaltet. Der

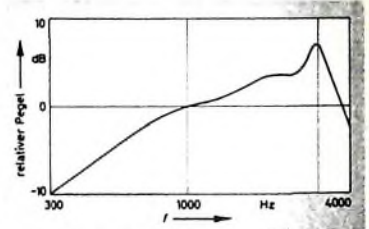


Bild 3. Frequenzgang des Mikrofons „488“ bei Nahbesprechung

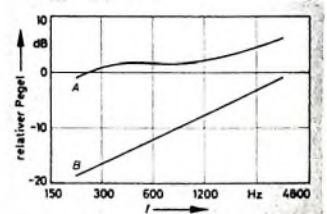


Bild 4. Vergleich des Frequenzgangs eines Druck-Mikrofons (A) und eines Druckgradienten-Mikrofons (B) in einem Schallfeld mit weißem Rauschen

Typ „488A“ ist hochohmig und zum direkten Anschluß an einen Verstärker mit hochohmigem Eingang (100 kOhm) für Kristallmikrofone bestimmt. Das Anschlußkabel enthält zwei Adern für den Relaisanschluß, während das eigentliche Mikrofon zwischen einer dritten Ader und der Abschirmung liegt. Der niederohmige Typ „488B“ (150 ... 250 Ohm) zum Anschluß an den Eingangsübertrager des Verstärkers hat ein vierpoliges Anschlußkabel mit zwei abgeschirmten Adern als Mikrofonleitung und zwei weiteren Adern für den Relaisanschluß. Soll dieses Mikrofon an den hochohmigen Eingang eines Verstärkers angeschlossen werden, dann ist am verstärkerseitigen Ende der Shure-Kabelübertrager „488A“ zwischenschaltbar.

Mit diesem Mikrofon steht außer für den professionellen Bereich auch dem Tonbandamateure ein Mikrofon zur Verfügung, das insbesondere dann viele Vorteile bietet, wenn es sich darum handelt, lebensnahe akustische Bilder in einer Umgebung aufzunehmen, in der die üblichen Mikrofontypen versagen müssen. Somit eröffnet sich hier ein neues und vielseitiges Arbeitsfeld.

# Einführung in die Technik elektronischer Gleichspannungsanalogrechner

DK 681.14.001.57-523.6

## 1. Einleitung

Elektronische Rechenmaschinen sind Digitalrechner oder Analogrechner. Digitalrechner benutzen zur Zahlendarstellung Stellensysteme. Alle Rechenoperationen werden auf Additionen und Subtraktionen zurückgeführt. Elektronische Digitalrechner bevorzugen das binäre Zahlensystem. Der älteste und einfachste Digitalrechner, der Rechenstab des Altertums, ist heute in abgewandelter Form als Rechenmaschine der Schulkinder des ersten Schuljahrs zu finden.

Analogrechner stellen die Rechengröße mittels einer analogen physikalischen Größe dar. Analogie bedeutet hier gesetzliche Übereinstimmung in der mathematischen Beschreibung zweier verschiedenartiger physikalischer Systeme. Die beiden Systeme sind sich gegenseitig und dem entsprechenden abstrakten mathematischen System analog. Eines der beiden Systeme kann beispielsweise ein mechanisches sein, das ihm analoge aber ein thermisches oder elektrisches System. Das deutsche Eigenschaftswort „analog“ ist dem griechischen Wort „analogos“ entlehnt. Die zutreffendste Übersetzung ist hier wohl: entsprechend dem gleichen Gesetz. Ein einfacher Analogrechner ist der gewöhnliche Rechenschieber; er löst numerische Aufgaben durch Längenvergleich.

Während der Digitalrechner als „Elektronengehirn“ vielfach Thema der Tagespresse war, blieb der Analogrechner fast nur in Fachkreisen bekannt. Vielleicht liegt das an der Verschiedenartigkeit der Einsatzgebiete. Der Digitalrechner kann Aufgaben übernehmen, die auch dem Laien verständlich sind, und es können an Hand von Zahlenbeispielen bequem Vergleiche gemacht werden. Auch dem Nichtkaufmann sagtes etwas, wenn ein Digitalrechner die Buchungsarbeit von beispielsweise 100 Buchhaltern bequem übernimmt oder in der Lage ist, 2000 Multiplikationen zehnstelliger Zahlen in der Sekunde auszuführen.

Um den vollständigen Nutzen eines Analogrechners übersehen zu können, muß man nicht unbedingt weitgehende mathematische Kenntnisse haben. Auch dem praktisch arbeitenden Ingenieur bietet der Analogrechner bei einiger Kenntnis der Materie wesentliche Arbeiterleichterungen. Wenn auch das Aufgabengebiet des Analogrechners in der Hauptsache Differentialgleichungen sind, so heißt das nicht, daß der Benutzer eines Analogrechners ein Spezialist für derartige Gleichungen sein muß. Es genügt völlig, zu wissen, wie die Aufgabe zu stellen ist, denn die

Lösung übernimmt der Rechner, und dies so bemerkenswert bequem und schnell, daß er leicht einen Mathematiker in den Schatten stellt. Erst mit Hilfe von Analogrechnern wurde eine Reihe von Differentialgleichungen überhaupt lösbar.

## 2. Verwirklichung analoger Rechnungen

Ist die Aufgabe gestellt, ein Rechengarät zu entwerfen, dann folgt zwangsläufig die Frage: Welche Elemente sind zum Rechnen erforderlich? In erster Linie sind Zahlen notwendig, weiter eine Reihe von Rechenzeichen: +, -,  $\times$ ,  $\div$ ,  $d/dx$ ,  $\int$ ,  $y = f(x)$  und andere, denen entsprechende Rechenregeln oder Rechenoperationen zugeordnet sind, die aussagen, was mit den Zahlen zu erfolgen hat.

## 3. Zahlendarstellung

Zunächst seien die Zahlen betrachtet. Die Menge aller reellen Zahlen zwischen  $-\infty$  und  $+\infty$  ist stetig. Diese Zahlen sind

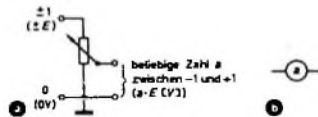


Bild 1. a) Darstellung einer Zahl durch ein Rechenpotentiometer. b) Das entsprechende Schaltzeichen der Analogrechenstechnik. Da die Masse (Leitung mit dem Potential 0 V) allen Rechenelementen gemeinsam ist, wird auf ihre Darstellung im allgemeinen verzichtet.

Bild 2. Technische Ausführung eines Potentiometerfeldes. Zwei Potentiometer (ganz links) sind „ardfrei“. Alle Potentiometer können durch Schalter an eine Eingangsbuchse oder an die positive oder negative Maschineneinheit +1 oder -1 gelegt werden. Das Feld enthält außerdem „freie“ Kondensatoren und Vielfachbuchsen.

abstrakte Größen, die analog dargestellt werden sollen. Die Darstellung soll mit einer Gleichspannung erfolgen. Diese Gleichspannung kann natürlich nicht die Werte  $-\infty$  oder  $+\infty$  annehmen. Es ergibt sich eine Beschränkung auf endliche Werte. Der „Aussteuerungsbereich“ sei zum Beispiel  $-E \dots +E$ . Die Größe  $E$  bedeutet hierbei eine Spannung, die Maschineneinheit, beispielsweise 10 V. Diesen Spannungen  $-E$  und  $+E$  werden die Werte  $-1$  und  $+1$  zugeordnet. Zur Wahl dieser Zuordnung veranlassen zwei Be-

weggründe. Erstens wird der Rechner hierdurch auf normierte Gleichungen spezialisiert, was eine Vereinfachung bedeutet. Zweitens ergibt die Kehrwertberechnung einer Funktion, die überall  $> 1$  ist, Werte  $< 1$ .

Den Zahlen  $-1$  und  $+1$  entsprechen hochkonstante und hochgenaue Spannungen  $\pm E$ . Wie eine beliebige Zahl  $< 1$  mit Hilfe eines Potentiometers durch analoge Spannungsstellung erhalten werden kann, zeigt Bild 1. Da meist eine Reihe von Zahlen zu einer Berechnung notwendig ist, sind entsprechend viele Rechenpotentiometer erforderlich. Die technische Ausführung eines Feldes mit 16 Potentiometern zeigt Bild 2. Von diesen liegen zwei (links im Bild 2) nicht wie die übrigen an Masse, was zum Beispiel für ihre Verwendung als einstellbarer Spannungsteiler zwischen zwei Potentialen sehr zweckmäßig ist. Die Eingänge aller Potentiometer können mit einem Schalter wahlweise an die Maschineneinheiten  $+E$  oder  $-E$ , die entsprechend ihrer Bedeutung als  $+1$  beziehungsweise  $-1$  gekennzeichnet sind, oder an eine Eingangsbuchse gelegt werden. Das Feld enthält weiter einzeln zugängliche oder sogenannte „freie“ Kondensatoren und Vielfachbuchsen.

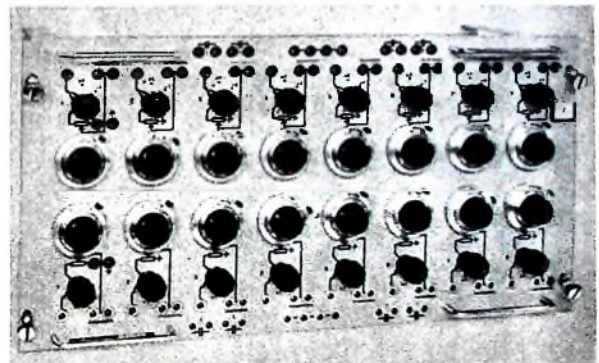



Bild 3. Mögliche Ausführung eines Rechenelements zur Summierung.  $S = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$


## 4. Elektronische Addition und Subtraktion

Die Addition könnte ein Rechenelement ausführen, das eine Reihe von Eingangsklemmen hat, an die die zu summierenden Spannungen gelegt werden, und eine Ausgangsklemme, an der als Ergebnis die Summe erscheint (Bild 3). Im Bild 3 ist dieses Rechenelement als Kästchen dar-



*Die Welt ist heutzutage nicht lustig;  
was man oft hören muß tut weh,  
doch wenigstens wird die Akustik  
verbessert durch die AKG.*

*Sie wünscht  
der großen Freundeschar  
den besten Rutsch  
ins neue Jahr.*



gestellt, das links vier Eingangsklemmen  $U_1 \dots U_4$  hat und rechts eine Ausgangsklemme an der die Summe der Spannungen  $U_1 + U_2 + U_3 + U_4$  erscheint. Bevor der Inhalt dieses Kästchens erläutert wird, soll überlegt werden, wie das Rechenelement für die Subtraktion aussehen müßte. Das Rechenzeichen „minus“ schreibt vor, daß die Differenz zweier oder mehrerer Zahlen gebildet werden soll. Entsprechend müßte ein Rechenelement, das die Subtraktion ausführt, an seinem Eingang Klemmen für den Minuenden und den oder die Subtrahenden haben. Das Ergebnis am Ausgang müßte die Differenz sein. Hier stößt man auf Schwierigkeiten, denn die Kennzeichnung nur einer Eingangsklemme als Minuend ist dann unglücklich, wenn mehrere Zahlen addiert und mehrere andere subtrahiert werden sollen.

Aus diesem Grunde hat sich ein Rechenelement (Bild 4) als zweckmäßig ergeben, an dessen Eingangsklemmen eine Reihe

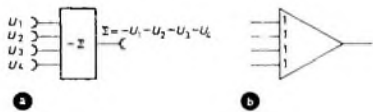


Bild 4. a) Übliche Ausführung eines Summators. b) Das Schaltzeichen der Analogrechenstechnik. Die Zahlen „1“ an den Eingängen geben die Wertigkeit an.

von Spannungen angelegt wird und an dessen Ausgangsklemmen die Summe dieser Spannungen erscheint, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen. Das richtige Vorzeichen stellt sich dann ein, wenn hinter einen Summator ein zweiter geschaltet wird.

Derartige Summatoren können bereits einfache Additionen und Subtraktionen durchführen. Irgendeine Gleichung  $a + b - c - d + e = z$  wird dann so gelöst, daß man zunächst zwei Summatoren hintereinander schaltet (Bild 5) und an den Eingang des ersten die zu addierenden Zahlen  $a, b$  und  $e$ , das heißt die diesen Zahlen entsprechenden Spannungen legt, an den Eingang des zweiten die zu subtrahierenden Zahlen, das heißt die ent-

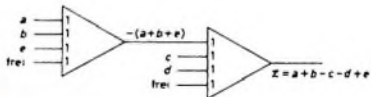


Bild 5. Reihenschaltung zur Ausführung einer vorzeichenrichtigen Addition und Subtraktion.

sprechenden Spannungen  $c$  und  $d$ . Das Ergebnis wird eine Spannung sein, die diese Gleichung erfüllt.

5. Der negierende Summator im Aufbau. Es interessiert nun, wie dieses Rechenelement, mit dem Additionen und Subtraktionen so einfach durchführbar sind, elektrisch arbeitet. Sein grundsätzlicher

Teil ist ein hochwertiger Gleichspannungsverstärker mit einer außerordentlich hohen Verstärkung und einer ausgezeichneten Nullpunktstabilität. Die Nullpunktstabilität ist deshalb notwendig, weil eine Abweichung des Arbeitspunktes von seinem Nullpunkt (diese Abweichung nennt man „Drift“) eine Ausgangsspannung ergäbe, die sich als Fehler zur Ausgangsspannung addieren würde. Die hohe Verstärkung ist aus einem anderen Grunde notwendig. Der Rechenfehler ist nämlich um so kleiner, je größer die Verstärkung ist. Dies wird aus Bild 6 deutlich, das die Beschaltung dieses Verstärkers ( $v$ ) mit dem Gegenkopplungswiderstand  $R_0$  und

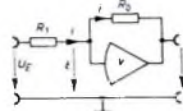


Bild 6. Prinzipschaltung eines Summators. Es ist nur ein Eingang dargestellt.

dem Eingangswiderstand  $R_1$  zeigt. Bei einer Ausgangsspannung  $U_A$  und einer Verstärkung  $v$  muß am Eingang des Verstärkers eine Spannung

$$\epsilon = \frac{U_A}{v}$$

liegen, die sehr klein ist. Ist zum Beispiel die Verstärkung  $v = 10^5$ , so ist bei einer Ausgangsspannung  $U_A = 10$  V die Eingangsspannung  $\epsilon = 0,1 \mu\text{V}$ , das heißt gegenüber  $10$  V als äußerst kleiner Fehler zu vernachlässigen. Der hochwertige Verstärker muß zwei weitere Eigenschaften haben. Sein Eingangswiderstand gegen Erde muß groß und sein Eingangsstrom verschwindend klein sein (praktisch Null). Wenn also ein Strom  $i$  durch den Widerstand  $R_1$  fließt, dann kann er sich nicht aufteilen, sondern muß ungeschmälert seinen Weg durch den Widerstand  $R_0$  nehmen. Es besteht dann die Beziehung

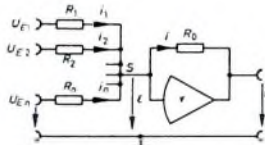


Bild 7. Prinzipschaltung eines Summators mit n-Eingängen.

$$\frac{U_E - \epsilon}{R_1} = i = \frac{\epsilon - U_A}{R_0} \quad (1)$$

Da, wie wir gesehen haben,  $\epsilon$  praktisch Null ist, ergibt sich

$$\frac{U_E}{R_1} = i = -\frac{U_A}{R_0} \quad (2)$$

Hieraus ersieht man zweierlei. Erstens: Der Widerstand  $R_1$  ist gleich dem Eingangswiderstand für  $U_E$ . Zweitens: Die Ausgangsspannung  $-U_A$  ist gleich  $i \cdot R_0$ . Legt man neben  $R_1$  mehrere Widerstände  $R_1, R_2, \dots, R_n$  an den gemeinsamen Sum-

menpunkt  $S$  und an diese die Spannungen  $U_{E1}, U_{E2}, \dots, U_{En}$ , dann fließen die Eingangsströme (Bild 7)

$$i_1 = \frac{U_{E1}}{R_1}, i_2 = \frac{U_{E2}}{R_2}, \dots, i_n = \frac{U_{En}}{R_n} \quad (3)$$

Der Strom  $i$  durch  $R_0$  ist dann die Summe der Ströme  $i_1, i_2, \dots, i_n$  und die Ausgangsspannung  $U_A = -i \cdot R_0 = -(i_1 + i_2 + \dots + i_n) \cdot R_0$ . Setzt man für die einzelnen Eingangsströme die Spannungen ein, dann ergibt sich

$$U_A = -\left(\frac{U_{E1}}{R_1} + \frac{U_{E2}}{R_2} + \dots + \frac{U_{En}}{R_n}\right) \cdot R_0 \quad (4)$$

Macht man alle Widerstände gleich, also  $R_0 = R_1 = R_2 = \dots = R_n$ , dann erhält man, wie gewünscht,  $U_A = -(U_{E1} + U_{E2} + \dots + U_{En})$ . Es wird noch einmal die Gleichung

$$U_A = -\left(\frac{R_0}{R_1} \cdot U_{E1} + \frac{R_0}{R_2} \cdot U_{E2} + \dots + \frac{R_0}{R_n} \cdot U_{En}\right) \quad (5)$$

betrachtet. Die Faktoren der Eingangsspannungen  $U_{E1}, U_{E2}, \dots, U_{En}$  wurden zunächst durch die Wahl gleicher Widerstände gleich 1 gemacht. Was geschieht, wenn man die Widerstände nicht gleich macht? Ist zum Beispiel  $R_1/R_0$  gleich 2 oder 10, dann stellt sich am Ausgang die doppelte oder zehnfache Eingangsspannung ein. Sie wird mit einem konstanten Koeffizienten multipliziert. Dies kann für den praktischen Gebrauch eines Summators von Interesse sein. Deshalb wird er so ausgelegt, daß bei einigen Eingängen der Quotient  $R_0/R_1 = 1$  ist und bei anderen Eingängen andere Werte, zum Beispiel 4 oder 10, hat. Diesen Eingangsklemmen ordnet man die „Wertigkeit“ 1, 4 oder 10 zu und beschriftet sie entsprechend. Der Benutzer dieser Analogrechner erhält also



Bild 8. Technische Ausführung eines Summators mit drei Eingängen der Wertigkeit 1. Rechts oben ist eine Lampe zur Übersteuerungsanzeige.

je nach Wahl der Eingangsbuchse am Ausgang die einfache, vierfache oder zehnfache Eingangsspannung mit umgekehrtem Vorzeichen.

Einen Summator, der nur zur Vorzeichenumkehr verwendet wird, bei dem also

# Stolle - KABEL...

... wo es um Qualitäts-HF-Leitungen geht!

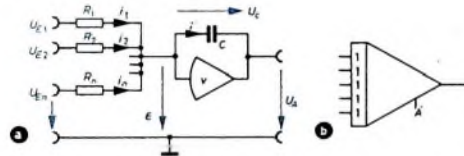
Karl Stolle · Kabelfabrik · 4600 Dortmund · Ernst-Mehlich-Straße 1



nur eine Eingangsbuchse der Wertigkeit 1 benutzt wird, heißt „Umkehrverstärker“. Eine technische Ausführung eines Summators, der drei Eingänge der Wertigkeit 1 hat, zeigt Bild 8. Hier sind jedem Eingang (linke Buchsenreihe) zwei beziehungsweise drei parallele Buchsen zugeordnet. Der Ausgang (rechte Buchsenreihe) hat fünf parallele Buchsen. Außerdem ist eine Buchse für Masse vorhanden. Die Rechenelemente sind numeriert, damit ein gestecktes Rechenprogramm besser ausgetestet werden kann. Der Verstärker wird bei Überschreiten seines Arbeitsbereiches, der dem Zahlenbereich  $-1 \dots +1$  entspricht, übersteuert. Er rechnet nur in seinem Arbeitsbereich richtig, darüber hinaus falsch. Zur Anzeige der Übersteuerung dient eine Lampe (rechts oben im Bild 8).

In der Technik der Analogrechner gehören Summator zu den linearen Schaltelementen, außerdem Rechenpotentiometer, wie sie zum Darstellen beliebiger Zahlen benutzt werden, und Integratoren. Deshalb wird hier nicht, wie zu erwarten wäre, nach der Addition und Subtraktion die Multiplikation und Division betrachtet, sondern zunächst die in der Analogtechnik einfache Integration.

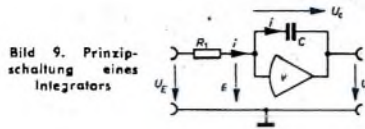
Das Rechenelement Integrator stellt man sich wieder als Kästchen vor, an dessen Eingang eine Spannung  $U_E$  liegt und an dessen Ausgang eine Ausgangsspannung



gleichungen überführen lassen. Sonst sind sie nur mit speziellen Zusatzgeräten lösbar.

### 7. Integration

Die Bildung des Integrals erfolgt also über die Zeit. Das Rechenelement (Bild 9), das diese Integration ausführt, entspricht in seiner Schaltung fast dem Sum-



motor, jedoch mit einem Unterschied: An Stelle des parallel zum Verstärker liegenden Widerstandes befindet sich ein Kondensator C. Wegen der außerordentlich hohen Verstärkung  $v$  ist die Spannung am Eingang des Verstärkers wiederum praktisch Null. Der Eingangsstrom des Integrators ist somit  $i = U_E/R_1$ . Dieser Strom  $i$  fließt auch in den Kondensator. Die Spannung am Kondensator ist aber der Quotient aus Ladung und Kapazität.

Es gilt  $U_C = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \int i \cdot dt$ , worin die

Ladung  $Q$  das zeitliche Integral des Stromes ist:  $Q = \int i \cdot dt$ . Wegen der vorgeschriebenen Stromrichtung ist die Kondensatorspannung  $U_C = \varepsilon - U_A$ , und wegen

Bild 10. a) Prinzipschaltung eines Integrators mit mehreren Eingängen. b) Das Schaltzeichen der Analogrechenstechnik. Die Zahlen „1“ an den Eingängen geben die Wertigkeit an. Der Eingang A ist für den Anfangswert bestimmt.

$U_A = \int U_E \cdot dt$  auftritt. Die Eingangsspannung  $U_E$  sei dabei zeitlich veränderlich, also abhängig von der Zeit gedacht:  $U_E = U_E(t)$ .

### 6. Die Variablen

An dieser Stelle muß etwas über die Variablen selbst eingeflochten werden. Die unabhängige Variable ist bei elektrischen Analogrechnern in jedem Falle die Zeit. Das ist durch den Aufbau der einzelnen Rechenelemente aus elektrischen Schaltelementen bedingt. Die Verknüpfung von Strömen und Spannungen mit der Zeit ist ja auch aus den bekannten Begriffen von Zeitkonstante, Ladezeit usw. geläufig. Die Tatsache, daß die Zeit die unabhängige Variable ist, bringt andererseits die Einschränkung, daß es nur eine einzige unabhängige Variable geben kann, von der aber beliebig viele Variablen abhängen können. Dies bedeutet, daß die Lösung von partiellen Differentialgleichungen auf einem Analogrechner nur dann möglich ist, wenn diese sich in Differenzen-Differential-

$\varepsilon \ll U_A$  ist  $U_C = -U_A$ . Setzt man diese Gleichung und  $i = \frac{U_E}{R_1}$  in  $U_C = \frac{1}{C} \int i \cdot dt$

ein, dann erhält man  $U_A = -\frac{1}{R_1 C} \int U_E dt$ .

Wird nun  $R_1 C = 1$  gewählt, dann hat man den gewünschten Integrator. Aber auch hier kann es, wie beim Summator, zweckmäßig sein, über wählbare Integrationskonstanten  $1/RC$  zu verfügen. Der Bereich der Integrationskonstanten ist dabei meist größer als beim Summator und hat bei einem ausgeführten Rechner die Werte 1, 10 und 100. Es ist bemerkenswert, daß sich wie beim Summator auch beim Integrator eine Vorzeichenumkehr ergibt.

Versieht man den Integrator wie den Summator mit mehreren Eingängen (Bild 10), dann fließt in den Kondensator die Summe der Eingangsströme  $i_1 + i_2 + \dots + i_n$ , und als Ausgangsspannung ergibt sich die negative Summe der zeitlichen Integrale der einzelnen Eingangsspannungen.

$$U_A = -\left( \frac{1}{R_1 C} \int U_{E1} dt + \frac{1}{R_2 C} \int U_{E2} dt + \dots + \frac{1}{R_n C} \int U_{En} dt \right) \quad (6)$$

Diese Gleichung zeigt schon formell die Ähnlichkeit des Integrators mit dem Summator. Der Integrator ist wohl das wichtigste und meistgebrauchte Rechenelement eines Analogrechners, und auch seine Vielseitigkeit geht aus der letzter Gleichung hervor.

Zu jeder Integration gehört eine Festlegung des Anfangswertes. Liese muß auch in der Analogtechnik möglich sein. Der Anfangswert bedeutet, daß zu Rechenbeginn bereits ein Anfangswert des Integrals vorhanden sein muß. Dies wird technisch dadurch erreicht, daß man den Rechenkondensator vor Beginn des Rechnens von den Eingangswiderständen abtrennt und auf einen Anfangswert auflädt. Wenn der Kondensator von der Spannung des Anfangswertes abgeschaltet und wieder mit den Eingangswiderständen verbunden wird, beginnt das Integrieren. Die Einstellung des Anfangswertes erfolgt wie die einer Zahl über ein Rechenpotentiometer. Die Umschaltung erfolgt meist über Relaiskontakte.

Die Schaltung hierfür ist im Bild 11 dargestellt. Die Einspeisung des Anfangswertes erfolgt über das Rechenpotentiometer P, dessen Schleifer mit dem Wert  $U_0$  an der Klemme A liegt. Die Aufladung des Kondensators C erfolgt über die beiden Widerstände R. Die Ladezeitkonstante ist  $R \cdot C$ . Die Kondensatorspannung erreicht nach einer gewissen Zeit den Wert  $-U_0$ . Die Abweichung der tatsächlichen Spannung am Kondensator C von  $-U_0$  ist nach

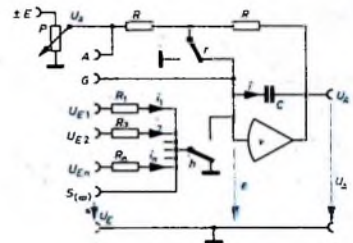




Bild 11. Prinzipschaltung eines Integrators mit mehreren Eingängen und Anfangswert. Summenpunkt S und Gitterpunkt G sind herausgeführt. S wird auch mit „∞“ bezeichnet. Der Lage der Relaiskontakte r und A entspricht der Rechenzustand „Pause“.

einer Zeit von  $6,9 \cdot RC$  noch 0,1%, nach  $9,2 \cdot RC$  noch 0,01%. Wir merken uns, daß für die Aufladung eine gewisse Zeit benötigt wird. Da die Aufladung vor Beginn des Rechnens erfolgt, ist ein Rechenzustand „Pause“ erforderlich. Die Lage der Relaiskontakte im Bild 11 entspricht diesem Rechenzustand „Pause“. (Fortsetzung folgt)



*Die Welt ist heutzutage nicht lustig;  
was man oft hören muß tut weh,  
doch wenigstens wird die Akustik  
verbessert durch die AKG.*

*Sie wünscht  
der großen Freundeschar  
den besten Rutsch  
ins neue Jahr.*



# PCF 200 – Eine neue Triode-Pentode für Fernsehempfänger

In der PCF 200 sind in einem Röhrenkolben eine Triode und eine Pentode mit elektrisch völlig getrennten Systemen vereinigt. Die Pentode entspricht weitgehend der EF 184, die Triode einem System der ECC 81. Die zulässigen Verlustleistungen der neuen Verbundsysteme sind jedoch geringfügig niedriger.

Die neue Röhre eignet sich besonders zum Einsatz in elektrisch benachbarten Stufen, zum Beispiel in der letzten ZF-Stufe (Pentode) und zur Erzeugung der getasteten Regelspannung oder als Stördetektor (Triode). Man kann die PCF 200 aber auch in einem zweistufigen Ton-ZF-Verstärker verwenden, in dem das Pentodensystem als Verstärker und das Triodensystem als Begrenzer arbeitet. Auf die Weise lassen

sich Spannungsentwicklungen entwickeln, die gegenüber anderen Röhren mit höherer Spannung (zum Beispiel EF 184:  $U_{p2} = 170\text{ V}$ ) einen größeren Schirmgitter-Vorwiderstand. Dadurch ist die Röhre vor Überlastungen während der Anheizzeit geschützt. Mit der PCF 200 läßt sich etwa die gleiche Verstärkung wie mit der EF 184 erreichen. Die Eingangsdämpfung ist mit etwa  $150\ \mu\text{S}$  bei 40 MHz größer als die der EF 184 ( $90\ \mu\text{S}$ ). Man kann diese Dämpfung jedoch mit einem kleinen Katodenkondensator oder einer kleinen Induktivität in der Schirmgitterzuleitung verringern.

Das Triodensystem der PCF 200 ist in dieser Schaltung als Stördetektor eingesetzt. Das auf 35,5 MHz abgestimmte Bandfilter am Eingang liegt über den Widerstand R 1 am Primärkreis des letzten ZF-Bandfilters, so daß eine zu starke Beeinflussung der ZF-Durchlaßkurve verhindert wird. Die Bandbreite des 35,5-MHz-Filters ist auf etwa 1 MHz begrenzt, damit nur etwa vorhandene Störimpulse und nicht auch die Synchronsignale, deren Frequenz in der Nähe des Bildtragers liegt, ausgekoppelt werden. Die Triode der PCF 200 erhält durch den Katodenwiderstand R 2 eine so hohe Vorspannung, daß ihr Arbeitspunkt im unteren Knick der Kennlinie liegt (Anodengleichrichter). Weil Störungen ein breites Frequenzspektrum haben, rufen sie am Gitter ausreichend hohe Spannungen hervor. Die an der Anode der Triode

stehende mittlere Gleichspannung hängt vom Spitzenwert der Zeilensynchronimpulse an der Kathode ab. Die negative Spannung an der Anode wird zur Regelung des VHF-Kanalwählers und der ersten ZF-Stufe benutzt. Durch die Regelschaltung bleibt das BAS-Signal an der Video-Endröhre in weiten Grenzen von der Höhe der Eingangsspannung unabhängig.

Ist im Gerät eine Störaustattung vorhanden, so können die negativen Austatimpulse auch dem Gitter der AVR-Tastrohre zugeführt werden. Dazu wird es mit dem Gitter  $g_1$  der Synchronimpulsabtrennröhre verbunden. Der niedrige Widerstand der Strecke  $g_1$ -Kathode dieser Röhre stellt die Masseverbindung dar.

Diese Verwendung der Triode erfordert wegen der hohen Impulsspannung an der Triodenanode sehr große Übersprechsicherheit zwischen den beiden Röhrensystemen. Gelangt nämlich ein Teil der Impulsspannung über die inneren Röhrenkapazitäten auf das Steuergitter des als ZF-Verstärker betriebenen Pentodensystems, so werden die Impulsfrequenzen zwar durch die Bandfilter ausgelöscht und vom Demodulator ferngehalten, sie bewirken aber eine Amplitudenmodulation der Zwischenfrequenz und treten daher am Demodulatorausgang auf. Dadurch wird der ankommende Synchronimpuls in seiner Form verändert oder sogar unterdrückt. Messungen ergaben bei der PCF 200

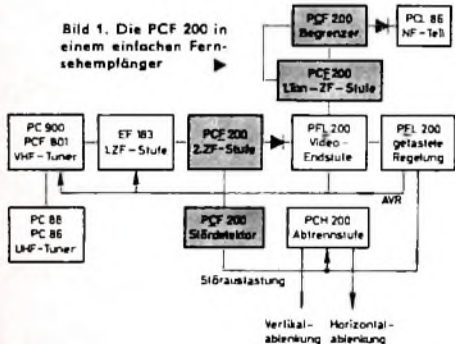


Bild 1. Die PCF 200 in einem einfachen Fernsehempfänger

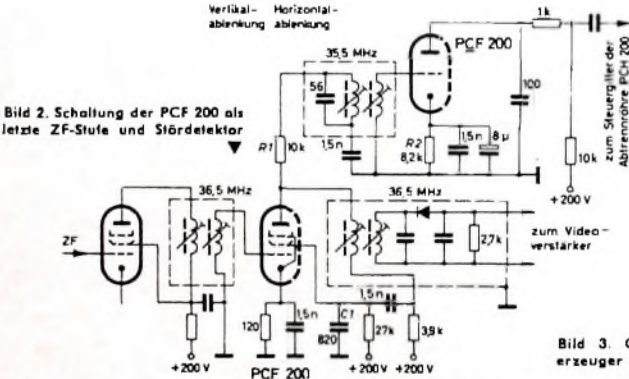


Bild 2. Schaltung der PCF 200 als letzte ZF-Stufe und Stördetektor

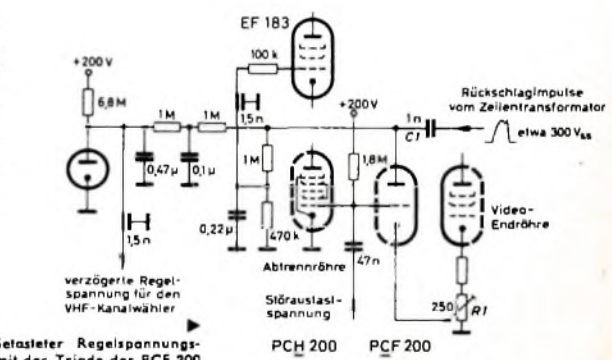


Bild 3. Getasteter Regelspannungserzeuger mit der Triode der PCF 200

sich mit der neuen Röhre Geräte mit kleiner Röhrenanzahl aufbauen. Bild 1 zeigt als Beispiel das Blockbild eines einfachen Fernsehgerätes, dessen mit der PCF 200 bestückte Stufen im folgenden beschrieben werden.

### ZF-Verstärker und Stördetektor

Im Bild 2 arbeitet der Pentodenteil der PCF 200 als letzte Stufe des ZF-Verstärkers und die Triode als Stördetektor. Die ZF-Stufe ist in üblicher Weise aufgebaut. Über ein auf 36,5 MHz abgestimmtes Bandfilter gelangt das Signal zum Steuergitter des Pentodenteils der PCF 200 und über ein weiteres auf 36,5 MHz abgestimmtes Bandfilter im Anodenkreis zum Videogleichrichter. Diese Stufe ist durch den Schirmgitterkondensator C 1 neutralisiert. Weil die Pentode für 135 V Schirmgitter-

auf tretenden negativen Spannungstöße werden dem Gitter  $g_1$  der Synchronsignal-Abtrennröhre zugeführt, wo sie für eine Sperrung des Anodenstroms sorgen.

### ZF-Verstärker und getasteter Regelspannungserzeuger

Wenn man die Triode der PCF 200 zur Erzeugung der getasteten Regelspannung verwendet (Bild 3), wird sie an der Kathode mit dem am Katodenwiderstand R 1 der Video-Endröhre abfallenden BAS-Signal angesteuert. Der Anode werden über den Kondensator C 1 Zeilenrückschlagimpulse zugeführt, die im synchronisierten Zustand mit den Zeilensynchronimpulsen zeitlich zusammenfallen und die Triode öffnen, so daß sich C 1 dann durch Stromimpulse auflädt. Die Amplitude der Ladestromstöße und die dadurch an der Anode ent-

stehende Störpulsamplitude am Diodenlastwiderstand im ungünstigsten Fall bei einer Impulsspannung von  $350\text{ V}_{\text{ss}}$  an der Triodenanode ein Spannungsverhältnis von 80 dB, bezogen auf den Spitzenwert des Nutzimpulses. Das entspricht einer Impulsverformung von 0,1%, die als unschädlich gelten kann.

### Ton-ZF-Verstärker

Wegen der geringen Kreuzkapazitäten zwischen den Systemen der PCF 200 ist es möglich, Pentode und Triode hintereinander zu schalten. Bild 4 zeigt die Schaltung eines einfach aufgebauten zweistufigen Ton-ZF-Verstärkers mit nur einem Röhrenkolben. Die am Videodemodulator ausgekoppelte Ton-ZF wird in der Pentode verstärkt und gelangt über ein Bandfilter zum Gitter der

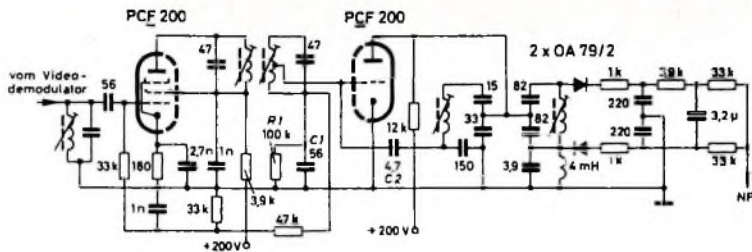


Bild 4. Schaltung eines mit der PCF 200 bestückten zweistufigen Ton-ZF-Verstärkers

Triode. Die am RC-Glied R1, C1 entstehende Begrenzerspannung benutzt man zur Regelung und AM-Gegenkopplung der Pentode. Der Primärkreis des Ratiodetektors ist kapazitiv angezapft, um die Triodenstabilität zu erhöhen. Die Spannung an der Anzapfung wird außerdem zur Mitte des Sekundärkreises geführt, so daß sich ein einfacher Ratiodetektor ohne Tertiärschleife ergibt.

Die Triode, die mit dem 4,7-pF-Kondensator C2 neutralisiert ist, hat vor dem

Einsetzen der Begrenzung eine Verstärkung von etwa  $V_T = 6$ . Bei 20% Streuung der die Neutralisationsbrücke bildenden Kapazitäten ergibt sich mindestens eine vierfache Schwingsicherheit bei einem Stabilisierungsfaktor  $s = 4$  (bei  $s \leq 1$  setzt Selbsterregung ein). Diese Werte gelten für jeweils 2,4 kOhm Eingangs- und Ausgangsimpedanz und eine gemessene Arbeitssteilheit der Triode von 2,5 mA/V.

Für die gesamte Schaltung wurde eine 540fache Verstärkung gemessen; das Pen-

todensystem hat also eine Verstärkung von  $V_p = 90$ . Die Kreuzkapazität  $C_{aT101P}$  verursacht eine Rückwirkung, von deren Größe die Stabilität der Schaltung abhängt. Bei einer Eingangsimpedanz von 7 kOhm am Gitter  $\rho$  der Pentode wird der Stabilisierungsfaktor  $s = 5$  (also fünffache Sicherheit). Der Einfluß der Kapazität  $C_{aT101P}$  wirkt im günstigsten Fall dem von  $C_{aT101P}$  entgegen. Wäre er allein vorhanden, so ergäbe sich für die Triode ein Stabilisierungsfaktor von  $s = 40$  bei einer Transimpedanz des Bandfilters zwischen Pentode und Triode von etwa 7,7 kOhm und einer gemessenen Arbeitssteilheit der Pentode von 11,7 mA/V. Die Kapazitäten  $C_{aT101P}$  und  $C_{aT101P}$  sind bei der PCF 200 also ausreichend klein, um gute Stabilität der Röhre in einer solchen Schaltung zu gewährleisten.

Bei der Schaltung nach Bild 4 ergab ein frequenzmoduliertes Eingangssignal von 15 mV mit einem Hub von 15 kHz am Ausgang des Ratiodetektors 900 mV<sub>eff</sub> NF-Spannung. Die AM-Unterdrückung lag bei 50 dB.

## Service Technik

# Service-Einstellungen an Stereo-Decodern

Für den einwandfreien Empfang stereophoner Rundfunksendungen nach dem Pilottonverfahren ist eine optimale Einstellung der Stereo-Decoder notwendig. Die von den Service-Werkstätten vorzunehmenden Justierungen beschränken sich im allgemeinen auf das Einstellen der maximalen Übersprechdämpfung mit den hierfür in den Additionsnetzwerken der Decoder vorhandenen Reglern. Veränderungen am Abgleich der verschiedenen Schwingkreise für Pilotton, Hilfsträger und zusammengesetztes Differenzsignal beeinflussen nicht nur das Übersprechen, sondern haben auch erheblichen Einfluß auf das Entstehen nichtlinearer Verzerrungen. Der sehr kritische Abgleich dieser Kreise setzt Erfahrungen und entsprechende Meßgeräte voraus. Im Rahmen dieses Beitrags wird daher nur auf Abgleicharbeiten eingegangen, die sich verhältnismäßig leicht von allen Service-Werkstätten durchführen lassen.

Ein genauer Abgleich des Stereo-Decoders ist immer nur zusammen mit demjenigen Rundfunkgerät möglich, in das er eingebaut werden soll, weil die in den Abgleich eingehenden Eigenschaften des ZF-Verstärkers und Ratiodetektors auch bei Geräten vom gleichen Typ nicht völlig übereinstimmen. Die vorzunehmenden Einstellungen werden am Beispiel des Stereo-Decoders „IV“ von Grundig beschrieben (Bild 1). Bei anderen Decodern ist sinngemäß zu verfahren, wobei jeweils die Hinweise des Herstellers zu beachten sind.

### Abgleich mit Multiplex-Generator

Steht ein multiplexmodulierter Prüfsender<sup>1)</sup> zur Verfügung, so arbeitet man mit etwa  $\pm 40$  kHz Modulationshub. Der Pilotton soll gemäß FCC-Norm einen Anteil

von 10%, bezogen auf einen Hub von  $\pm 75$  kHz, haben. Der Prüfsender wird an die UKW-Dipol-Buchsen des Empfängers angeschlossen und eine HF-Ausgangsspannung von etwa 1 mV eingestellt.

Die Kontrolle der Decoder-Einstellung kann mit dem NF-Röhrenvoltmeter oder dem Oszillografen erfolgen. Im ersten Fall wird der Prüfsender mit einem 300-Hz-Ton-

quenzen optimale Übersprechdämpfung zu erhalten, wird der Stereo-Prüfsender mit etwa 3 kHz im linken Kanal ausgeregt und der Deemphasisregler P5 für den Summenkanal ebenfalls auf minimalen Zeigeraussschlag eingestellt.

Zur Einregelung der größten Übersprechdämpfung für den linken Kanal wird das NF-Röhrenvoltmeter unter Zwischen-

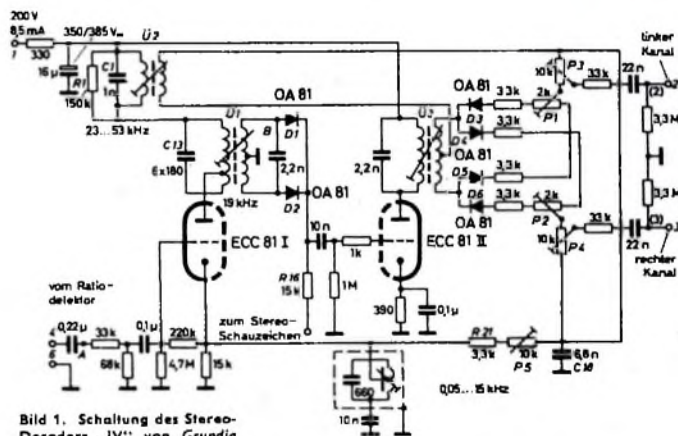


Bild 1. Schaltung des Stereo-Decoders „IV“ von Grundig

Bild 2. Tiefpaß zur Absenkung des 38-kHz-Hilfsträgerrestes

im linken Kanal ausgeregt. Das Röhrenvoltmeter ist dabei über einen Tiefpaß mit einer oberen Grenzfrequenz von 15 kHz (Bild 2) an den Decoder-Ausgang für den rechten Kanal (Punkt 3 im Bild 1) anzuschließen. Mit dem Regler P4 gleicht man dann auf kleinsten Zeigeraussschlag ab. Um auch bei höheren Fre-

schaltung des Tiefpaßfilters an den Decoder-Ausgang für den linken Kanal (Punkt 2 im Bild 1) gelegt und der Einstellregler P3 auf kleinste Anzeige eingestellt. Die Modulation des Prüfsenders erfolgt hierbei mit 300 Hz im rechten Kanal. Danach moduliert man den Prüfsender noch mit 3 kHz und stellt P5 wiederum auf Mi-

<sup>1)</sup> Gutschmidt, F.: Der Stereo-Generator „300“. Funk-Technik Bd. 18 (1963) Nr. 7, S. 206-208

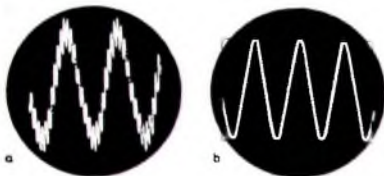


Bild 3 Oszillogramme am Ausgang des Stereo-Decoders bei ungenügender Übersprechdämpfung (a) und idealer Kanaltrennung (b)

nimum nach. Die Einstellungen von P 3, P 4 und P 5 sind wechselweise zu wiederholen. P 1 und P 2 dienen zur Symmetrierung der Gleichrichterbrücke und dürfen nicht verstellt werden.

An Stelle eines NF-Röhrevoltmeters kann auch ein Oszillograf verwendet werden, mit dem man (im Falle gleichzeitiger Aussteuerung beider Kanäle) das Übersprechen direkt sichtbar machen kann.

Hierzu wird der linke Kanal des Stereo-Prüfsenders mit einer niedrigen Frequenz (50 ... 300 Hz), der rechte Kanal mit einer hohen Frequenz (1 ... 5 kHz) moduliert. Der an den linken Decoder-Ausgang angeschlossene Oszillograf zeigt bei ungenügender Übersprechdämpfung (P 3) ein Oszillogramm gemäß Bild 3a, während sich bei idealer Kanaltrennung Bild 3b ergibt.

Vertauscht man die Modulation der Stereo-Kanäle und schließt den Oszillografen an den rechten Decoder-Ausgang an, so kann das Übersprechen im rechten Kanal mit P 4 optimal eingestellt werden. In beiden Fällen läßt sich das Minimum mit P 5 noch verbessern. Im allgemeinen sind den Oszillogrammen Reste der 38-kHz-Hilfs-trägerspannung überlagert, so daß sich im Interesse scharfer Schirmbilder auch hier die Zwischenschaltung eines Tiefpaßfilters nach Bild 2 empfiehlt.

#### Abgleich nach Stereo-Testsendungen

Vielen Fachwerkstätten steht ein Stereo-Prüfsender nicht zur Verfügung. In diesen Fällen lassen sich die von einigen Rundfunkanstalten ausgestrahlten Stereo-Testsendungen für den Decoder-Abgleich heranziehen. Neben stereophoner Musik zur Demonstration von Stereo-Rundfunkgeräten enthalten die Testprogramme die in Tab. I zusammengestellten Prüfsignale. Das erste Prüfsignal der NDR/WDR-Testsendung sowie die Signale 1 und 2 der vom SFB gesendeten Folge sind zum Abgleich der verschiedenen Schwingkreise der Decoder bestimmt, worauf hier aus den eingangs erwähnten Gründen nicht näher eingegangen werden soll. Die Signale 2 ... 5 der vom NDR/WDR ausgestrahlten Versuchssendung lassen sich in der gleichen Weise anwenden, wie dies für den Abgleich mit einem Multiplex-Generator beschrieben wurde.

Die SFB-Sendung läßt mit den Signalen 3 und 4 bei einiger Geschicklichkeit einen brauchbaren Abgleich nach dem akustischen Eindruck zu. Hierzu muß man mit den Reglern P 4 beziehungsweise P 3 das Minimum der Lautstärke im jeweils unangesteuerten Kanal einstellen. Das Übersprechen für hohe Frequenzen läßt sich mit P 5 absenken, indem man die Klangfarbe des im nicht angesteuerten Kanal gerade noch hörbaren Metronoms an die Klangfarbe des im anderen Kanal wiedergegebenen angleicht. Diese Einstellung ist wegen der großen Lautstärke des angesteuerten Kanals und der kurzen Signaldauer zwar schwierig, läßt sich aber bei sinngemäßem Verstellen des Balancereglers im Empfänger durchführen.

Die Signale 5 ... 7 der SFB-Testsendung ermöglichen die Kontrolle der richtigen Lautsprecherpolung und die Einstellung des Balancereglers. F. Gutschmidt

Tab. I. Stereo-Prüfsignale der Rundfunkanstalten

Nr.	Signal, Pegel		Dauer	Anwendung
	linker Kanal	rechter Kanal		
<b>NDR/WDR<sup>1)</sup></b>				
1	Ansahe in beiden Kanälen, danach im linken und rechten Kanal gleichzeitig 1-kHz-Ton in Gegenphase (Differenzsignal), Hub $\pm 38$ kHz		2 min	Abgleich der Schwingkreise für Pilotton, Hilfst Träger und geträgertes Differenzsignal
2	Ansahe, danach 1-kHz-Ton Hub $\pm 38$ kHz	ohne Signal	1 min	Abgleich des Übersprechens für niedrige Frequenzen im rechten Kanal (P 4 im Bild 1)
3	ohne Signal	Ansahe, danach 1-kHz-Ton Hub $\pm 38$ kHz	1 min	Abgleich des Übersprechens für niedrige Frequenzen im linken Kanal (P 3 im Bild 1)
4	Ansahe, danach 5-kHz-Ton Hub $\pm 38$ kHz	ohne Signal	1 min	Abgleich des Übersprechens für hohe Frequenzen im rechten Kanal (P 5 im Bild 1)
5	ohne Signal	Ansahe, danach 5-kHz-Ton Hub $\pm 38$ kHz	1 min	Abgleich des Übersprechens für hohe Frequenzen im linken Kanal (P 5 im Bild 1)
<b>SFB<sup>2)</sup></b>				
1	Ansahe in beiden Kanälen, danach im linken und rechten Kanal gleichzeitig 1-kHz-Ton in Gegenphase (Differenzsignal) 9 dB unter Vollaussteuerung		1 min	Abgleich der Schwingkreise für Pilotton, Hilfst Träger und geträgertes Differenzsignal
2	Ansahe in beiden Kanälen, danach im linken und rechten Kanal gleichzeitig 5-kHz-Ton in Gegenphase (Differenzsignal) 9 dB unter Vollaussteuerung		1 min	Abgleich der Schwingkreise für Pilotton, Hilfst Träger und geträgertes Differenzsignal
3	Ansahe in beiden Kanälen, danach langsam schlagendes Metronom	ohne Signal	20 s	Prüfung der Seitenrichtigkeit der Stereo-Anlage, akustische Kontrolle des Übersprechens im rechten Kanal möglich (P 4, P 5 im Bild 1)
4	Ansahe in beiden Kanälen, danach ohne Signal	schnell schlagendes Metronom	20 s	Prüfung der Seitenrichtigkeit der Stereo-Anlage, akustische Kontrolle des Übersprechens im linken Kanal möglich (P 3, P 5 im Bild 1)
5	Ansahe in beiden Kanälen, danach Rauschsignal, das sich in der Mitte zwischen beiden Lautsprechern verliert		3malige Wiederholung	Ermittlung der Phasenrichtigkeit (Polung) der Lautsprechernachlässe
6	Ansahe in beiden Kanälen, danach Rauschsignal, das sich in der Mitte zwischen den beiden Lautsprechern erscheint und sich im Raum verliert		3malige Wiederholung	Ermittlung der Phasenrichtigkeit (Polung) der Lautsprechernachlässe
7	Ansahe in beiden Kanälen, danach im linken und rechten Kanal gleichphasig, schnell schlagendes Metronom		30 s	Überprüfung der Lautstärkegleichheit beider Kanäle, Einstellung des Balancereglers

<sup>1)</sup> Sender Hamburg, 87,6 MHz (Kanal 2), zur Zeit montags bis freitags von 10.00 bis 12.00 Uhr. Der Test wird während der Sendezeit dreimal ausgestrahlt. Sender des WDR a. S. 2 (Stereo-Rundfunksendungen)  
<sup>2)</sup> 96,3 MHz (Kanal 31), zur Zeit täglich um 17.00 und 17.30 Uhr.

## NEUE BÜCHER

Elektrische Nachrichtentechnik, II. Band. Von H. Schröder. Berlin 1963, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, 403 S., m. 411 B. u. 14 Tab. DIN A 5. Preis in Ganzl. geb. 36 DM.

Von vielen lange erwartet, erschien jetzt der zweite Band der „Elektrischen Nachrichtentechnik“ von H. Schröder, in dem die Wirkungsweise und die Grundschaltungen von Röhren und Transistoren sowie deren Anwendung bei der Erzeugung, Verstärkung und Gleichrichtung von elektrischen Schwingungen beschrieben werden. Ebenso wie bereits im ersten Band, hat es der Verfasser wieder glänzend verstanden, vor allem das herauszustellen und leicht laßbar zu erklären, was „zum täglichen Brot“ des Ingenieurs gehört, der Röhren und Transistoren anwenden muß. Ein Beispiel dafür, wie gut der Verfasser die Schwierigkeiten kennt, die immer wieder auftreten, wenn die Grundlagen nicht genügend verstanden worden sind, ist der Abschnitt „Festigungen über die Richtungspleile der Ströme und Spannungen“ (bei Transistoren), der 6 Seiten umfaßt.

Neben der anschaulichen Beschreibung steht aber immer die exakte mathematische Ableitung aller Gesetzmäßigkeiten. Zahlreiche vollständig durchgerechnete Beispiele und Aufgaben, für die die Lösungen angegeben sind, tragen dazu bei, die bei der theoretischen Behandlung gewonnenen Formeln richtig anzuwenden und den Stoff zu vertiefen. Besonders zweckmäßig ist, daß hier sowohl Röhren als auch Transistoren behandelt werden, denn auf diese Weise zeigt sich, daß sich beide Bauelemente weitgehend ähnlich verhalten und man daher ihre Eigenschaften auch mit den gleichen grafischen und rechnerischen Verfahren ermitteln kann. Das Buch, entstanden aus der Unterrichtspraxis des Verfassers, wird besonders Studierenden an Hoch- und Fachschulen, aber auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur und Physiker eine wertvolle Hilfe sein. Aa.

# SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Bach, *Fantasie und Fuge g-moll BWV 542, Fantasie G-dur BWV 572, Fantasie c-moll BWV 562, Passacaglia c-moll BWV 582, Fantasie und Fuge c-moll BWV 537*

Helmut Walcha an der Großen Orgel der St. Laurenskerk in Alkmaar

Gute Orgelaufnahmen sind für den Hi-Fi-Freund ebenso Objekte musikästhetischen Genusses wie Prüfsteine für die Qualität der Hi-Fi-Anlage. Wegen des großen Frequenzumfangs und der großen Dynamik stellen sie hohe Anforderungen an die Wiedergabeanlage, machen aber andererseits beim Abhören über echte Hi-Fi-Anlagen auch den kleinsten Fehler der Aufnahme mit oft erschreckender Deutlichkeit hörbar. Auf der vorliegenden Aufnahme läßt Helmut Walcha eine der schönsten Schleifladen-Organen, die den Krieg überstanden haben: die Frans-Caspar-Schnitger-Organ in Alkmaar. Bei den Orgelaufnahmen der Archiv-Produktion setzt man stilgerechte Interpretation und beste technische Qualität als selbstverständlich voraus. Diese Aufnahme ist aber dennoch etwas Besonderes. Sie ist nicht nur rausch- und rumpelfrei, sondern auch frei von jeder Intermodulation. Selbst die tiefsten Pedaltöne beeinflussen das wiedergegebene Klangbild nicht. Auch die Anblasgeräusche mancher Register werden naturähnlich wiedergegeben — ein Zeichen dafür, wie gut auch die komplizierten Einschwingvorgänge aufgenommen worden sind. Daneben vermittelt die Aufnahme einen Eindruck von der guten Raumakustik dieser Kirche.

Die *Fantasie und Fuge g-moll* ist formal eine fünfteilige Toccata mit zwei eingefügten kleinen Fugensätzen. In der *Fantasie und Fuge c-moll* werden über den Orgelpunkten C und G zwei verschiedene Themen einander gegenübergestellt, anschließend geht die *Fantasie direkt* in die *Fuge* über. Zwischen diesen beiden Werken stehen die *Fantasie G-dur*, ein Jugendwerk Bachs mit Fantasie-reichtum und lebhaften Passagen, die *fünfstimmige Fantasie c-moll* mit dem schönen schmerzlichen Thema, das sich in mildem, reinem Dur löst, und die *Passacaglia c-moll*, eines der berühmtesten Werke der Orgelliteratur.

Diese Platte vermittelt nicht nur einen Eindruck von einem der schönsten Instrumente aus der Hochzeit der Orgelbaukunst, sondern sie ist auch eine Platte, an der sich der Bach- und Orgelfreund ebenso wie der Hi-Fi-Freund erfreuen kann und soll.

Deutsche Grammophon Archiv-Produktion SAPM 198 305 (Stereo)

Kodály, *Háry-János-Suite; Stravinsky, Movements for Piano and Orchestra; von Einem, Ballade für Orchester* op. 23

Jahn Leach, Cymbal; Margrit Weber, Piano; Radio-Symphonie-Orchester Berlin unter Ferenc Fricsay

Nach steht die musikalische Welt unter dem Eindruck des Todes von Ferenc Fricsay, dessen große Karriere 1947 in Salzburg mit der Uraufführung der Oper „Dantons Tod“ von Gottfried von Einem begann. Unter seiner Stabführung wurde das Radio-Symphonie-Orchester Berlin während der letzten Jahre zu einem der führenden europäischen Orchester. Nicht nur als berulener Interpret klassischer Werke, sondern ebenso der zeitgenössischen Musik hat er dieses Orchester zu vielen musikalischen Höhepunkten geführt.

Die *Háry-János-Suite* war seine letzte Schallplattenaufnahme. Es sind sechs Episoden aus dem gleichnamigen Bühnenwerk, das 1926 an der Budapest Oper zur Uraufführung gelangte. Sie erzählen von dem ausgedienten Soldaten Háry János, der in der Schenke mit seinen Heldenaten renommiert, aber im Grunde doch ein Träumer ist, bei dem sich Dichtung und Wahrheit mischen. Kodály hat eine aus dem Geist der ungarischen Volkslieder und Zigeunermusik entstandene Musik geschrieben — liebenswürdig, heiter und melodisch, aber auch mit scharf akzentuierten Rhythmen und der Klangpracht des reich besetzten Orchesters, das großes Schlagzeug und Blechbläser ebenso wie Posaunen-Glissandi und quäkendes Saxophon zur Schilderung der „Heldenaten“ ausläßt. Ein musikalisch interessantes und ansprechendes Werk, dargeboten in einer vorbildlichen Interpretation.

Stravinsky 1958—59 im Auftrage der Schweizer Pianistin Margrit Weber komponierte „*Movements for Piano and Orchestra*“ sind fünf kurze, klanglich an Schönberg orientierte Sätze, die in der Abstraktion des Denkens sein konsequentestes Werk sind. — Die „*Ballade für Orchester*“ schrieb von Einem 1958 für das Cleveland-Orchester, ein Werk nach der Art Chopinscher Balladen, aber in Tempo und Rhythmus vielfältig abgewandelt. Der klare Orchestersatz läßt es leicht erfassen und bietet insbesondere wegen des in Stereo sehr durchsichtigen Klangbildes hohen ästhetischen Genuß.

Labend anzuerkennen ist die Tonmeisterarbeit von Günter Hermanns, der es verstanden hat, die technischen Möglichkeiten der Stereo-Technik vorbildlich der Inter-

pretation unterzuordnen. So entstand eine über dem Durchschnitt liegende Platte, würdig, das Andenken an Ferenc Fricsay lebendig zu erhalten.

Deutsche Grammophon 138828 SLPM (Stereo)

Händel, *12 Orgelkonzerte* op. 4 und op. 7

Karl Richter, Orgel, und sein Kammerorchester; Leitung: Karl Richter  
Karl Richter und sein Kammerorchester haben sich mit ihren werkgetreuen Interpretationen von Werken aus der Zeit des musikalischen Barocks weit über die Grenzen Deutschlands hinaus einen Namen gemacht. Mit der vorliegenden Aufnahme der zwölf Orgelkonzerte Händels hat Richter ein Werk gestaltet, das sich durch die Geschlossenheit der Interpretation auszeichnet. Die Orgelkonzerte lassen die vielgerühmte Händelsche Improvisationskunst erkennen. In der Form sind sie nicht so streng wie die Orgelwerke Bachs, sondern eine Fülle von Gedanken ist ihnen eigen. Sie erschließen sich deshalb auch dem weniger musikkundigen Hörer leicht.

Die technisch sehr sauberen Aufnahmen vermitteln einen guten Eindruck von der für Musik dieser Art guten Akustik der Markus-Kirche in München. Der Klang der Streicher steht lebendig im Raum, von der Orgel abgesetzt, aber niemals die musikalische Einheit unterbrechend. Das harmonische Zusammenspiel von Orgel und Orchester erklingt in geradezu greifbarer Form und erreicht Höhepunkte, wenn beispielsweise im op. 4 Nr. 3 Violine und Cello als Soloinstrumente auftreten, während die Orgel den Generalaß übernimmt. Das g-moll-Konzert op. 4 Nr. 1 ist eines der schönsten Orgelkonzerte überhaupt. Dem einleitenden pathetischen Largo folgt ein bewegtes Adagio. Das Konzert endet in einem menuettartigen Finale mit dem etwas verspielten Frage- und Antwortspiel zwischen Orgel und Orchester. Das einleitende Largo von op. 4 Nr. 5 F-dur gilt als eines der besten Beispiele für Händels Largo-Melodik. Das B-dur-Konzert op. 7 Nr. 1 ist mit der groß angelegten Passacaglia und dem Largo, das zur tänzerischen Bourrée überleitet, ein strahlendes Orgelkonzert. Das ebenfalls in B-dur stehende Konzert op. 7 Nr. 3 beginnt mit dem Halleluja aus dem „Messias“ als Thema; den Beschluß macht ein grazioses Menuett.

Hier liegt eine Serie von Aufnahmen vor, die nicht nur den Kenner der Orgel anspricht, sondern auch

den Nur-Hörer, der sich dem reinen Genuß einer Hi-Fi-Wiedergabe dieser Werke hingeben will.  
Decca SXL 20 001/03

## U-Musik in Stereo

### 1. Zwischen Tag und Traum; 2. Zur Blauen Stunde

Hans Carste mit großem Streichorchester; Felix Schröder, Klavier, und Horst Ramthor, Harfe (1); Orchester Alfred Hause (2)

Die Einführung der Rundfunk-Stereophonie hat die Frage nach dem Sinn der Stereophonie bei Unterhaltungsmusik auftreten lassen. Wenn die Meinungen darüber manchmal noch geteilt sind, so wahrscheinlich deshalb, weil auf diesem Sektor der Musik nach nicht genügend praktische Erfahrungen beim Zuhörer vorliegen. Diese beiden 30-cm-LP vermögen aber einen Eindruck davon zu vermitteln, was Stereo auch im Bereich der U-Musik vermag.

„Zwischen Tag und Traum“ heißt die erste Platte mit zwölf Titeln aus dem Bereich der Semiklassik. Trotz großer Basisbreite erkennt man hier, daß U-Musik in Stereo durchaus nicht immer in rauschenden Stereo-Kaskaden zu bestehen braucht, sondern auch „zärtliche Melodien zum Träumen und Erinnern“ — wie es im Untertitel heißt — zu vermitteln vermag. Man höre sich beispielsweise an, wie in Chopins „Natura“ die Streicher und das Klavier erklingen, wie wirkungsvoll in Tschaikowskij „Chanson triste“ die Harfe eingesetzt ist, wie in „Plaisir d'amour“ das von den über die ganze Breite verteilten Streichern begleitete Klavier rechts die Melodie spielt, wie Rubinstejns „Melodie in F“, die „Liebesträume“ von Liszt oder das „Ständchen“ von Schubert erklingen, dann ist man überzeugt, daß Stereo auch hier sinnvoll sein kann.

„Zur Blauen Stunde“ spielt Alfred Hause sieben Tangos und sieben langsame Walzer. Was oben gesagt wurde, gilt sinngemäß auch hier. Hinzu kommt, daß man außerdem noch die Illusion haben kann, sich beim Tanzen räumlich in bezug auf das Orchester zu bewegen.

Die technische Qualität der Platten ist sehr gut. Sie sind praktisch rauschfrei, so daß der weite Frequenzumfang bei der Wiedergabe voll ausgenutzt werden kann. Die Dynamik ist nicht zu groß, was für Aufnahmen dieser Art ein Vorteil ist. Zwei Platten, wie geschaffen für den Hi-Fi-Freund, der gute U-Musik liebt.

1: Polydor 237 135 (Stereo);  
2: Polydor 237 136 (Stereo)



**BSR (Germany) GmbH**

erlaubt sich, Ihnen vier Beispiele der neuentwickelten Modelle batterie- und netzbetriebener Plattenspieler und Tonbandchassis vorzustellen. Alle Erzeugnisse sind laborgeprüft und hergestellt von BSR – einem der bedeutendsten Produzenten von Plattenwechslern und Tonbandchassis der Welt.

**BSR hat einen guten Klang – international!**

Es lohnt sich, die Bekanntschaft der neuen Modelle zu machen.  
**BSR=ZUVERLÄSSIG**



**EINE EMPFEHLUNG WERT!**

# Plattenwechsler und Tonbandchassis In Form und Technik hervorragend

## UA 15

Dieser völlig neue BSR-Plattenwechsler wurde speziell für die Kunden entwickelt, die sich ein modernes „slim-line“-Chassis wünschen. Seine schlanke, bestechende Formgebung verdankt es Raymond Loewy, seinem überragenden Stil entspricht die farbliche Abstimmung auf Tonmöbel in jeder Ausführung und Holzart.



## TD 10

Das neueste Gerät. Mit seinen „De-Luxe“-Eigenschaften wird es seinen Markt erobern. 3 Geschwindigkeiten: 4,75 - 9,5 - 19 cm/sec. Spulendurchmesser bis 18 cm. Einfache Handhabung; gegen versehentliches Löschen völlig gesichert. TD 10 hat bei umfassenden Laborversuchen seine Zuverlässigkeit bewiesen.



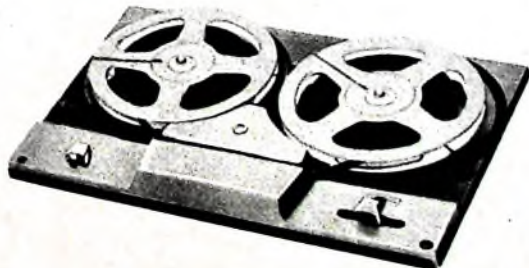
## GU 7

Überzeugen Sie sich - es hat alle Eigenschaften eines großen Modells. GU 7 ist eingerichtet für 4 Geschwindigkeiten, für Stereo- oder Monaural-Tonkopf; es hat automatische Abschaltung, und es ist unbedingt zuverlässig. BRS bietet Ihnen dieses von geschickten Händen gefertigte Präzisionsgerät wahlweise für Batterie- oder Netzbetrieb.



## TD 2

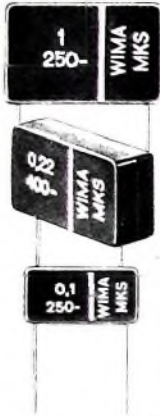
Stilistisch hervorragend, glänzende Wiedergabe, Gleichlauf besser als 0,26% - das ist das BSR-Tonbandchassis TD 2. Hinzu kommt seine absolute Betriebsicherheit. TD 2 wurde für den breiten Markt entworfen und findet bei vielen führenden Einbaufirmen Verwendung. TD 2 hat sich voll bewährt.



**BSR (Germany) GmbH**

2 Hamburg 1 · Schopenstehl 20/21 · Normannenhof · West Germany

# WIMA- MKS



**Metallisierte Kunststoffolien-Kondensatoren.**

**Spezialausführung für Leiterplatten in rechteckigen Bauformen mit radialen Drahtanschlüssen.**

**Vorteile:**

- Geringer Platzbedarf auf der Leiterplatte.
- Exakte geometrische Abmessungen.
- Genaue Einhaltung des Rastermaßes.
- Kein Vorbiegen der Drähte vor dem Einsetzen in Leiterplatten
- Unempfindlich gegen kurzzeitige Überlastungen durch Selbstheileneffekt
- HF-kontaktsicher und induktionsarm
- Verbesserte Feuchtesicherheit.

**Betriebsspannungen:**

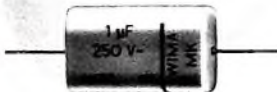
250 V— und 400 V—;

$U_N = 100 V—$  in Vorbereitung



## Moderne Bauelemente für die Elektronik

# WIMA- MKB



**Metallisierte Kunststoffolien-Kondensatoren in Becherausführung.**

Mit hohem konstantem Isolationswiderstand und bisher unerreicht kleinen Bauformen bei größeren Kapazitätswerten.

**Zwei Ausführungen:**

**MKB 1:** Im rechteckigen Alu-Becher mit Lötösen und Schraubbolzenbefestigung Gießharzverschluß.

**MKB 2:** Mit axialen Anschlußdrähten im ovalen Alu-Becher. Betriebsspannungen: 250 V— (bis 16 µF) und 400 V— (bis 6 µF).

**Prospekte über unser gesamtes Fabrikationsprogramm auf Anfrage.**

**WIMA WILH. WESTERMANN  
SPEZIALFABRIK F. KONDENSATOREN  
68 MANNHEIM POSTFACH 2345**



P. ALTMANN

# Die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 18 (1963) Nr. 24, S. 918

## 4.4. Messungen und Versuche mit Gasentladungsröhren

In Abschnitt 4.1. lernten wir die Hochvakuum-Elektronenröhre kennen, bei der Elektronen von der Katode zur Anode fliegen und schon bei sehr niedrigen Anodenspannungen einen Strom im inneren und äußeren Stromkreis hervorrufen. Den Elektronen wird in solchen Röhren das Überwinden der Strecke Katode—Anode verhältnismäßig leicht gemacht, da praktisch alle Gasreste aus der Röhre entfernt sind. Daher können die Elektronen ohne Behinderung den Raum durchlaufen und werden nicht durch etwa vorhandene Gasmoleküle gebremst.

Das elektrische Verhalten einer derartigen Röhre ändert sich jedoch, wenn sie eine Gasfüllung mit niedrigem Druck erhält. Ein Elektronenfluß ist jetzt unterhalb einer bestimmten Spannung nicht ohne weiteres möglich, weil die zahlreichen vorhandenen Gasmoleküle den Elektronen einen hohen Widerstand bieten. Dafür tritt aber ein anderer Effekt auf. Schon bei niedrigen Spannungen lassen sich (allerdings nur sehr geringe) Ströme nachweisen, weil Atome des Füllgases durch die stets vorhandene radioaktive Umgebungsstrahlung „ionisiert“ werden. Dabei bildet sich dann ein positiv geladener Atomrest, der zur Katode wandert. Die frei werdenden Elektronen gelangen zur Anode. Steigert man nun die Spannung beträchtlich, so wächst die Ionisierungswahrscheinlichkeit, und oberhalb einer gewissen Mindestspannung bildet sich die Ionisation lawinenartig aus. Der Strom steigt plötzlich sehr stark an, und im Inneren der Röhre zeigt sich ein Leuchten, das man Glimmlicht nennt. Die Farbe des Glimmlichts ist weitgehend von der Art der Gasfüllung abhängig.

Die Eigenschaften solcher Gasentladungsröhren wollen wir an Hand einiger einfacher Versuche kennenlernen.

### 4.4.1. Das Verhalten von Gasentladungsröhren

Wir bauen die Schaltung nach Bild 82 auf. Unser Netzgerät liegt an dem Potentiometer  $P$ . Sein Schleifer führt zum linken Anschluß einer Gasentladungsröhre, für die wir die Glimmlampe UR 110 (s. Abschnitt 1.2.1.) verwenden. Der andere Anschluß liegt über ein Milliampereometer und den Schutzwiderstand  $R$  am negativen Pol des Netzgerätes.

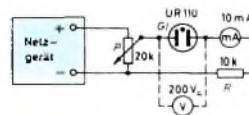


Bild 82. Zur Wirkungsweise der Glimmlampe

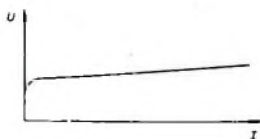
Zunächst stellen wir den Schleifer von  $P$  ganz nach unten, so daß keine Spannung an der Glimmlampe liegt. Wir können nun die Spannung erhöhen, ohne daß zunächst das Milliampereometer ausschlägt. Erst bei einem gewissen Mindestwert der Spannung erfolgt ein plötzlicher und ziemlich starker Ausschlag von einigen mA. Gleichzeitig leuchtet die Röhre im Inneren auf. Sie hat, wie man sagt, „gezündet“, und wenn wir nun die Spannung noch weiter erhöhen, wird der Strom höher und gleichzeitig das Leuchten stärker. Mehr als 5 mA sollte man aber nicht einstellen, um die Röhre nicht zu beschädigen.

Wir regeln jetzt das Potentiometer wieder zurück, so daß das Leuchten schwächer wird. Gleichzeitig fällt der Strom. Plötzlich erlischt das Leuchten, und der Zeigerausschlag geht auf Null zurück; eine Entladung im Inneren der Röhre erfolgt nicht mehr.

Nun wird das Vielfachinstrument als Voltmeter geschaltet und, wie im Bild 82 gestrichelt angedeutet, parallel zur Glimmlampe gelegt. Regeln wir jetzt die Spannung von Null aus langsam hoch, so steigt der Ausschlag des Voltmeters zunächst an, ohne daß Leuchterscheinungen in der Röhre sichtbar werden. Erst bei etwa 70 V tritt das Leuchten wieder auf. Regelt man jetzt die Spannung zurück, so kann man feststellen, daß die Entladung erst bei einem Spannungswert abreißt, der unterhalb von 70 V liegt. Wir folgern daraus, daß zum Zünden der Röhre eine höhere Spannung („Zündspannung“) als zum Löschen („Löschspannung“) erforderlich ist. Zünd- und Löschspannung sind also nicht gleich; die Entladung erfolgt, nachdem die Röhre gezündet hat, bei einer Spannung, die unterhalb der Zündspannung liegt und „Brennspannung“ genannt wird. Brennspannung und Löschspannung unterscheiden sich nur geringfügig voneinander.



Wenn wir uns gemerkt haben, wie groß der Stromanstieg beim Versuch 141 war, so können wir nun feststellen, wie sich die Spannung an der Glimmlampe bei diesem Stromanstieg verhält. Wir werden sehen, daß die Spannung kaum oder nur geringfügig vom Strom abhängt. Das ist eine sehr wichtige Eigenschaft der Gasentladungsröhren, die darauf beruht, daß bei höheren Strömen die Ionisierung immer intensiver wird, wodurch sich der Innenwiderstand entsprechend erniedrigt. Der Innenwiderstand nimmt also mit steigendem Strom immer mehr ab. Für die Glimmlampe ergibt sich eine Strom-Spannungs-Kennlinie nach Bild 83, aus der man entnehmen kann, daß die Spannung an der Glimmlampe vom Strom nur sehr wenig abhängt.



◀ Bild 83. Kennlinie einer Glimmlampe

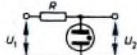


Bild 84. Stabilisierung mit Glimmlampe

Diese Tatsache hat eine große praktische Bedeutung, denn sie ermöglicht die wirkungsvolle Stabilisierung von Gleichspannungen. Legen wir eine schwankende Gleichspannung  $U_1$ , die zum Beispiel aus einem Netzgerät stammen möge, über den Vorwiderstand  $R$  an die Glimmlampe (Bild 84), so zündet diese, und an ihr tritt die Brennspannung  $U_2$  auf. Schwankt nun die Spannung  $U_1$ , so schwankt zwar auch der in der Glimmlampe fließende Strom, wegen der Unabhängigkeit der Spannung vom Strom wird aber die Spannung  $U_2$  nicht oder nur sehr geringfügig schwanken. Die nach diesem Prinzip arbeitenden Glimmstreckstabilisatoren haben eine erhebliche praktische Bedeutung erlangt.

Die hier verwendete Glimmlampe UR 110 ist sehr einfach und wenig leistungsfähig; ihre stabilisierende Wirkung ist nur unvollkommen. Die Industrie hat Spezial-Stabilisierungsröhren entwickelt, bei denen die Spannungsunabhängigkeit vom Strom besonders stark ausgeprägt ist. Diese Röhren ändern ihre Daten auch über längere Zeiten hinweg nicht oder nur so wenig, daß man die damit erzeugten Spannungen fast als Normalspannungen betrachten kann. Sie dienen zum Beispiel in elektronisch geregelten Netzgeräten als Vergleichsspannungen. Derartige Röhren heißen Referenzröhren. Darüber hinaus gibt es noch viele andere Arten von Gasentladungsröhren. Sie werden für Meßzwecke, in der Rundfunktechnik, in der Elektronik usw. benutzt. Gasentladungsröhren mit geheizten Kathoden verwendet man meistens als leistungsfähige Gleichrichter. Ihre Brennspannung, auch Bogenspannung genannt, ist besonders niedrig (einige Volt), so daß die Verlustleistung im Inneren dieser Röhren sehr gering wird.

Zusammenfassend wollen wir uns merken, daß gasgefüllte Röhren gänzlich andere Eigenschaften haben als Hochvakuum-Elektronenröhren. Kennzeichnend für gasgefüllte oder Ionenröhren sind zwei ausgeprägte Spannungswerte, die Zündspannung und die Löschspannung. Die Zündspannung, die stets höher als die Löschspannung ist, hängt weitgehend vom Druck des verwendeten Füllgases und dem Elektrodenmaterial ab. Auch der Unterschied zwischen Zünd- und Löschspannung bestimmt die Eigenschaften der Röhre. Bei der Zündspannung setzt eine starke Entladung ein, bei der Ionen zur Kathode und Elektronen zur Anode wandern. Für diese Entladung sind Glimmerscheinungen in der Röhre charakteristisch. Im gezündeten Zustand ist die Spannung an der Röhre in weiten Grenzen nahezu unabhängig vom Strom, so daß man die an der Röhre auftretende Spannung als „Normalspannung“ verwenden kann. Darauf beruht das Prinzip der Spannungsstabilisierung mit Glimmröhren.

#### 4.4.2 Kippgeneratoren mit Gasentladungsröhren

Die folgenden Versuche zeigen die Spannungs-differenz zwischen Zünd- und Löschspannung besonders deutlich. Wir bauen nach Bild 85 eine Schaltung auf, die aus dem Netzgerät, dem Potentiometer  $P$ , dem Widerstand  $R$  und dem Kondensator  $C$  besteht. Parallel zu  $C$  liegt die Glimm-

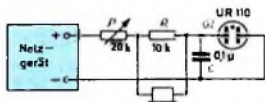


Bild 85. Kipp-schaltung mit Glimmlampe

lampe  $G$ . Außerdem schalten wir parallel zu  $R$  einen Kopfhörer mit mehreren tausend Ohm Innenwiderstand. Wenn wir das Netzgerät einschalten, werden wir im Kopfhörer einen ziemlich tiefen Ton hören, dessen Frequenz niedriger wird, wenn wir  $P$  vergrößern (bei Verkleinerung von  $P$  erhöht sich die Frequenz). Wie erklärt sich diese Erscheinung? Der Kondensator  $C$  wird zunächst über  $P$  und  $R$  vom Netzgerät aufgeladen. Da die Spannung an  $C$  langsam ansteigt, kann die Glimmlampe erst dann zünden, wenn die Spannung an  $C$  bis zur Höhe der Zündspannung angewachsen ist. Da  $G$  im gezündeten Zustand aber nur einen

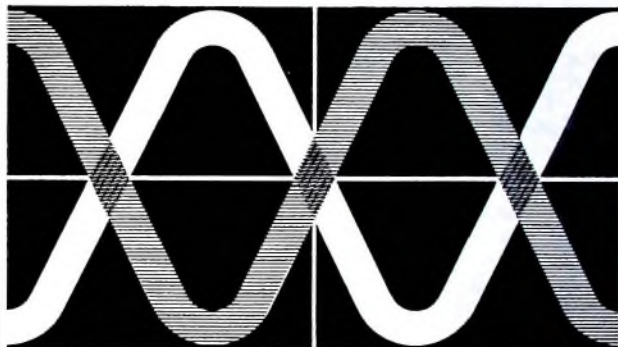
**Beteiligen Sie sich an der größten Ausstellung der Welt auf dem Gebiet der Elektronik**

**vom 7. bis 12. Februar 1964**

**Paris, Porte de Versailles**

SALON  
INTERNATIONAL  
DES

# COMPOSANTS



# ÉLECTRONIQUES

Elektronische Bauelemente, Röhren und Halbleiter, Meß- und Steuergeräte, Elektroakustik...



Auskünfte und Unterlagen durch:

SDSA, 23 RUE LUBECK  
PARIS 16<sup>e</sup> - PASSY 01-16

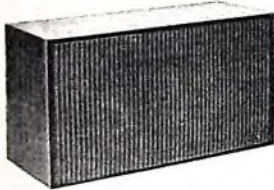


## HI-FI Lautsprecherbox TELEWATT BTL-2 in Bausatzform

DM 230 — frachtfrei einschl. Bauanleitung  
Versand gegen Nachnahme oder Vorauszahlung  
auf Postscheckkonto Stuttgart 63120

Ohne Vorkenntnisse bauen Sie nach unserer An-  
leitung den hervorragenden Studio HI-FI Laut-  
sprecher TL-2

Die hierfür entwickelten TELEWATT High-Fidelity  
Lautsprecher TR-2 und HR-3 ergeben durch Zu-  
sammenwirken von Luftpolster, Membranreso-  
nanz und unserem Amplituden-Druckausgleich  
eine hervorragende Wiedergabe von 35 Hz — 18 kHz.  
Serien-Parallelfilter mit Luftspule und MP-Konden-  
sator reduziert Klirr- und Intermodulationsver-  
zerrungen



Nußbaumgehäuse nach dem Prinzip der  
unendlichen Schallwand. Abmessungen:  
630 x 360 x 260 mm  
Tiefensystem TR-2  $\varnothing$  30 cm/Res. Freq.  
30 Hz 12 000 Gauss/Druckausgleich  
Hochtonsystem HR-3  $\varnothing$  12 cm/Druckaus-  
gleich Pegel 3-stufig regelbar Anschluß-  
wert 4—5 Ohm bis 40 Watt mit Musik-  
programm belastbar



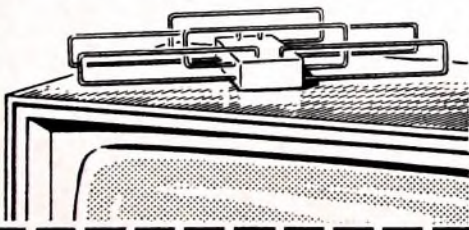
KLEIN + HUMMEL · ABT. BS · STUTTGART 1 · POSTFACH 402



KATHREIN

Fernseh-  
Zimmerantenne

TELIX



Die KATHREIN-Fernseh-Zimmerantenne „TELIX“  
mit ihrer klaren und neuzeitlichen Form  
wird auch Ihnen und Ihren Kunden gefallen.  
Die „TELIX“ empfängt das erste und zweite,  
aber auch das später hinzukommende dritte  
Programm.

Die KATHREIN-„TELIX“ wird in den Ausführungen  
„Gold“, „Mattnickel“ und „Schwarz“ geliefert.

**A. KATHREIN ROSENHEIM**

Älteste Spezialfabrik für Antennen u. Blitzschutzapparate

kleinen Innenwiderstand hat, entlädt sich jetzt  $C$  über die Glimmlampe. Dabei spielt der über  $P$  und  $R$  nachgelieferte Ladestrom kaum eine Rolle, denn er ist wesentlich niedriger als der Entladestrom über die gezündete Röhre. Die Spannung an  $C$  sinkt also ab. Hat sie den Wert der Läschtspannung erreicht, so reißt die Gasentladung ab, und die Glimmlampe wird nichtleitend. Daher kann sich  $C$  wieder über  $P$  und  $R$  aufladen, bis die Zündspannung erreicht ist usw. Dabei fließt durch  $R$  ein anstiegender und wieder auf Null fallender Strom, wazu eine Wechselspannung gehört, deren Wirkungen wir im Kopfhörer wahrnehmen.

Die Frequenz der Wechselspannung hängt vor allem von dem Unterschied zwischen Zünd- und Läschtspannung der Glimmlampe sowie von der Zeitkonstante  $(P + R) \cdot C$  ab. Je höher die Zündspannung im Verhältnis zur Läschtspannung ist, um so länger dauert es, bis der Kondensator die Zündspannung erreicht hat, und um so tiefer ist die entstehende „Kippfrequenz“. Ebenso hat eine große Zeitkonstante  $(P + R) \cdot C$  eine entsprechend langsame Aufladung von  $C$  zur Folge, und daher erniedrigt sich die Frequenz ebenfalls mit wachsender Zeitkonstante. Das erklärt auch die Beobachtung, daß beim Verkleinern von  $P$  der Ton höher, beim Vergrößern dagegen tiefer wird. Da die Spannung an  $C$  sägezahnförmig verläuft, nennt man sie auch Sägezahnspannung. Die erzeugten Schwingungen heißen Kippschwingungen oder Sägezahnspannungen.

Auch die Schaltung nach Bild 86 ist zur Erzeugung von Kippschwingungen geeignet. Beim Anlegen der Spannung zündet die Glimmlampe sofort, weil  $C$  zunächst noch ungeladen ist und daher die volle Spannung

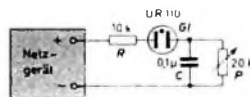


Bild 86. Kippschaltung mit Glimmlampe und Parallel-RC-Glied

an  $G$  liegt. Der Strom lädt  $C$  nun auf, so daß die Spannung an der Glimmlampe absinkt. Ist sie auf den Wert der Läschtspannung gefallen, so reißt die Entladung ab, und der Strom verschwindet. Jetzt kann sich  $C$  über  $P$  langsam entladen, und zwar so weit, bis die Differenzspannung aus der Gesamtspannung und der Spannung an  $C$  wieder den Wert der Zündspannung der Glimmlampe erreicht hat. Nun zündet  $G$  erneut, und  $C$  wird wieder aufgeladen. Hinsichtlich der Kippfrequenz gilt das bereits bei Bild 85 Gesagte.

Diese Aufsatzreihe ist nun beendet. Wir haben gesehen, was man unter Elektrizität versteht, wie sie erzeugt wird, welche Grundgesetze gelten und welche Grundlagen man unbedingt beherrschen muß, um in der auf der Elektrophysik aufbauenden Radiotechnik und Elektronik mit Erfolg tätig zu sein. Eine weitere Beitragsreihe wird sich mit speziellen Problemen der Niederfrequenztechnik, der Hochfrequenz-Empfangstechnik, der Sendertechnik und den elektronischen Grundschaltungen befassen. Bereits hierbei wird man feststellen, daß das Verständnis aller dieser Schaltungen um so leichter fällt, je besser man die Grundlagen beherrscht.

## Neue Geräte • Neue Bauelemente

### Neue Ringkern-Stelltransformatoren

Die Elektra Spezial GmbH hat die bisherigen Typenreihen der Philips-Stelltransformatoren durch die Typenreihen „AB 010“ ..., „AB 200“ (Tischausführung) und „BB 010“ ..., „BB 200“ (Einbauausführung) ersetzt. Besondere Merkmale der neuen Modelle sind der gleichmäßige Windungsabstand, der durch Nuten am Wicklungsträger für jede einzelne Windung erreicht wird, und ein geringer, konstanter Übergangswiderstand zwischen Stromabnehmer und Wicklung.

### Neue Silizium-Planar-Transistoren

Die Standard Elektrik Lorenz AG hat ihr Transistorenprogramm durch fünf neue n-p-n-Silizium-Planar-Typen (BCY 50, BFY 37, BFY 39, BFY 40, BFY 41) ergänzt, die wegen ihres günstigen Preises auch für den Einsatz in der Unterhaltungselektronik in Frage kommen.

**BCY 50** (für niedrige Betriebsspannungen):  $P_{Tot} = 200$  mW,  $U_{CR0} = 10$  V,  $U_{BR0} = 5$  V,  $U_{RR0} = 3$  V,  $T_j = 125^\circ\text{C}$ ;  $\beta > 60$  (bei  $U_{CR} = 1,5$  V,  $I_C = 100$   $\mu\text{A}$ ); Gehäuse TO-18.

**BFY 37** (für HF-Verstärker):  $P_{Tot} = 200$  mW,  $U_{CR0} = 25$  V,  $U_{BR0} = 20$  V,  $U_{BB0} = 5$  V,  $T_j = 125^\circ\text{C}$ ;  $\beta > 35$  (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 10$  mA),  $f_T = 270$  (> 200) MHz (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 10$  mA); Gehäuse TO-18.

**BFY 39** (für Verstärker):  $P_{Tot} = 200$  mW,  $U_{CR0} = 45$  V,  $U_{BR0} = 25$  V,  $U_{BB0} = 5$  V,  $T_j = 125^\circ\text{C}$ ;  $\beta > 35$  (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 10$  mA),  $f_T = 150$  MHz (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 10$  mA); Gehäuse TO-18.

**BFY 40** (für Verstärker):  $P_{Tot} = 800$  mW,  $U_{CR0} = 60$  V,  $U_{BR0} = 30$  V,  $U_{BB0} = 7$  V,  $T_j = 200^\circ\text{C}$ ;  $\beta > 50$  (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 50$  mA),  $f_T = 80$  MHz (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 50$  mA),  $R_{th0} = 0,22^\circ\text{C}/\text{mW}$ ,  $R_{thU} = 0,06^\circ\text{C}/\text{mW}$ ; Gehäuse TO-5.

**BFY 41** (für hohe Betriebsspannungen):  $P_{Tot} = 800$  mW,  $U_{CR0} = 120$  V,  $U_{BR0} = 120$  V (für  $R_{BB} \leq 250$  Ohm),  $U_{BB0} = 5$  V,  $T_j = 200^\circ\text{C}$ ;  $\beta > 35$  (bei  $U_{CR} = 10$  V,  $I_C = 50$  mA),  $R_{th0} = 0,22^\circ\text{C}/\text{mW}$ ,  $R_{thU} = 0,06^\circ\text{C}/\text{mW}$ ; Gehäuse TO-5.



Die Welt ist heutzutage nicht lustig;  
was man oft hören muß tut weh,  
doch wenigstens wird die Akustik  
verbessert durch die AKG.

Sie wünscht  
der großen Freundeschar  
den besten Rutsch  
ins neue Jahr.



Bekanntes Großunternehmen verpachtet in Wilhelms-  
haven in der besten Geschäftslage ein  
großes

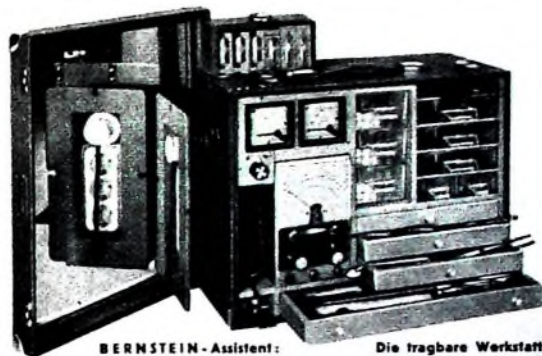
Lager  
und  
Büro-  
haus

mit über 2500 qm Verkaufs- und Ausstellungsfläche. Beste  
An- und Abfahrsmöglichkeiten. Lastenfahrstuhl, großes  
Treppenhaus und Laderampe ist vorhanden. Darüber  
hinaus steht noch ca. 2000 qm Parkplatzgelände zur  
Verfügung.

Das Objekt eignet sich besonders gut für ein Auslie-  
ferungs- oder Verkaufslager der Möbel- und Teppichbran-  
che oder sonstiger Einrichtungsgegenstände, jedoch auch  
für alle anderen Branchen.

Da ein eingespieltes Büro- und Fachpersonal ggf. zur  
Verfügung steht, besteht auch Interesse selbst direkt mit  
leistungsfähigen Herstellfirmen in Verhandlungen zu tre-  
ten, um mit entsprechender Unterstützung ein Verkaufs-  
bzw. Fabriklager zur Belieferung des Einzelhandels auf-  
zubauen. Entsprechendes Startkapital steht zur Verfügung.

Angebote zwecks Kontaktaufnahme erbeten unter  
F. Q. 8433



BERNSTEIN-Assistent:

Die tragbare Werkstatt

**BERNSTEIN** - Werkzeugfabrik Steinrücke KG  
Remscheid-Lennep, Telefon 6 20 37

### Schallplatten von Ihren Tonbandaufnahmen

Durchmesser	Umdrehung	Laufzeit max.	1-9 Stück	10-100 Stück
17,5 cm NP	45 per Min.	2 x 3 Min.	DM 8,-	DM 6,-
17,5 cm EP	45 per Min.	2 x 6 Min.	DM 10,-	DM 8,-
25 cm LP	33 per Min.	2 x 16 Min.	DM 20,-	DM 16,-
30 cm LP	33 per Min.	2 x 24 Min.	DM 30,-	DM 24,-

REUTERTON-STUDIO 535 Euskirchen, Wilhelmstr. 46 - Tel.: 2801

**FUNK-  
TECHNIK**

stets griffbereit

Vor Verlust und Beschädigung geschützt, bilden die  
Hefte in den praktischen

### • Sammelmappen

mit Stabelnhängevorrichtung  
für die Hefte des laufenden Jahrgangs  
oder in den

### • Einbanddecken

für jeweils einen kompletten Jahrgang

ein Nachschlagewerk von bleibendem Wert

Ausführung: Halbleinen mit Titelprägung

Preis der Sammelmappe: 6,- DM zuzüglich Versandkosten

(Versandspesen für Berlin: bis 2 Sammelmappen 40 Pf,  
bis 4 Sammelmappen 80 Pf; Bundesgebiet: bis 4 Sam-  
melmappen 80 Pf).

Preis der Einbanddecke: 4,80 DM zuzüglich Versandkosten

(Versandspesen für Berlin: bis 2 Einbanddecken 40 Pf,  
bis 6 Einbanddecken 80 Pf; Bundesgebiet: bis 6 Ein-  
banddecken 80 Pf)

• Lieferung bei Voreinsendung des Betrages auf das  
Postcheckkonto VERLAG FÜR RADIO-FOTO-  
KINOTECHNIK GMBH, Berlin West 7664

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH  
Berlin-Borsigwalde  
Postanschrift: 1 Berlin 52, Elchborndamm 141-167

### Schaltungen

Fernsehen, Rundfunk, Tonband

Eilverband

Ingenieur Heinz Lange  
1 Berlin 10, Otto-Suhr-Allee 59

### Kaufgesuche

Radioröhren, Spezialröhren, Widerstände,  
Kondensatoren, Transistoren, Dioden u.  
Bauteile, kleine und große Posten gegen  
Kasse zu kaufen gesucht Neumüller & Co.  
GmbH, München 13, Schraudolphstr. 2/T

Röhren und Transistoren aller Art, kleine  
und große Posten gegen Kasse. Böhren-  
Müller, Kelheim/Te., Parkstr. 20

Leber-Meßinstrumente aller Art, Char-  
lottenburger Motoren, Berlin W 35

Wir suchen dringend

### Landeshöhenmesser

für Versuchszwecke. Nach  
Möglichkeit den früher in  
Deutschland gebauten Typ  
LG 27

Eilangebote an  
Phys. techn.  
Entwicklungsbüro Laing  
Aldingen b. Stuttgart  
Tel. 07146/7151

### Unterricht

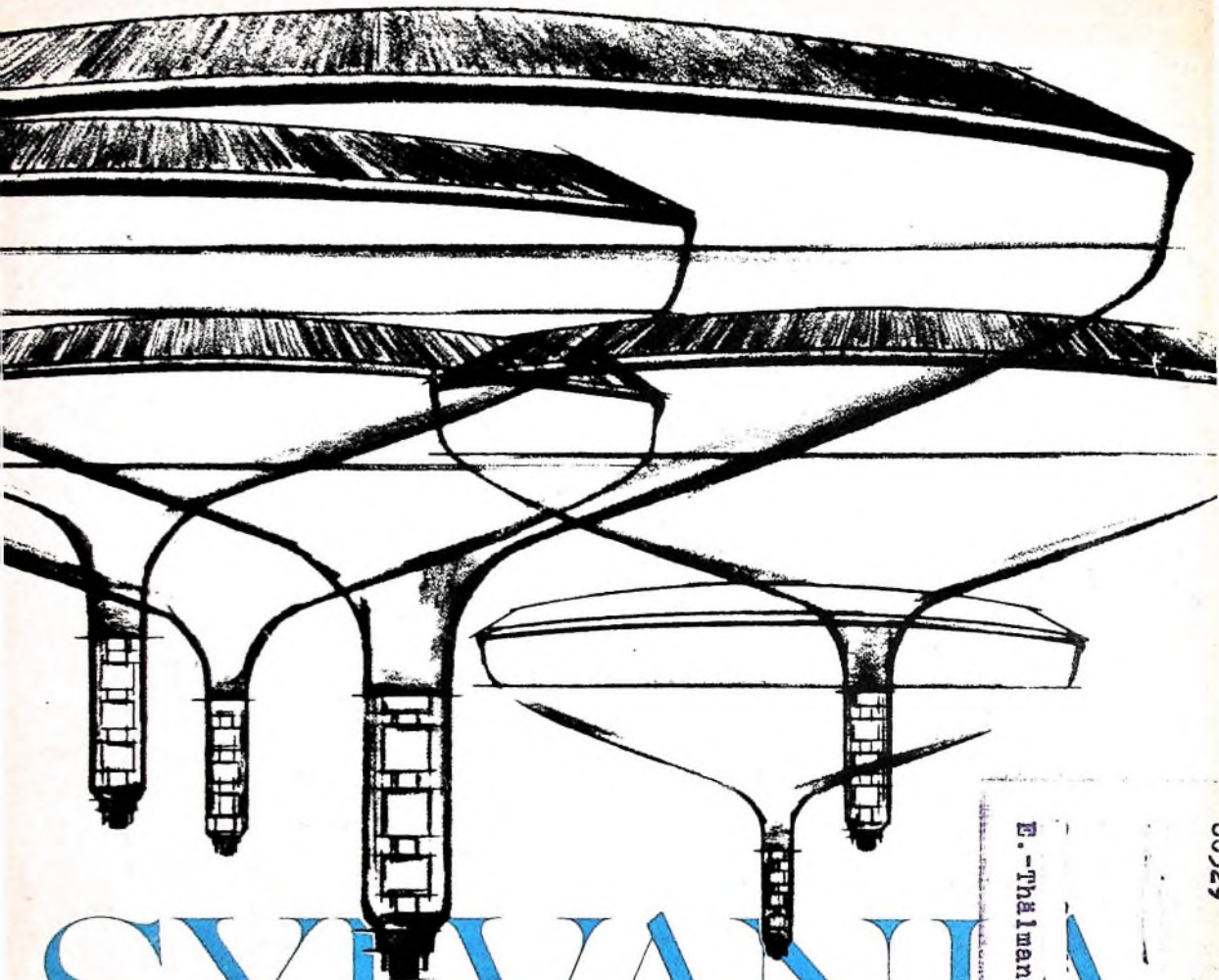
Theoretische Fachkenntnisse in Radio-  
und Fernsichttechnik durch Christiani-  
Perkurse Radiotechnik und Automation.  
Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur  
und Abschluszeugnis. 800 Selten DIN A 4,  
2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen.  
Studienmappe 8 Tage zur Probe mit  
Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang  
bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut  
Dr.-Ing Christiani, Konstanz Postf. 1957

### Bildröhren-Meßgerät



Zum Nachmessen von Bildröhren auf  
Heizladefehler, hochohmigen Isola-  
tionsfehlern, Sperrspannung, Ver-  
schleiß, Vakuumprüfung usw. Nur ein  
Drehschalter wie bei unseren Röhren-  
meßgeräten. Prospekt anfordern!

Max FUNKE KG 5488 Adenau  
Fabrik für Röhrenmeßgeräte



# SYLVANIA

E.-Thalmann-Str. 56

## FÜR JEDES FERNSEHGERÄT EINE SYLVANIA BILDRÖHRE

Die neuesten Typen aus dem Sylvania Bildröhren-Programm sind eine 16" und eine 27" Röhre. Beide sind sowohl in konventioneller Bauform wie auch in PPG\* "bonded-shield"-Ausführung erhältlich.

Sylvania Bildröhren sind wegen ihrer hervorragenden Qualität in der ganzen Welt zu einem Begriff geworden. Die breite Auswahl der von Sylvania hergestellten Typen bietet für jedes Fernsehgerät die richtige Bildröhre.

\* Pittsburg Plate Glass Verfahren.

### BONDED SHIELD

- 1 Schutzglas
- 2 Kittschicht
- 3 Abschlussband (wahlweise)
- 4 Frontplatte
- 5 Bildschirm
- 6 Aluminisierung



Wir senden Ihnen auf Wunsch gern nähere technische Daten und unsere Lieferbedingungen.

Deutsche Niederlassung:

**SYLVANIA-VAKUUMTECHNIK GMBH**

Erlangen: Fliessbachstrasse 16  
 Fernsprecher: Erlangen 09131/6251  
 Telegramme: Gentelint Erlangen  
 Fernschreiber: 0629857

**SYLVANIA**  
 Division of  
 GENERAL TELEPHONE & ELECTRONICS INTERNATIONAL