

BERLIN

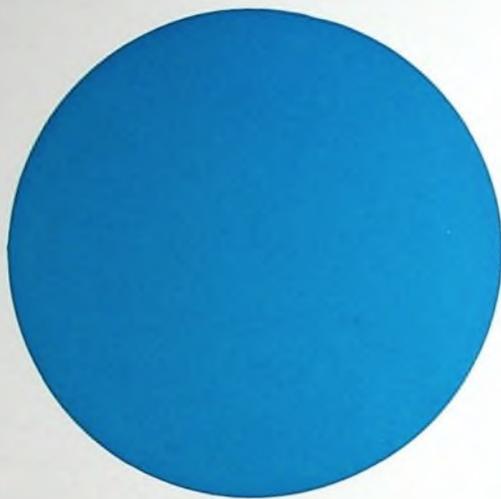
FUNK- TECHNIK



17 | 1968

1. SEPTEMBERHEFT

Es gab bisher zwei Hi-Fi-Stereo-Käufergruppen. Wir erschließen Ihnen auf der »Hi-Fi 68« die dritte.



Die erste Gruppe ist klein. Es ist die Gruppe der »Hi-Fi-Stereo-Fanatiker«, die jeden Preis zahlen und in einen 20 m²-Wohnraum eine 60-Watt-Anlage einbauen, obwohl ihnen eine 12-Watt-Anlage die gleiche Klangwirkung brächte.

Die zweite Gruppe ist größer. Sie besteht aus all denen, die bei einem niedrigen Preis auch eine niedrige

Leistung in Kauf nehmen.

Wir erschließen Ihnen die dritte Gruppe. Die große Gruppe derer, die bis jetzt abgewartet haben. Die nur zu gewinnen sind, wenn man ihnen Hi-Fi-Qualität bietet und dafür nicht unnötig hohe Ausgaben zumutet.

Für diese wichtige Käufergruppe haben wir ein rundes Programm

entwickelt: Steuergeräte mit Radio, Plattenspieler, Musiktruhen, Lautsprecherboxen.

Jedes Stereo-Gerät mit Hi-Fi-Qualität (DIN 45 500)

Jedes Hi-Fi-Gerät für Stereo eingerichtet. Und diese Qualität zu einem Preis, den Ihre Kunden auch bezahlen.



Hi-Fi-Stereo-Anlagen von **BLAUPUNKT**

Mitglied der Bosch-Gruppe

gelesen · gehört · gesehen	632
FT meldet	634
High-Fidelity bei uns · Abriß einer Entwicklung bis zur „hifi 68“	643
Hi-Fi ... und wie weiter?	644
Lautsprecherprobleme der Hi-Fi-Technik	647
Moderne Mikrofone und Hi-Fi-Kopfhörer	651
Schaltungstechnische Besonderheiten des Hi-Fi-Verstärkers und -Tuners der Anlage „acusta hifi“	655
Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit weitgehenden Klangvariationsmöglichkeiten	659
Hi-Fi-Steuergerät „3106 HiFi“	662
Der Mensch als Musikempfänger	665
Hi-Fi-Stereo-Tonbandgerät „TG 550“	666
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund	672
Für den Hi-Fi-Praktiker	
Brummabstand beim Kopfhörerbetrieb an Hi-Fi-Verstärkern	673
Brummschleifen in Hi-Fi-Anlagen	674
Messung der Resonanzfrequenz von Lautsprechern	674

Unser Titelbild: Untersuchung von Teilschwingungen auf dem Membranrand eines Lautsprechers mit Hilfe eines Sondenmikrofons von nur 5 mm Durchmesser (s. a. S. 647—650)

Aufnahme: Isophon

Aufnahmen: Verleger, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Artist nach Angaben der Verleger. Seiten 630, 635—642, 652, 653, 669, 671, 675 und 676 ohne redaktionellen Teil

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141—167. Tel.: (03 11) 4 12 10 31. Telegramme: Funktechnik Berlin. Fernschreiber: 01 81 632 vrlkt. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Albert Jänicke; Techn. Redakteure: Ulrich Radke, Fritz Gutschmidt, sämtlich Berlin. Chalkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch; Anzeigenlfg.: Marianne Weidemann; Chelgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, PSch Berlin West 7664 oder Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto 7 9302. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 2,80 DM. Auslandspreis lt. Preisliste. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrolith usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. Druck: Druckhaus Tempelhof



Antennentürme Antennenmasten

(Stecksystem)

Allgemeines

Der Teile-Rohrmast ist ein zusammengesteckter Mast aus 2 und 3 m langen, konischen Blechröhren. Diese werden ineinandergesteckt, gebündelt zur Baustelle geliefert und an Ort und Stelle auseinandergesteckt. Durch volumenmindernde Bündelung werden die Transportkosten gering. Die Montage ist dankbar einfach. Masten unter 20 m Länge benötigen zumeist keine Fundamente.

Werkstoff

R St 37-2, alu beruhigt

Korrosionsschutz

Allseitig feuerverzinkt mit einer Mindestauflage von 476 g/m² (70 µm)

Zubehör

Alle Masten werden mit Zapfrohr von 54 mm lichte Durchmesser und 500 mm Einspannlänge versehen. Dieses Rohr hat in zwei Ebenen je drei Zentrierschrauben zum Justieren des Antennenstandrohres. Am Mastfuß befindet sich eine Inspektionstür von 120 X 300 mm mit dahinterliegender Kabelbrücke aus 50 X 50 X 5 mm. Masten über 10 m Länge werden am Mastkopf zusätzlich mit einer Tür von 80 X 200 mm und Kabelbrücke ausgerüstet. Bei einzugrabenden Masten wird das Erdstück innen und außen mit einem Bitumenüberzug versehen. Zur Kabeleinführung sind im Erdstück zwei Kabellöcher 45 X 120 mm eingebracht. Je nach Größe können die Masten auf Wunsch mit Mastkorb sowie Steigeleiter mit und ohne Rückenschutz ausgerüstet werden.

Lieferprogramm

Antennentürme · Antennenmasten
Lichtmasten nach DIN 49 778 Bl. 2
Lichtmasten nach DIN 49 778 Bl. 5
Lichtmasten nach DIN 49 779
Sirenenmasten, Freileitungsmasten,
Blitzmasten, Fahnenmasten,
Flutlicht- und Beleuchtungsmasten

Wir übernehmen für Sie auf Wunsch alle Nebenarbeiten wie Erd- und Fundamentarbeiten, Montage etc.

RHEINSTAHL UNION AG

Werk Wanheim · 41 Duisburg-Wanheim

Ehinger Str. 80 · Postfach 11 44 · Tel. (02131) 7 76 23 94 · FS 0855 861



kussiert. Die austretenden Elektronen werden mit 15 kV beschleunigt, treffen auf einen Phosphorschirm und lösen dort wegen ihrer sehr hohen Geschwindigkeit mehr Photonen aus, als von außen auf die erste Photokatode gelangen. Eine Spezial-Fiberoptik führt die Photonen dann in die zweite Stufe, und am Ende der dritten Stufe erhält man schließlich ein gut sichtbares Bild auf einem Miniatur-„Fernseh“-Schirm von 25 mm Durchmesser.

Leistungslärkster Laser

Der zur Zeit leistungsstärkste Kohlendioxid-Impuls-Laser, der in der Universität von Essex in Ostengland installiert ist, hat für 1 µs eine Leistung von 250 kW erreicht. Dabei erzeugte er eine Temperatur von rund 2 500 000 °C.

Wire-Wrap-Werkzeug für lötlöse Verdrahtung

Unter der Bezeichnung „Euro-tool 14G2“ hat die Deutsche Gardner Denver GmbH ein neues elektrisches Verdrahter-Werkzeug auf den Markt gebracht, das für die gebräuchlichsten Spannungen im Bereich

von 24 bis 240 V geliefert wird. Da die bisherigen elektrischen Wire-Wrap-Werkzeuge nur für 110 V ausgelegt waren, entfällt nun bei höheren und niedrigeren Spannungen das Zwischenschalten eines Transformators. Das neue Werkzeug, für das die üblichen Wickeleinsätze und Wickelhülsen für Drahtdicken von 0,2 bis 1 mm zur Verfügung stehen, ist schutzisoliert nach CEE 20 und VDE 0740 und entspricht den Bestimmungen aller Länder mit Approbationszwang oder Genehmigungspflicht. Das Gehäuse ist aus Kunststoff, so daß das Werkzeug sehr leicht in der Hand liegt.

Neuer Fernsehsender des Südwestfunks

Zur besseren Fernsehversorgung des mittleren und unteren Wiesentals und des unteren Wehratals hat der Südwestfunk auf der Hohen Möhr einen neuen Sender errichtet, der jetzt seinen Betrieb aufgenommen hat. Die Errichtung dieser Sendestation war notwendig geworden, weil die Versorgung von Teilen des Wiesentals und des Wehratals durch den Fernsehsender Feldberg wegen der

dazwischenliegenden Höhen noch unzureichend war. Die etwa 50 000 Einwohner dieses Gebietes haben nun die Möglichkeit, das 1. Fernsehprogramm über Kanal 55 von der Hohen Möhr zu empfangen. Außerdem ist dieser Fernsehsender die Voraussetzung für die Errichtung weiterer Ortsfüllsender. Schon jetzt konnte beim Füllsender Lörrach eine Verbesserung der Bildqualität dadurch erreicht werden, daß dieser Umsetzer sein Fernsehsignal nicht mehr vom Sender Feldberg, sondern vom Sender Hohen Möhr empfängt. Außer dem Fernsehsender befinden sich auf der Hohen Möhr auch die Sendeanlagen für die drei UKW-Programme des Südwestfunks, die schon seit dem 21. Dezember 1967 in Betrieb sind.

Weltraumsimulator testet Satelliten

Eine von der Bosch-Gruppe entwickelte künstliche Sonne, die einen Satelliten 1,5mal so stark bestrahlen kann wie die Sonne im Abstand Erde-Sonne, hat in den vergangenen Monaten im größten Weltraumsimulator Europas ihre ersten Be-

währungsproben bestanden. Die Simulationsanlage, mit der bereits die europäischen Satelliten „Heos“ und „Esro 2“ getestet wurden, wurde von einem internationalen Firmenkonsortium für das European Space Technology Centre (ESTeC) in Noordwijk (Holland) erstellt. Die Testanlage besteht im wesentlichen aus einer Vakuumkammer zur Simulation des niedrigen Luftdrucks, einer sogenannten Kaltwand, die die Kammerinnenwand überdeckt und von einem Kältemittel durchströmt wird, und der Bestrahlungseinrichtung zur Simulation der Sonnenstrahlung, die 19 Lampeneinheiten mit je einer 6,5-kW-Xenon-Hochdrucklampe umfaßt.

Atomkraftwerk für Argentinien

Vor kurzem wurde in Buenos Aires von der Argentinischen Atomkommission und der Siemens AG der endgültige Vertrag über den Bau des 318-MW-Kernkraftwerkes „Atucha“ mit einem Siemens-Natururan-Druckwasserreaktor unterzeichnet. Dieses erste Kernkraftwerk Lateinamerikas soll 1972 in Betrieb gehen.

ISOPHON-Einbaulautsprecher für individuelle Wiedergabe

POWER SOUND Lautsprecher der ISOPHON-Werke, ein Begriff für Präzision und Klangfülle. Bauen Sie sich Ihr Hi-Fi-Studio selbst – mit Einzelsystemen und Einbaukombinationen. Hi-Fi-Lautsprecheranlagen, die Ihren eigenen Klangvorstellungen ideal entsprechen. Wir empfehlen einzeln oder kombiniert:

Hi-Fi wie Sie sichs wünschen mit POWER SOUND

POWER SOUND

Tieftöner

PSL 245

PSL 300



PSL 203 S



PSL 170



POWER SOUND

Allfrequenzlautsprecher

BPSL 130



BPSL 100



POWER SOUND

Hochmitteltöner

HMS 1318



HMS 8



Als fertige Einbaukombinationen bieten sich an:

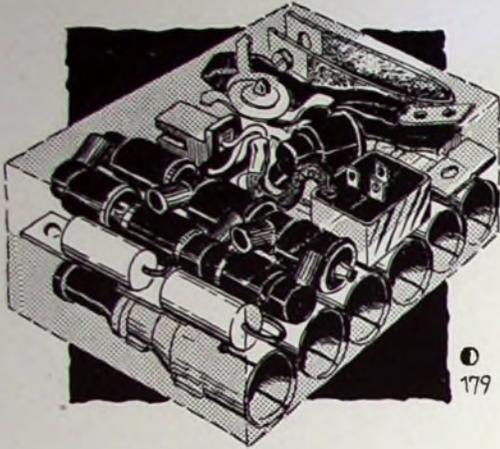
Einbaukombinationen der Serie PRIVAT SOUND. Fordern Sie unsere POWER SOUND, DRY SOUND und PRIVAT SOUND Prospekte sowie die Broschüre: „ISOPHON-Lautsprecher richtig eingebaut“. Wir senden Ihnen alles kostenlos zu.



die Welt hört auf sie

ISOPHON-WERKE GMBH, Abt. V
1 Berlin 42, Eresburgstraße 22

Bitte besuchen Sie uns auf der HIFI 68 in Düsseldorf, Halle C 1, Stand Nr. 167



Der Inhalt macht's

bei den BERU-Entstörmittelsätzen. Sie entheben Sie der Mühe, die für die Entörung eines Fahrzeuges notwendigen Teile selbst zusammenzustellen, denn ein BERU-Entstörmittelsatz enthält alle Teile in der richtigen Stückzahl, den richtigen Abmessungen und den erprobten elektrischen Werten, um eine einwandfreie Entörung durchzuführen. Alle Sätze werden geliefert für Mittelwellen-Entörung und für UKW-Entörung. Verwenden Sie

BERU

Entstörmittelsätze



für rationelle Funkentstörung

Verlangen Sie die Schrift: „Funkentstörung leicht gemacht“

BERU VERKAUFS-GMBH / 7140 LUDWIGSBURG

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

75 Jahre VDE

Mit der 55. Hauptversammlung seit seiner Gründung im Jahre 1893 feiert der VDE in der Zeit vom 23. bis 28. September 1968 in Berlin sein 75jähriges Bestehen.

IBM-Rechenzentrum in Friedrichshafen

Das neue IBM-Rechenzentrum in Friedrichshafen ist nur mit Datenstationen zur Ein- und Ausgabe der Daten ausgerüstet. Die Datenverarbeitungssysteme sind in Stuttgart, Düsseldorf und Basel installiert und werden im Time-Sharing benutzt. Eine der Datenstationen in Friedrichshafen ist ständig über eine gemietete Leitung mit dem „IBM System/360, Modell 50“ des Rechenzentrums in Stuttgart verbunden. Über eine weitere Datenstation kann man dagegen im normalen Telefonverkehr die Computer in den IBM-Time-Sharing-Zentren Düsseldorf und Basel, die für 62 Benutzer gleichzeitig arbeiten können, anwählen.

ICL eröffnet Geschäftsstelle in Stuttgart

Zur Erweiterung ihrer Vertriebsorganisation hat die ICL Deutschland, die bereits über Geschäftsstellen in Berlin, Hamburg, Düsseldorf und München verfügt, eine neue Geschäftsstelle in Stuttgart-West, Falkenstr. 89, eröffnet. Die ICL, die aus dem Zusammenschluß der führenden englischen Computerhersteller ICT und English Electric unter Beteiligung von Plessey hervorgegangen ist, ist mit 34.000 Mitarbeitern in 70 Ländern der größte Computerhersteller außerhalb der USA.

Marconi gründet neue Abteilung Die Marconi Company gab jetzt die Bildung einer neuen Abteilung, der Electro-Optical Systems Division, bekannt. Der Hauptaufgabenbereich der neuen Abteilung, die ihren Sitz in Basingstoke/Essex hat und die aus der Verbindung der zwei Arbeitsgebiete Industriefernsehen und Projekt Martel entstand, liegt auf dem Gebiet der Raketengeschosse, Feuerleitstellen, Nachtsichtgeräte, Industriellen Überwachung und Regelung sowie Informationsübertragung und Ausbildung.

Warenkundlicher Lehrgang in der Einzelhandels-Schulungsstätte in Springe

Vom 30. 9. bis 5. 10. 1968 veranstaltet die Einzelhandels-Schulungsstätte, 3257 Springe, Kurzer Gling 47, in Zusammenarbeit mit dem DRFFV einen warenkundlichen Fachlehrgang für Lehrlinge im 3. Lehrjahr und Verkäufer (nicht jedoch für Servicetechniker) der Rundfunk- und Fernsehbranche. In rund 45 Unterrichtsstunden werden folgende Themen behandelt: Rundfunkgeräte, Antennen, Röhren, Transistoren, Stereo- und Hi-Fi-Anlagen, Tonband und Tonbandgeräte, Plattenspieler, Autoradio, Fernsehen, Farbfernsehen, Verkaufskunde. Die Teilnahmegebühr beträgt 160 DM (einschließ-

lich Internatsunterkunft, Verpflegung, Dozentenonorar, Schulungsgebühren und Arbeitsmaterial). Anmeldungen können über den DRFFV oder direkt bei der Einzelhandels-Schulungsstätte erfolgen.

7. Tagung „Ausbildung auf dem Gebiet der Elektronik“

Die 7. Tagung „Ausbildung auf dem Gebiet der Elektronik“ findet in Tettnang vom 24. bis 25. 9. 1968 statt. Sie wird wieder von der „Interessengemeinschaft Ausbildung auf dem Gebiet der Elektronik“ auf Bundesebene im Einvernehmen und mit Unterstützung des Kultusministeriums Baden-Württemberg und dem Zentralverband des Deutschen Elektrohandwerks veranstaltet.

Elektronik-Preis 1968

Anlässlich der „electronica 68“ (7. bis 13. November 1968 in München) wird der „Münchener Elektronik-Preis 1968“ für eine hervorragende Ingenieurleistung verliehen. Mit dem mit 10.000 DM dotierten Preis, der von dem Internationalen Elektronik-Arbeitskreis e. V. gestiftet wird, soll eine Ingenieurleistung ausgezeichnet werden, die von einem Mitarbeiter oder von einem Mitarbeiter-Team einer Ausstellerfirma erbracht wurde. Die Arbeiten müssen den von der Ausstellung umrissenen Fachgebieten entsprechen und vom Zulassungsausschuß des Fachbeirates zur Teilnahme an dieser Ausstellung zugelassen sein.

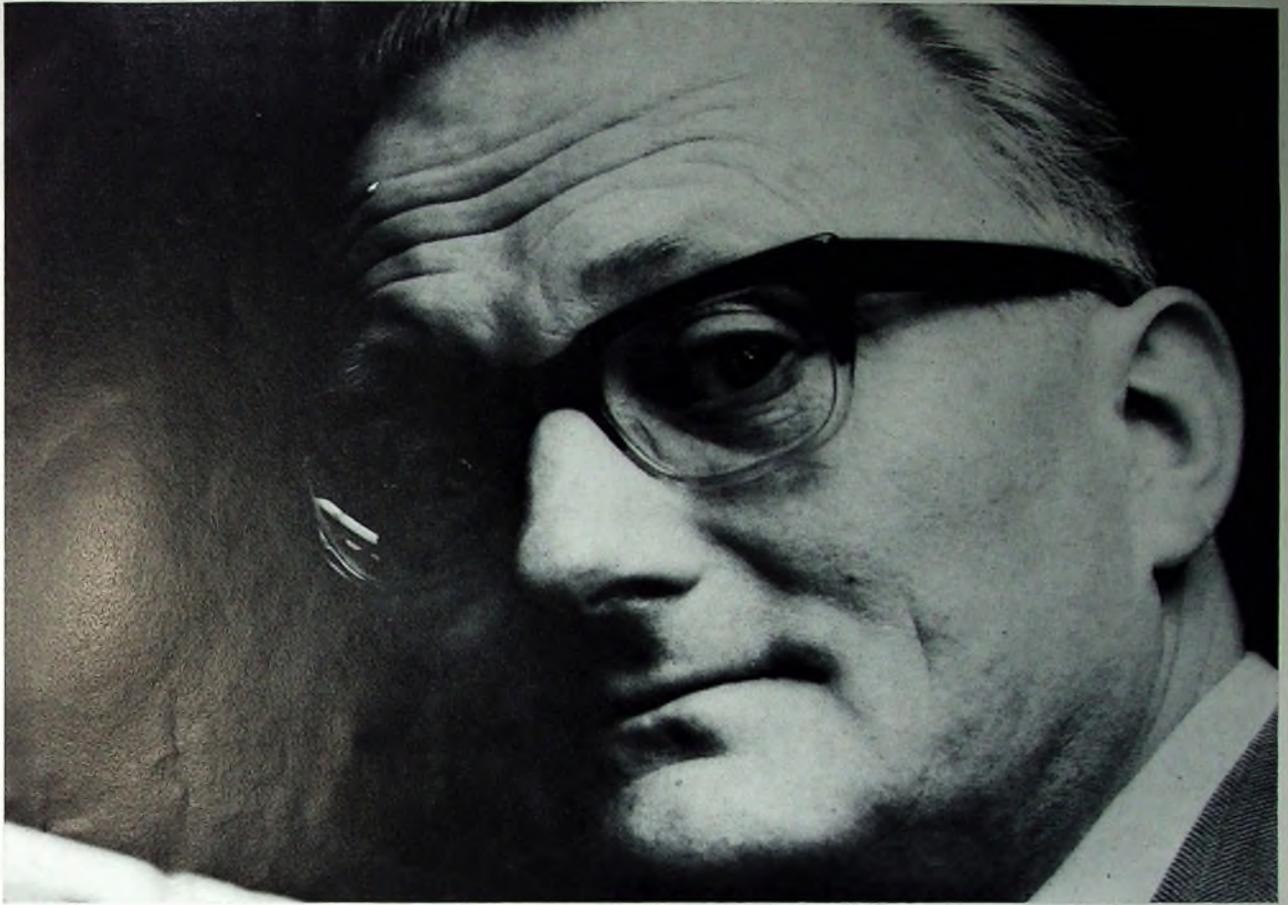
Neuer Katalog für Operationsverstärker

Philbrick/Nexus Research (Deutsche Vertretung: Kontron GmbH & Co. KG, München), einer der führenden Hersteller von Operationsverstärkern in den USA, stellt in einem neuen 28seitigen Katalog eine Vorzugstypenreihe aus seinem Programm vor. Dieser neue Katalog hilft, den geeigneten Verstärker auszuwählen, und bietet ausführliche Informationen über integrierte sowie in Miniatur- und Dickfilmtchnik aufgebaute Operationsverstärker.

Halbleiter-Datenbuch von Texas Instruments

Das neue Halbleiter-Datenbuch 68/69 (840 S., DIN A 5) der Texas Instruments Deutschland GmbH enthält neben dem deutschen Fertigungsprogramm auch einen Überblick über die Bauelemente des Stammwerks in Dallas und der Zweigniederlassungen in Bedford (England) und Nizza (Frankreich). Der Inhalt umfaßt Transistoren, Dioden, Gleichrichter, Gleichrichterbrücken, Thyristoren, Triacs und optoelektronische Bauelemente.

H. Zafke 40 Jahre bei P. Scholz Am 1. 9. 1968 begeht Herbert Zafke, Hauptbuchhalter der Großhandlung Paul Scholz, Berlin, Bielefeld und Dulsburg, sein 40jähriges Dienstjubiläum bei der Firma



Erich Wolgemuth, Graetz-Werk Bochum

Sein scharfer Blick schneidet auch dem kleinsten Fehler den Lebensfaden ab.

Er hat den schärfsten Blick im ganzen Betrieb. Und den braucht er, um die Bildqualität jedes Fernsehgeräts zu prüfen.

Wenn er zufrieden ist, unterschreibt er die **Prüfgarantiekarte**. Ist er's nicht, weist er das ganze Gerät zurück. Selbst dann, wenn andere das Bild noch für gut genug halten würden.

Aber der Prüfer ist er. Keine Unterschrift, keine Prüfgarantie.

Und ohne Prüfgarantie keine Auslieferung!

Genauso streng sind über hundert andere Prüfungen bei jedem einzelnen Fernsehgerät. Weil für uns ein Gerät erst dann perfekt ist, wenn alle Einzelteile und Funktionen ihre unbedingte Zuverlässigkeit bewiesen haben.

Darin sind wir heute besonders erbarmungslos. Wie unser **Prüfsystem**. Damit Sie und Ihre Kunden sich unbedingt auf die Qualität jedes Graetz-Gerätes verlassen können. - Wir wissen: Unsere Verpflichtung heißt Qualität.



Begriff des Vertrauens



Antennenwälder abholzen

- damit beginnt ein neues Geschäft



KATHREIN Gemeinschaftsantennen

Es wartet eine Menge Geschäft auf Sie. Überzeugen Sie die Hausbesitzer von der Notwendigkeit, den Antennenwald zu beseitigen!

KATHREIN stellt Ihnen dazu bewährtes Material zur Verfügung, mit dem Sie technisch perfekte Lösungen erzielen. Material, das für eine besonders rationelle Montage entwickelt wurde. KATHREIN stellt Ihnen für Ihre Werbung einen 8seitigen Prospekt zur Verfügung, mit dem Sie Ihren Kunden zeigen können, welche Anlagen bereits mit KATHREIN-Material gebaut wurden, wie zuverlässig unsere Technik ist und daß es gar nicht so kompliziert ist, in einen Altbau eine Gemeinschaftsantenne einzubauen.

Schreiben Sie an KATHREIN – Sie bekommen die Prospekte kostenlos.

KATHREIN *Antennen*

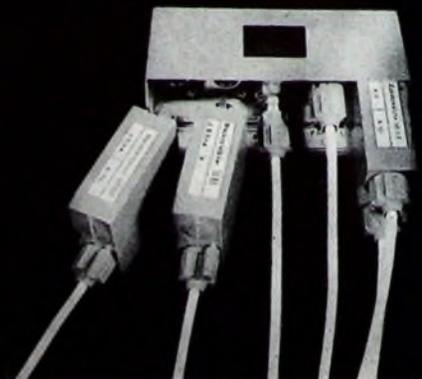
A. KATHREIN 82 ROSENHEIM, POSTFACH 260



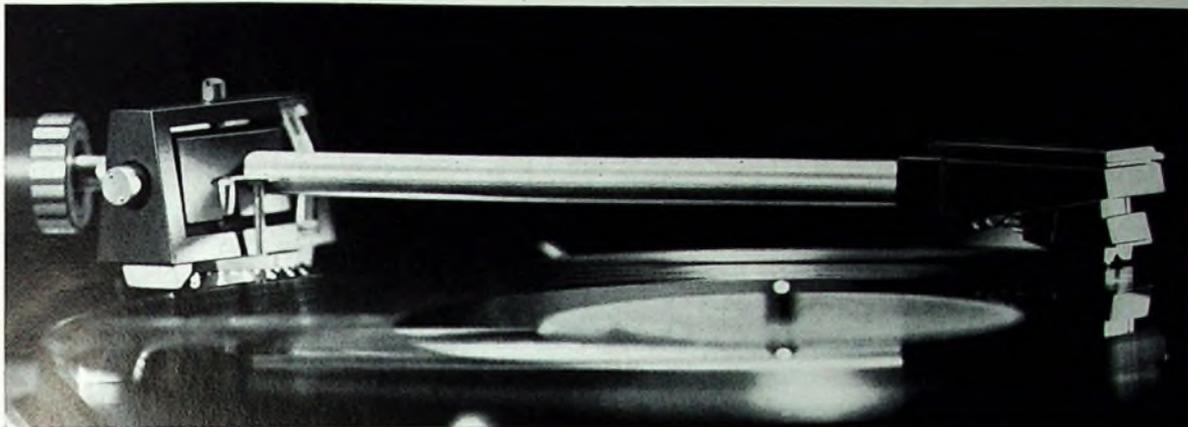
KATHREIN



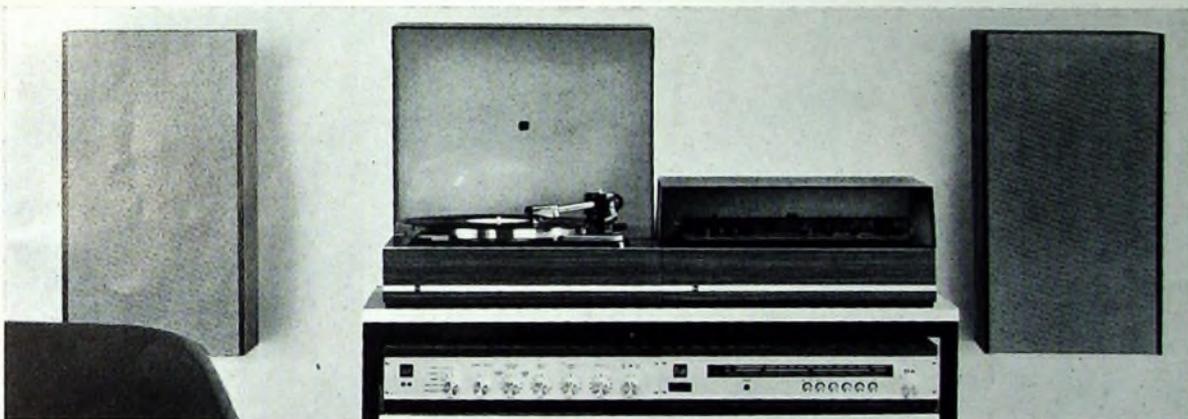
TRAKO- (oben) und KOMBISTECK (unten), zwei hervorragende Verstärker-Systeme von KATHREIN.



Wie erreichen Sie das Ohr der Käufer? Mit Dual Hi-Fi und Dual-Stereo! Machen Sie unseren Werbe-Erfolg zu Ihrem Verkaufs-Erfolg!



Dual 1019: Hi-Fi-Plattenspieler



Dual-Stereo-Componenten: Verstärker - Lautsprecher - Tuner - Tonband

Ein klangvolles Vorspiel — mit Dual-Stereo! — können Sie für sich zum klingenden Nachspiel (an der Ladenkasse) ummünzen. Denn: Jetzt ist Verkaufssaison für leistungsfähige Phonogeräte und Musikanlagen. Für Dual Hi-Fi und Dual-Stereo!

Jetzt läuft auch die Dual-Herbstwerbung an: im Fernsehen, in Elite- und Spezial-Zeitschriften und in bedeutenden Illustrierten.

Hi-Fi-Experten auf der ganzen Welt wissen: der Dual 1019 ist der Hi-Fi-Stereo-Plattenspieler. Ausgezeichnete Grundlage einer hochwertigen Hi-Fi-Stereo-Anlage. Gebaut nach dem erfolgreichen Dual-Prinzip: Hi-Fi-Qualität in Großserie. Deshalb repräsentiert der Dual 1019 — wie alle Dual-Geräte — den höchsten Gegenwert und: macht ihn so begehrt!

Mit dem Hi-Fi-Verstärker, den Hi-Fi-Lautspre-

chern (6 Typen zur Wahl) dem neuen Tuner und der Stereo-Tonband-Componente ist die Componenten-Anlage von Dual vollständig. Eine Musik-Anlage für anspruchsvolle Käufer — zu vernünftigem Preis. Technisch ausgefeilt und — auch formlich — aufeinander abgestimmt.

Wem verkaufen Sie Dual-Stereo-Heim-Anlagen? Allen ernsthaften Schallplattenfreunden, die brillante Stereo-Wiedergabe bei unkomplizierter Handhabung der Geräte wünschen. (Und: die dem Namen Dual vertrauen.) Unter den Stereo-Heim-Anlagen bietet Dual eine marktgerecht gestufte Auswahl: Mit der transportablen HS 11, der eleganten HS 21, der anspruchsvollen HS 31 (mit Hi-Fi-Plattenspieler Dual 1015!) und der neuen preisgünstigen HS 32. — Ein ganzes Verkaufs-Erfolgs-Programm!

Zum guten Ton gehört Dual

Dual

Frage: Haben Sie genügend Werbematerial?
Wenn nicht — schreiben Sie uns!
Dual, Gebrüder Steidinger
7742 St. Georgen/Schwarzwald



BAUELEMENTE

für die
Nachrichtentechnik
Elektronik
Elektrizität
Elektromechanik

ab 1968 der Alleinexporteur für Ungarn

EMO
ELEKTROMODUL
BUDAPEST

Elektromodul
Ungarisches Handelsunternehmen
für elektrotechnische Bauelemente

Budapest, XIII., Visegrádi utca 47/a-b
Telefon: 495-340 495-940 · Telex: 3648/3649

Export

Import

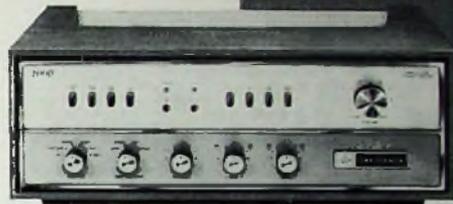
ELAC

präsentiert auf der **Hi-Fi 68**
Marken der Weltspitzenklasse

THE FISHER



Hi-Fi-Verstärker, Hi-Fi-Tuner, Hi-Fi-Receiver,
Hi-Fi-Lautsprecher-Kombinationen – immer Maßstäbe für
neue Werte in der Entwicklung der High Fidelity.
Kritische Fachleute und Musikliebhaber mit höchsten
Ansprüchen wissen, was es bedeutet, wenn ein
Hi-Fi-Stereo-Gerät den Namen FISHER trägt. Die
Wiedergabequalität aller FISHER Geräte entspricht der



gleichen grundlegenden Norm: unabhängig vom
Preis eine verzerrungsfreie stereophonische Wiedergabe
und hohe Zuverlässigkeit im Betrieb. Teilweise
machen nur Nuancen den Unterschied zwischen diesem,
diesem oder diesem FISHER – damit das von Ihnen
gewählte FISHER-Gerät nuanciert Ihren Erwartungen
entspricht.

SONY®



Neben einer Vielzahl von international anerkannten
Qualitätserzeugnissen für die Gebrauchselektronik,
haben sich auch SONY Hi-Fi-Bausteine – Vierspur-
Tonbandgeräte, Hi-Fi-Laufwerke, -Tonarme,
-Verstärker, -Tuner und -Receiver – ihren Platz in der
Weltspitzenklasse erobert. Nicht nur aufgrund der
hervorragenden technischen Eigenschaften, sondern
auch wegen der brillanten Formgebung.



DÜSSELDORF

Auf der Hi-Fi 68 in Düsseldorf vom 30. 8. bis 3. 9.
beraten Sie unsere Spezialisten auf Stand 131
in Halle D 1 in allen Fragen der Hi-Fi-Technik. Auf
Wunsch senden wir Ihnen auch gern ausführliche
Informationen.

ELECTROACUSTIC GMBH
23 KIEL · Westring 425-429

Interessante Neuheiten für Funkamateure von **HEATHKIT®**



5 Band SSB/CW-Transceiver HW-100

Erlaßt alle Amateur-KW-Bänder von 80 bis 10 m in 8 Bereichen (3,5 ... 30,0 MHz) - Auf SSB- (oberes u. unteres Seitenband) und CW-Betrieb umschaltbar - Empfänger-Eingangsempfindlichkeit unter 0,5 µV für 10 dB S+N:N - Trennschärfe 2,1 kHz bei 6 dB, 7 kHz bei 60 dB - NF-Ausgangsleistung 2 W - Spiegelselektion und ZF-Unterdrückung über 50 dB - VFO in Halbleitertechnik mit FET - Sender-Input 100 W P.E.P. bei SSB, 170 W bei CW - HF-Ausgangsleistung 100 W (80 m), 80 W (10 m) - Ausgangsimpedanz 50 ... 75 Ω (SWR 2:1) - Oberwellenabstrahlung unter 45 dB - Neuartiger HARMONIC DRIVE-Skalenantrieb mit Einleitfaste und 5 kHz-Skalenteilung - Eingebauter 100 kHz-Eichquarzgenerator - Eingebauter 1 kHz-CW-Monitor - Sende/Empfangsumschaltung bei SSB durch PTT oder VOX, bei CW durch VOX mit Tontastung - Träger- und Seitenbandunterdrückung -45 dB - HF-Kompression (TALC) - Geräuschlos schaltende, voll gekapselte Relais - 19 Röhren - 12 Halbleiter - Anschlußbuchsen für 8 Ω-Lautsprecher und Kopfhörer - Ortsfester Betrieb mit HEATHKIT-Netzteil HP-23E, Mobilbetrieb mit HEATHKIT-Transistorwandler HP-13 - Einfachster Selbstbau durch 9 gedruckte Schaltungen und Kabelbaum-Verdrahtung - Abmessungen 377x160x340 mm / 9 kg

Bausatz: DM 1298,- * betriebsfertig auf Anfrage

Universal-Netzteil HP-23E
Transistorwandler HP-13

Bausatz: DM 259,- * betriebsfertig: DM 349,-
Bausatz: DM 369,- * betriebsfertig: DM 465,-



2 m AM-Transceiver HW-17

Abstimmbereich 143 ... 148,2 MHz - Erlaßt ebenfalls die MARS-CAP-, NETS- und CGA-Frequenzen - Volltransistorisierter Empfänger (Doppelsuper) mit einbaufertigem, vorabgelegenen FET-Tuner - ZF 1: 24.965 MHz - ZF 2: 2,0 MHz - Eingangsempfindlichkeit 1 µV bei 10 dB S+N:N - Trennschärfe 27 kHz bei 6 dB - Antenneneneingang 50 ... 75 µ, unsymm. - Beleuchtete Vernier-Skala mit 100 kHz-Teilung - Betriebsartenschalter mit „SPOT“-Stellung zum schnellen Einfinden - Leistungsstarker Sender in Hybridenschaltung mit 4 Quarz-Festfrequenzen nach Wahl und Anschlußmöglichkeit für externen VFO - HF-Input 18-20 W, Output 8-10 W - Betriebsart A3 (AM) - Modulation 100 % mit autom. Begrenzung - Eingebauter Störbegrenzer - Abschaltbare Rauschunterdrückung (Squelch) - S-Meter - Eingebauter Ovaleinsprecher - Spezial-Sparschaltung zur Schonung der Kfz-Batterie bei Mobilbetrieb - Eingebaute Netzteil für 120/240-V-Betrieb - Mobilbetrieb mit HEATHKIT-Spannungswandler HWA-17-1 - 4 Quarzfassungen für Typen FT-243 od. HC-6/U - Kristall-Mike m. Drucktastenschalter und Schwenkbügel 1 Aut. einbau im Preis einbegriffen - 15 Transistoren - 20 Dioden - 3 Röhren - Abmessungen 358 x 158 x 224 mm / 8,5 kg

Bausatz: DM 680,- (o. Quarze) * betriebsfertig: DM 900,- (o. Quarze)

Transistor-Spannungswandler HWA-17-1 Bausatz: DM 150,-



Luxus-Etui IMA-17-1

Passend für Transistorvoltmeter IM-17 und Halbleiter-Prüfgerät IP-18 - Aus robustem, sälianartigen SKAI-FIN mit Moltipren-Keschierung, innen mit grünem Synthetic-Samt ausgeschlagen - Bequemer Traggriff - Deckel m. Druckknopfschluß

Preis: DM 19,80



Halbleiter-Prüfgerät IT-18

Ermöglicht vielseitige Messungen an PNP- und NPN-Transistoren sowie Dioden, die nun nicht mehr ausgelötet werden müssen, sondern in der Schaltung verbleiben können - MIBI den Gleichstrom-Verstärkungsfaktor (β) von Transistoren in zwei Bereichen von 2-100 bzw. 200-1000 - Prüft Dioden in Sperr- und Durchlaßrichtung und auf Elektrodenschlüsse - Erlaubt Strommessungen an ausgebauten Transistoren bei offenem Emitter (I_{cb0}) und offener Basis (I_{ce0}) bis 500 µA - Mit dem IT-18 können ferner ternere Polarität (PNP od. NPN) und Elektrodenanschlüsse von Transistoren geprüft und Transistorpaare nach gleichen Kenndaten zusammengestellt werden - 200 µA-Drehspulinstrument mit zweifarbigem Skalen für β- und Reststrom-Messungen - 10-Gang-Präzisionspotentiometer - Eingebaute Prüfschnüre und TO-5-Standardfassung - Stromversorgung durch eingebaute 1,5-V-Monozelle - Robustes Kunststoffgehäuse mit Kabelfach und Schnappverschluss - Deutsche Bau- und Bedienungsanleitung in Kürze lieferbar

Bausatz: DM 189,- (o. Batt.) * betriebsfertig: DM 239,- (o. Batt.)

Transistor-Voltmeter IM-17G

Jetzt aus deutscher Fertigung mit Original-GOSSEN-Einbauminstrument - Je vier Wechsel- und Gleichspannungsmessbereiche von 0 ... 1,5 V bis 0 ... 1500 V SE und vier Widerstandsmessbereiche von 0,1 Ω bis 1000 MΩ (10-Ω-Marke in Skalennitte) - Meßgenauigkeit bei DC ± 3 %, bei AC und Ω ± 5 % - Eingangswiderstand bei DC 11 MΩ, bei AC 1 MΩ - Frequenzgang 10 Hz ... 1 MHz ± 1 dB - 200 µA-GOSSEN-Drehspulinstrument (2 Jahre Garantie auf das Meßwerk!) mit mehrfarbiger 100% Skala - Nutzung unabhängiger Betrieb mit einer 1,5-V-Monozelle und einer 8,4-V-Hg-Batterie - Bequeme Einknopfbedienung - Nullpunkt- und Ohm-Einstellregler - Polaritätsumschalter (DC+/DC-) - Eingebaute Prüfschnüre - Anschlußbuchse für HV- und HF-Tastköpfe - Kunststoffgehäuse mit Kabelfach und Schnappverschluss - Deutsche Bau- und Bedienungsanleitung

Bausatz: DM 129,- (m. Batt.) * betriebsfertig: DM 189,- (m. Batt.)

Ausführliche technische Einzelbeschreibungen mit Schaltbildern und den großen HEATHKIT-Katalog mit über 180 weiteren, interessanten Geräten zum Selbstbau oder in betriebsfertiger Form erhalten Sie kostenlos und unverbindlich gegen Einsendung des anhängenden Abschnitts. HEATHKIT-Geräte und -Bausätze ab DM 100,- auch auf Teilzahlung erhältlich. Porto- und frachtfreier Versand innerhalb der BRD und nach West-Berlin. Die obengenannten Preise verstehen sich einchl. Mehrwertsteuer.



Ich bitte um kostenlose Zusendung des HEATHKIT-Kataloges
Ich bitte um kostenlose Zusendung technischer Datenblätter für folgende

Geräte _____

(Zutreffendes ankreuzen)

(Name) _____

(Postleitzahl u. Wohnort) _____

(Straße u. Hausnummer) _____

FT _____ (Bitte in Druckschrift ausfüllen)



HEATHKIT-Geräte GmbH

6079 Spredlingen b. Frankfurt/M., Robert-Bosch-Str. 32-38
Postfach 220, Telefon (0 61 03) 6 89 71, Telex 041 3 606

Zweigniederlassung: HEATHKIT-Elektronik-Zentrum
8 München 23, Warburgplatz 7, Tel. (08 11) 33 89 47

Besuchen Sie uns auf der INTERKAMA '68
in Düsseldorf vom 9.-15. Oktober 1968

Halle F - Stand 6386

Diese Insel steht vom 30.8. – 3.9. auf der 'hi-fi Düsseldorf'



(Halle D I, Stand I37)

**Das ist die
AKG - Kopfhörer
Insel**

Hier können Sie ungestört – und ohne zu stören vollendete Stereophonie genießen

Hier Beat ←

Hier klassische Musik →

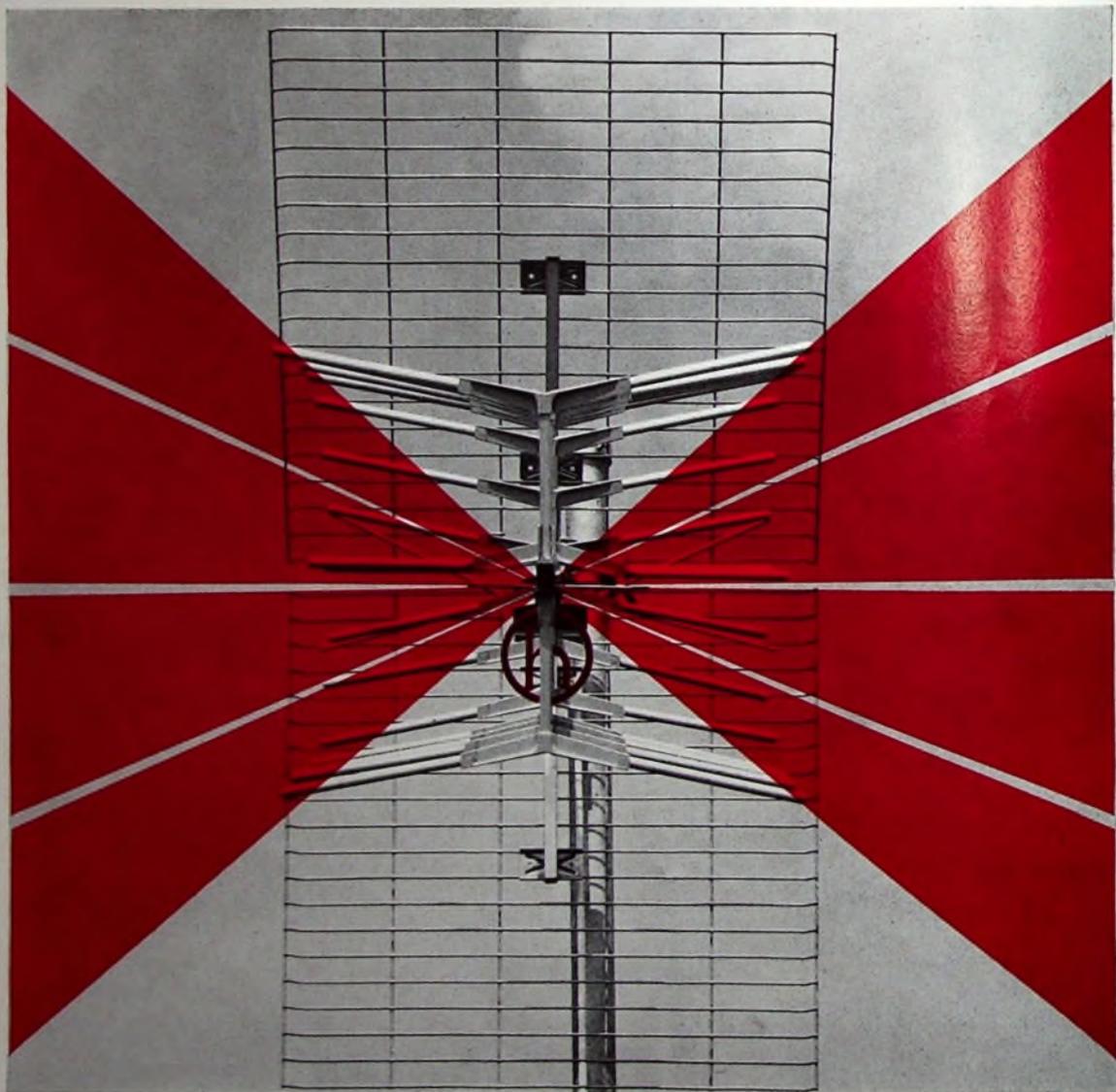
K 20 .. DM 40.-
K 50 .. DM 61.-
K 60 .. DM 118.-

Lassen Sie sich vom Sound der 3 neuen 'humanized' AKG Kopfhörer überraschen
Viel Vergnügen

Wenn Sie nicht nach Düsseldorf kommen Prospekte sendet gerne:
Akustische-und Kino-Geräte G.M.B.H. 8 München 15 Sonnenstr. 16 Tel. 55 55 45

Neue Antennen-Dimensionen

Hirschmann Super-Spectral



Die neue Hirschmann Super-Spectral: halb so lang – und größere Leistung im gesamten UHF-Fernseh-Bereich, besonders für das 2. und 3. Programm.

Hinein mit ihr ins Fernsehantennen-Sortiment. Damit auch Ihr Umsatz neue Dimensionen erlebt. Damit der Erfolg des Hirschmann Super-Spectral-Programms auch Ihr Erfolg wird.

Richard Hirschmann
Radiotechnisches Werk
73 Esslingen/Neckar



Hirschmann

Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

K. BREH

High-Fidelity bei uns

Abriß einer Entwicklung bis zur „hifi 68“

Als High-Fidelity vor rund fünfzehn Jahren, also noch in der Zeit der Mono-Langspielplatte, in den USA und in Großbritannien schon in erster Blüte stand, war die Bundesrepublik Deutschland, wo nach einem verlorenen Krieg Nachholbedürfnisse ganz anderer Art den Vorrang hatten, noch ein unterentwickeltes Land. Nur vereinzelte Importeure und ganz wenige Fachhändler befaßten sich mit dem Verkauf eingeführter Geräte. Innerhalb der deutschen Industrie begannen nur zwei kleinere Firmen sich mit der Entwicklung und Fertigung von Hi-Fi-Geräten nach dem Bausteinprinzip zu beschäftigen. Die Großfirmen sahen in mehr oder weniger pompösen Musiktruhen aller Stilrichtungen die Verkörperung der obersten Qualitätsklasse.

Auf dem Gebiet des Rundfunks hatte man bei uns allerdings schon frühzeitig aus der Not untragbarer Verhältnisse im Mittelwellenbereich die Tugend der frequenzmodulierten UKW-Übertragung gemacht und damit eine wichtige Voraussetzung für Hi-Fi-Übertragung im Rundfunk geschaffen. Nur waren eben die Rundfunkgeräte niederfrequenzzeitig – und vor allem wegen der Qualität der verwendeten Lautsprecher – nicht in der Lage, den übertragenen Frequenzbereich wiederzugeben.

Erhebliche Unruhe brachte bei dieser Lage der Dinge die weltweite Einführung der Stereo-Schallplatte. Von denen, die über High-Fidelity Bescheid wußten, mit Begeisterung aufgenommen und von kundigen Fachpublizisten gefördert, wurde sie von anderen als ein umsatzsteigernder Werbeträger der Industrie abgelehnt. Tatsache ist, daß die Stereo-Schallplatte bei uns anfänglich ihre Qualität allein deswegen nicht offenbaren konnte, weil die verwendeten Abspielgeräte Hi-Fi-gerechter Wiedergabe nicht gewachsen waren. Wichtiger für das Hörerlebnis als die Stereophonie ist aber zunächst die unverfälschte Wiedergabe bei geringem Störpegel des für die Klangdefinition der Musikinstrumente wichtigen Frequenzbereichs von etwa 30 Hz bis mindestens 15 kHz. Ist diese Voraussetzung erst einmal erfüllt, bereichert die Stereophonie dank des vermittelten Raumeindrucks und der größeren Transparenz des Klanggeschehens das Hörerlebnis nochmals ganz erheblich. Allerdings nur unter der Bedingung, daß die Basisbreite, das heißt der Abstand zwischen den Lautsprechern oder Lautsprecherboxen, ausreichend groß ist. Gerade dies war aber weder bei Musiktruhen noch bei den mit Stereo-Verstärkern ausgerüsteten Radiogeräten der Konsumklasse der Fall.

Immerhin, die Stereo-Schallplatte und der Wirbel, der um sie entstand, verschafften den Publizisten, die die Sache der High-Fidelity vertraten, mehr Gehör und der Demonstration der Stereophonie über Hi-Fi-Anlagen mehr spektakuläre Wirkung. Im Zusammenhang mit der Stereophonie begann man sich auch mehr für High-Fidelity zu interessieren. Die Umsätze der Importeure zeigten steigende Tendenz, und die wenigen deutschen Firmen, die sich inzwischen mit der Fertigung von Hi-Fi-Bauteilen befaßten, konnten ebenfalls zufrieden sein. Immer noch skeptisch verhielt sich der Fachhandel, der sich erst daran gewöhnen mußte, daß er es hier mit einer Warengruppe zu tun hatte, die in einem ganz anderen als dem in seinem Geschäft gewohnten Preisniveau lag. Auch war das Wissen um High-

Fidelity im Publikum einfach noch zu wenig entwickelt, um beim Fachhandel die Hoffnung auf einen zukunftssträchtigen neuen Geschäftsbereich zu wecken.

In dieser Situation wurde von einigen deutschen Herstellern und von Importeuren ausländischer Hi-Fi-Geräte das Deutsche High-Fidelity Institut e. V. (dhfi) gegründet. Zu den sieben Gründungsmitgliedern zählten auch zwei Privatpersonen, die sich weder mit dem Import noch mit der Herstellung von Geräten befaßten. Die Zielsetzung des dhfi bestand darin, durch Aufklärung und Schulung des Fachhandels und durch geeignete Öffentlichkeitsarbeit das Wissen um High-Fidelity zu verbreitern. Hinzu kam ein weiteres Problem: High-Fidelity war inzwischen doch schon zu einer Art Qualitätssymbol geworden. Nun liegt es in der Natur der Dinge, daß kein Qualitätssymbol vor Mißbrauch geschützt ist, solange es nicht klar definiert, durch Normen begründet und durch irgendeine zuständige Stelle überwacht wird. Die Folge war, daß alle möglichen Geräte der Konsumklasse durch unbegründeten Rückgriff auf das Hi-Fi-Symbol in den Augen der Käufer aufgewertet wurden. Dadurch war für diejenigen, denen es um die Qualität und damit um die Idee der High-Fidelity zu tun war, eine gefährliche Entwicklung erkennbar geworden. Das dhfi erwog daher die Ausarbeitung eines Hi-Fi-Standards, ähnlich dem Vorbild des amerikanischen Hi-Fi-Instituts. Diese Bestrebungen stießen aber auf das Mißtrauen der deutschen Industrie. Und dies um so mehr, als das dhfi anfänglich von der deutschen Industrie als eine Interessenvereinigung angesehen wurde, in der ein klares Überwiegen ausländischer Einflüsse zu befürchten wäre.

Zwischenzeitlich interessierten sich mit wachsendem Bekanntheitsgrad der High-Fidelity und unter dem Druck abnehmender Umsatzzahlen im Fernsehgeschäft immer mehr deutsche Hersteller für den Hi-Fi-Sektor. Das dhfi betrieb auf Fachhandelsseminaren, die in drei Lehrgänge für Grundseminaristen, Fortgeschrittene und Chefs aufgegliedert waren und noch sind, eine intensive Aufklärung und Schulung des Fachhandels. Auch die Fachpresse nahm sich dieses Gebietes immer mehr an. Das offizielle Organ des dhfi befaßt sich beispielsweise ausschließlich mit High-Fidelity und Stereophonie. Mit öffentlichen Vorträgen und Musikvorführungen sorgte das dhfi für sachgerechte Information des Publikums, die unterstützt wurde durch die Herausgabe von Aufklärungsschriften und einer Einführungsschallplatte, der dann später eine Testplatte folgte. Parallel hierzu bewirkten die Einführung der Rundfunk-Stereophonie auf der Großen Deutschen Funkausstellung 1963 in Berlin und der darauf zunächst zögernd, dann rapide erfolgende Ausbau der Stereo-Sendungen eine weitere Verbreitung des Begriffs „Stereophonie“, an den man seitens des dhfi mit Informationen über die primäre Voraussetzung, nämlich die High-Fidelity, anschließen konnte. Inzwischen zeigte sich auch ein entscheidender Teil der deutschen Industrie besorgt darüber, daß High-Fidelity durch mißbräuchliche Anwendung abgewertet wurde. Das führte schließlich zur Ausarbeitung und Verabschiedung der Norm DIN 45 500, in der die Mindestanforderungen festgelegt sind, die von Hi-Fi-Geräten erfüllt werden müssen. Und was mindestens ebenso wichtig war:

Dipl.-Phys. Karl Breh ist Vorsitzender des dhfi.

In dieser Norm wurden auch die Meßmethoden definiert, nach denen zur Ermittlung der Übertragungsdaten zu verfahren ist. Die Schaffung dieser Norm und der Verzicht des dhfi auf Ausarbeitung eines eigenen Standards leiteten eine zunehmende Entspannung der Beziehungen zwischen dem dhfi und den zuständigen Gremien des ZVEI ein, um so mehr, als mittlerweile eine größere Anzahl deutscher Hersteller dem dhfi beigetreten war. Es kam zu einer Absprache dahingehend, daß das dhfi für Öffentlichkeitsarbeit und Schulung in Sinne der Propagierung des Hi-Fi-Gedankens zuständig sei, die inzwischen gegründete Qualitätsgemeinschaft 45 500 und die entsprechenden Gremien des ZVEI dagegen für Fragen der Normung und der Qualitätsabgrenzung kompetent seien. Bei dieser Vereinbarung ist es bis heute geblieben.

Die DIN 45 500, obwohl nach heutiger Auffassung eines Großteils der Fachleute aus der deutschen Industrie und der Publizistik in einigen Punkten zu tolerant, ist noch nicht geändert worden. Auf die Dauer wird es sich allerdings nicht vermeiden lassen, sie zumindest teilweise zu verschärfen, wenn sie ihre Bedeutung behalten soll.

Das dhfi, mittlerweile auf den beachtlichen Mitgliederstand von 23 Herstellern und Importeuren angewachsen, wobei die große Anzahl fördernder Fachhandelsmitglieder hier nur am Rande erwähnt sei, hat in den vergangenen einhalb Jahren, neben der Durchführung von Fachhandelsseminaren, seine Anstrengungen darauf konzentriert, dem Hi-Fi-Sektor zu einer Spezialausstellung zu verhelfen, auf der Hi-Fi-Geräte unter den einzig sinnvollen Bedingungen, nämlich in schallgedämmten Kabinen wohnraumähnlicher Abmessungen vorgeführt werden können. Außerdem mußte diese Ausstellung durch ein geeignetes Rahmenprogramm den kulturellen Aspekt der High-Fidelity deutlich machen.

Ergebnis dieser Bemühungen, die nach anfänglichen Mißverständnissen gerade noch zur rechten Zeit auch die volle Unterstützung der maßgebenden Kreise des ZVEI fanden, ist „hifi 68 Düsseldorf“. Internationale Ausstellung und Festival. Das Projekt wurde dank enger Zusammenarbeit zwischen dhfi und der Düs-

seldorfer Ausstellungs-GmbH NOWEA, zumindest ausstellungsseitig, zu einem vollen Erfolg, denn vom 30. 8. bis 3. 9. 1968 werden in Düsseldorf nicht weniger als 120 Hersteller des In- und Auslandes auf insgesamt 4500 m² Fläche ihre Geräte ausstellen und in 60 schallgedämmten Kabinen unter vernünftigen Bedingungen vorführen. Die Musikerzeugung über Lautsprecher außerhalb der Kabinen ist untersagt. Drei Live-Konzerte und ein umfangreiches Programm an Musikvorträgen mit Schallplattenkonzerten über hochwertige Hi-Fi-Anlagen in zwei verschiedenen Sälen, unter starker Beteiligung der Schallplattenhersteller, werden die Brücke zwischen Kunst und Technik schlagen und klarzumachen, daß Hi-Fi-Stereophonie in Verbindung mit der modernen Schallplatte und der Rundfunk-Stereophonie zu einem universellen, eigenständigen zweiten Weg musikalischen Erlebens geworden ist. Ein Symposium mit anschließendem Round Table-Gespräch, für das kompetente Vortragende zum Generalthema „Technik, Wirtschaft und Ästhetik der Schallplatte“ gewonnen wurden, wird zur Klärung des Standorts der modernen Schallplatte beitragen. Zur Ausstellung sind übrigens nur Geräte zugelassen, die der Norm DIN 45 500 genügen.

Der Bekanntheitsgrad des Begriffs High-Fidelity hat inzwischen zugenommen. Er ist aber immer noch nicht groß genug, um auf die Dauer dem wachsenden Angebot den erforderlichen Markt zu verschaffen. Von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, befaßt sich nämlich mittlerweile die gesamte einschlägige deutsche Industrie mit der Fertigung von Hi-Fi-Geräten und -Anlagen. Sie hat übrigens fertiggebracht, was man auf Grund ausländischer Erfahrungen für unmöglich hielt: die Herstellung zuverlässiger Hi-Fi-Geräte in größeren Serien unter Anwendung modernster Fertigungsmethoden und aufwendiger Qualitätskontrollen. Dies und die starke ausländische Konkurrenz werden nicht ohne Auswirkungen auf die Preise bleiben, die allerdings wegen der geforderten Qualität ein bestimmtes Niveau auch in Zukunft nicht unterschreiten werden.

Um so dringender darf man wünschen, daß „hifi 68“ hinsichtlich Breitenwirkung in der Öffentlichkeit und Resonanz beim Fachhandel der erstrebte Erfolg beschieden sein möge.

H. W. KÄMMER

Hi-Fi ... und wie weiter?

High-Fidelity und Stereophonie sind im Bereich der „Unterhaltungselektronik“ noch immer die unbekanntesten, am meisten mißverstandenen und mißinterpretierten Begriffe. Jeder, der ins Kino geht, findet sich mit allen möglichen Wortgebilden wie CinemaScope, Todd-AO, Panavista oder ähnlichem ab. Manche Leute fahren Autos, die technische Wunderwerke darstellen (wenn die Bedienung auch weiterhin narrensicher gemacht wurde) und reden darüber, als hätten sie es selbst gebaut. Am und im Fernsehen hat sich Herr Jedermann an einen Haufen Technik gewöhnt, vor dem selbst „Wissende“ noch erschauern, und in die meisten Haushalte ist längst das Roboterzeitalter eingezogen – keiner guckt mehr hin!

Nur in dieser Branche – es ist inzwischen sogar eine selbständige Branche geworden – herrscht noch immer ein unbekümmertes Durcheinander. Nirgendwo – die Politik vielleicht ausgenommen – liegen Dichtung und Wahrheit so eng beieinander wie im Reiche der Klangübertragung. Das ist so, seitdem diese Technik ihr ursprüngliches Fachgebiet, die niederfrequente „Nachrichtentechnik“, verlassen hat und sich elektronisiert ins Heim, an den Familienkamin begeben hat. An dem allgemeinen Unverständnis haben auch unzählige wortreiche Testberichte nichts ändern können. Im Gegenteil, wenn Testberichte das Wesentliche nicht herausarbeiten und die konstruktiven Schwächen wohlwollend zu decken, wirken sie nur verwirrend.

H e i n z W. K ä m m e r ist Hi-Fi-Fachberater bei den Grundig Werken, Fürth Bay

Am Schlagwort High-Fidelity kann es auch nicht liegen, denn nichtssagende Schlagworte gibt es auch auf anderen Gebieten, und angelsächsische Wortfelzen waren in den letzten Jahrzehnten kein Hindernis für die Ausbreitung von neuartigen Artikeln. Trotz aller Mühen, trotz allen Aufwandes und trotz der Begeisterung, mit der die Möglichkeiten, die diese Technik bietet, hinausgetragen wurden „unters Volk“, hat dieses nur recht langsam gelernt. Und noch immer kommen die merkwürdigsten Fragen von sonst intelligenten und gebildeten Leuten, wenn es um den Kauf oder die Einrichtung einer Hi-Fi-Anlage geht – und, so sei's geklagt, die Antworten, die gegeben werden, sind oftmals nicht viel gescheiter! Dabei ist alles sehr einfach: Die Stereo-Lautsprecher sollen und wollen weiter nichts, als den Klangkörper, dem wir gegenüber sitzen wollen, im Abhörraum abbilden. Die richtige Anordnung der Lautsprecher im Zimmer, die so vielen unverständlich scheint und die immer wieder wortreich zeredet wird, ist also diejenige, die die akustische Projektion des Klangkörpers, gewissermaßen seine Abbildung, am besten ermöglicht. Daß dies nicht mit Deckenlautsprechern zu machen ist, ebensowenig wie mit zwei Löchern dicht über dem Fußboden, sollte klar sein.

Auch der Architekt, der ein neues Haus baut oder eine Möbelwand entwirft, kann das verstehen. Ganz bestimmt aber sollte der Händler, der so etwas verkauft und der der erste ist, an den diese Fragen gerichtet werden, das wissen und seine Kun-

den schon von Anfang an richtig beraten. Der Autor gesteht, daß es ihn hart ankommt, solches in einer Zeitschrift von sich zu geben, die ein reputierliches Fachpublikum als Leserschaft aufweisen kann. Er weiß aber auch, und das sehr genau, daß nicht nur vor dem Vorführregal, dort, wo der Verkäufer steht, sondern auch dahinter, in der Werkstatt, wo die Techniker sitzen, diese Fragen nicht immer eindeutig beantwortet werden. Von dort sollte aber auf jeden Fall eine bündige Antwort kommen, die mit Autorität gegeben und mit Sachkenntnis vertreten wird.

Kundenwunsch und Fachberatung

Sehr oft ist es so, daß die Techniker zwar sehr wohl wissen, was „richtig“ oder „besser“ ist, daß sie sich aber vom beschworenen Verkaufsinteresse umstimmen lassen. Da wird dann gesagt, daß der Kunde es aber so oder so haben wollte und man es eben deshalb so gemacht habe. Die größten Fehler und faulsten Kompromisse werden auf diese Weise entschuldigt, und auf Vorhalte hin erfährt man dann, daß man einfach nur den Willen des Kunden, der ja dem Verkäufer Gesetz sein müsse, erfüllt habe. Stimmt das mit dem „Gesetz“ aber wirklich?

Der Regelfall verläuft doch so, daß der Kunde auf die Dauer nicht zufrieden ist und schließlich zu einem Konkurrenten, der es besser weiß, oder zu einem Berater der Industrie geht. Dort erfährt er, was man alles hätte besser machen können, und das Ende vom Lied ist Schelte. Die regelmäßig wiederkehrende Wendung ist

dann immer: „Warum hat man mir das nicht gleich gesagt?“

Muß das heute noch sein? Über Stereo und Hi-Fi ist doch wirklich so viel gesagt und geschrieben worden, daß eigentlich jeder in der Branche das Wichtigste darüber wissen müßte. Schätzungsweise 50 000 Hi-Fi-Anlagen stehen in Deutschland, die richtig zusammengestellt sind und die technisch einwandfrei arbeiten. Da sollte man doch meinen, daß alles Lehrgeld bezahlt sei. Es geht eben nicht alles, was der Kunde sich wünscht, und es ist die Aufgabe des Verkäufers, ihm das fachlich begründet klarzumachen. Einer fachlich fundierten Begründung glaubt der Kunde: das wurde immer wieder erprobt. Die technischen Angestellten, Zahnärzte, Facharbeiter, Dozenten, Bauingenieure, Beamten und Direktoren, die sich solche Anlagen kaufen, sind in der Lage, die Dinge zu verstehen, wenn sie ihnen richtig erläutert werden. Dieser „Personenkreis“, um in der Sprache des Gesetzgebers zu reden, wird aber dann mißtrauisch, wenn er Unsicherheit, Nachgiebigkeit – blinden Erfüllungswillen – und Leerlauf spürt. Dann wird gesagt – und das ist kürzlich tatsächlich passiert –, man habe „denen“ ja sagen müssen, wie es zu machen sei! Verkäufer und Techniker tun niemandem einen Gefallen, wenn sie faule Kompromisse mitmachen. Nur fachlich fundierte Beratung, notfalls unter Zuziehung eines Beraters der Industrie, gewinnt und erhält Kunden.

Beispiele gefällig?

Man darf eine Lautsprecherkombination, nur weil sie zufällig in einen gegebenen Ausschnitt einer Möbelwand paßt, nicht einfach hinter eine dünne Sprossenschallwand hängen und dann einen „dicken“ Verstärker als Zugmaschine vorspannen. Da tanzen nicht nur die Weingläser, sondern da kann auch etwas kaputtgehen – was in diesem Falle auch geschehen ist. Die richtige Lösung wäre gewesen, eine gute Kleinbox in das Regalfach einfach hinter die Sprossenschallwand zu stellen. Dazu wählt man einen in der Belastbarkeit passenden Verstärker, und alles stimmt.

Witze fangen oftmals mit der Floskel: „Kennen Sie den?“ an, und folgendes klingt wie ein solcher Witz: Wenn man Lautsprecher schon einbaut, darf man hinterher nicht die Schalllöcher mit Tapete zukleben. Wenn's auch noch so schön aussah und die Hausfrau von den unsichtbaren Lautsprechern ehrlich begeistert war – es ging nicht! Auch in diesem Falle war der Kunde selbstverständlich bereit, auf die unsichtbaren (und unhörbaren) Lautsprecher zu verzichten.

Und noch ein Beispiel: Ein Kunde wünscht eine schöne Anlage und dazu auch Nebenlautsprecher, die nicht viel zu können brauchen. Nichts einfacher als das; man nehme einige kleine Zweitlautsprecher und einen Schalter, mit dem die Nebenlautsprecher einfach zugeschaltet werden. Der Kunde war hochzufrieden, bis der erste Lautsprecher hin war und der dann prompt auch noch die Endstufe des Verstärkers mitnahm. Das war das Ende der Beziehungen zwischen Händler und Kunden!

Solche Beispiele gibt es viele, aber weil die Spalten dieser Zeitschrift nicht zum Sammeln von Negativa zweckentfremdet werden sollen, mag das genügen.

Worauf es ankommt

Stereo-Anlagen, ob mit oder ohne Hi-Fi-Qualität, haben ganz bestimmte Aufgaben

zu erfüllen. Diese bestehen darin, Programme aller Art so wiederzugeben, wie sie von den Programmquellen angeboten werden. Das ist wenigstens der primäre Zweck. Daß es dabei noch „Nebenzwecke“ gibt, die im „Geltungsnutzen“ bestehen und die zur Stützung des Selbstbewußtseins dienen (haste was, biste was!), ist jedem Branchekundigen bekannt. Aber vermeiden wir, diese Aspekte des Kaufes überzubewerten, denn selbst wenn eine Hi-Fi-Anlage aus purem Geltungsdrang gekauft wird, muß sie einwandfrei funktionieren und technisch makellos sein. Das Kaufmotiv mag also von untergeordneter Bedeutung sein. Wir wollen lieber weiter nach handfesten und brauchbaren Informationen für die alltägliche Verkaufs- und Beratungsarbeit suchen.

Oben wurde gesagt, daß die Stereo-Lautsprecher nichts weiter sollen, als die Klangkörper akustisch abzubilden. Richtig angeordnete Lautsprecher tun das sogar sehr genau, besser als es die Fachleute der Zweikanal-Stereophonie ursprünglich zugestanden haben. Die Lautsprecher können es um so besser, je höher die Qualität der Wiedergabe ist. Je weniger Verzerrungen bei der Wiedergabe – gleiche Aufnahmequalität vorausgesetzt –, um so klarer, eindeutiger und schärfer lokalisierbar werden die Klänge im Raum stehen. Merke: Verzerrungen, gleich welcher Art, verwaschen, verschleifen, vermischen, undeutlichen und verfälschen das Klangbild. Daraus folgt wie bei einer „logischen“ Programmierung, daß man Geräte wählen muß, die möglichst wenig verzerren.

Damit haben wir unser Qualitätskriterium lokalisiert und wissen nun etwas ganz Wichtiges: Nicht die Anzahl der Knöpfe auf der Frontplatte oder die Größe der Frontplatte oder die Farbe des Chassis oder das Gewicht oder nur die „Watt“ oder gar der Preis entscheiden über die Wiedergabeeigenschaften einer Geräte-kette, sondern allein die Daten, die die elektrischen Eigenschaften beschreiben. Man kann diese Daten fast an den Fingern einer Hand aufzählen, und um Mißverständnisse zu vermeiden, soll dies hier geschehen.

Zuerst sei die **Ausgangsleistung** genannt. Dazu muß aber auch der zugehörige Klirrfaktor angegeben sein. Sie soll bei beiden Kanälen gleichzeitig gemessen werden und mindestens 2×10 W, besser 2×15 W betragen. Das hat sich als Erfahrungswert herausgestellt. Vorausgesetzt ist jedoch immer, daß es sich hierbei um „breitbandige, saubere Watt“ handelt.

Der **Klirrfaktor** muß für den gesamten Frequenzbereich (auch bei verschiedenen Leistungspegeln und geringen Ausgangsleistungen), nicht nur in der Mitte angegeben werden. Es nutzt wenig, wenn der Klirrfaktor nur bei 1000 Hz angegeben wird. Man betrachte die Bilder 1 und 2, die die Klirrfaktorkurven von drei Verstärkern zeigen – bei 1000 Hz sind alle drei gut. Der Fachmann wird aus den Kurven jedoch sofort den himmelweiten Unterschied in der Gesamtqualität der Geräte erkennen.

Die **Intermodulation** muß definiert gemessen und ebenfalls auch für kleine Leistungen angegeben werden. Das ist notwendig, weil ebenso wie die Klirrfaktorkurve auch die IM-Kurve im unteren Leistungsbereich wieder ansteigen kann. IM ist fast noch wichtiger als der Klirrfaktor, weshalb dieser Meßwert auch sehr oft schamhaft verschwiegen wird. Niedrige IM-Werte sind

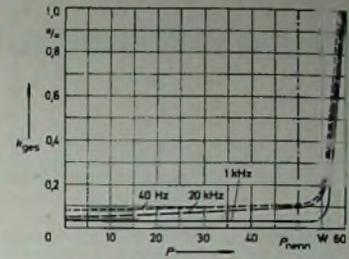


Bild 1. Vorbildliche Klirrfaktorkurve (Grundig „SV 140“): die Prospektangabe lautet „nur“: $k_{\text{Klir}} = 0,5\%$ im Bereich 40 Hz .. 16000 Hz, $k_{\text{Klir}} = 0,1\%$ bei 1000 Hz. Aber auch bei 40 Hz und 20 kHz ist nur ein geringfügiger Anstieg gegenüber den mittleren Frequenzen vorhanden, und es besteht keine Klirrfaktorzunahme bei kleinen Leistungen

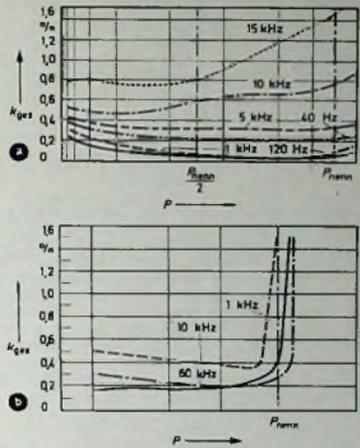


Bild 2. Klirrfaktorkurven von zwei Verstärkern aus neutralen Testberichten. Die Prospektangabe zu a) lautet: 0,3% bei 1000 Hz. Das stimmt sogar, aber ohne Kurven oder ohne genaue Delimitation werden die Schwächen wohlwollend zuge deckt. Die Kurven b) sind etwas besser, jedoch wird die Nennleistung nicht erreicht, wenn DIN 45500 als Maßstab angelegt wird. Die Prospektangabe allein verrät aber auch hier nicht den tatsächlichen Verlauf der Verzerrungen, was um so schwerer wiegt, weil die Nennleistung bei diesem Verstärker nur 2×10 W beträgt!

also sehr sichere Kennzeichen für hochwertig Konstruktion, wenn zugleich die Klirrfaktoren niedrig sind und geradlinig verlaufen.

Die **Leistungsbandbreite** sagt aus, wie viele „unverzerrte Watt“ am oberen und unteren Ende des Frequenzbereichs noch aus dem Verstärker herauskommen. Dieses Maß ist nicht nur wichtig für das allgemeine Leistungsverhalten eines Verstärkers, sondern auch für die phasenrichtige Übertragung von Rechteckspannungen. Die Bilder 3 und 4 zeigen wiederum eine vorbildliche und eine „schwache“ Kurve.

Sehr wichtig ist der **Geräuschabstand**. Es ist eine Wohltat, nichts zu hören, wenn es nichts zu hören geben soll. Moderne Geräte ermöglichen das, und weil Platten und andere Programmquellen noch immer eine ganze Menge Geräusch mitbringen, darf an den Geräten kein dB verschont werden. Keiner sollte meinen, daß, weil es technisch möglich ist, „ruhige“ Geräte herauszubringen, das nun in allen Fällen auch so sei. Deshalb Testberichte aufmerksam auf diese Messungen hin abklopfen!

Ähnliches gilt auch für die **Phonoelement-Verzerrung**. Haarspaltereien über die Un-

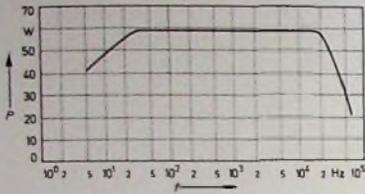


Bild 3 Leistungsbandbreite des „SV 140“, definiert nach DIN 45500 ($P_{\text{Nenn}} = 50 \text{ W}$). Die Prospektangabe lautet: 10 Hz ... 50000 Hz. Wesentlich ist aber, daß im interessierenden Bereich von etwa 20 bis 20000 Hz mindestens die Nennleistung — hier weit mehr — linear zur Verfügung steht

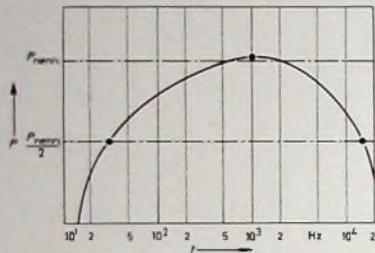


Bild 4 Leistungsbandbreite eines „schwachen“ Verstärkers; auch hier wird die Nennleistung erreicht, aber eine Prospektangabe, die immerhin „30 bis 15000 Hz“ lauten könnte, verrät nicht sofort die Schwäche des Verstärkers. Die Leistungsabgabe ist nicht ausreichend linear, der Verstärker „hängt“ oben und unten. Das muß der Benutzer nicht sofort hören, weil sich die Nichtlinearität bei kleiner Leistungsentnahme, wie sie im Heim meistens üblich ist, noch nicht auswirkt. Erst bei großer Leistungsentnahme und bei breitbandigem Programm-Material wird die Verzerrungszunahme an den Bereichsenden hörbar — dann allerdings sofort

terschiede von Tonabnehmern sind nutzlos, wenn bereits die Abweichungen der Entzerrerkurven von Entzerrerverstärkern mehr als etwa 2 dB vom Soll-Verlauf betragen — das hört man deutlicher als die Unterschiede zwischen zwei guten Tonabnehmern oder zwei Verstärkern gleicher Qualität. Was bei der Phonoentzerrung für Unterschiede bestehen, kann jeder schnell feststellen, der Testberichte beachtet. Leider gibt es da noch Abweichungen in den Meßverfahren, so daß Vergleiche nicht immer möglich sind. Hier sollten sich alle Beteiligten baldmöglichst einigen!

Was dem Verstärker mit der Phonoentzerrung recht ist, muß dem Tuner mit der Deemphasis billig sein: in den USA 75 μs , in Europa 50 μs . Dabei sind die Toleranzen bei der Fertigung von Tunern aber noch nicht berücksichtigt. Man sollte also immer zuerst danach fragen, welche Deemphasis im Tuner eingebaut ist, und nicht von spitzfindigen Wiedergabeunterschieden reden, solange nicht feststeht, daß 50 μs eingebaut sind!

Dem Tuner könnte ein ganzer Aufklärungsfeldzug allein gewidmet werden. Das allgemeine Unverständnis ist hier sehr groß, wenn auch gern zugegeben wird, daß die Probleme rund um den Tuner undurchsichtiger und schwerer auszulösen sind als beim Verstärker. Trotzdem sollte aber die Feststellung eines Fachmannes wiederholt werden, der beim Betrachten einer Auswahl von Tunern und Steuergeräten sagte: „Die Kunden und Händler machen es den Lieferanten wirklich leicht — was da alles als Hi-Fi-Tuner angeboten wird!“

Detaillierte Erörterungen können hier leider nicht folgen, nur einige wichtige Zusammenhänge sollen herausgegriffen werden: Es reicht zum Beispiel nicht aus, wenn man den Tuner an eine Antenne hängt und dann zählt, wie viele Sender hereinkommen. Dabei wird nur die Empfangsempfindlichkeit beachtet — und die auch noch ungenau. Kein Wort aber wird über das gesagt, worauf es bei einem Hi-Fi-Stereo-Tuner zunächst ankommt, nämlich auf Verzerrungsarmut. Beim Hi-Fi-Tuner ist es im Gegensatz zum Reise- oder Autosuper nämlich nicht wichtig, ob auch der letzte Sender noch kommt, sondern es ist vornehmlich nach der Qualität der Wiedergabe zu fragen. Nicht der Tuner nützt dem Hi-Fi-Freund am meisten, der die meisten Sender bringt, sondern der, der die über die meist zur Verfügung stehenden vier bis sechs UKW-Sender kommenden Programme, besonders natürlich Stereo-Programme, einwandfrei bringt.

Wenn Tester und Händler weiterhin Tuner nur nach der Anzahl der empfangenen Sender beurteilen, kommt es bald so weit, daß die Hersteller „Empfindlichkeitsmaschinen“ züchten. Da dies jedoch immer auf Kosten der Bandbreite und damit der Verzerrungsfreiheit gehen muß, werden einwandfrei arbeitende Tuner bald zu den Seltenheiten des Marktes gehören, denn kein Hersteller will Tuner für sich selbst bauen, sondern will diese verkaufen. Wenn weiter beim Tunerverkauf die „Senderzähler“ dominieren, muß sich jeder Hersteller dem anschließen. Sender zählen kann jeder Anfänger, Verzerrungen hören kommt erst später! Um das zu dokumentieren, zeigt Bild 5, wie weit ein Tuner verstimmungsfest sein kann. Diese Eigenschaft entscheidet in hervorragender Weise über die Wiedergabequalität eines

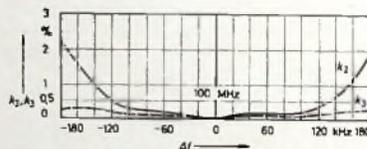


Bild 5 Klirrfaktoren in Abhängigkeit von der Verstimmung, gemessen bei Nennleistung am Lautsprecherausgang („RTV 600“). In diesen Kurven drückt sich eine wichtige Eigenschaft von UKW-Tunern aus, der meistens zu wenig Beachtung geschenkt wird

Tuners auch nach stundenlangem Betrieb. Man kann diese Eigenschaft aber kaum im Laden demonstrieren und auch kaum in einer Datentabelle „würdigen“. Wie sauber dieser Tuner arbeitet, merkt der Besitzer erst nach längerer Zeit. Hier sollte die Vorauswahl der Händler beginnen, unterstützt von Testberichten.

Regler und Schalter

Diese sind nicht nur an Verstärkern, sondern ebenso an Tunern, Tonbandgeräten und Lautsprechern zu finden. Wo immer sie angebracht sind, haben sie bestimmte Funktionen zu erfüllen, die Klangfarbenveränderungen bewirken. Es kommt also nicht darauf an, daß Klangregler oder Filter überhaupt vorhanden sind, sondern allein darauf, wie sie arbeiten und ob sie im praktischen Betrieb den Nutzen bringen, den der Hörer erwartet. Klangregler müssen vor allem, wenn man sie nicht benötigt, linear einzustellen sein, und — das ist wichtig — man muß wissen, wo sie linear sind. Um 10 Grad falsch angebrachte

Markierungen auf der Frontplatte können Klangfarbenunterschiede zur Folge haben, die größer sind als die zwischen zwei Lautsprecherboxen mit mehreren hundert Mark Preisdifferenz.

Wenn man den Frequenzgang anheben oder absenken muß, soll dies dort erfolgen, wo es benötigt wird, also zum Beispiel bei den Tiefen und nicht in der Mitte oder in einem der Zwischenbereiche. Die Mitten müssen stehenbleiben, sonst wird aus dem Klangregler sofort ein Lautstärkeregel! Kann sein, daß die Klangregler nie gebraucht werden; für diesen Fall müssen sie jedoch linear einstellbar sein. Werden sie aber gebraucht, dann müssen sie ihren „Job“ richtig tun!

Genauso ist es mit Filtern und sonstigen „Schalterchen“, die bei Kunden und Händlern so beliebt sind. Bei den einen, weil man sich einen erhöhten Gebrauchsnutzen davon verspricht, und bei den anderen, weil sie Verkaufsargumente liefern. Man weiß heute, daß Filter nur noch selten gebraucht werden. Die Stereo-Programme sind sauber geworden und rechtfertigen nicht mehr die brutale Methode, durch radikales Abschneiden alles tot zu machen. Und wessen Hi-Fi-Plattenspieler rumpelt noch? Welche moderne Schallplatte rauscht noch so stark, daß man ein tief ansetzendes Mittenbereichsfilter braucht? „Anständige“ Tuner, die AM-Bereiche enthalten, bringen ihre eigenen Filter dafür mit (zum Beispiel „RT 40 M“, „RTV 600“ und „RT 100“ von Grundig). Nur wer noch alte Platten hat und diese auch gelegentlich abspielt, hat noch Bedarf für die Filterei. Wenn er aber ein Filter benötigt, soll es das tun, was von ihm erwartet wird: Die nichtbenötigten Bereiche scharf und steil unterdrücken. Nur wenige Filter tun das wirklich; viele sind nicht mehr als ein Schmuck der Frontplatte.

Eine sehr oft mißverstandene Einrichtung ist die gehörrichtige Lautstärkeregelung. Selbst viele, die zu wissen glauben, wofür das gut ist, wissen nicht genau, wie es funktionieren soll. Mit abnehmender Lautstärke wird unser Gehör für tiefe Töne immer unempfindlicher. Je leiser die Geräusche und je tiefer die Töne, um so weniger hören wir. Nicht ganz im gleichen Maße, sinngemäß jedoch mit ähnlicher Charakteristik, gilt dies auch für hohe Töne. Diesen Verlauf unserer „Ohr-Physiologie“ (so nennt man das) haben Physiker seit den dreißiger Jahren immer wieder untersucht und in Kurven festgehalten. Man versucht nun, dies durch geeignete schaltungstechnische Maßnahmen am Verstärker auszugleichen. Der Lautstärkeregel wird angezapft, und je weiter man ihn zuregelt, um so mehr sollen die Bässe — und in besseren Schaltungen auch die Höhen — angehoben werden.

Jeder Techniker weiß, daß man solche Schaltungen so auslegen kann, daß sie wirklich funktionieren (es gibt kaum noch Dinge, die in der Elektronik nicht möglich sind). Das ist zwar nicht ganz einfach, weil gerade dieses Problem so vielschichtig ist wie kaum ein anderes in der Hi-Fi-Technik. Denn Beginn und Grad der Anhebung bei abnehmender Lautstärke hängen von vielen Faktoren ab, die nicht unmittelbar in der Hand des Verstärkerbauers liegen. Wie weit für die „genormte Grundlautstärke“ (wenn's so etwas gäbe, wär's einfacher!) aufgeregelt werden muß, hängt vom Programmpegel ab, also vom Pegel der Platte, vom Übertragungsmaß

(Schluß auf S. 658)

Die Ausstellung „hifi 68“ in Düsseldorf sei Anlaß, den heutigen Stand der Lautsprechertechnik zusammenfassend zu betrachten. Die Vielzahl der unterschiedlichen Gehäuseausführungen beweist offensichtlich, daß die Erzeugung optimaler Schallabstrahlungsbedingungen für einen Wohnraum von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängt. So findet man große und kleine, tiefe und flache Boxen, Gehäuse mit verschiedenen Strahlerarten – zum Beispiel Konuslautsprechern oder Druckkammerlautsprechern –, Ausführungen mit Umwegleitungen oder passiven Membranen innerhalb der Gehäuse, so daß der Käufer, sofern er nicht Fachmann auf diesem Gebiet ist, sich nur schwer die Einflüsse der verschiedenen technischen Varianten vorstellen kann.

1. Grundlagen

Eine Übersicht ergibt sich erst, wenn man die einzelnen physikalischen Gesetzmäßigkeiten systematisch untersucht. So muß man zunächst davon ausgehen, daß der Lautsprecher ein Wandler ist, der die vom Verstärker abgegebene elektrische Energie in Schallenergie umzuwandeln hat. Hierbei kann man sich rechnerisch analoger Beziehungen bedienen. Entsprechend der elektrischen Leistungsbeziehung $P = i^2 \cdot R$ ist die akustische Leistungsbeziehung $P_{ak} = v^2 \cdot R_s$, wenn v der Effektivwert der Schnelle der Membranbewegung und R_s der akustische Strahlungswiderstand ist, auf den die Membran arbeitet. Die Schnelle v ist ihrerseits entsprechend der Beziehung $v = a \cdot \omega$ mit der Amplitude a und der abgestrahlten Frequenz $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ verknüpft. Soll die abgestrahlte akustische Leistung möglichst groß sein, dann kann man das entweder durch Vergrößern von v oder von R_s oder von beiden zusammen erreichen. Die Lautsprechermembran soll dabei alle hörbaren Frequenzen abstrahlen, nach DIN 45 500 Bl. 7 also einen Bereich von mindestens 50 bis über 12 500 Hz. Hierdurch entstehen aber für den Lautsprecher besondere Verhältnisse: Die der Frequenz 50 Hz entsprechende Wellenlänge in Luft ist etwa 6,7 m, die der Frequenz 12 500 Hz nur etwa 2,7 cm. Ein Lautsprecher von beispielsweise 20 cm Durchmesser ist daher klein im Verhältnis zu den Wellenlängen tiefer Frequenzen, aber groß gegenüber den Wellenlängen hoher Frequenzen. Der auf eine Lautsprechermembran wirkende Strahlungswiderstand hängt aber vom Verhältnis des Durchmesser D zur Wellenlänge λ ab. Betrachtet man von dem an sich komplexen Strah-

lungswiderstand R_s den Realteil, der für die akustische Wirkleistung in Frage kommt, dann ergibt sich ein Verlauf nach Bild 1. Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Lautsprecher in einer unendlich großen Schallwand montiert ist, so daß kein akustischer Kurzschluß der Schallwellen von der Vorderseite zur Rückseite der Membran auftreten kann.

Man erkennt am Verlauf des Strahlungswiderstands, daß er zunächst mit dem Quadrat der Frequenz ansteigt und erst danach einen etwa gleichbleibenden Verlauf hat. Der Übergang erfolgt bei der sogenannten Anpassungsfrequenz. Diese liegt zum Beispiel bei einem Lautsprecher von 20 cm Durchmesser bei etwa 1200 Hz, also in einem wichtigen Gebiet des Übertragungsbereichs. Würde man in der akustischen Leistungsbeziehung v konstant halten, dann würde sich die abgestrahlte Leistung bis zur Anpassungsfrequenz ändern, und die abgestrahlte Leistung wäre um so kleiner, je niedriger die abgestrahlte Frequenz ist. Diese starke Benachteiligung der tiefen Frequenzen kann man dadurch kompensieren, daß man die Eigenresonanz des Lautsprechers an das untere Ende des Übertragungsbereichs legt. Da der Lautsprecher als selbständiges schwingungsfähiges System einen den Schwingungsgesetzen entsprechenden Amplitudengang in Abhängigkeit von der Frequenz hat, ergibt sich oberhalb der Eigenresonanz mit steigender Frequenz ein abnehmender Amplitudengang. Dadurch fällt in der Leistungsbeziehung v^2 in dem Maße, wie R_s ansteigt, das heißt, die abgestrahlte Leistung ist in dem entsprechenden Frequenzgebiet konstant. Infolge der Tiefabstimmung ergibt sich beim Lautsprecher ein Übertragungsverhalten, das charakteristisch für alle derartigen Lautsprecher ist und die Verwendbarkeit in Gehäusen in entscheidendem Maße bestimmt.

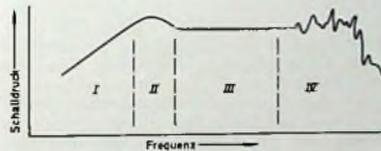


Bild 2. Übertragungsverhalten eines dynamischen Lautsprechers

Aus Bild 2 ergibt sich der allgemein bekannte Frequenzgang eines solchen Lautsprechers, wobei der Schalldruckverlauf des Lautsprechers auf der Mittelachse in Abhängigkeit von der Frequenz aufgenommen ist. Da das menschliche Ohr ein Druckempfänger ist, interessiert für die Schallwahrnehmung vorwiegend der Schalldruck, der seinerseits zur akustischen Leistung in einer gesetzmäßigen Beziehung steht, und zwar hängt die akustische Leistung neben konstanten Faktoren vom Quadrat des Schalldrucks ab. Man kann, wie im Bild 2 dargestellt, vier charakteristische Betriebsbereiche unterscheiden, deren individuelle Merkmale wichtig sind. Der Bereich I umfaßt das Gebiet unterhalb der Resonanzfrequenz. Hier ist die Wiedergabe tiefer Frequenzen sehr benachteiligt, und die Leistung fällt beim

normalen Lautsprecher nach tiefen Frequenzen hin mit 12 dB/Oktave ab, das heißt, die Steilheit der Kurve für den Schalldruck ist 6 dB/Oktave. In vielen Fällen, auch bei hochwertigen Hi-Fi-Ausführungen, zieht man diesen Bereich für die Abstrahlung tiefer Frequenzen mit heran und ist daran interessiert, den Anstieg der Kurve flacher zu gestalten. Das gelingt in erster Linie durch stärkere magnetische Induktion im Luftspalt. Eine solche Maßnahme führt nämlich zu einer Dämpfung des Resonanzgebietes, wenn der Lautsprecher aus einem Verstärker mit kleinem Quellwiderstand gespeist wird. Man erhält dann eine Verflachung der Resonanzkurve auf dem ansteigenden Ast. Als zusätzlicher Gewinn ergibt sich dabei noch eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Lautsprechers. Da der Wirkungsgrad mit dem Quadrat der Induktion wächst, kann der Gewinn je nach Aufwand beträchtlich sein.

Der Bereich II umfaßt das Resonanzgebiet des Lautsprechers. Je schwächer das magnetische Feld im Luftspalt des Lautsprechers ist, um so steiler ragt dieses Gebiet aus dem linearen Frequenzverlauf heraus und um so unangenehmer macht sich die Schallrücküberhöhung im Klangbild bei der Wiedergabe von Musik und Sprache bemerkbar. Dieses für Hi-Fi-Wiedergabe ungünstige Verhalten des Lautsprechers wird, wie sich schon aus der Betrachtung des Bereichs I ergibt, durch eine hohe magnetische Induktion im Luftspalt verbessert. Darüber hinaus wird häufig das Resonanzgebiet durch zusätzliche Dämpfungsmaßnahmen im Einbaugeschäube linearisiert, zum Beispiel durch Strömungswiderstände hinter dem Lautsprecherkorb oder durch Dämpfen des gesamten Gehäuses.

Der Bereich III ist das Gebiet der konstanten Leistungsabstrahlung, auf die schon bei der Leistungsbeziehung $P_{ak} = v^2 \cdot R_s$ hingewiesen wurde. In diesem Frequenzgebiet ist also auch der Schalldruck konstant, und es wäre ideal, wenn sich dieses Gebiet bis zu den höchsten Frequenzen erstrecken würde. Leider reicht dieses Gebiet aber nur bis zu der bereits definierten Anpassungsfrequenz. Kennzeichnend für diesen Bereich ist der im allgemeinen verhältnismäßig glatte Verlauf der Frequenzkurve, was auch darauf zurückzuführen ist, daß die Membranoberfläche noch als starrer Kolben schwingt.

Im Betriebsbereich IV ist der Frequenzverlauf von Spitzen und Einbrüchen durchsetzt, und eine Linearisierung bereitet dem Lautsprecherhersteller besondere Schwierigkeiten, weil hier eine ganze Reihe von Einflußgrößen maßgebend ist.

Wie sich aus Bild 1 ergibt, geht der Strahlungswiderstand bei der Anpassungsfrequenz in einen waagerechten Verlauf über. Das bedeutet für ein tiefabgestimmtes Lautsprechersystem, daß die akustische Strahlungsleistung von dort ab mit 6 dB je Oktave abfällt. In diesem Gebiet kommen aber die Wellenlängen der Schallfrequenzen in die Größenordnung der Membrandurchmesser, so daß die Membran unterteilt schwingt. Diese Unterteilung läßt sich durch die Formgebung der Membran und den Dickeverlauf des Membranwerkstoffs beeinflussen. Mit zunehmender Frequenz

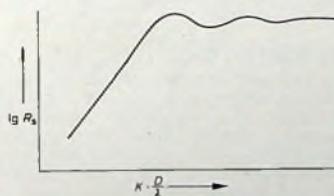


Bild 1. Verlauf des Strahlungswiderstands einer Lautsprechermembran

Dipl.-Ing. Heinrich Williges ist Mitarbeiter der Isophon-Werke GmbH, Berlin.

wirkt sich nämlich die Massenträgheit der Membran immer stärker aus, so daß der Wirkungsgrad absinkt. Deshalb macht man die Membran möglichst leicht, zum Beispiel aus dem besonders geeigneten Papierzellstoff. Je dünner aber das Papiervlies gewählt wird, um so mehr geht die Starrheit der Membranfläche zurück. Es läßt sich nun durch den Dickenverlauf der Membranfläche erreichen, daß der äußere Membranrand mit zunehmender Frequenz im Bereich IV auf Grund seiner Massenträgheit nicht mehr mitschwingt. Die Folge ist, daß sich mit zunehmender Frequenz die strahlende Fläche der Membran einschnürt. Schließlich schwingt bei hohen Frequenzen nur noch eine kleine Membranzone im Bereich der Schwingspule, während der übrige Membrankegel stillsteht. Entsprechend Bild 1 verschiebt sich dadurch aber die Anpassungsfrequenz nach höheren Frequenzen, so daß der glatte Verlauf von Bereich III in den Bereich IV verlängert wird.

Infolge der Verkleinerung der strahlenden Fläche wird zwar bei gleicher Schwingspulenamplitude die Strahlungsleistung kleiner als bei der vollen Membranfläche, jedoch wirkt noch ein weiterer Effekt mit. Die stillstehenden Randzonen der Membran wirken nämlich als Schalltrichter und bündeln auf diese Weise die Schallenergie in der Achsrichtung. Dadurch fällt der Schalldruck trotz kleiner werdender Gesamtleistung des Lautsprechers in der Achsrichtung nicht ab. Man kann durch geschickten Krümmungs- und Dickenverlauf der Membran-Mantellinie sogar in Achsrichtung eine Schalldruckanhebung erreichen, was häufig, beispielsweise zur Erzeugung von Präsenzeffekten bei der Wiedergabe von Musik, erwünscht ist.

Dem beschriebenen Frequenzverhalten im Bereich IV überlagern sich aber leider noch weitere Einflüsse der Membran. Infolge der Abschnürung von Membranteilen entstehen auf der Membranfläche Biegezonen, die mit ihren Federungseigenschaften zusammen mit Massenteilen der Membran neue Resonanzgebilde ergeben. Da die entsprechenden Teilresonanzen in hohen Frequenzgebieten liegen, erzeugen sie zusätzliche Höcker und Einbrüche im Frequenzgang. Auch auf der Randeinspannung der Membran können sich bei höheren Frequenzen selbstständige Resonanzgebiete ausbilden, die ebenfalls den Frequenzverlauf stören. Alle diese unerwünschten Einflüsse bekämpft man durch Dämpfung des Membranwerkstoffes selbst oder durch zusätzliche Bedämpfung mit plastischen Überzügen.

Da die Schallgeschwindigkeit innerhalb von Papier mit innerer Dämpfung relativ gering ist, treten bei hohen Frequenzen noch weitere Effekte auf. Bei einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von etwa 100 m/s in Papierzellstoff ist die Wellenlänge einer Schallfrequenz von beispielsweise 50 Hz etwa 2 m. Ein Membrankegel mit einer Mantellinie von zum Beispiel 15 cm Länge ist im Vergleich dazu klein, so daß bei Erregung der Schwingspule mit 50 Hz alle Membranflächenteile praktisch gleichphasig schwingen, das heißt, die Gesamfläche der Membran arbeitet als starrer Kolben. Bei 2000 Hz ist aber die Wellenlänge in der Membran nur noch 5 cm, so daß auf einer Mantellinie von 15 cm Länge drei volle Wellenzüge Platz haben. Impulse, die bei 2000 Hz über die Schwingspule die Membran anstoßen, breiten sich über die Membranfläche aus und können an der äußeren Membraneinspannung teilweise



Bild 3. Untersuchung von Tummelbewegungen einer Membran mit dem Stroboskop

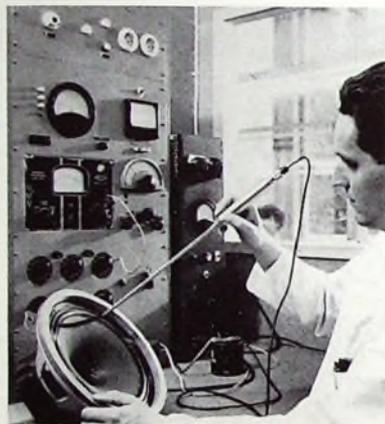


Bild 4. Untersuchung von Teilschwingungen des Membran mit einem Sondenmikrofon

reflektiert werden. Dadurch treten dann Interferenzen mit den gegenläufigen Wellen auf, und es entstehen auf der Membranfläche Knotenlinien und Schwingungsbäuche. Im Endergebnis erhält man ein ungleichmäßiges Schallfeld mit zusätzlichen Höckern und Einbrüchen im Frequenzverlauf.

Man erkennt aus den dargelegten Strahlungseigenschaften, daß allein schon die Herstellung eines hochwertigen Lautsprechers schwierig ist und daß bei der Entwicklung eines Lautsprechertyps unter Umständen viele Versuchsausführungen erforderlich sind, weil sich die Feinstruktur des Frequenzgangs der direkten Berechnung entzieht. Bei der Entwicklung ist aber gleichzeitig auch die serienmäßige Fertigungsmöglichkeit zu berücksichtigen, denn der Preis eines Lautsprechers muß in vertretbaren Grenzen liegen, was nur bei wirtschaftlicher Fertigung möglich ist. So ist zum Beispiel der Aufwand für ein starkes Magnetfeld relativ hoch, und der Preis eines Lautsprechers wird vorwiegend durch das Magnetsystem bestimmt. Es ist ferner fertigungstechnisch schwierig, Lautsprecher mit sehr tiefer Eigenresonanz, zum Beispiel unterhalb 20 Hz, so herzustellen, daß sie stabil arbeiten. Wegen der erforderlichen weichen Halterung der Membran können beispielsweise Tummelbewegungen der Membran entstehen. Derartige Bewegungen lassen sich durch stroboskopische Untersuchungen beobach-

ten (Bild 3). Teilschwingungen, zum Beispiel auf dem Membranrand eines Lautsprechers, kann man mit einem Sondenmikrofon untersuchen (Bild 4). Das hier verwendete Sondenmikrofon hat nur 5 mm Durchmesser und läßt sich ganz dicht an die Membranstelle führen.

Durch Wahl des Zellstoffs bezüglich Mahlgrad, Faserstruktur und Beimengungen nach bestimmten Rezepten sowie durch die geometrische Gestaltung der Membran bezüglich Öffnungswinkel, Verlauf der Mantellinie und Dicke des Zellstoffs lassen sich Lautsprecher mit sehr breitem Übertragungsbereich herstellen. Trotzdem bevorzugt man aber für Hi-Fi-Anlagen meist Kombinationen von mehreren Lautsprechern, wobei man den Lautsprechern nur die Frequenzbereiche zuteilt, in denen sie optimal arbeiten können. So zeigt Bild 5 einen Tieftonlautsprecher, der am ausgechnittenen Sektor folgende konstruktive Merkmale erkennen läßt: Die Membran, deren Schwingspule in einem starken Magnetfeld arbeitet, ist für die Tiefabstimmung in einer gummiartigen Randeinspannung gelagert. Diese Randeinspannung ist so geformt, daß die Membran



Bild 5. Tieftonlautsprecher mit Una-Membran

auch bei großen Amplituden noch sicher geführt wird. Die Mantellinie des Membrankörpers weicht von der üblichen Nawi-Form (Nawi = nicht abwickelbar) ab, indem sie von außen gesehen nicht konvex, sondern konkav geformt ist. Diese sogenannte Una-Membran (umgekehrte Nawi-Membran) wirkt als starrer Kolben bis zur Anpassungsfrequenz, das heißt bis zu dem oben erläuterten Betriebsbereich III. Hinter der Anpassungsfrequenz fällt der Frequenzgang verhältnismäßig steil ab, was durch den Krügen des Membranrandes erreicht wird, der eine Unterteilung der Membran in Teilschwingungsbereiche verhindert. Durch den relativ steilen Frequenzabfall läßt sich der Überlappungsbereich zum Mittel- oder Hochtonlautsprecher günstiger gestalten, weil elektrische Frequenzweichen mit ihren phasendrehenden Wirkungen häufig zusätzliche Schwierigkeiten bei Lautsprecherkombinationen mit sich bringen.

2. Schallführungen

Alle oben erläuterten Strahlungseigenschaften bezogen sich auf ein Lautsprechersystem, das in einer unendlichen Schallwand arbeitet. Diese Voraussetzung ist notwendig, weil sonst ein akustischer Kurzschluß entsteht. Bewegt sich beispielsweise die Membran nach vorn, dann erzeugt sie mit der Vorderseite einen bestimmten Überdruck und zugleich mit der Rückseite einen Unterdruck in der umgebenden Luft. Fehlt die Schallwand, dann gleicht sich der Druck um den Lautspre-

cherkorb herum unmittelbar aus, so daß keine Schallenergie in die weitere Umgebung übertragen wird. Für die Lautsprechermembran wirkt sich das so aus, daß die mechanisch-akustische Belastung fehlt. Dadurch arbeitet der Lautsprecher gewissermaßen im Leerlauf und macht große Amplituden. Trotz der großen Amplituden entsteht aber kein hörbarer Schall, weil die Bewegung in Blindleistung umgesetzt wird.

Nun ist aber eine unendliche Schallwand schwer zu verwirklichen. Nimmt man kleinere Schallwände, dann werden die Frequenzen kurzgeschlossen, deren Umweg um die Schallwand herum einer halben Wellenlänge entspricht. Je niedriger also die zu übertragende Frequenz ist, um so größer muß die Schallwand sein. Will man noch 80 % der möglichen Schallenergie als Wirkleistung übertragen, dann muß der Schallwanddurchmesser mindestens ein Drittel der längsten Wellenlänge sein. Für eine untere Grenzfrequenz von 50 Hz benötigt man also etwa 2,3 m Schallwanddurchmesser.

Der akustische Kurzschluß läßt sich aber auch vermeiden, wenn man den Lautsprecher mit seiner Rückseite an den Anfang eines langen Rohres setzt. Ist das Rohr genügend lang, dann ist der Betriebszustand vergleichbar mit einer elektrischen Wechselstromquelle, die auf eine sehr lange Leitung arbeitet. Ähnlich der Verteilung des Wellenwiderstands längs der Leitung, entsteht entlang dem Rohr eine Verteilung des akustischen Belastungswiderstands, wie sie sich aus Bild 6 ergibt. Bei $\frac{1}{4}\lambda, \frac{3}{4}\lambda$ usw. der Betriebsfrequenz entstehen Widerstandsmaxima, die sich ver-

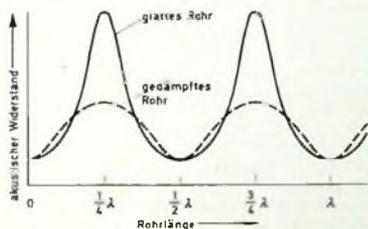


Bild 6. Verteilung des akustischen Widerstands in einem langen Rohr

breitern, wenn man das Rohr innen bedämpft. Schneidet man nun das Rohr zum Beispiel bei $\frac{1}{4}\lambda$ ab, dann wird der Lautsprecher stark belastet, so daß die Amplituden gedämpft werden.

Nach diesem Prinzip kann man die Eigenresonanz eines Lautsprechers bedämpfen. Dämpft man das Rohr, dann verbreitert sich auch das Resonanzgebiet des Lautsprechers, also der Betriebsbereich II im Bild 2, was zu einem Gewinn an Tiefenwiedergabe führt. Allerdings ergeben sich beachtliche Rohrlängen. Für eine Lautsprecherresonanz von 60 Hz ergibt sich für $\frac{1}{4}\lambda$ eine Länge von 1,43 m. Um diese Länge bequemer unterbringen zu können, faltet man das Rohr mehrmals zu einer sogenannten Umwegleitung oder einem akustischen Labyrinth. Zu diesem Zweck baut man den Lautsprecher in ein relativ kleines Gehäuse und teilt das Gehäuse innen in Schotten ein. Die Schottenwände erhalten dann Öffnungen derart, daß der Schall durch einen Labyrinthgang die erforderliche Weglänge zurücklegen muß.

Bei dem beschriebenen zylindrischen Rohr ist der Durchmesser konstant und damit je nach Betriebsfrequenz entweder klein

oder groß gegen die entsprechende Wellenlänge. Dadurch entsteht ein frequenzabhängiges Verhalten, das man durch eine konische Form, also einen Trichter, verbessern kann. Bei einem derartigen Trichter ist aber die prozentuale Zunahme der Austrittsöffnung nicht konstant, wenn man entlang der Konusachse fortschreitet. Ideal wird der Trichter erst, wenn die prozentuale Zunahme mit einem konstanten Wert erfolgt. Dies führt zum Exponentialtrichter, wie er im Bild 7 bei einer

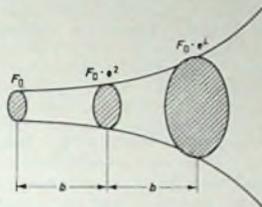


Bild 7. Mantellinie eines Exponentialtrichters bei kreisförmigem Querschnitt

Mantellinie von kreisförmigem Querschnitt angeben ist. Schreitet man auf der Achse um gleiche Strecken b fort, so erweitert sich der Querschnitt immer um den gleichen Faktor e^2 , wobei e die Basis der natürlichen Logarithmen ist. Ein solcher Trichter hat einen Strahlungswiderstands-

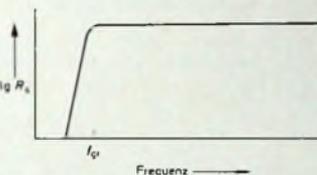


Bild 8. Verlauf des Strahlungswiderstands bei einem Exponentialtrichter

verlauf nach Bild 8. Von einer unteren Grenzfrequenz f_{gr} an ist der Strahlungswiderstand R_s konstant und dabei in seinem Wert relativ groß für alle Frequenzen. Deshalb werden alle Schallfrequenzen gleichmäßig und mit gutem Wirkungsgrad abgestrahlt, wenn man den Trichter vor dem Lautsprecher als Schallführung anordnet. Der Wirkungsgrad steigt dabei in zweifacher Hinsicht: einmal infolge des hohen Strahlungswiderstands, zum anderen infolge der Bündelung des Schalls in einen kleineren Raumwinkel. Der Exponentialtrichter wird daher durch keine andere Schallführung übertroffen.

Bei näherer Betrachtung ergeben sich aber auch schwerwiegende Nachteile. Der Trichter muß eine Austrittsöffnung haben, die von der unteren Grenzfrequenz abhängt nach der Beziehung $D = \frac{\lambda_{gr}}{\pi}$. Außerdem

hängt auch die Größe b im Bild 7 von der Grenzfrequenz ab nach der Beziehung $b = \frac{\lambda_{gr}}{2\pi}$. Rechnet man danach die geometrischen Abmessungen für eine untere Grenzfrequenz von 50 Hz aus, dann ergibt sich ein Öffnungsdurchmesser von 2,2 m; die Größe b errechnet sich zu 1,1 m. Will man den Trichter an einen Lautsprecher mit beispielsweise 25 cm Membrandurchmesser setzen, dann muß man b insgesamt 5mal hintereinanderfügen, um auf den Endwert von 2,2 m zu kommen. Das ergibt eine Trichterlänge von etwa 10 m, die in einem Wohnraum nicht unterzubringen ist.

Ein weiterer Nachteil des Exponentialtrichters ist der steile Abfall des Strahlungswiderstands unterhalb der Grenzfrequenz. Hierdurch entstehen für die in diesem Bereich zu übertragenden Frequenzen große Ein- und Ausschwingvorgänge (auch Ausgleichsvorgänge genannt), die zu erheblichen Phasendrehungen und damit zu Klangverfälschungen führen. Will man für hohe Qualitätsansprüche die Ausgleichsvorgänge unhörbar machen, dann darf der Anstieg nicht steiler als 12 dB/Oktave sein. Aus diesem Grunde hat man im Normblatt DIN 45 500 Bl. 7 dieses Maß als Qualitätskriterium eingeführt [1]. Will man die günstigen Eigenschaften eines Exponentialtrichters bei Verringerung seiner Nachteile für Hi-Fi-Wiedergabe ausnutzen, dann ergeben sich folgende Möglichkeiten. Macht man die Trichterlänge kürzer, dann wird der steile Anstieg des Strahlungswiderstands verflacht. Dabei treten im waagerechten Bereich Schwankungen des Strahlungswiderstands auf, deren Größe davon abhängt, wie weit der Trichter verkürzt wird. Faltet man den Trichter ähnlich wie bei der oben beschriebenen Umwegleitung, dann läßt er sich in ein Gehäuse einbauen, das für Wohnräume durchaus diskutabile Abmessungen hat. Allerdings entstehen an den Knickstellen teilweise Reflexionen, die zu Interferenzen führen, so daß in der Schalldruckkurve Höcker und Einbrüche entstehen. Zusammenfassend ergibt sich aus den geschilderten Problemen, daß die Anwendung von Exponentialtrichtern für Hi-Fi-Wiedergabe sehr viel Mühe und Geschick vom Entwickler verlangt.

3. Lautsprechergehäuse

Im Prinzip sind die Gehäuse auch Schallführungen. Im Rahmen der hier eingeführten Systematik sollen sie aber besonders betrachtet werden.

Das offene Gehäuse ist die überwiegende Ausführungsform für Rundfunkgeräte, die wegen der notwendigen Luftzirkulation zur Wärmeabführung hinten mehr oder weniger offen sein müssen. Da sich derartige Gehäuse schlecht dämpfen lassen, ergeben sich zwischen den jeweils gegenüberliegenden Wandflächen Gehäuseresonanzen, die zusammen mit dem Lautsprecherabstrahl werden. Bei den üblichen Größen der Rundfunkgeräte liegen die Resonanzen meist im Bereich zwischen 150 und 300 Hz, so daß in diesem Gebiet Schallrücküberhöhungen auftreten. Dadurch wird aber die Wiedergabe der tiefen Frequenzen relativ benachteiligt. Es bringt keinen Vorteil, wenn man zur Tiefenanhebung einen Lautsprecher mit niedriger Eigenresonanz einbaut, weil sich die entstehende Schalldrucksenke zwischen Eigenresonanz und Gehäuseresonanz bei der Wiedergabe von Sprache und Musik ungünstig bemerkbar macht. Deshalb wählt man die Eigenresonanz knapp unterhalb der niedrigsten Gehäuseresonanz, so daß der Lautsprecher dann für tiefere Frequenzen im Betriebsbereich I arbeiten muß. Den ungünstigen Schalldruckabfall nach tiefen Frequenzen hin muß man dann durch entsprechende Anhebung der Verstärkung im Rundfunkgerät ausgleichen, wenn hohe Wiedergabequalität gefordert wird.

Die hintenliegende Öffnung derartiger Gehäuse hat noch besondere Nachteile, denn das Schallfeld des Lautsprechers hängt dann von der Aufstellung des Gehäuses im Wohnraum ab. Eine Wandfläche kann als

Reflektor für den nach hinten austretenden Schall wirken, wodurch sich Interferenzen mit dem von vorn abgestrahlten Lautsprecherschall ergeben. Diese Einflüsse hängen außerdem davon ab, wie die Entfernung des Gehäuses von der Wand ist, wie stark die reflektierende Wirkung der Wand ist usw. Ein offenes Gehäuse wirkt ferner auch noch als abgeschnittenes Rohr mit der Wirkung nach Bild 6 für alle Frequenzen, die der $\lambda/4$ -Bedingung entsprechen, tritt für den Lautsprecher eine starke selektive akustische Belastung auf, wodurch die Lautsprechermembran abgelenkt wird. Da hierbei die Amplitude sehr klein wird, entstehen für die nach vorn abgestrahlten Frequenzen Einbrüche im Frequenzgang. Alle diese Einflüsse lassen sich durch die besondere Dimensionierung der Rückwand mehr oder weniger mildern. Die notwendige Belüftung des Rundfunkgeräts ermöglicht man durch Schlitze und Löcher, die man aber so wählt, daß sie als Strömungswiderstände für den austretenden Schall wirken und damit das Gehäuse bedämpfen. Zu den offenen Gehäusen rechnet man auch die bereits beschriebenen Ausführungen mit Schallumwegleitung beziehungsweise mit Falltrichter. Hierbei nutzt man häufig noch eine weitere Gesetzmäßigkeit aus. Setzt man nämlich zwei Lautsprecher dicht nebeneinander auf eine Schallwand und betreibt man sie gleichphasig, dann erhöht sich der Strahlungswiderstand dadurch, daß jeder Lautsprecher nicht nur sein eigenes Schallfeld erzeugen muß, sondern auch noch gegen das Schallfeld des Nachbarlautsprechers arbeiten muß. Die Folge ist eine zusätzliche Erhöhung des gesamten Strahlungswiderstands und damit eine Erhöhung der abgestrahlten Schalleistung. Diese Gesetzmäßigkeit gilt, solange der Abstand der Lautsprecher klein gegenüber der Wellenlänge der abgestrahlten Frequenz ist. Sie wirkt sich also besonders für tiefe Frequenzen aus. Schneidet man nun entsprechend Bild 6 das Rohr bei $\lambda/2$ ab, dann hat die schwingende Luftbewegung am Ende des Rohrs gerade die entgegengesetzte Phase zu der am Anfang des Rohrs an der Rückseite des Lautsprechers. Damit hat sie aber die gleiche Phase wie die Luftbewegung an der Vorderseite des Lautsprechers. Führt man die Umwegleitung im Gehäuse auf die Vorderseite des Gehäuses und die Öffnung in die Nähe der Lautsprechermembran, dann ergibt sich infolge der Gruppenwirkung eine Verstärkung im tiefen Frequenzbereich. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich beim gefalteten Exponentialhorn.

Eine Sonderstellung unter den offenen Gehäusen nehmen die Baßreflexgehäuse ein. Sie beruhen auf der Bandfilterwirkung zweier fest gekoppelter Schwingsysteme. Das eine Schwingsystem besteht aus dem Lautsprecher selbst, das andere aus einem Schwingsystem, das aus der Masse der Luft im Gehäuse und der Elastizität des in einem Tunnel befindlichen Luftkissens gebildet wird. Im Schrifttum gibt es unzählige Bauvorschlüsse zur Dimensionierung derartiger Lautsprecherboxen. Der Nachbau befriedigt aber selten, weil dabei meist eine Reihe von Faktoren unberücksichtigt bleibt. So entsteht eine symmetrische Verbreiterung des Resonanzgebiets nur dann, wenn bei beiden Schwingsystemen das Verhältnis Masse zu Feder gleich ist. Man muß bei der Dimensionierung also neben der Eigenfrequenz des Lautsprechers auch seine Feder- und

Massengrößen kennen und das Gehäuse darauf abstimmen. Zu jedem Lautsprechertyp gehören daher ein bestimmtes Gehäusevolumen und eine optimale Tunnelgröße. Außerdem ist die Dämpfung sowohl des Lautsprechersystems als auch des Gehäuses wichtig, damit die linke Flanke der Bandfilterkurve nicht zu steil wird, weil dadurch unerwünschte Ausgleichsvorgänge entstehen.

Interessant ist bei bestimmten Ausführungen die Anordnung mit einer sogenannten passiven Membran. Hierbei wird das im Tunnel befindliche Luftkissen durch eine geschlossene Membran nachgebildet. Man verwendet dafür meistens eine geschlossene Lautsprechermembran ohne Schwingspule. Durch diese sogenannte passive Membran läßt sich das Reflexgehäuse mitunter noch günstiger dimensionieren. Da bei der Bandfilterwirkung die Bewegung der Masse im Tunnel gegenphasig zur Rückseite der aktiven Lautsprechermembran erfolgt (aus diesem Grund bezeichnet man Baßreflexgehäuse auch als Gehäuse mit Phasenumkehr), arbeitet sie gleichphasig mit der Vorderseite des Lautsprechers, so daß man auch hier die verstärkende Wirkung des Gruppenprinzips ausnutzen kann. Aus diesem Grund ordnet man die Baßreflexöffnung beziehungsweise die passive Membran meistens auf der Vorderseite des Gehäuses in der Nähe des Lautsprechers an.

Am meisten durchgesetzt haben sich geschlossene Gehäuse, weil sie zahlreiche Vorteile haben. Sie sind weitgehend unabhängig vom Aufstellungsort im Gegensatz zu den oben erläuterten offenen Gehäusen, bei denen der rückseitige Schall je nach Aufstellung zu Interferenzen mit dem vorderseitigen Schall führt. Die Gehäusegröße ist außerdem nicht gebunden an Mindestgrößen, wie sie für Baßreflexgehäuse oder Gehäuse mit Umwegleitung oder Exponentialtrichter notwendig sind. Weil jede Öffnung fehlt, ist ein akustischer Kurzschluß unmöglich, so daß die Lautsprechermembran nur relativ kleine Amplituden macht. Zur Erreichung von Hi-Fi-Qualität ist aber eine sehr sorgfältige Herstellung der Gehäuse erforderlich. So müssen die Gehäuse-Resonanzen stark gedämpft werden, um unwirksam zu bleiben. Die Gehäusewände müssen sehr dick und steif gemacht werden, damit sie nicht zu Eigenschwingungen neigen. Eigenschwingungen benötigen zur Anregung nämlich Energie,

die sie dem Schallfeld entziehen, so daß dieses gestört wird.

Von Seiten des Anwenders ist es natürlich erwünscht, daß eine geschlossene Lautsprecherbox so klein wie nur irgend möglich ist. Das läßt sich jedoch nur bis zu einer bestimmten Grenze durchführen. Je kleiner nämlich das Gehäuse wird, um so steifer wird das Luftpolster des Volumens und seine Rückwirkung auf die Lautsprechermembran. Damit sich die Membran beim Betrieb nicht verformt, muß sie daher besonders starr sein. Hinzu kommt, daß mit Verkleinerung des Gehäuses notwendigerweise auch der Lautsprecher kleiner werden muß. Nun benötigt man aber zur Erzeugung einer bestimmten Schallstärke ein entsprechendes Verschiebevolumen der Luft vor der Lautsprechermembran. Dieses kann man entweder mit einer großen Membranfläche und kleiner Amplitude oder umgekehrt erreichen. Je kleiner also ein Lautsprecher ist, um so größere Amplituden muß er ausführen können. Abgesehen davon, daß von Seiter der Schwingspule und der Luftspaltabmessungen Grenzen gesetzt sind, entsteht bei Musikwiedergabe infolge großer Membranamplituden ein Doppereffekt. Sollen zum Beispiel eine tiefe und eine hohe Frequenz gleichzeitig abgestrahlt werden, dann wird die hohe Frequenz infolge des großen Hubs, der für die tiefe Frequenz erforderlich ist, frequenzmoduliert. Es entstehen dadurch im Bereich der hohen Frequenzen als sogenannte Seitenbänder zusätzliche Frequenzen, die dem zu übertragenden hohen Ton einen rauen Klangcharakter geben. Es hat daher den Anschein, daß die zur Zeit üblichen Gehäuse nicht noch kleiner werden, zumal die Anforderungen an die Hi-Fi-Qualität in Zukunft noch steigen werden.

Faßt man abschließend alle dargelegten Probleme der Lautsprechertechnik zusammen, dann erkennt man, daß bis zum heutigen Stand der Hi-Fi-Technik beachtliche Entwicklungsschwierigkeiten zu überwinden waren, daß aber auch in Zukunft das Spektrum der vielen Ausführungsmöglichkeiten von hochwertigen Lautsprechergehäusen kaum kleiner werden wird.

Schrifttum

- [1] Williges, H.: Mindestanforderungen an Lautsprecher (Erläuterungen zu DIN 45 500 Blatt 7), Funkschau Rd. 39 (1967) Nr. 3, S. 75-77

„Vario-Contact-Set“, eine neue Lösung zur Wahl des richtigen Adapters für den Anschluß von Mikrofonen

Nicht jedes im Handel zu kaufende Mikrolon paßt ohne weiteres zu dem Verstärker oder dem Tonbandgerät, mit dem es der Kunde verwenden will. Die Steckeranschlüsse stimmen oft nicht mit der Beschallung der Gerätebuchse überein. Das ist leider ein Problem, mit dem sich der Handel seit langem abfinden muß. Will man sich deshalb beim Verkauf von Mikrofonen Ärger ersparen, dann sollte man von vornherein dem Kunden einen geeigneten Adapter mit anbieten, der die richtigen Verhältnisse wiederherstellt.

Als praktische Verkaufshilfe entwickelte jetzt die AKG, München, ein Set mit zehn verschiedenen Anschluß- und Verbindungsleitungen. Diesem „Vario-Contact-Set“ liegt auch ein „Mikrolon-Paket-Computer“ bei, mit dem man — wie mit einem Rechenschieber — das notwendige Verbindungsglied ermitteln kann.

Ein Beispiel soll die Verwendung des „Mikrolon-Paket-Computers“ erläutern: Ein Kunde, der ein Uher-Tonbandgerät „Reparat 4000“ besitzt, will sich dazu das AKG-Zweifach-Mikrolon „D 200 C“ kaufen. Zur Ermittlung des passenden Adaptersteckers öffnet man den Schieber des „Mikrolon-Paket-Computers“ und stellt fest, welche Normbezeichnung die Mikrolon-

Eingangsbuchse des Tonbandgerätes hat. Im genannten Beispiel handelt es sich um die Normbezeichnung L, je nachdem, ob man die Vorder- oder Rückseite des Schiebers nach oben gerichtet einsteckt, kann man nun entweder das entsprechende Anschlußkabel oder das Verlängerungskabel mit dem passenden Adapter feststellen. Zu dem dem Mikrolon beiliegenden Anschlußkabel „Mk 11/5“ (Normschaltung M) paßt im Beispiel der Adapterstecker A 3.

Für Verlängerungen von Mikrolon-Anschlußkabeln sind dem „Vario-Contact-Set“ vier Verlängerungskabel beigelegt.

Der „Vario-Contact-Set“ ist in einer unzerbrechlichen Klarsicht-Verpackung untergebracht und als stummer Verkäufer für den Ladenisch bestimmt. Jeder Adapterstecker-Typ beziehungsweise jeder Überträger ist mit einer eigenen Farbe gekennzeichnet, die auch auf dem „Mikrolon-Paket-Computer“ als Ergebnis erscheint. Es ist also nicht unbedingt notwendig, die Typenbezeichnung abzulesen, sondern man nimmt einfach ein graues, grünes oder rotes Teil aus dem Kästchen heraus. Für den Techniker sind die Schalbilder auf den Adaptern angegeben.

Moderne Mikrofone und Hi-Fi-Kopfhörer

Die nach dem Zweiten Weltkrieg von Dr. Rudolf Görke und Ernst Pless gegründete Akustische u. Kino-Geräte Gesellschaft m. b. H. in Wien ist als AKG heute weltweit als Hersteller von Mikrofonen bekannt. Ein 1953 auf den Markt gebrachtes dynamisches Cardioid-Mikrofon erregte das berechtigste Interesse der Fachwelt. Seitdem entwickelte sich das Unternehmen sehr schnell, und die Fertigung von Mikrofonen wurde von so großer wirtschaftlicher Bedeutung, daß man 1958 die Herstellung von kinotechnischen Geräten aufgab und sich ganz auf die Entwicklung und Produktion von Mikrofonen konzentrierte. Lag die Jahresproduktion von Mikrofonen 1958 noch bei 50 000 Einheiten, so ist sie heute auf über 1,3 Millionen Einheiten angestiegen. Von der österreichischen Produktion gehen mehr als 90 Prozent in den Export. Die AKG ist heute in 57 Ländern vertreten, darunter in den USA und sogar in Japan, dem viertgrößten Abnehmer des Unternehmens. Der große Bedarf der deutschen Hersteller von Tonbandgeräten war vor zwölf Jahren Anlaß, in München ein Zweigwerk zu errichten, das heute den deutschen Markt direkt beliefert. Unter der Leitung von Dipl.-Ing. Hans Gemperle arbeiten dort etwa 200 Leute, während in Wien 650 Angestellte und Arbeiter tätig sind.

Forschung und Entwicklung

Die heutige Stellung auf dem Markt ist der AKG keineswegs in den Schoß gefallen. Voraussetzung für den Erfolg war und ist vielmehr die Arbeit eines Teams von hochqualifizierten Akustikern, Mathematikern, Ingenieuren und Elektronikern, denen in vorbildlich ausgestatteten Laboratorien sehr weitgehende und vielseitige Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Bei grundlegenden Untersuchungen ebenso wie bei gezielten Entwicklungsaufgaben bedient man sich in großem Umfang der unter anderem von Hahnemann und Hecht eingeführten mechanisch-elektrischen Analogien (Kraft \triangleq Spannung, Schnelle \triangleq Strom, Masse \triangleq Induktivität, Federung \triangleq Kapazität usw.). Diese Betrachtungsweise bietet den großen Vorteil, die oft sehr komplexen und nur schwer übersehbaren Probleme und Zusammenhänge mit dem Analogrechner simulieren zu können. Der speziell für diese Aufgabenbereiche von AKG-Ingenieuren entwickelte und gebaute Analogrechner ist heute eines ihrer wichtigsten Hilfsmittel. Daneben benutzt man zahlreiche zumeist

selbst entwickelte Meß- und Prüfeinrichtungen für Labor und Fertigungskontrolle wie beispielsweise Geräte zur Messung des Strömungswiderstandes, des Klirrfaktors und der Ersatzlautstärke von Mikrofonen oder zum Prüfen von Mikrofonen gegen Erschütterungen und Körperschall, der Rüttelfestigkeit sowie des Verhaltens bei extremen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. Die Natur der hier auszuführenden Messungen bringt es mit sich, daß viele dieser Messungen nur in schalltoten Räumen gemacht werden können. Dafür stehen in Wien dem Labor und der Fertigungskontrolle nicht weniger als 23 schalltote Räume unterschiedlichster Abmessungen zur Verfügung.

Wie man bei einem Besuch in Wien erfahren konnte, werden mehr als fünf Prozent des Umsatzes für die Entwicklung ausgegeben. Mehr als 310 erteilte Patente in 25 Ländern sind das äußere Zeichen für die hier geleistete Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Zwei-Weg-Cardioid-Mikrofon

Die Entwicklung des Zwei-Weg-Cardioid-Mikrofons war einer der großen AKG-Erfolge. Die Membran eines Richtmikrofons mit einseitiger Richtwirkung (Nieren- oder Cardioid-Charakteristik) wird vom Schalldruckunterschied zwischen zwei benachbarten Punkten im Schallfeld angetrieben (Schallumweg oder Abstand zwischen Vorderseite der Membran und rückwärtigem Schalleintritt). Die Schwierigkeit liegt darin, daß die Wellenlängen der aufzunehmenden Schallfrequenzen zwischen 30 Hz und 16 000 Hz sich etwa wie 500 : 1 verhalten (10 m bzw. 2 cm). Da der Abstand der benachbarten Punkte für die Beschallung des Mikrofons einerseits etwa gleich der halben Wellenlänge des höchsten Tons sein soll – hier also 1 cm –, man andererseits aber eine möglichst große antreibende Kraft aus dem Schallfeld entnehmen möchte (Abstand der benachbarten Punkte deshalb einige Zentimeter), ist ein Kompromiß nicht zu umgehen.

In der Praxis wählt man für derartige Mikrofone oft einen Abstand von beispielsweise 5 cm. Dann erhält man für Frequenzen bis etwa 3000 Hz die Cardioid-Charakteristik. Für höhere Frequenzen wird die Richtwirkung des Mikrofons durch Druckstau hervorgerufen. Damit ist aber zwangsläufig eine Schallfeldverzerrung verbunden, so daß bei den höchsten Frequenzen eine Einschnürung des Richtdiagramms auftritt.

Das Zwei-Weg-Cardioid-Mikrofon, dessen erster Typ bereits vor drei Jahren in der FUNK-TECHNIK behandelt wurde [1], löst dieses Problem in eleganter Weise. Das Tiefton-System hat eine Membran, deren Eigenschwingung infolge der Randspannung bei etwa 150 Hz liegt. Trotzdem arbeitet dieses System bis etwa 30 Hz linear, weil die akustische Masse in der an die Membran angekoppelten Röhre die Resonanzfrequenz von etwa 150 Hz auf 45 Hz herabsetzt. Die antreibende Kraft des Schallfelds ist auch bei tiefen Frequenzen relativ groß, denn sie entspricht dem Abstand zwischen Schalleintritt in die Röhre und Vorderseite der Membran (etwa 14 cm). Die Frequenzkurve dieses Systems ist im Bereich 30 ... 400 Hz sehr ausgeglichen, wird aber ab 800 Hz unbrauchbar. Das stört keineswegs, denn das Tiefton-System wird nur für Frequenzen bis 400 Hz benutzt.

Das Hochton-System ist so aufgebaut, daß die benachbarten Punkte des Schallfelds nur 1 cm Abstand haben. Deshalb ist das Richtdiagramm dieses Systems bis zu den höchsten Frequenzen eine reine Cardioid-Charakteristik. Die Hochton-Membran ist eine Spezialausführung (hochstabile Polycarbonatfolie), die einen starken Abfall der Fre-

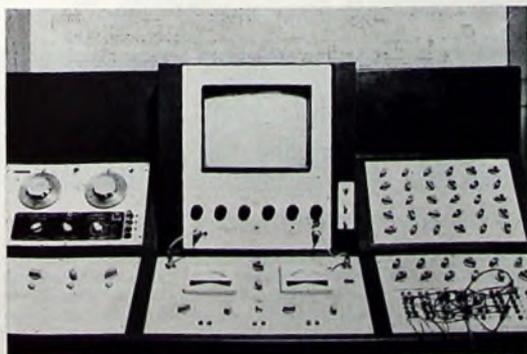


Studio-Mikrofon „D 224“ (Zwei-Weg-Cardioid-Mikrofon)

quenzkurve unterhalb 400 Hz ergibt. – Zusammengeschaltet werden beide Systeme über ein Netzwerk, das so dimensioniert ist, daß die Frequenzkurven des Tiefton- und des Hochton-Systems kontinuierlich und ohne Sprung ineinander übergehen. Neben dem Typ „D 202“ sind noch das „D 200“ für Tonbandgeräte und allgemeine Ela-Anwendungen sowie das für Studiozwecke bestimmte „D 224“ zu erwähnen. Letzteres ist stabförmig (195 mm lang, 23 mm \varnothing) und hat im Frequenzbereich 30 bis 16 000 Hz maximal ± 2 dB Abweichung vom linearen Verlauf. Seine Geräuschspannung nach DIN 45 405 ist $0,26 \mu V_{eff}$, seine Fremdspannung $0,2 \mu V_{eff}$.

Neues Mikrofon für den Tonbandamateureur

Als Weiterentwicklung des bekannten „D 18“ und seines Nachfolgers „D 119“



Analogrechner für die Simulation von Mikrofonen und Kopfhörern im 'AKG-Laboratorium' Wien



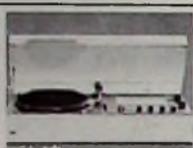
Meßplatz für Klirrfaktor und Ersatzlautstärke von Mikrofonen

Für hohe Ansprüche an Qualität und Form: Ein einzigartiges Programm von mehr als zwanzig aufeinander abgestimmten HiFi-Geräten. Komplett-Anlagen aus einer Hand – für große und sehr große, für kleine und kleinste Räume.

Steuer- und Abspielgeräte

Braun Musikanlagen können aus Einzel-Bausteinen der »studio«-Reihe oder mit Kombinationsgeräten »audio« oder »regie« aufgebaut werden. Welche Bestückung gewählt wird, richtet sich u. a. nach den Möglichkeiten der Unterbringung, nach der Raumgröße, den Wünschen an Variabilität, den Ansprüchen an letzte Grade der Perfektion. Die Anlagen sind in dieser Übersicht nach wachsender Leistung und zunehmendem Bedienungskomfort geordnet. Alle Geräte übertreffen die HiFi Normen nach DIN 45 500.

audio 250



Steuergerät audio 250

Vereinigt in einem Gerät: Plattenspieler mit Shure Magnet-Tonabnehmer, Rundfunkempfangsteil für alle Wellenbereiche, volltransistorisierter Verstärker mit 2 x 15 W Dauerton-Ausgangsleistung. Hervorragende Empfangs- und Wiedergabe-Eigenschaften. Kompakte Flachbauweise. Einfache Bedienung von oben. DM 1780.–

studio 250



Plattenspieler PS 410

Gleiches Laufwerk wie in audio 250. Hohe Laufruhe und Drehzahlkonstanz. Umdrehungsgeschwindigkeit feingereguliert. Tonarm kugelgelagert, mit Gegengewicht ausbalanciert. Auflagekraft von 1 Pond aufwärts einstellbar. DM 487.–



Empfangsteil CE 250

Volltransistorisierter UKW-Tuner mit hoher Empfangs-Empfindlichkeit und Trennschärfe für optimalen Stereoempfang. Automatische Stereo-Umschaltung und -Anzeige. Einschaltbare automatische Scharfabstimmung. DM 698.–



Verstärker CSV 250

Volltransistorisierter Stereoverstärker mit 2 x 15 Watt Dauerton-Ausgangsleistung. Übertragungsbereich 30 ... 30 000 Hz, Klirrfaktor unter 0,5%. Klangregler getrennt für jeden Kanal. Lautstärkereglung wahlweise linear oder gehörrichtig. Vier Eingänge. Lautsprecheranpassung 4 Ohm. DM 698.–

Neu: regie 500



Steuergerät regie 500

Tuner-Verstärker mit 2 x 25 (20) Watt Dauerton-Leistung bei 4 (8) Ohm Belastung. Übertragungsbereich 30 ... 25 000 Hz, Klirrfaktor unter 0,5%. Wellenbereiche U, M, L. Empfangseigenschaften ähnlich CE 500. Regler wie bei CSV 500. Schaltbar: Scharfabstimmung, Ferritantenne, Filter, lineare Lautstärke.

Tonbandgeräte

Braun Tonbandgeräte sind in Technik und Form auf den hohen Standard der Steuergeräte abgestimmt. Sie haben Spitzenwerte in Frequenzumfang und Dynamik, in Verzerrungsfreiheit und Gleichlauf. Sie ermöglichen Aufnahmen und Wiedergaben in der Qualität professioneller Studioteknik.



Tonbandgerät TG 502

Volltransistorisiertes Halbspurgerät mit 3 Köpfen für Aufnahme, Wiedergabe, Löschen; Synchronkopf nachrüstbar. Getrennte Aufsprech- und Wieder-

gabeverstärker 3-Motoren-Laufwerk Bandzugregelung durch Fühlhebel. Laufwerksfunktion relaisgesteuert über leichtgängige Tipplasten.

Pegelgleiche Vortonen-Laufwerk Bandzugregelung durch Fühlhebel. Laufwerksfunktion relaisgesteuert über leichtgängige Tipplasten. DM 2160.–

Tonbandgerät TG 502-4

Wie 502, jedoch mit zusätzlichem, wahlweise einschaltbarem 1/4-Spur-Wiedergabekopf. DM 2270.–

Tonbandgerät TG 504

Viertelspurgerät mit sonst gleicher Ausrüstung wie TG 502. DM 1995.–

Lautsprecher-einheiten

Braun Lautsprecher-Einheiten sind hochentwickelte Instrumente für eine ungefärbte naturgetreue Klangreproduktion. Ihr Tonumfang wächst mit wachsendem Gehäusevolumen, umfaßt aber auch bei der kleinsten schon alle wichtigen Oktaven des musikalischen Hörbereichs.

Die Zeile über den Abbildungen zeigt die empfohlene Zuordnung der Typen zu den Anlagen, bei der u. a. die Belastbarkeit der Boxen berücksichtigt ist.

L 300 L 600
L 400 L 700-4
L 450-2

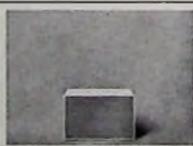
L 300 L 600
L 400 L 700-4
L 450-2

L 450-2 L 800
L 600
L 700-4



Kleinbox L 300

Zum Einstellen in ein Bücherfach o. ä., für kleine oder mittlere Räume. Untere Grenzfrequenz 40 Hz. DM 260.–



Regalbox L 400

Bei kleinem Volumen (ca. 6 Liter) hervorragende Klangreinheit. Kalottenhochtöner mit breiter Abstrahlung. DM 238.–



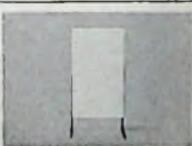
Flachbox L 450-2

Kann wie ein Bild an die Wand gehängt werden (Tiefe 11 cm). Untere Grenzfrequenz 33 Hz. Belastbarkeit 25 W. DM 320.–



Regalbox L 600

Klangstarke Einheit für mittlere Räume. Volumen 15 Liter. Belastbarkeit 30 W. Bereich von 30 bis 25 000 Hz. DM 460.–



Standbox L 700-4

Größte Braun-Einheit für 4 Ohm Anpassung. Untere Grenzfrequenz 25 Hz. DM 580.–. Zubehör: Fußgestell.

studio 500



Plattenspieler PS 500

Präzisionslaufwerk mit öhydraulisch gedämpfter Chassisfederung für optimale Stoß-Unempfindlichkeit. Dreifach ausbalancierter Tonarm. Wahlweise hydraulische oder Hand-Absenkung. Drehzahlfeinregulierung und Stroboskop. Abschaltbare automatische Endabschaltung. DM 750.—



Empfangsteil CE 500

Tuner für U, M, L (wahlweise K statt L). Getrennte Senderdrehknöpfe für UKW und AM. UKW-Empfangeigenschaften ähnlich CE 250: Empfindlichkeit 1 µV für 30 dB Rauschabstand, IHF-Selektivität über 50 dB. Eingebaute Ferritantenne. DM 995.—



Verstärker CSV 500

Volltransistorisierter Verstärker mit 2 x 40 W Dauerion-Leistung. Übertragungsbereich 10 ... 35 000 Hz. Kanalgetrennte Regler für Klang und Pegel (Balance). Schaltbar: lineare Lautstärke, Filter, Präsenz, Seitenvertauschung. Lautsprecher-Anpassung 4 ... 16 Ohm. DM 1460.—

studio 1000



Plattenspieler PS 1000

Spitzenlaufwerk mit hohem Bedienungs-komfort. Relaisgesteuerte Tiptasten für «Ein» und Tonarm-Absenken. Fotoelektrisch gesteuerte Endabschaltung. Gleichlaufschwankungen unter 0,1%, Rumpelgeräuschabstand über 64 dB. Tonabnehmersystem Shure «Hi-Track» M 75 E. DM 1350.—



Empfangsteil CE 1000

Vier-Wellenbereichs-Tuner für höchste Ansprüche. Scharlabstimmung abschaltbar mit Handberührungsautomatik. Schaltbar: Ferritantenne, Rauschunterdrückung, AM-Bandbreite, Klirrfaktor unter 0,5%. UKW-Empfindlichkeit 0,9 µV. Begrenzungseinsatz 1 µV. DM 2200.—



Verstärker CSV 1000

Transistorverstärker mit 2 x 55 W Dauerion-Leistung. Relaisgesteuerte Tasten für Betriebsartenwahl. Schalter für Hinterbandkontrolle, Filter, lineare Lautstärke, Präsenz, Endstufenabschaltung, Pseudostereophonie. Elektronisch einstellbare Basisbreite. Reglergruppe wie bei CSV 500. DM 2400.—



Tonbandgerät TG 550

Spitzengerät mit gleicher Kopfbestückung wie TG 502-4. Alle Laufwerksfunktionen fernsteuerbar. Gehäuse tiefe wie «studio»-Bausteine. DM 2400.—

L 600
L 700-4
L 800

L 910

L 800
L 910
L 1000



Standbox L 800

Drainweg-Einheit, auch für größere Räume. Belastbarkeit 40 W. Sehr ausgeglichener, transparenter Klang. DM 840.— ohne Fuß.



Standbox L 910

Große Einheit mit 5 Systemen in 78 Liter Volumen. Untere Grenzfrequenz 20 Hz. Fußgestell zum Schwenken. DM 1500.— ohne Fuß.



Studio-Einheit L 1000

Lautsprecher für Großräume. Belastbarkeit 80 W. 13 Systeme, davon 4 (verstellbar) diffus strahlend. DM 3500.— mit Fuß.

stellte AKG jetzt das „D 190“ in der Preisklasse um 140 DM vor. Im Design entspricht es der neuen AKG-Linie. Der Frequenzgang ist im Bereich 30...15 000 Hz sehr ausgeglichen und die nierenförmige Richtcharakteristik besonders frequenzunabhängig; die mittlere Auslöschung liegt bei 17 dB. Seine technischen Werte sind erheblich besser als die in DIN 45 500 geforderten Mindestwerte. Eine leichte Präsenzanehebung von 3 dB im Frequenzbereich um 5000 Hz ergibt eine besondere Transparenz des aufgenommenen Klangbildes.

Ziel der neuen Studiolinie:

das objektive Mikrofon

Eine neue „Philosophie“ der AKG zielt auf das „objektive“ Mikrofon. Darunter ist ein Mikrofon zu verstehen, das ein möglichst getreues, verzerrungs- und störungsfreies elektrisches Analogon des akustischen Schallereignisses liefert. Das objektive Mikrofon soll die Tätigkeit des Toningenieurs und des Tonmeisters im wesentlichen auf das Mischpult beschränken und ihn der Mühe und oft auch der Sorge entheben, für bestimmte Sänger, Orchestergruppen und Musikarten jeweils ganz bestimmte individuelle Mikrofone zu suchen und einzusetzen. Es wird vielleicht in Zukunft möglich sein, die gewünschten Übertragungsverhältnisse dann allein durch die Einstellung objektiver und reproduzierbarer Kriterien am Mischpult einzustellen. Welchen Schwierigkeiten sich der Toningenieur heute beispielsweise bei der Mischung gegenübergestellt sieht, zeigt eine gerade erschienene Arbeit von Webers und Harlander [2].

Fortschritte in Richtung auf das objektive Mikrofon lassen sich unter anderem durch folgende Maßnahmen erreichen: weitere Linearisierung (Glättung) auch der Feinstruktur des Frequenzgangs des Übertragungsmaßes · Verbesserung des Richtdiagramms von Richtmikrofonen im Hinblick auf noch bessere Auslöschung und möglichst gleichmäßige und frequenzunabhängige Form der Richtcharakteristik auch bei hohen Frequenzen · Verringerung des Distanzeffekts (Abhängigkeit des Übertragungsmaßes und der Richteigenschaften vom Beschallungsabstand) · Verringerung des Eigenrauschens von Kondensatormikrofonen bis möglichst an die durch die reinen Wandlerverluste bedingten Grenzen · Verbesserung der Aussteuerfähigkeit von Kondensatormikrofonen.

Diese und noch andere Überlegungen führten zur Entwicklung des professionellen CMS-Systems (Kondensatormikrofon-Modulsystem). Zentrale Einheit dieses Systems ist ein sehr kleiner phantomespeiseter FET-Vorverstärker, der in Verbindung mit einer großen und sich ständig vermehrenden Anzahl von Zubehörteilen den Aufbau jeder nur erdenklichen Mikrofonkombination ermöglicht. Das CMS-System besteht aus vier Gruppen von Modulbausteinen: Mikrofonkapseln, Vorverstärker, Stromversorgung, Zubehör. Das für alle Mikrofonkapseln gleiche Wandler-System ist ein Keramik-Metall-System mit vergoldeter Keramikplatte als dem einen Kondensatorbelag und einer Nickel-Eisen-Membran als dem anderen Belag. Die durch ein besonderes Verfahren mit Sicken versehene Membran hat den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie die vergoldete Keramikelektrode. Zwischen beiden liegt eine Isolierschicht aus Siliziumoxid, die Kurzschlüsse und Überschlüsse sicher verhindert. Das phasendrehende Glied zur Erzielung der nierenförmigen

Richtcharakteristik besteht aus einer sehr einfachen und leicht justierbaren Kombination von geometrischen und mechanischen Elementen.

Die Konzeption des Vorverstärkers mit zwei fast völlig gegeneckelten Verstärkerstufen – FET-Eingangverstärker in Drain-Basis-Schaltung als Impedanzwandler und einer weiteren Verstärkerstufe zur Entkopplung des Ausgangs – sowie stabilisiertem DC-Wandler (1,5-MHz-Sinusgenerator) ermöglicht eine ziemliche Freizügigkeit in der Wahl der Versorgungsspannung und der Phantomspeisewiderstände. So läßt sich beispielsweise das Mikrofon mit Spannungen zwischen 7 V und 52 V betreiben, so daß Betrieb nach der 12-V-Version von DIN 45 496 ebenso möglich ist wie nach der 48-V-Version.

Die Stromversorgung kann aus einem Netzgerät für zwei Mikrofone oder aus einem kleinen Batteriegerät erfolgen. Das Netzgerät enthält einen zweistufigen Tiefenabschwächer (eine Stufe als Klangfilter, die andere mit sehr steiler Flanke unterhalb 80 Hz als Trittschallfilter).

Neuer Hi-Fi-Kopfhörer „K 60“

„Der Hi-Fi-Kopfhörer ist ein gutes Beispiel dafür, wie durch die technischen Mittel der Nachrichtenübertragungstechnik bei bewußtem Verzicht auf ‚Originalität‘ im Sinne von Identität mit der ursprünglichen Nachricht, also etwa der Originaldarbietung im Konzertsaal, zusätzliche und eigenartige Eindrücke und Erlebnisse vermittelt werden können. Schon infolge der geometrischen Abmessungen – deren Verhältnis zur Wellenlänge des Schalls ein ganz wesentliches Bestimmungsmerkmal der Elektroakustik ist – und der eher unnatürlichen, unmittelbaren Art der Ankopplung eines Schallsenders an das Ohr, leuchtet es ein, daß mittels Kopfhörer niemals die gleiche Reizung des menschlichen Sinnesapparates hervorgerufen werden kann, wie beispielsweise durch ein durch Lautsprecher erzeugtes räumlich verteiltes Schallfeld. Vor allem räumliche Perspektive und Orientierung werden durch das Hören mit Kopfhörern völlig verändert. Dennoch wird jeder, der einmal mit guten Kopfhörern gutes Stereo-Material abhören konnte, bestätigen, daß ihm eindrucksvolle Klangerlebnisse zuteil wurden, charakterisiert etwa durch die Assoziation ‚im Orchester sitzen‘, ‚unmittelbare Ansprache‘, ‚Erkennung feinsten Nuancen‘.“

Mit diesen Worten hat AKG-Entwicklungsleiter Dipl.-Ing. R. Weingartner das oft diskutierte Problem „Hi-Fi-Wiedergabe mit Kopfhörern“ treffend umrissen. Nicht-lineare Verzerrungen sowie die Wiedergabe steiler Flanken lassen sich beim Kopfhörer ohne weiteres beherrschen, und in dieser Hinsicht ist er dem Lautsprecher überlegen. Wesentlich schwieriger ist aber die Frage nach dem Frequenzgang des optimalen Kopfhörers zu beantworten. Hier laufen zur Zeit noch Versuche.

Ein erster Teil der in den AKG-Laboratorien durchgeführten Untersuchungen erstreckte sich auf die Frage nach dem physikalischen Reiz, wie er durch verschiedene Schallfelder auf das äußere Ohr ausgeübt wird. Der Schalldruck am äußeren Eingang des Gehörgangs wurde zu diesem Zweck bei verschiedenen Erregungen (im ebenen Schallfeld unter verschiedenen Einfallswinkeln und im diffusen Schallfeld eines Hallraums) mit einer Spezial-Anordnung gemessen. Die Versuchsperson sitzt dabei auf einem Drehsessel mit Kopffixierung, und ein Kondensator-Sonden-

mikrofon mit nur 3,8 mm Durchmesser wird in den Ohreingang eingeführt. Aus den Ergebnissen dieser Versuche stellt sich die sehr wichtige Frage nach der Korrelation zwischen Reizen – wie sie einerseits durch freie Schallfelder und andererseits durch Kopfhörer hervorgerufen werden – und den entsprechenden physiologischen Empfindungen. Deshalb wurde versucht, das Übertragungsmaß eines Kopfhörers



Anordnung zur Messung des Schalldrucks am äußeren Eingang des Gehörgangs mit Hilfe eines Kondensator-Sonden-
◀ mikrofon



Der neue Stereo-Kopfhörer „K 60“ ▶

auch nach den bekannten subjektiven Methoden festzustellen. Auch hier ergab sich keine eindeutige Antwort auf die Frage nach dem Frequenzgang des optimalen Kopfhörers, insbesondere auch für die Wiedergabe der tiefen Frequenzen, über die in anderem Zusammenhang hier schon berichtet wurde [3].

Beim Kopfhörer „K 50“ hatte AKG schon 1960 eine Tiefabstimmung des akustischen Systems durch Ankopplung der in einem Röhrchen schwingenden Luftsäule an die Membran praktisch realisiert. Läßt man das offene Ende des Röhrchens ins Freie strahlen, dann verkoppeln sich die beiden Schallaustritte über das äußere Schallfeld, und es wird ein Schallfeld aufgebaut, das dem eines Strahlers erster Ordnung entspricht. Im Nahfeld eines solchen Strahlers – und nur dieses ist hier für das Ohr wichtig, das bei tiefen Frequenzen ein reiner Druckempfänger ist – nimmt der Schalldruck mit dem Quadrat der Entfernung ab. Für tiefe Frequenzen entsteht im Fall des am Ohr anliegenden Kopfhörers ein sehr kräftiges Nahschallfeld, das den Verlust an Schalldruck am Ohreingang infolge undichten Aufsitzens kompensieren kann. Bei dichtem Aufsitzen des Hörers verschwindet das Nahschallfeld.

Bei der Dimensionierung des neuen Hi-Fi-Kopfhörers „K 60“ ging man deshalb für die Wiedergabe der tiefen Frequenzen von den bewährten Prinzipien des „K 50“ aus und verließ sich bei der Auslegung des Übertragungsverhaltens bei hohen Frequenzen mehr auf subjektive Kriterien und das Urteil bewährter Musikliebhaber.

W. Roth

Schrifttum

- [1] Weingartner, R.: Das dynamische Zweiwegmikrofon „D 202“. Funk-Techn. Bd 20 (1965) Nr. 9, S. 345-347
- [2] Webers, J., u. Harlander, W.: Der „Praesignator“ – eine Einrichtung zur Voranzeige elektrischer Signale. Kino-Techn. Bd 22 (1968) Nr. 8, S. 175-178
- [3] Neuartiger dynamischer Stereo-Kopfhörer. Funk-Techn. Bd 23 (1968) Nr. 9, S. 327, 330

Schaltungstechnische Besonderheiten des Hi-Fi-Verstärkers und -Tuners der Anlage „acusta hifi“

Die neue Telefunken-Anlage „acusta hifi“ besteht aus vier Hi-Fi-Bausteinen: dem Verstärker „V 250“, dem Tuner „T 250“, dem Plattenspieler „W 250“ und dem Tonbandgerät „M 250“ (Bild 1); zur Schallwiedergabe dienen zwei Lautsprecherboxen „L 250“. Diese hochwertige Anlage enthält eine Reihe interessanter Einzelheiten, welche die Hi-Fi-Eigenschaften bestimmen. Beim Tonbandgerät und beim Plattenspieler sind sie im wesentlichen durch die Mechanik der Geräte bestimmt, während

trägt dann etwa 10 MOhm, wird allerdings durch einen Widerstand von 470 kOhm geschuntet. Auf diese Weise erreicht man optimale Rauscheigenschaften und weitgehende Unabhängigkeit von Toleranzen der verwendeten Bauelemente. Für Mikrofon-Betrieb wird ein zweiter, ebenfalls zweistufig aufgebauter Vorverstärker mit 46 dB Verstärkung benutzt. Mit Hilfe des Mischreglers kann das Mikrofon-signal allen anderen Betriebsarten zugemischt werden.

einem Schraubenzieher eingestellt werden. Die individuelle Einstellung auf optimale Ausbalancierung des Klangbildes ist dadurch möglich, daß alle Einstellorgane für Lautstärke und Klangfarbe als Schiebewiderstände ausgebildet und für den rechten und den linken Kanal getrennt einstellbar sind.

An den Ausgang dieser Verstärkerstufe sind die Filter zur Unterdrückung der Rumpel- und Rauschstörungen geschaltet. Das Rumpelfilter ist als Doppel-T-Filter

Bild 1. Die Telefunken-Anlage „acusta hifi“ besteht (von links nach rechts) aus Verstärker, Plattenspieler, Tonbandgerät und Tuner

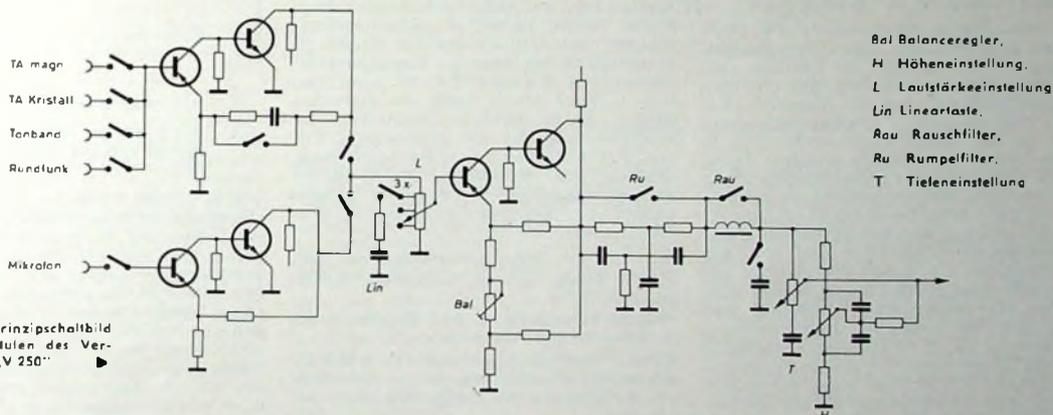
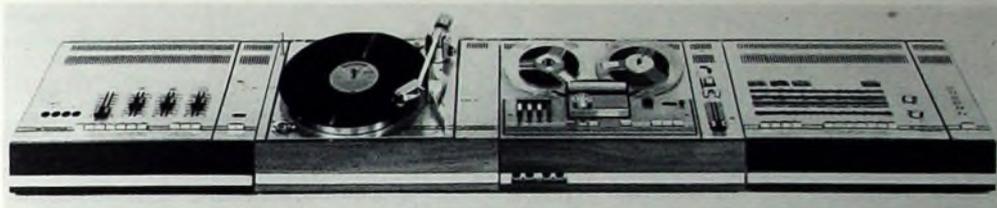


Bild 2. Prinzipschaltbild der Vorstufen des Verstärkers „V 250“

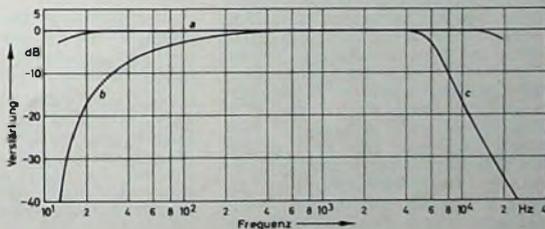
- Bal Balanceregler,
- H Höheneinstellung,
- L Lautstärkeeinstellung
- Lin Linearlaste,
- Rau Rauschfilter,
- Ru Rumpelfilter,
- T Tieleneinstellung

beim Verstärker und beim Tuner Besonderheiten der elektrischen Schaltung zu den den Forderungen der Hi-Fi-Norm DIN 45 500 weit übertreffenden Eigenschaften führen. Auf einige dieser Schaltungseinzelheiten sei nachstehend eingegangen.

1. Hi-Fi-Verstärker „V 250“

Der Verstärker hat sechs verschiedene Eingangsbuchsen und die gleiche Zahl von Betriebsartentasten: Rundfunk, Tonabnehmer magnetisch, Tonabnehmer Kristall, Tonband, Tonband-Monitor und Mikrofon. Bei der Betriebsart „TA magn.“ durchläuft das Signal zunächst einen zweistufigen Entzerrer-Vorverstärker mit 36 dB Verstärkung bei 1000 Hz (Bild 2). In den Betriebsarten „Rundfunk“, „TA Kristall“ und „Tonband“ wird die Gegenkopplung dieses Verstärkers umgeschaltet, so daß die resultierende Verstärkung Eins ist. Der Eingangswiderstand be-

Bild 3. Frequenzgang des „V 250“ für die Tastenstellungen Linear (a), Rumpelfilter (b) und Rauschfilter (c)



Auf die Vorverstärkerstufe und die Betriebsartenschalter folgt der Lautstärkesteller *L* mit drei Anzapfungen zur Erzielung des gehörrichtigen Frequenzverlaufs. Mit der „Linear-Taste“ *Lin* können die an den Anzapfungen liegenden RC-Glieder abgeschaltet werden, um linearen Frequenzgang zu erreichen. Die nachfolgende Trennstufe mit zwei gleichstromgekoppelten Siliziumtransistoren enthält den Balanceregler *Bal*, der als einstellbarer Fußpunktwiderstand für die Gegenkopplung dieser Stufe wirkt. Die Balance-regler jedes Kanals können jedoch nur mit

mit einer Nullstelle bei etwa 12 Hz ausgelegt. Dadurch ist es möglich, insbesondere die tiefen Rumpelfrequenzen zu unterdrücken, weil bei einer so hochwertigen Anlage vorausgesetzt werden kann, daß höhere Rumpelfrequenzen (100 ... 200 Hz) überhaupt nicht auftreten. Die Grenzfrequenz des Rauschfilters liegt bei etwa 5 kHz und schneidet mit einer Steilheit von etwa 20 dB/Oktave die hohen Frequenzen ab (Bild 3).

Die Einstellwiderstände für Höhen und Tiefen (*H* und *T*) sind in der bekannten Art geschaltet, die eine Anhebung und

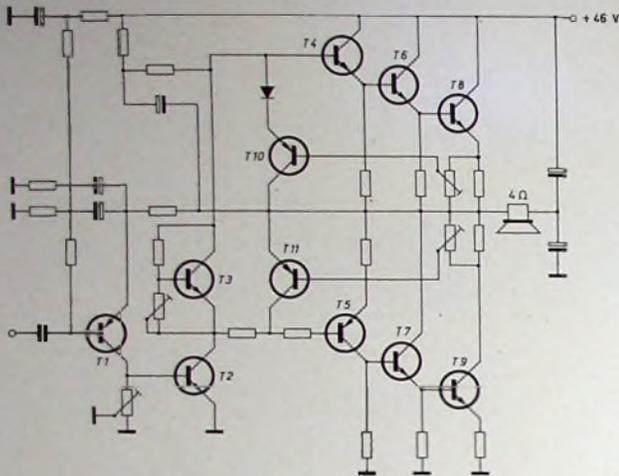


Bild 4. Prinzipschaltung des Endverstärkers im „V 250“

Absenkung bei hohen und bei tiefen Frequenzen gegenüber den Mittellagen erlaubt. Bei der Dimensionierung der Schaltung wurde besonders darauf geachtet, daß die Frequenzbereiche um etwa 300 Hz und um 3000 Hz nicht zu stark angehoben werden, damit die Wiedergabe nicht zu „bumsig“ und nicht zu „quäkig“ wird.

Von besonderem Interesse ist der fünfstufige Endverstärker. Seine Prinzipschaltung zeigt Bild 4. Alle fünf Stufen sind mit gleichstromgekoppelten Siliziumtransistoren bestückt. Auf die Vorstufe (T1) mit hochohmigem Eingangswiderstand folgt die eigentliche Treiberstufe (T2), in deren Kollektorleitung ein weiterer Transistor (T3) zur Temperaturstabilisierung des gesamten NF-Verstärkers eingeschaltet ist. Mit dieser Treiberstufe, die im A-Betrieb arbeitet, werden die beiden Komplementärtransistoren T4 und T5 der nachfolgenden Gegentakt-Treiberstufe angeteuert. Diese Komplementärtransistoren steuern aber noch nicht die Endstufe, sondern zunächst noch je einen weiteren Transistor (T6, T7), die dann ihrerseits erst das Steuersignal für die Endtransistoren T8 und T9 liefern. Die Vorstufen T6 und T7 arbeiten somit als „Stromverstärkungs-Transistoren“ und stellen die Vollaussteuerung der Endstufen auch dann sicher, wenn Toleranzen der einzelnen Transistoren in Kauf genommen werden müssen. Die mit zwei Leistungstransistoren 2N5037 bestückte eisenlose Gegentakt-Endstufe gibt für jeden Kanal etwa 35 W Sprechleistung ab. Der Klirrfaktor liegt dabei wegen der auf alle fünf Stufen wirkenden Gegenkopplung praktisch unter 0,2% (Bild 5). Der Innenwiderstand des Verstärkers ist im Frequenzbereich 75 Hz bis 20 kHz mindestens 10mal niedriger als der Nennwert des Abschlußwiderstandes (Bild 6).

Die Stromversorgung für den Verstärker wird einer stabilisierten Spannungsquelle mit dem Leistungstransistor 2N3055 als gesteuertem Längswiderstand entnommen. Wegen dieser Stabilisierung lassen sich die Transistoren der Treiber- und Endstufen unabhängig vom Aussteuerungszustand immer mit der maximal zulässigen Batteriespannung betreiben.

Eine besondere Ausführung einer elektronischen Sicherung für die Endtransistoren sind die beiden Transistoren T10 und

T11 (s. Bild 4). Die Basis dieser Transistoren liegt am Abgriff eines Einstellwiderstandes, der parallel zum Emitterbeziehungswise Kollektorwiderstand der Endtransistoren T8 und T9 eingeschaltet ist. Steigt nun der Strom in den Endtransistoren im Kurzschlußfall oder bei anderer Überlastung auf einen unzulässigen Wert an, so werden die beiden „Sicherungstransistoren“ leitend und begrenzen die Steuerung an der Basis der Komplementärtransistoren T4 und T5. Es kann also kein höherer Strom durch die Endstufen fließen, als er durch die Einstellung der Basisspannung für die Transistoren T10 und T11 festgelegt ist. Diese begrenzen Wirkung wird deutlich aus Bild 7, das die maximal abgebbare Leistung in Abhängigkeit vom Abschlußwiderstand des Verstärkers darstellt.

Als weitere Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz gegen eine Dauerüberlastung sind zu erwähnen:

- Eine Sicherung in der Gleichstromzuführung für jede Endstufe.
- Ein Thermokontakt auf dem Kühlkörper der Endtransistoren, der bei unzulässiger Erwärmung die Stromversorgung abschaltet.
- Ein weiterer Thermokontakt, der bei erhöhter Temperatur der Endtransistoren ein geräuscharmes Gebläse zur zusätzlichen Kühlung einschaltet.

Diese letzte Maßnahme ermöglicht es, den Verstärker nicht nur in seiner Normallage, sondern zum Beispiel auch im senkrechten Betrieb (an der Wand aufgehängt) zu verwenden, bei dem die Wärmeabführung durch die natürliche Luftströmung am Kühlkörper behindert wäre.

2. Hi-Fi-Tuner „T 250“

Der Empfangsteil der Hi-Fi-Anlage ist mit einer selbst für die teuren Tuner recht ungewöhnlichen Großzügigkeit ausgelegt. In der UKW-Eingangsschaltung werden zwei Feldeffekttransistoren BF 245 verwendet: der eine zur HF-Verstärkung und der zweite in der Mischstufe. Im Oszillator ist ein normaler Siliziumtransistor BF 255 eingesetzt. Außer dem Oszillatorkreis werden ein HF-Kreis am Eingang und ein zweikreisiges HF-Bandfilter zwischen Vorstufe und Mischstufe selektiv abgestimmt (Bild 8). Zur Abstimmung die-

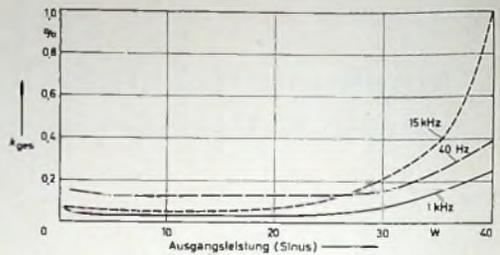


Bild 5. Klirrfaktor des „V 250“ in Abhängigkeit von der abgegebenen Sinusleistung bei zweikanaliger Aussteuerung

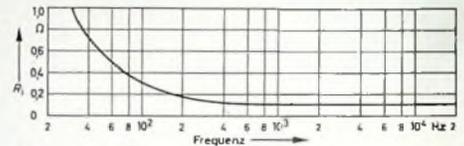


Bild 6. Innenwiderstand R_i des „V 250“ in Abhängigkeit von der Frequenz

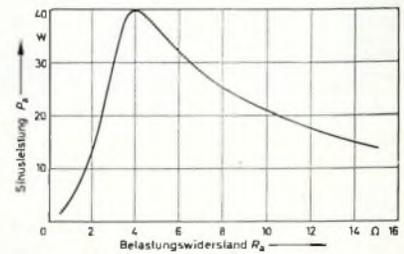


Bild 7. Maximal abgebbare Sinusleistung P_o des „V 250“ in Abhängigkeit vom Belastungswiderstand R_a

nen in jedem Kreis zwei im Gegentakt arbeitende Siliziumdioden BA 112, deren Steuerspannung durch fünf Potentiometer eingestellt und über fünf dazugehörige Stationstasten eingeschaltet werden kann. Die jeweilige Steuerspannung wird an einem Meßinstrument mit in Megahertz geeichter Skala angezeigt. Zur Hauptabstimmung benutzt man ein weiteres Potentiometer, dessen Stellung mechanisch auf der üblichen großen Skala angezeigt wird. Die Steuerspannung für die Dioden wird einer Stabilisierungsstufe entnommen, die wiederum von der aus dem Ratiometer gewonnenen Nachstimmspannung geregelt wird und damit für eine automatische Frequenzkorrektur sorgt.

Alle diese Maßnahmen – die Verwendung von Feldeffekttransistoren mit nahezu idealer quadratischer Kennlinie, die hohe Vorselektion durch drei abgestimmte Kreise und die Gegentaktanordnung der Kapazitätsdioden – ergeben ein ausgezeichnetes Großsignalverhalten des Hi-Fi-Tuners. Mehrdeutigkeiten werden vermieden, die Oszillatorfrequenz wird durch die Eingangsspannung nicht beeinflusst, und auch zwischen den einzelnen Stationen treten keine störenden durch Übersteuerung verursachten Geräusche mehr auf.

Der anschließende ZF-Verstärker für den UKW-Bereich enthält vier Verstärkerstufen mit jeweils einem zweikreisigen Bandfilter. Die letzten beiden, zur Amplitudengrenzung dienenden Stufen sind als Differenzverstärker aufgebaut. Dadurch sind praktisch alle Rückwirkungen in diesen Stufen ausgeschlossen, und jede Verstimmung der Kreise bei auftretender

Bild 8. Prinzipschaltbild des UKW-HF- und -ZF-Teils des Tuners „T 250“

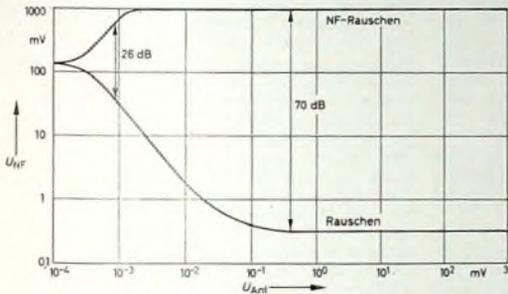
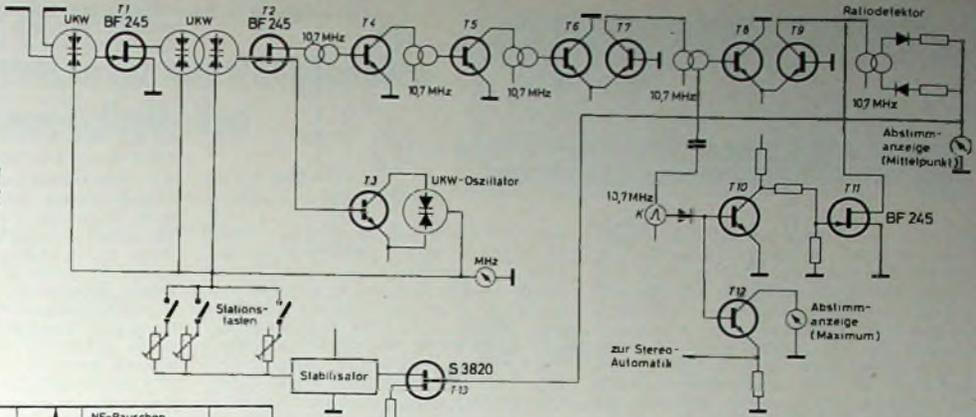


Bild 9 (unten). Signal-Rausch-Verhältnis des „T 250“ bei UKW ($f_{\text{mod}} = 1000 \text{ Hz}$, $\Delta f = \pm 40 \text{ kHz}$)

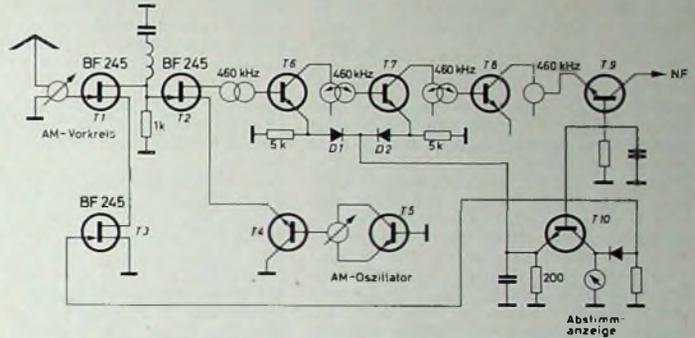


Bild 10 Prinzipschaltbild des AM-HF- und -ZF-Teils des „T 250“

Übersteuerung wird vermieden. Am zweiten Kreis des Bandfilters der dritten ZF-Stufe ist sehr lose ein schmalbandiger Resonanzkreis K für die Zwischenfrequenz 10,7 MHz angekoppelt. Ein an ihm auftretendes Trägersignal wird gleichgerichtet, und die entstehende Richtspannung öffnet den Transistor T 10, der wiederum dafür sorgt, daß im nachfolgenden Feldeffekttransistor T 11 (BF 245) der Drainstrom etwa Null wird. Damit wird der Ausgangswiderstand des Transistors hochohmig, und die Treiberstufe kann den Radiodetektor unbeeinflusst aussteuern. Sobald aber der Empfänger nicht mehr exakt auf eine Trägerfrequenz abgestimmt ist, tritt am Kreis K kein Signal mehr auf. Deshalb fließt wieder Strom im Feldeffekttransistor T 11, und er wird so niederohmig, daß der Primärkreis des Radiodetektors praktisch kurzgeschlossen ist. Damit entsteht auch am Ausgang des Radiodetektors kein NF-Signal mehr, das heißt, die Schaltung arbeitet als Stummabstimmung.

Die am Kreis K durch Gleichrichtung gewonnene Richtspannung steuert über den Transistor T 12 ein Instrument, das zur Abstimm-anzeige (Maximalanzeige) dient. Ein zweites Instrument ist an die Mittelpunktspannung des Radiodetektors angeschlossen und ermöglicht somit die genaue Abstimmung auf den Nulldurchgang der Umwandlerkennlinie. Das Signal-Rausch-Verhältnis des Tuners für den UKW-Bereich ist Bild 9 zu entnehmen.

Auch die AM-Eingangsstufen für die Wellenbereiche MW 1, MW 2 (Europa-Bereich), KW 1, KW 2 (49-m-Band) und LW sind mit Feldeffekttransistoren bestückt, um möglichst hohe Eingangsspannungen verarbeiten zu können. Die Prinzipschaltung für einen Wellenbereich zeigt Bild 10. Der

Eingangskreis ist jeweils voll an den Eingangstransistor T 1 (BF 245) angekoppelt. Das HF-Signal wird hier aperiodisch verstärkt. Dem 1-kOhm-Arbeitswiderstand ist ein Saugkreis für die Zwischenfrequenz (460 kHz) parallel geschaltet. Das verstärkte HF-Signal gelangt dann an das Gate des Mischtransistors T 2, während die im Transistor T 5 erzeugte Oszillatorspannung über den Trenntransistor T 4 in die Source eingespeist wird. Durch diese Trennstufe wird jegliche Beeinflussung des Oszillators durch die Antennenspannung vermieden.

Bei großen Eingangssignalen muß die Verstärkung der HF-Vorstufe heruntergeregelt werden. Dazu dient der Feldeffekttransistor T 3. Er ist als Gegenkopplungswiderstand in die Source-Leitung des Eingangstransistors T 1 eingeschaltet und wird durch eine Steuerspannung geregelt, die ihrerseits über den Transistor T 10 aus der bei der Demodulation entstehenden Richtspannung gewonnen wird.

Auf die Mischstufe folgen drei geregelte ZF-Verstärkerstufen, von denen die ersten

beiden in der Bandbreite umschaltbare Bandfilter enthalten. Zur Demodulation wird der Transistor T 9 benutzt, an dessen Basiskondensator sich eine von der Größe des HF-Signals abhängige Gleichspannung ausbildet. Diese Richtspannung läßt über den Transistor T 10, der übrigens der gleiche ist wie T 12 im Bild 8, Kollektorstrom durch das Abstimm-anzeigegerät fließen. Die dabei am Emitterwiderstand (200 Ohm) dieses Transistors abfallende Gleichspannung sperrt mit zunehmender Höhe die beiden Dioden D 1 und D 2 am Emitter der beiden ZF-Transistoren T 6 und T 7. Im Endzustand wird der Strom dieser Transistoren durch die 5-kOhm-Emitterwiderstände bestimmt. Die Widerstände von 5k Ohm und von 200 Ohm ermöglichen es somit, ganz genau sowohl den aufgeregelten als auch den zugeregelten Zustand der ZF-Verstärkerstufen festzulegen. Das Signal-Rausch-Verhältnis für den MW-Bereich bei 800 kHz ist im Bild 11 dargestellt.

Die automatische Umschaltung des Stereo-Decoders von Mono- auf Stereo-Betrieb

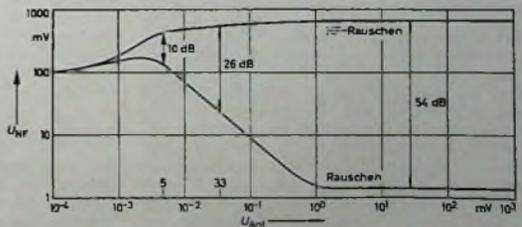


Bild 11. Signal-Rausch-Verhältnis des „T 250“ bei MW ($f = 800 \text{ kHz}$, $f_{\text{mod}} = 1000 \text{ Hz}$, $m = 30\%$)

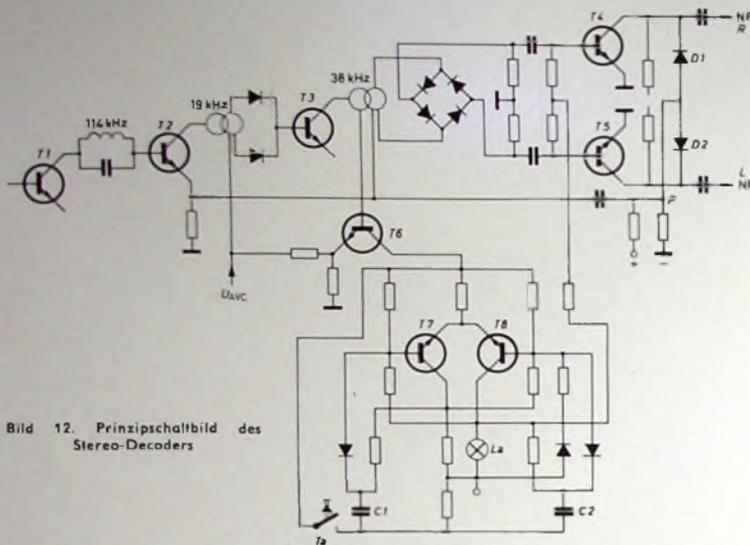


Bild 12. Prinzipschaltbild des Stereo-Decoders

enthält einige interessante Neuheiten. Das Prinzipschaltbild dieser Baugruppe zeigt Bild 12. Das Multiplexsignal steuert über den als Impedanzwandler wirkenden Eingangstransistor T1 und über den 114-kHz-Sperrkreis ($= 3 \times 38 \text{ kHz}$) den Transistor T2, in dessen Kollektorkreis das 19-kHz-Bandfilter liegt. Nach der Frequenzverdopplung durch die beiden Dioden entsteht dann im nächsten Bandfilter die Schaltfrequenz 38 kHz. Am Primärkreis dieses Bandfilters liegt die Basis des Transistors T6, während sein Emitter mit dem Emitter des schon erwähnten Transistors T12 im Bild 8 verbunden ist, über den das Abstimmanzeigegerät bei FM gespeist wird. Gleichzeitig sind beide

Emitter über den Sekundärkreis des 19-kHz-Filters und die Verdopplerdioden mit der Basis des Transistors T3 verbunden.

Der Arbeitspunkt des Transistors T3 ist nun zunächst so eingestellt, daß kein Kollektorstrom fließt. Entsteht aber am Emitter des Anzeigetransistors (T12) eine Gleichspannung, weil ein HF-Signal empfangen wird, so wird der Transistor T3 etwas geöffnet. Es entsteht ein schwach verstärktes 38-kHz-Signal, das nun auch den Transistor T6 ansteuert und hier einen Emitterstrom fließen läßt. Dieser Strom verschiebt die am Emitter liegende Spannung so weit, daß dadurch der Transistor T3 völlig geöffnet wird. Außerdem

steuert der Transistor T6 eine monostabile Flip-Flop-Schaltung (T7, T8). Diese springt in einen solchen Arbeitszustand um, daß dadurch die Ausgangstransistoren T4 und T5 des Decoders geöffnet werden und das Stereo-Signal am NF-Ausgang erscheint. Gleichzeitig leuchtet die Lampe La auf und zeigt damit das Vorhandensein einer Stereo-Sendung an.

Bei Mono-Sendungen springt die Flip-Flop-Schaltung wieder zurück. Dadurch wird Transistor T8 stromlos, die Lampe La erlischt, und die volle Batteriespannung am Kollektor des Transistors T8 sperrt die beiden Transistoren T4 und T5. Damit verschiebt sich aber auch das Gleichspannungspotential an den Kollektoren der Transistoren T4 und T5 in der Weise gegenüber dem am Punkt P eines Spannungsteilers eingestellten Potential, daß die Dioden D1 und D2 leitend werden und das Mono-Signal vom Emitterwiderstand des Transistors T2 auf die beiden NF-Ausgänge durchschalten.

Es kann nun vorkommen, daß die Automatik zwar auf Stereo-Wiedergabe umschaltet, das Signal aber stark verrauscht ist. In einem solchen Fall ist Mono-Wiedergabe vorzuziehen. Zu diesem Zweck betätigt man kurz die Taste Ta (Mono). Dadurch wird der Kondensator C2 entladen, die Flip-Flop-Schaltung springt um, und der Kondensator C1 wird aufgeladen. Somit wird auch der Decoder auf Mono-Betrieb umgeschaltet. Beim nächsten Betätigen der Taste Ta wiederholt sich der entsprechende Vorgang auf der anderen Seite der Flip-Flop-Schaltung: der Decoder schaltet auf Stereo zurück.

Sowohl bei AM als auch bei FM wird das Ausgangssignal zum Schluß auf einen Pegel von 0,5V gebracht und über eine Impedanzwandlerstufe niederohmig auf die Ausgangsbuchsen geführt. Zur Stromversorgung des Geräts dient ein stabilisierter Netzteil.

Hi-Fi ... und wie weiter?

Schluß von Seite 646

des Tonabnehmers, vom Pegel der Tonbandaufnahme, vom Pegel der Rundfunksendung und natürlich auch von den im Bandgerät oder Tuner vorhandenen Vorverstärkungen. Ausgangsseitig kommen der Wirkungsgrad der Lautsprecher und deren individueller Frequenzgang als bestimmende Faktoren hinzu, außerdem noch die Raumgröße, die Raumdämpfung und schließlich die Hörgewohnheiten des Hörers sowie der Anteil der Bässe im Programm. Selbst wenn der Verstärkerbauer für alle technischen Parameter eine Maschinerie von Knöpfen, Reglern und Schaltern ersinnen würde, auf die zuletzt genannten Faktoren hat er keinen Einfluß.

Erfahrene Hi-Fi-Freunde, Händler und Techniker werden zustimmen, wenn gesagt wird, daß man es sich beim Physiologie-Problem bisher zu einfach gemacht hat. Das Rezept für die meisten Contour-Schalter, die der Autor je erprobt hat, lautete bisher immer so: Man nehme einen Schalter auf der Frontplatte, beschrifte ihn möglichst exotisch und Sorge dafür, daß man beim Einschalten (sprich: beim Vorführen im Laden) eine Veränderung be-

merkt, die jedoch nur aus einer simplen Baßanhebung zu bestehen braucht. Um es positiv zu sagen: Es gibt nur wenige Verstärker, bei denen mehr daraus gemacht wurde, und das fiel den Benutzern dann immer angenehm auf. Eine Weiterentwicklung in dieser Richtung ist auf den Seiten 659-661 in diesem Heft beschrieben, und es sei gestattet, darauf hinzuweisen.

Die etwas ausführlichere Darlegung gerade dieses Problems sollte dazu dienen, nochmals darauf hinzuweisen. Wie notwendig das ist, erkennt man daraus, daß erst kürzlich in einem Testbericht in „The Grammophon“ der Contour-Schalter völlig mißverstanden wurde. Der Tester konnte damit nichts anfangen; er schrieb dessen Wirkung der Vorliebe der Deutschen für extrem angehobene Bässe aus seliger Musikschrankzeit zu.

Sachlich debattieren

Wer bis hierher gelesen hat, mag erkannt haben, daß es sich bei der in der Überschrift gestellten Frage um ein Problem handelt, das jetzt auf Hersteller, Verkäu-

fer und Benutzer von Hi-Fi-Anlagen zukommt: Nachdem die Technik besser und besser geworden ist, muß nun ausgewählt und die Spreu vom Weizen getrennt werden. Die hier gebotenen Argumente sollen helfen, eben diesen Weizen zu finden und die endlosen Debatten in Hi-Fi-Zirkeln zu versachlichen. Wenn debattiert wird, sollen die Urteile von den allgemeingültigen Qualitätskriterien abhängen und nicht länger am überholten Markenbewußtsein kleben. Jeder kann sich an Hand der hier in einfacher Sprache gegebenen Darstellungen ein Bild machen und zu unvoreingenommenen Urteilen kommen. Hi-Fi ist den Kinderschuhen entwachsen, enthält keine Geheimnisse mehr, und - so meint der Autor - Handel, Industrie und Importeure sollten sich diesem Wachstum anpassen. Der eine, indem er folgerichtig auswählt, und die anderen, indem sie einwandfreie Geräte ohne „doppelte Böden“, das heißt ohne Tricks und Verschleierungen, anbieten. Dann wird der Umgang mit Hi-Fi für Handel und Verbraucher leichter, und der Markt wird sich öffnen. Aus Debatten werden Verkaufsgespräche, und statt Reklamationen gibt es Weiterempfehlungen. Hi-Fi muß fortschreitend „entmythologisiert“ werden, denn nur so ist es möglich, die Käuferschichten, die für diese Wachstumsindustrie benötigt werden, zu erschließen.

Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit weitgehenden Klangvariationsmöglichkeiten

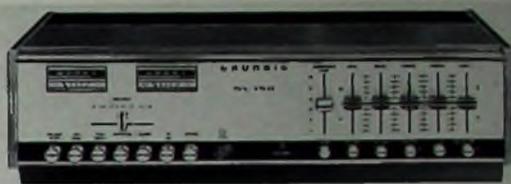


Bild 1.
Hi-Fi-Stereo-Verstärker „SV 140“

Technische Daten:

- Ausgangsleistung:
2 x 50 W (Sinusleistung),
2 x 70 W (Musikleistung)
- Klirrfaktor:
≤ 0,5% im Bereich 40...16 000 Hz
bei 2 x 50 W,
≤ 0,1% bei 1000 Hz und 2 x 50 W
- Leistungsbandbreite:
10...50 000 Hz bei $k_{rec} = 1\%$
- Intermodulation:
≤ 0,5% bei Vollaussteuerung
- Frequenzgang:
20...20 000 Hz ± 1 dB,
durch Taste begrenzt auf
40...12 500 Hz - 3 dB
- Nennabschlußwiderstand:
4 Ohm je Kanal
- Innenwiderstand:
0,2 Ohm je Kanal
- Fremdspannungsabstand:
-60 dB,
bezogen auf 50 mW Ausgangsleistung
- Übersprechdämpfung:
46 dB bei 1000 Hz,
40 dB im Bereich 250...10 000 Hz
- Eingänge:
TA I, TA II, Mikrolon, Universal,
Tuner, TB, TB-Monitor
- Bestückung:
51 Siliziumtransistoren,
23 Halbleiterdioden und Gleichrichter

Zur hifi 88 stellt Grundig einen interessanten neuen Verstärker der Spitzenklasse vor, der sich vor allem durch bisher wohl einmalige Klangvariationsmöglichkeiten auszeichnet. Die für einen breiten Anwendungsbereich ausgelegte Konzeption des Hi-Fi-Stereo-Verstärkers „SV 140“ (Bild 1) läßt wohl kaum einen Wunsch offen. Eine dementsprechend zugrunde gelegte große Produktionsstückzahl erlaubt es, trotz des erschwerten Endverkaufspreises einen äußerst hohen Prüffeldaufwand zu treiben, so daß für jedes Exemplar die Garantie für beste Qualität gesichert ist.

Bei der Entwicklung des „SV 140“ ging man von der Überlegung aus, daß die elektroakustischen Wandler und Speicher heute immer noch innerhalb technischer Grenzen arbeiten, die keinesfalls vernachlässigbar sind. Außerdem fehlt in der heutigen Übertragungstechnik trotz der Stereophonie nach wie vor die für unsere Vorstellungswelt gleichfalls wichtige dritte Dimension, nämlich die Vertikale.

Die heutige Hi-Fi-Stereo-Technik vermag zweifellos eine weitgehend perfekte Illusion des Originals hervorzurufen und vermittelt künstlerische Werte, die ohne sie nicht denkbar wären. Um diese Illusion zu schaffen, hat man die Verzerrungsfreiheit, den Störgeräuschabstand, die naturgetreue Wiedergabe der Klangfarbe und die Übertragung der Richtungsinformation

bereits bis nahe an die Grenze der physikalisch-technischen Möglichkeiten gebracht. Diese vier wichtigsten qualitätsbestimmenden Faktoren reichen jedoch nicht aus, um den ganzen physiologisch wahrnehmbaren Informationsgehalt eines akustischen Ereignisses zu speichern oder weiterzuleiten. Denkt man an die vielfältigen Umweltbedingungen, die die jeweilige Darbietung beeinflussen, an das unterschiedliche Wahrnehmungsvermögen der Hörer, an die stark voneinander abweichenden Abmessungen der Wiedergabebereiche, an das verschiedenartige Absorptionsvermögen der Raumausstattungen und um andere differierende Fakten, so wird klar, daß es bei Anlagen für höchste Ansprüche im Interesse einer möglichst vollkommenen Illusion erforderlich ist, oben genannte Qualitätsfaktoren manipulieren zu können.

Der für den Hörer zweckmäßigste Eingriff in eine Übertragung ist die Einstellung eines bestimmten, subjektiv als richtig empfundenen Frequenzganges. Hierzu sind die bei Heimanlagen üblichen Tiefen- und Höheneinsteller für hohe Ansprüche jedoch längst nicht ausreichend. Sie gestatten nämlich nur die Variation der Klangspektren über weite Bereiche diesseits und jenseits einer an sich weitgehend unbeeinflussten Tonlage. Der „SV 140“ erlaubt dagegen eine Klangvariation diskreter Tonlagen, ohne dabei jedoch die Einstellung einer exakt linearen Übertragung auszulassen. Die zu beeinflussenden Tonlagen wurden nach sorgfältigen Untersuchungen ausgewählt. Es ergaben sich dabei für die Tiefen zwei und für die Höhen drei Einsteller:

1. In der Kontraktave bei 40 Hz; hier erfolgt die Einstellung derjenigen Tiefen, deren Ausbreitung hauptsächlich raumbündig und eine Domäne großvolumiger Lautsprecherboxen ist.
2. In der kleinen Oktave bei 200 Hz; dies ist der eigentliche Tiefeneinsteller zur Variation des Grundtonbereichs.
3. In der viergestrichenen Oktave bei 3 kHz; dieser Klangeinsteller ersetzt die übliche Präsenztaete.
4. In der fünfgestrichenen Oktave bei 7,5 kHz; dies ist der eigentliche Höheneinsteller. In seinen Tonbereich fallen die energiereichsten Obertöne der meisten Musikinstrumente.
5. In der sechsgestrichenen Oktave bei 16 kHz; der Wirkungsbereich dieses Einstellers umfaßt die höchsten vom menschlichen Ohr wahrnehmbaren Töne. Obwohl er an sich zur Korrektur von Übertragungs- und Abstrahlmängeln sehr wichtig sein kann, vermag er in seiner anhebenden Wirkung die Klirrgrade der Tonspannungsgeneratoren bis ins Unerträgliche zu verstärken. In seiner absenkenden Wirkung vermindert er jedoch diese ungewollten, aber heute noch nicht vermeidbaren Oberwellen, ohne der Wiedergabe entscheidenden Glanz zu nehmen.

All diese Einstellorgane, deren Wirkungsweise Bild 2 zeigt, sowie auch der Ba-

lance- und Lautstärkeinsteller sind als Schieberegler ausgeführt. Dadurch ergibt sich besonders für den sachverständigen Musikfreund die Möglichkeit, die bei der Aufnahme erforderliche Dynamikkompression bei der Wiedergabe wieder in geeigneter Weise rückgängig zu machen. Dazu tragen auch die beiden beleuchteten Aussteuerungsmesser bei, die die Ausgangsleistung direkt in dB anzeigen und als Spitzenspannungsmesser mit kurzer Einstellzeit und gedämpftem Rücklauf arbeiten. Die Eichung an zwei Punkten (bei -40 dB und 0 dB) mit einer Genauig-

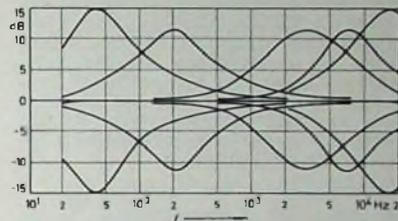


Bild 2. Wirkungsweise der verschiedenen Tiefen- und Höheneinsteller

keit von ±0,5 dB gestattet eine saubere Aussteuerung auch dann, wenn die Lautstärke nicht direkt akustisch überwacht werden kann oder wenn bei abgeschalteten Lautsprechern der Pegel voreingestellt werden soll.

Der heute als wichtige Programmquelle anzusehende UKW-Rundfunk bietet auch bei Stereo-Sendungen nur einen eingengten Frequenzbereich von 40 Hz bis 12,5 kHz. Man ist sich im Studiobetrieb darüber im klaren, daß eine Erweiterung der NF-Bandbreite keine nennenswerten Vorteile ergibt. Die logische Schlußfolgerung daraus ist die, auch am Ende der Übertragungskette, nämlich im Verstärker vor den Lautsprechern, den Frequenzgang bei den genannten Grenzen steil abfallen zu lassen. Jenseits dieser Bereiche ist bei Rundfunkempfang kein und bei anderen Tonquellen kaum ein Informationsgehalt zu erwarten. Was darüber hinaus zur Übertragung gelangt, können nur im Original nicht enthaltene Störungen und Oberwellen, also Klirrfaktoren sein. Es liegt deshalb im Interesse der Hi-Fi-Wiedergabe, letztere vom Ohr des Hörers fernzuhalten. Dazu dient ein schaltbares steilflankiges Kombinationsfilter (Bild 3).

Diese Gesichtspunkte wurden auch bei der Dimensionierung der gehördringigen Lautstärkeinstellung beachtet. Die von der Lautstärkeinstellung abhängigen Frequenzgangkurven, die mit Tasten ein- und ausschaltbar sind, gleichen die bei niedriger Lautstärke verminderte Empfindlichkeit des Ohres für bestimmte Frequenzbereiche aus. An Hand vieler Hörtests wurden die Frequenzgänge so gewählt, daß bei weißem Rauschen seinen Klangcharakter bei Verringerung der Lautstärke nicht verändert. Hierbei speiste

Ing. Werner Koenigk, Ing. Franz Xaver Baumgartner und Ing. Gerhard Nößler sind im Entwicklungslabor für Hi-Fi-Geräte bei den Grundig Werken, Fürth/Bay., tätig.

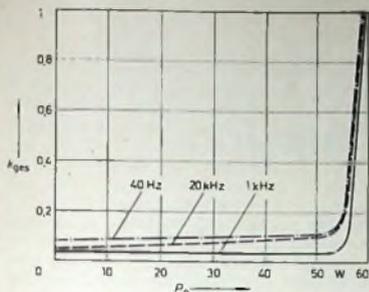


Bild 10. Klirrfaktor k_{Ges} in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung P_o

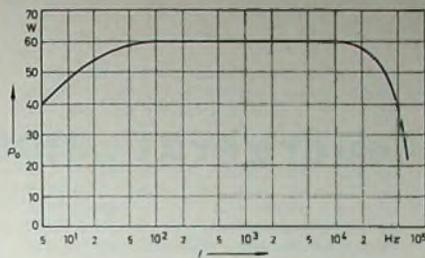


Bild 11. Leistungsbandbreite des „SV 140“ bei $k_{Ges} = 1\%$

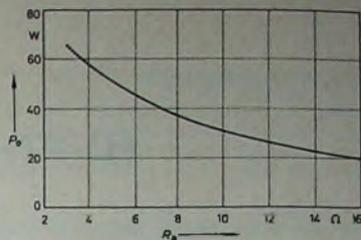


Bild 12. Ausgangsleistung P_o eines Kanals in Abhängigkeit vom Abschlußwiderstand R_o bei Zweikanalaussteuerung und $k_{Ges} = 0,5\%$

Transistors T 505. Der Kollektorstrom dieser Stufe wird mit einer Gleichstromgegenkopplung über die Widerstände R 507 und R 517 zur Basis von T 501 gegen Exemplarstreuungen und Temperaturschwankungen stabilisiert.

Der nachfolgende Impedanzwandler T 507 ist ebenfalls gleichstromgekoppelt und steuert wegen seiner sehr geringen Ausgangsimpedanz die sich anschließende Komplementärtreiberstufe spannungslinear an. Zusätzlich vermindert der geringe Quellwiderstand den Eigenklirrfaktor der Komplementärstufe. Diese ist mit je einem NPN- und PNP-Transistor bestückt, die hauptsächlich die Aussteuerung und Phasendrehung für die Gegentakt-Endstufe übernehmen. Außerdem wird über diese Transistoren der Arbeitspunkt gegen Temperatur- und Betriebsspannungsschwankungen stabilisiert. Dabei gleichen zwei NTC-Widerstände die Temperaturschwankungen aus, während eine 8,7-V-Z-Diode die Stabilisierung des Arbeitspunktes bei Spannungsschwankungen übernimmt.

Die Leistungs-Endstufen sind je Kanal mit vier Silizium-Leistungstransistoren bestückt, deren Impulsverlustleistung 1000 W beträgt. Dadurch wird es möglich, das Gerät gegen Fehlanpassung und Kurzschlüsse am Ausgang besonders sicher zu schützen. Die Endtransistoren sind zunächst mit trägen 4-A-Sicherungen gegen Kurzschlüsse abgesichert. Darüber hinaus ist der Verstärker mit einer elektronischen Kurzschlußautomatik ausgestattet, die bei einem Kurzschluß beziehungsweise einer Ausgangsbelastung von $< 2 \text{ Ohm}$ die betreffende Endstufe abschaltet. Die Einzelheiten dieser Kurzschlußautomatik wurden bereits bei dem Gerät „RTV 600“ ausführlich beschrieben [1]. Als dritte Sicherungseinrichtung wirkt ein am Kühlkörper der Endstufentransistoren angebrachter Thermo-Schalter, der bei überhöhten Betriebstemperaturen rechtzeitig die Betriebsspannung der Vorstufen unterbricht und so eine thermische Überlastung verhindert.

Die für eine Nennimpedanz von 4 Ohm ausgelegten Leistungs-Endstufen geben bei 1000 Hz eine Leistung von 50 W mit 0,1% Klirrfaktor ab. Die Ausgangsleistung von $2 \times 50 \text{ W}$ wird im Bereich von 40 Hz bis 16 kHz bei einem Klirrfaktor von 0,5% garantiert. Die Leistungsbandbreite erstreckt sich von 10 Hz bis 50 kHz. Diese Werte konnten durch eine frequenzunabhängige Gegenkopplung vom Lautsprecher-Ausgang über den Widerstand R 519 zum Emitter des Transistors T 501 erreicht werden. Zugleich erhielt man durch diese starke Gegenkopplung (Gegenkopplungsfaktor etwa 26 dB) einen dynamischen Innenwiderstand von 0,2 Ohm und damit eine sehr hohe elektrische Dämpfung unerwünschter Ein- und Ausschwingvorgänge der angeschlossenen Lautsprecher. Klirrfaktor und Leistungsbandbreite sowie die Abhängigkeit der Ausgangsleistung vom

Abschlußwiderstand sind in den Bildern 10, 11 und 12 dargestellt.

Eine weitere Besonderheit des „SV 140“ ist die Ein- und Ausschaltautomatik für die angeschlossenen Lautsprecher, wodurch das bei Transistorverstärkern übliche Verzerrern während der Ein- und Ausschaltphase unhörbar bleibt. Beim Einschalten werden die Lautsprecher über ein Relais verzögert in Betrieb genommen, während beim Ausschalten die Lautsprecher sofort abgetrennt werden. Außerdem lassen sich mit der Lautsprechertaste an der Frontseite des Gerätes die Lautsprecher bei Kopfhörerbetrieb durch dasselbe Relais abschalten. Die Lautsprechertaste ist ebenso wie die Taste „Monitor“ gegen unbeabsichtigte Betätigung gesichert.

Für den Netztransformator wurde ein M-102-Kern mit Spezialkernblech gewählt. Die Leistungswicklung ist auf kleinstem Innenwiderstand ausgelegt. Zwei Silizium-Brückengleichrichter übernehmen die Gleichrichtung der Betriebsspannung für die Leistungsstufe. Diese Spannungsquelle mit kleinem Innenwiderstand und sehr kurzer Erholzeit ermöglicht eine hohe Musikkleistung. Zwei in Serie geschaltete 15-mF-Elektrolytkondensatoren dienen als Ladekondensatoren und übernehmen zugleich die Signalauskopplung beider Verstärkerkanäle. Diese Anordnung entspricht einer Brummkompensation, wie sie bei normaler Gegentakt-Schaltung mit Ausgangstransformator üblich ist. Für die NF-Vorstufen wird die Betriebsspannung getrennt aus einer Wechselspannung gewonnen. Als Ladekondensator ist ein 200- μF -Elektrolytkondensator eingesetzt. Die weitere Siebung und Stabilisierung erfolgt mit Hilfe eines Transistors und einer Z-Diode.

Mechanischer Aufbau

Es versteht sich von selbst, daß bei einem Gerät der Spitzenklasse neben der umfangreichen Elektronik auch der konstruktive Aufbau allen Anforderungen der modernen Technik gerecht werden muß. Die langgestreckte Flachbauweise entspricht dem derzeitigen Geschmack des Weltmarktes. Unter dem an allen Seiten furnierten Holzgehäuse mit Metallvorderfront verbirgt sich ein bemerkenswertes Chassis. Aufgeteilt in die einzelnen Baugruppen für Vorverstärker, Hauptverstärker und Endverstärker, sind alle Printplatten auch im eingebauten Zustand von beiden Seiten leicht zugänglich. Die mechanische und elektrische Trennung erlaubt es, im Bedarfsfall die Baugruppen aus der Verstärkereinheit zu lösen. Die Endtransistoren haben Anschlüsse mit einer neuentwickelten Steckverbindung und lassen sich daher leicht auswechseln, obwohl hier wegen der vielfältigen Schutzmaßnahmen kaum Ausfälle zu erwarten sind.

Ein weiteres bemerkenswertes Detail ist die Befestigung des rund 6 kg schweren Netztransformators. Oft ist es nicht nur die magnetische Brummeinstreuung dieses Transformators – die übrigens beim „SV

140“ durch zweckmäßige Anordnung und weichmagnetische Abschirmungen der gefährdeten Baugruppen völlig beherrscht wird –, die Schwierigkeiten bereitet, sondern auch das mechanische Brummen der Kernbleche. Im Normalfall überträgt es sich auf das Chassis und von da auf das Gehäuse, das je nach Form und Eigenresonanz diesen unangenehmen Effekt noch verstärken kann. Um dieses unmöglich zu machen, ist der völlig in einer Abschirmung eingeschlossene Netztransformator schwimmend mit Schwingmetallteilen auf dem Chassis montiert. Sie bestehen aus zwei Metallplatten (von denen eine am Transformator, die andere am Chassis befestigt ist), zwischen denen eine etwa 10 mm dicke, alterungsbeständige Gummischicht einvakuiert ist. Diese Befestigungsart bringt außerdem noch den Vorteil der galvanischen Trennung des Netztransformators vom Gerät und bietet auch größeren Schutz für das Gerät auf dem Transportwege.

Neben der Servicefreundlichkeit wurde vor allem der Kühlung der Endtransistoren große Sorgfalt gewidmet. Während man bei Verstärkern mit kleinerer Ausgangsleistung meistens stranggespritzte Körper aus Aluminium, also Fertigteile, verwendet, sind beim „SV 140“ diese Kühlkörper eigens für dieses Gerät im Druckgußverfahren hergestellt. Sie konnten dadurch harmonisch in das Kompletgerät eingeffügt werden. Um das für ungünstigste Bedingungen bei maximaler Aussteuerung errechnete Maß an erforderlicher Kühlfläche noch zu überschreiten, wurde die gesamte Rückfront des Verstärkers in die Kühlung einbezogen. Dazu besteht die schwarz einbrennlackierte Rückwand aus 2,5 mm dickem Alu-Blech. Unter Berücksichtigung eines sehr kleinen Wärmeübergangswiderstandes ist sie direkt auf dem Kühlkörper montiert. Für ausreichende Kaminwirkung beziehungsweise Luftzirkulation zwischen den Kühlrippen sorgen ein geschmackvolles Lochblech im Gehäuseoberteil und eine entsprechende Lochung der Metall-Bodenplatte.

Alle Ein- und Ausgangsbuchsen sind zu einer Einheit zusammengefaßt und werden gemeinsam von einer Printplatte getragen, die zur sicheren Abschirmung in einer dafür vorgesehenen Kammer des Kühlkörpers platzsparend untergebracht ist. Auch der Netzschalter wird vom Kühlkörper unmittelbar am Netzeingang des Gerätes aufgenommen. Dadurch entfallen unnötig lange und störende Netzverdrahtungen. Erwähnt sei noch, daß der Sicherheitsabstand netzspannungsführender Teile gegenüber dem berührbaren Chassis bereits nach den neuen, in einiger Zeit zu erwartenden VDE-Bestimmungen mit 8 mm Distanz ausgeführt ist.

Schrifttum

- [1] Traub, K., Baumgartner, F. X., Benecke, G., u. Koenigk, W.: Hi-Fi-Rundfunk-Tuner Verstärker „RTV 600“. Funk-Techn. Bd 23 (1968) Nr. 9, S. 335-338

Hi-Fi-Steuergerät „3106 HiFi“

Zur Hannover-Messe 1968 stellte Wega das neue Steuergerät „3106 HiFi“ (Bild 1) vor, das sich mit seiner Bauhöhe von nur knapp 12 cm bequem in jeder Regalwand unterbringen läßt.

Zu den technischen Besonderheiten des neuen Steuergerätes gehören die elektronische UKW-Abstimmung mit fünf UKW-

stärker, der es gestattet, an das „3106 HiFi“ ein magnetisches Abtastsystem direkt anzuschließen.

Die große NF-Platine auf der linken Seite des Chassis enthält die NF-Vorverstärkerstufen, die Treibertransistoren, die erforderlichen Einstellregler sowie die Stufen der elektronischen Sicherung. Die

mit L 738, L 739, C 753, C 754 ein dreikreisiges Bandfilter. Daran schließt sich ein vierstufiger ZF-Verstärker an, der mit 4 × AF 201 c bestückt ist. Zwischen der ersten, zweiten und dritten ZF-Stufe liegt jeweils ein zweikreisiges Bandfilter; die Kopplung zwischen der dritten und vierten Stufe erfolgt über einen Einzelkreis. Auf den letzten ZF-Transistor folgt der Radiodetektor.

Der Stereo-Decoder ist mit zwei Transistoren BC 168 und sieben Dioden AA 119 bestückt und arbeitet nach dem Abtastverfahren. Im Kollektorkreis von T 706 wird das 19-kHz-Pilotsignal ausgesiebt und seine Frequenz mit den Dioden D 6, D 7 verdoppelt. T 707 verstärkt das durch die Verdopplung gewonnene 38-kHz-Signal. Ein Teil dieses Signals wird mit D 8 gleichgerichtet und dient zur Aufwärtsregelung von T 707. Im Mono-Betrieb fließt durch diesen Transistor ein Strom von nur etwa 0,2 mA, der infolge der zusätzlichen Regelung bei Stereo-Betrieb auf etwa 1,2 mA ansteigt. Die am Emitterwiderstand R 764 abfallende Spannung (0,4 V bei Mono, 2,1 V bei Stereo) steuert die

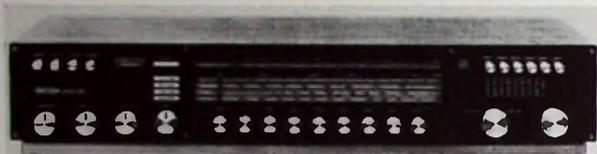


Bild 1. Gesamtsicht des Steuergerätes „3106 HiFi“

Stationstasten, der Empfangsteil mit fünf Wellenbereichen (UKW, KW, 49-m-Band, MW, LW), die kurzschlußsichere Endstufe, die für eine Sinusleistung von 2 × 20 W ausgelegt ist, sowie ein aktives Rausch- und Rumpelfilter mit einer Steilheit von 12 dB je Oktave. Linear- und Konturschaltung sowie der große Regelungsbereich des Klangregelnetzwerkes von ± 18 dB für Höhen und Tiefen erlauben die weitgehende Anpassung des Frequenzganges an den Wiedergaberaum. Die übersichtliche Linearskala und die zu Funktionsgruppen zusammengefaßten Bedienungselemente erleichtern die Einstellung des Gerätes. Durch den getrennten Schwungradantrieb für AM und FM in Verbindung mit der elektronischen FM-Abstimmung können insgesamt 7 Stationen gespeichert werden.

Der nach dem Abtastprinzip arbeitende Stereo-Decoder schaltet sich automatisch beim Empfang von Stereo-Sendungen ein. Die bei ungünstigen Empfangsverhältnissen auftretenden Störerscheinungen, die speziell bei Stereo-Empfang auftreten können, lassen sich durch Betätigen der Mono-Taste beseitigen. Dabei wird die automatische Umschaltung von Mono auf Stereo unterbunden, und der Empfänger arbeitet ohne Decoder. Auf diese Weise werden leicht verrauschte Stereo-Sendungen in einwandfreier Mono-Qualität wiedergegeben.

Besonders hingewiesen sei auch auf die Servicefreundlichkeit des Gerätes. Durch die Aufteilung in leicht zugängliche Baugruppen wurde erreicht, daß sich erforderliche Servicearbeiten ohne großen Zeitaufwand durchführen lassen. Die Bilder 2 und 3 geben einen Überblick über das Gesamtchassis. Die in der Mitte angeordnete HF-Platine enthält die AM-HF-Stufen, den ZF-Teil und außerdem den integrierten Decoder sowie die Bauelemente für die Spannungsversorgung des elektronisch abgestimmten UKW-Teils. Das aktive Rausch- und Rumpelfilter, das mit den Bedienungstasten eine Baueinheit bildet, kann man links vorn erkennen. Darunter ist die Reglerplatte angeordnet, die außer dem Lautstärke- und Balanceregler auch die Regler für die Höhen- und Tiefenbeeinflussung trägt. Eine weitere Baugruppe ist der Stereo-Entzerrervorver-

Endtransistoren selbst sind aus wärmetechnischen Gründen unmittelbar an der Rückseite des Steuergerätes auf einer verhältnismäßig großen Kühlfläche untergebracht. Auf der Platine sind außerdem alle Bauelemente des Netzteils mit Ausnahme des Netztransformators angeordnet.

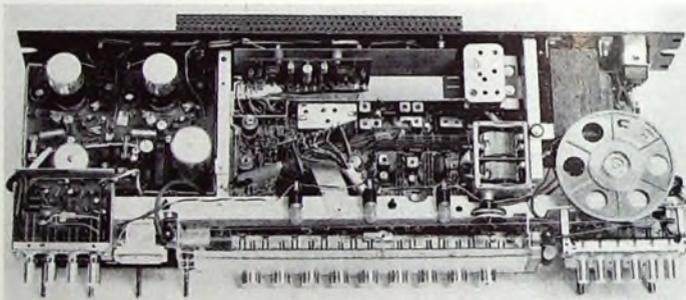


Bild 2. Chassisansicht mit den zu Funktionsgruppen zusammengefaßten Bedienungselementen

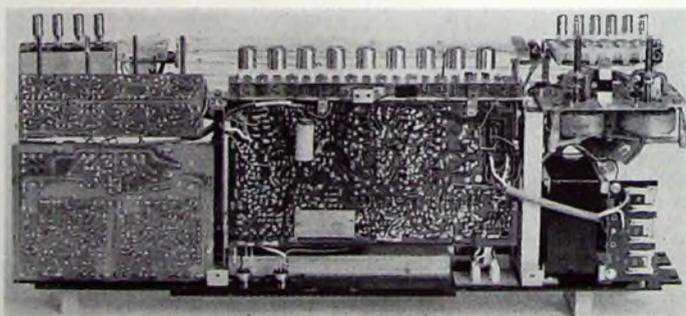


Bild 3. Blick auf die Unterseite des Chassis

FM-Empfangsteil und Stereo-Decoder

Der Vor-, Zwischen- und Oszillatorkreis im UKW-Tuner werden mit je einer Abstimmidiode BB 103 abgestimmt (Bild 4). Der erste Transistor BF 185 übernimmt dabei die Funktion der HF-Vorstufe, während der zweite BF 185 als selbstschwingender Mischer und Oszillator arbeitet. Der erste ZF-Kreis L 5, C 23 ist im UKW-Tuner untergebracht und bildet zusammen

Stereo-Anzeige über den Transistor T 708. Der zweite Transistor T 707 hat also zwei Funktionen zu erfüllen: die Verstärkung des 38-kHz-Signals und außerdem noch eine Gleichspannungsverstärkung zum Aufregeln der eigenen Stufe sowie zur Steuerung der Anzeigevorrichtung.

Bei nichtgedrückter Mono-Taste liegt der Decoder bei Stereo- und Mono-Sendungen immer im Signalweg zwischen Radiodetek-

Robert F. Steinemann ist Leiter der technischen Informations-Abteilung der Wega-Radio GmbH, Fellbach.

tor und Eingang des NF-Verstärkers. Als Kriterium für die automatische Stereo-Mono-Umschaltung dient lediglich der gewonnene 38-kHz-Träger, der die Dioden D9 bis D12 im Rhythmus der verdoppelten Pilotfrequenz umschaltet. Die durch den Gleichspannungssprung in T707 ausgelöste Stereo-Mono-Umschaltung erfolgt bei einem HF-Eingangssignal von etwa 20 μ V an der Antennenbuchse. Bei kleineren Signalen reicht die Amplitude der 38-kHz-Spannung nicht aus, den Transistor T707 aufzuregeln, und außerdem werden die Umschaltdioden nicht durchgesteuert.

wird dabei in den Emitter von T703 eingespeist. Das Eingangssignal gelangt dagegen von den Vorkreisen über L706, R714, p17, p18, L725 und C737 zur Basis dieses Transistors.

Der Transistor T702 stellt eine spezielle Regelstufe dar, die dem eigentlichen Mischtransistor an der Basis und am Emitter HF-mäßig parallel geschaltet ist und deren Basis eine negative Regelspannung zugeführt wird. Durch diese Verkopplung wird beim Öffnen der Regelstufe die Mischstufe zunehmend gesperrt und umgekehrt (Stromverteilungsregelung). Die Parallelschaltung der beiden

Platine sind die ersten beiden NF-Stufen, die mit je einem BC169 bestückt sind, angeordnet. Vor diesen Stufen liegt lediglich in der Betriebsstellung „Phono“ ein zweistufiger Entzerrervorverstärker, der auf einer separaten Platine untergebracht ist.

Das aktive Rausch- und Rumpelfilter (Bild 5) enthält zwei Transistoren BC169 je Kanal und ist so dimensioniert, daß im nichtgedrückten Zustand der Filtertasten der Frequenzgang linear ist und nur beim Betätigen der einzelnen Tasten eine Absenkung der Höhen beziehungsweise Tiefen mit einer Steilheit von 12 dB je Ok-

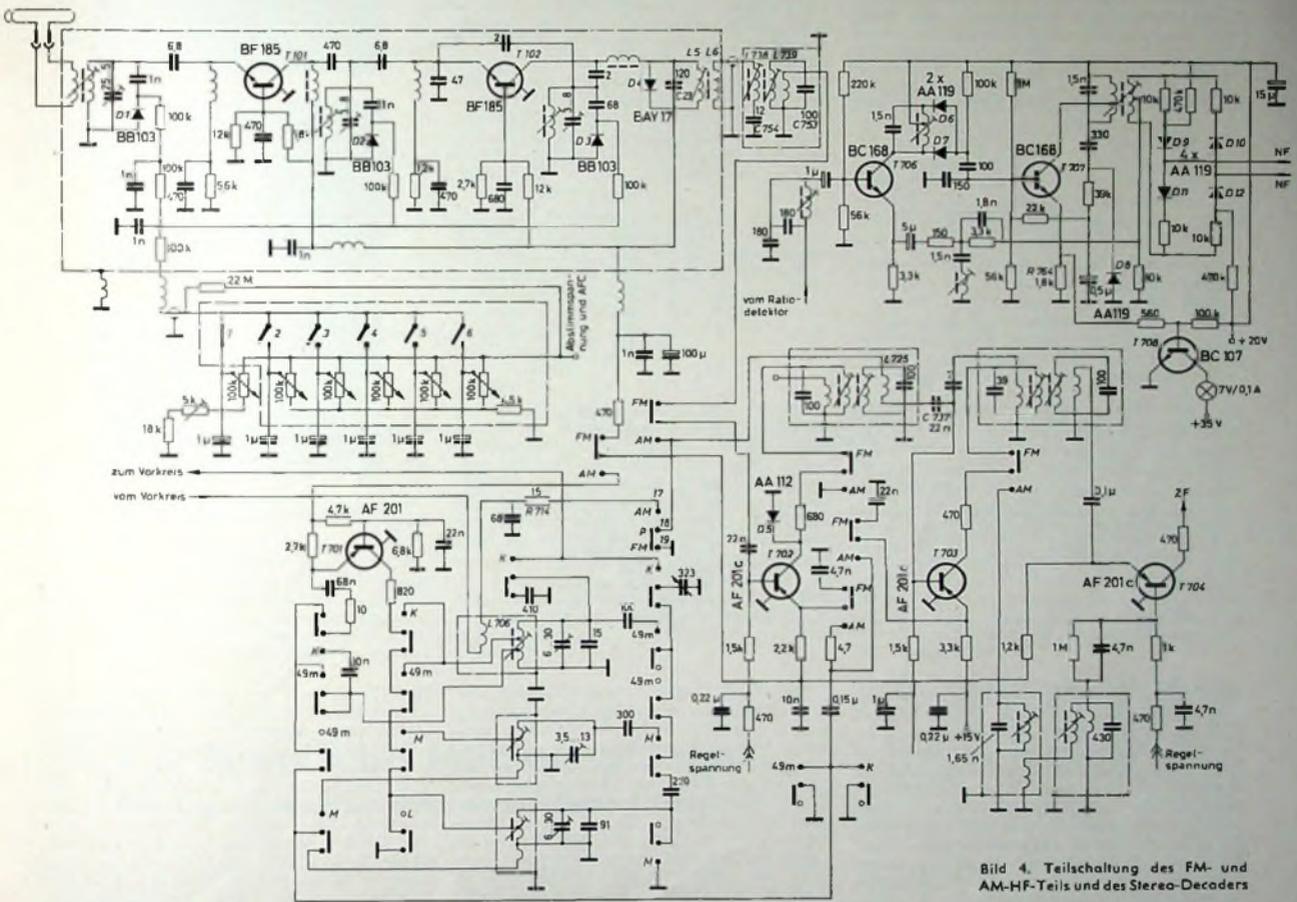


Bild 4. Teilschaltung des FM- und AM-HF-Teils und des Stereo-Decoders

Bei empfangsunwürdigen Stereo-Sendungen, also bei zu kleinem Antennensignal, läßt sich durch Betätigen der Mono-Taste eine wesentliche Empfangsverbesserung erreichen. In diesem Fall gelangt das NF-Signal nicht vom Decoderausgang, sondern unmittelbar vom Radiodetektor zum NF-Verstärker. Die Funktion der Stereo-Anzeige bleibt durch diese Zwangsumschaltung jedoch unbeeinträchtigt.

AM-Teil

Eine Besonderheit im AM-Empfangsteil dieses Steuergerätes ist die mit drei Transistoren bestückte Misch- und Oszillatorstufe. Der Transistor T701 (AF201) arbeitet als Oszillator, T703 (gleichzeitig erste FM-ZF-Stufe) ist der eigentliche Mischstufentransistor. Die Oszillatorspannung

Eingänge ergibt unabhängig vom Regelzustand immer annähernd den gleichen Eingangswiderstand für das Empfangs- und das Oszillatorsignal. Änderungen der Oszillatortfrequenz und Übersteuerungen sind daher auch bei großem Eingangssignal kaum feststellbar. Durch diese Maßnahme wird eine hohe Kreuzmodulationsfestigkeit erreicht. An die Mischstufe schließt sich ein zweistufiger AM-ZF-Verstärker mit insgesamt fünf ZF-Kreisen an.

NF-Teil

Der gesamte NF-Verstärker ist mit 32 Siliziumtransistoren bestückt. Aus Gründen der Servicefreundlichkeit und der besseren Übersicht sind jeweils mehrere Transistoren zu Funktionsgruppen zusammengefaßt. Unmittelbar auf der HF-

tative erfolgt. Der genaue Verlauf und der Einsatzpunkt der Absenkung bei eingeschalteten Filtern geht aus Bild 6 hervor.

Unmittelbar an dieses Filter schließt sich das Klangregelnetzwerk an, das mit zwei Transistoren je Kanal bestückt ist. Zwischen den beiden Transistoren liegen der Höhenregler R254 und der Tiefenregler R251 mit den zugehörigen Bauelementen, deren Variationsmöglichkeiten ebenfalls aus Bild 6 hervorgehen. Durch die Auslegung dieser Stufe mit zwei Transistoren wird eine weitgehende Unabhängigkeit beim Anheben und Absenken der hohen und tiefen Frequenzen gegenüber den mittleren erreicht. Bei gedrückter „Linear“-Taste ist der Frequenzgang in allen Stellungen des Lautstärkereglers R263 linear. Bei gedrückter „Kontur“-Taste werden da-

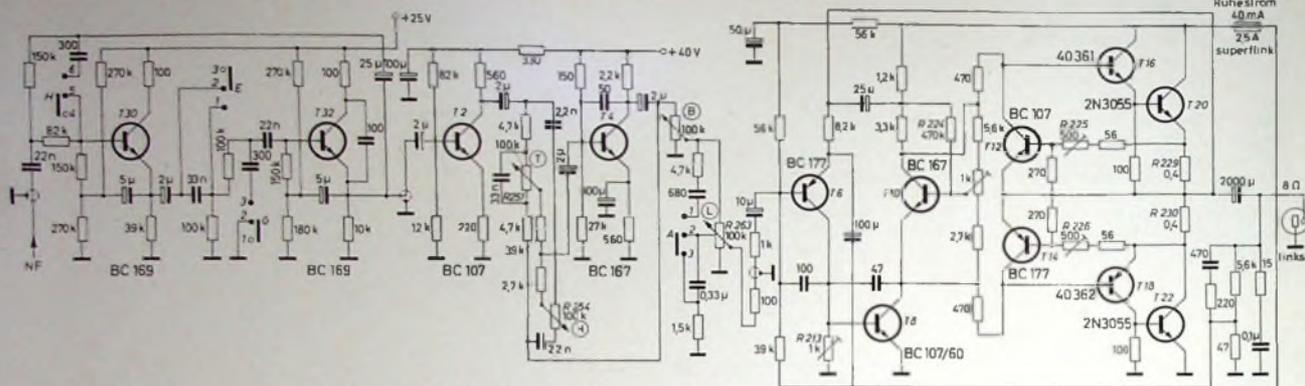


Bild 5. Teilschaltung des linken Kanals des NF-Teils

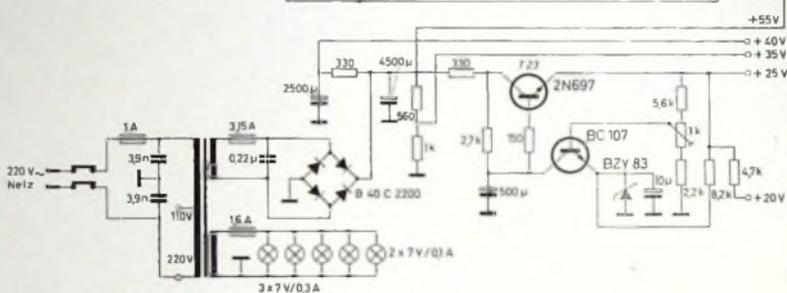


Bild 6. Frequenzgänge des NF-Teils

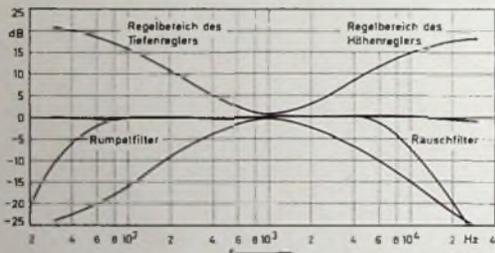
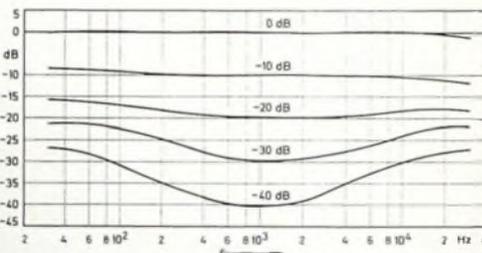


Bild 7. Frequenzgänge bei verschiedenen Stellungen des Lautstärke-reglers und gedrückter „Kontur“-Taste (die dB-Werte an den Kurven beziehen sich auf die Aussteuerung unter Nennleistung)



gegen die Höhen und die Tiefen im ersten Drittel des Regelbereichs von R 263 um etwa 10 dB angehoben (Bild 7).

An den Ausgang des Klangregelnetzwerkes, also an den Schleifer des Lautstärke-reglers, ist die eigentliche NF-Treiber- und -Endstufe angeschlossen. Sie ist insgesamt mit neun Transistoren bestückt, die alle galvanisch gekoppelt sind. Eine Veränderung des Stroms im ersten Transistor hat daher auch eine Stromänderung in den Endstufentransistoren des Verstärkers zur Folge.

Bei Arbeiten an dieser Stufe muß man sich hierüber im klaren sein und deshalb sehr vorsichtig vorgehen. Außer den Treiber- und Endtransistoren (T 6, T 8, T 16, T 18, T 20, T 22) sind in dieser Stufe noch drei weitere Transistoren (T 10, T 12, T 14) vorhanden, die als Hilfstansistoren bezeichnet werden müssen, da sie nicht der Verstärkung des Signals dienen.

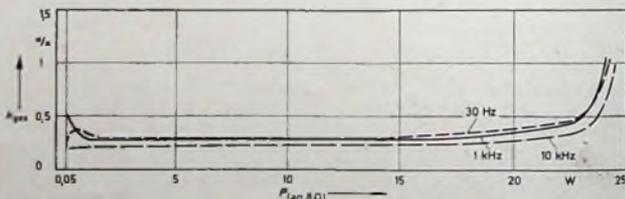
T 12 und T 14 übernehmen die Funktion der elektronischen Sicherung. Die beiden Sicherungstransistoren erhalten eine Steuerspannung, die dem Strom der zugehörigen Endtransistoren T 20, T 22 proportional ist.

Diese Spannung wird an dem 0,4-Ohm-Widerstand R 229 beziehungsweise R 230 abgenommen. Mit den Einstellwiderständen R 225 und R 226 lassen sich die Kenn-

linien von T 12 und T 14 so einstellen, daß diese Transistoren erst bei einer bestimmten von der Endstufe abgegebenen Leistung leitend werden. Solange die Sicherungstransistoren gesperrt sind, ist die parallel zur Basis der Treibertransistoren T 16, T 18 liegende Kollektor-Emitter-Strecke hochohmig und hat auf die Treibertransistoren keinen Einfluß. Bei Durchsteuerung der Sicherungstransistoren werden ihre Kollektor-Emitter-Strecken in zunehmendem Maße niederohmig und entziehen den Treibertransistoren den erforderlichen Basisstrom, so daß die Kollektorströme der Treiber- und damit auch der Endstufentransistoren nicht weiter ansteigen können. Dieser Effekt macht sich durch Abkippen der Ausgangsspannung an der Lautsprecherbuchse des Gerätes bemerkbar.

Der Transistor T 10 (BC 167) dient zur Stabilisierung des Ruhestroms der Endstufentransistoren gegenüber Netzspannungsschwankungen und Temperatureinflüssen. Aus diesem Grunde ist der Transistor T 10 unmittelbar auf der Kühlplatte der Endstufe montiert und hat daher annähernd die gleiche Temperatur wie die Kühlplatte und die Endtransistoren. Diese Verkopplung sorgt für nahezu konstanten Ruhestrom, unabhängig von der Temperatur der Endstufentransistoren. Die Kompensation des Ruhestroms gegenüber Netzspannungsschwankungen erfolgt über den Anteil der der Basis von T 10 über R 224 zugeführten Oberspannung. Durch entsprechende Dimensionierung dieses Widerstandes läßt sich eine exakte Kompensation erreichen, so daß bei Änderungen der Oberspannung bis $\pm 10\%$,

Bild 8. Verlauf des Klirrfaktors des linken Kanals in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (an 8 Ohm)



die etwa proportional den Netzspannungsschwankungen verlaufen, keine Änderung des Ruhestroms auftritt.

Mit dem regelbaren Kollektorwiderstand R213 wird die Symmetrie der Endstufe eingestellt. Von der Einstellung dieses Reglers hängt weitgehend der Gesamtklirrfaktorverlauf bei mittleren und großen Leistungen der Endstufe ab (Bild 8)

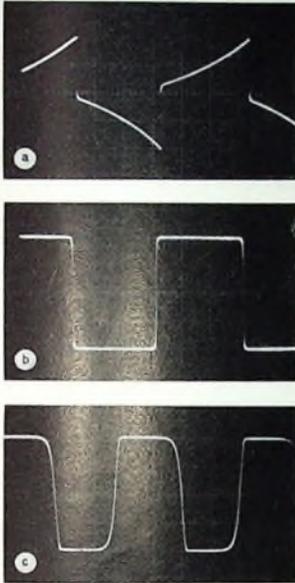


Bild 9. Übertragung von Rechteckspannungen von 100 Hz (a), 1000 Hz (b) und 10000 Hz (c)

Bei kleinen Leistungen (unter 2 W) ist der Klirrfaktor von der Ruhestromeinstellung abhängig. Im Grenzbereich der Aussteuerung beeinflusst ihn im wesentlichen die Einstellung der elektronischen Sicherung. Bild 9 zeigt die Übertragung von Rechteckspannungen von 100, 1000 und 10000 Hz.

eckspannungen von 100, 1000 und 10000 Hz. Die sorgfältige Einstellung der vier Regler in der Endstufe ist also für die Übertragungseigenschaften des Steuergerätes von ganz besonderer Bedeutung. Durch eine sehr starke Gegenkopplung vom NF-Ausgang der Endstufe zur Basis des ersten NF-Transistors T6 wurde dafür gesorgt, daß die einmal vorgenommene Einstellung von Netzspannungsschwankungen und von der Aussteuerung nahezu unabhängig ist. Die starke Gegenkopplung sorgt weiterhin für eine fast konstante Ausgangsspannung, unabhängig vom Widerstandswert des angeschlossenen Lautsprechers. Sogar ein Kurzschluß der Lautsprecherleitung kann selbst bei Vollaussteuerung die Endstufe nicht beschädigen, da der Strom der Endtransistoren durch die elektronische Sicherung auf einen Maximalwert begrenzt wird. Durch Auslegung der Endstufe auf einen Anschlußwert von 8 Ohm ist die größtmögliche Freizügigkeit in der Wahl der Lautsprecher gegeben. Beim Anschluß von 5- oder 16-Ohm-Lautsprechern stehen noch etwa 70 % der Maximalleistung von 2 x 20 W zur Verfügung.

Die hohe Betriebssicherheit der Endstufe wurde durch Verwendung des Transistors 2N3055 erreicht, der eine maximale Verlustleistung von 115 W (!) hat. Bei kritischer Aussteuerung der Endstufe und 10 % Überspannung beträgt die effektive Belastung jedoch nur etwa 12 W je Transistor.

Netzteil

Außer der Überspannung für die Endstufe, das Klangregelnetzwerk und die Stereo-Anzeige sind sämtliche anderen Betriebsspannungen stabilisiert und daher weitgehend unabhängig von Netzspannungsschwankungen. Je nach Aussteuerung der Endstufe nimmt das Steuergerät eine Leistung von 25 bis 135 W aus dem Netz auf. Zum Anschluß weiterer Zusatzgeräte wie Plattenspieler oder Tonbandgerät ist eine Netzausgangsbuchse vorhanden, die die Verkabelung bei Stereo-Anlagen in Regalwänden oder bei ähnlichem Aufbau erleichtern soll.

Trägerfrequenz von etwas über 3000 Hz. Hier werden bei einem Schalldruckpegel von 70 dB schon relative Tonhöhenchwankungen von 0,2 Prozent hörbar. Mit abnehmendem Schalldruck und nach tieferen Frequenzen nimmt die Empfindlichkeit ab.

Die Aufnahme, Speicherung und Wiedergabe von Schall beruhen immer darauf, daß die Schalldruckschwankungen in amplitudenproportionale und frequenzgleiche elektrische Wechselspannungen umgewandelt werden. Das originale Schallsignal durchläuft auf seinem Weg zum Lautsprecher die verschiedensten Wandler (Mikrofon, Tonbandgerät, Verstärker, Schallplattenschneidmaschine, Matrize, Tonabnehmersystem, Verstärker und Lautsprecher), wo es zahlreichen Umwandlungsprozessen unterworfen ist. Nun haben leider alle Wandler irgendwelche störenden Eigenschaften. Sie liegen, um es kurz anzudeuten, hauptsächlich im Bereich des Frequenzganges und des Klirrgradverhaltens. Der Klirrgrad, für den das Ohr wiederum sehr anfällig ist, ist das Maß der Verzerrungen, die zwar bei jedem Wandler vorhanden sind, jedoch von Wandler zu Wandler in sehr verschieden starkem Maße auftreten können.

Selbstverständlich hat man sorgfältig untersucht, wie groß dieser Klirrgrad höchstens sein darf, ohne daß das Ohr ihn als Verzerrung wahrnehmen kann. Die Empfindlichkeit des Ohres gegenüber harmonischen Verzerrungen hängt von der Art des übertragenen Kluges ab. Es ist am empfindlichsten, wenn die künstlich erzeugten Obertöne in den Bereich fallen, in dem die Hörschwelle am niedrigsten ist, also zwischen 1000 und 4000 Hz. Außerdem steigt die Empfindlichkeit des Ohres gegenüber harmonischen Verzerrungen stark mit der Lautstärke. Nach Feldtkeller und Zwicker kann bei obertonarmen Klängen und großer Lautstärke ein Klirrgrad von 0,5 Prozent schon hörbar sein. Nach Abhörversuchen von H. F. Olson, die bei Übertragung von Orchestermusik durchgeführt wurden, liegt die Wahrnehmungsgrenze für die in diesem Falle obertonreichen Klänge bei 2 Prozent.

Zu den Eigenschaften des Ohres als Empfänger übertragener Musik gehören noch einige andere wie die Verdeckung von Frequenzbereichen oder Tönen durch lautere Töne oder der Unterschied zwischen der harmonischen Skala der Tonhöhen und der melodischen, der im wesentlichen darin besteht, daß die melodisch wirksamen Intervalle mit wachsender Frequenz immer größer werden, während die harmonisch wirksamen im gesamten Tonfrequenzbereich gleichbleiben. Auch die Tatsache, daß das Ohr, ähnlich der Pupille, sich unterschiedlichen Schallintensitäten anpaßt und daß es eines selektiven Richtungshörens fähig ist, soll hier angedeutet werden.

Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß trotz aller Möglichkeiten, die Übertragungsqualität heutiger Hi-Fi-Bausteine meßtechnisch zu erfassen, das Ohr letzten Endes der maßgebliche Richter ist. Allerdings gilt das nur für das am Original geschulte Ohr, nicht aber für das durch langjährige Gewöhnung an schlechte Musikübertragung verbildete Ohr. Hi-Fi-Wiedergabe von Musik ist dann erreicht, wenn die Übertragungsgüte die beschriebenen Wahrnehmungsgrenzen des Gehörs überschritten hat. Da diese individuell verschieden sind, mag auch das, was der einzelne als High-Fidelity gelten läßt, unterschiedlich sein.

Der Mensch als Musikempfänger Die Eigenschaften des menschlichen Gehörs

Über die Eigenschaften des menschlichen Gehörs als Schallempfänger hat die Grundlagenforschung schon eine Fülle von Erkenntnissen gewonnen. Wie bei jedem anderen Sinnesorgan kennt man auch beim Ohr den Begriff der Empfindlichkeit. Im Frequenzbereich zwischen 1 und 4 kHz ist das Ohr am empfindlichsten. Hier ist die Natur bis an die Grenze des Zweckmäßigen gegangen. Wäre das Ohr in diesem Bereich nur ein wenig empfindlicher, würde es schon das Rauschen der Wärmebewegungen der Materie wahrnehmen. Da die Lautstärken einiger bestimmter Geräusche bekannt sind, lassen sich Kurven gleicher Lautstärke (im Grunde Empfindlichkeitskurven) aufstellen, die zwar als Anhaltspunkte gelten können, nicht aber für alle Menschen Geltung haben. Sie sind von Mensch zu Mensch verschieden.

Vor allem aber nimmt die Empfindlichkeit des Gehörs gegenüber höheren Frequenzen mit wachsendem Alter ab. Während ein

Zwanzigjähriger noch den gesamten Tonfrequenzbereich von 20 bis 20000 Hz hören kann, verlagert sich die obere Hörgrenze mit zunehmendem Alter zu immer tieferen Frequenzen. Trotzdem wäre es falsch, aus diesem Sachverhalt den Schluß zu ziehen, daß für ältere Menschen die Höhenwiedergabe einer Hi-Fi-Anlage weniger wichtig wäre. Versuche haben gezeigt, daß Menschen, die kaum noch über 12 kHz hören, bei Musikübertragung mangelnde Höhenwiedergabe durchaus feststellen können.

Wichtig für die originalgetreue Wiedergabe von Musik ist die Empfindlichkeit des Ohres gegenüber Tonhöhenchwankungen. Nach Feldtkeller und Zwicker ist das Ohr gegenüber Tonhöhenchwankungen am empfindlichsten, wenn diese mit einer Frequenz von 4 Hz erfolgen. Außerdem hängt die Empfindlichkeit von der Trägerfrequenz und der Lautstärke ab. Am empfindlichsten auf Tonhöhenchwankungen reagiert das Ohr bei einer

Hi-Fi-Stereo-Tonbandgerät „TG 550“

Technische Daten

Bandgeschwindigkeiten: 9,5 und 19 cm/s

Eingänge:

Mikrofon: 100 μ V, $R_1 = 1$ k Ω m

Radio: 5 mV, $R_1 = 50$ k Ω m

Phono: 100 mV, $R_1 = 1$ M Ω m

Ausgänge:

Radio: 1 V, $R_1 = 5$ k Ω m

Kopfhörer: 1 V, $R_1 = 4$ k Ω m
(für 400- Ω m-Hörer)

Vollaussteuerung:

19 cm/s: $k_s = 3\%$, $f = 1$ kHz

9,5 cm/s: $k_s = 5\%$, $f = 1$ kHz

Ruhegeräuschspannungsabstand:

≥ 60 dB bei 9,5 und 19 cm/s

Fremdspannungsabstand:

19 cm/s: ≥ 56 dB

9,5 cm/s: ≥ 55 dB

Frequenzgang:

19 cm/s: 20 ... 20 000 Hz

9,5 cm/s: 20 ... 14 000 Hz

Entzerrung:

19 cm/s: 3180 μ s, 50 μ s

9,5 cm/s: 3180 μ s, 90 μ s

Übersprechdämpfung:

Stereo: ≥ 48 dB

gegenseitige Doppelspuraufzeichnung:
 ≥ 60 dB

Löschdämpfung: ≥ 70 dB

Dämpfung einer Spur

durch Löschen der anderen: $\leq 0,2$ dB

Tonhöhenchwankungen:

19 cm/s: $\leq 0,1$ %

9,5 cm/s: $\leq 0,15$ %

Abweichungen von der

Sollbandgeschwindigkeit: $\leq 0,3$ %

1. Allgemeines

Das Tonbandgerät „TG 550“ (Bild 1) wurde für die Braun-Hi-Fi-Stereo-Anlagen der „studio“-Reihe, speziell zur Anlage „studio 500“ entwickelt. Trotz der verhältnismäßig kleinen Abmessungen von 43 cm \times 32 cm \times 14,8 cm hat das „TG 550“ aber alle wesentlichen konstruktiven Merkmale eines Studiogerätes: drei Motoren, geregelter Bandzug, getrennte Köpfe für Löschen, Aufnahme und Wiedergabe.

Für die drei Bewegungsfunktionen des Tonbandes ist je ein Motor vorhanden. Dadurch vermeidet man einen umfangreicheren, störungsanfälligen Reibrad-, Hebel- und Rutschkupplungsmechanismus. Durch das schnelle Umspulen (80 s für 540 m Langspielband) werden die Zugriffszeiten zu den einzelnen, sich an verschiedenen Stellen des Tonbandes befindlichen Informationen kurz gehalten. Trotz der hohen Umpulgeschwindigkeiten wird das Tonband jedoch während des Bremsens durch ein neuartiges elektromechanisches Bremssystem nicht überbeansprucht.

Die Bandzugregelung hält die Flächenpressung des Bandes an den Magnetköpfen über den gesamten Wickel annähernd konstant. Der Aufnahme- und der Wiedergabevorgang verlangen einen gewissen Andruck des Tonbandes an den betreffenden Köpfen. Bei den meisten Tonbandgeräten

ändert sich der Bandzug mit dem Durchmesser der abwickelnden Spule. Da bereits am Bandanfang ein minimaler Druck vorhanden sein muß, ist er am Bandende erheblich höher, und damit steigt der Kopfverschleiß.

Durch Aufteilen der Magnetisierungsprozesse auf getrennte Köpfe gelingt es, optimale elektroakustische Eigenschaften zu erreichen. Das „TG 550“ hat eine komplette Zweispur-Kopfbestückung mit Löschkopf, Sprechkopf und Hörkopf. Außerdem enthält der Kopfträger noch einen zusätzlichen Vierspür-Hörkopf und den Umschalter

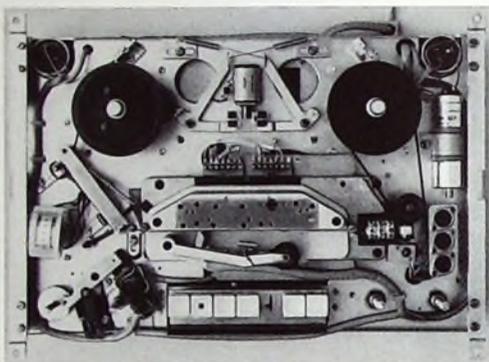


Bild 2. Chassisansicht des „TG 550“ ohne Abdeckplatte

für die beiden Hörköpfe. Damit sind Aufnahme- und Wiedergabebetrieb im Zweispurverfahren (Stereo und Mono) und Wiedergabebetrieb im Vierspürverfahren (Stereo und Mono) möglich.

Die Bedienelemente sind übersichtlich angeordnet und leicht bedienbar. Die Anschlüsse für Mikrofone und Kopfhörer wurden an der Frontplatte angebracht, während die nicht so häufig zu ändernden Anschlüsse in der Bodenplatte versenkt angeordnet sind. Daher braucht man das Gerät einerseits zum Einstecken eines Mikrofons oder Kopfhörers nicht anzuheben oder zu verrücken. Andererseits ermöglichen die versenkt angebrachten Anschlußbuchsen die unsichtbare Verlegung der Kabelverbindungen zur Hi-Fi-Anlage.

Die Laufwerksteuerung erfolgt mit besonders leichtgängigen Tipptasten (Betätigungskraft 80 p). Fehlbedienungen werden durch elektrische Verriegelungen vermieden. Auch bei unachtsamer Bedienung kann das Band nicht überbeansprucht werden. Der Fühlhebel, das Stellglied der Bandzugregelung, ist mit einem Schalter gekuppelt, der das Gerät am Bandende sicher abschaltet. Eine Schaltfolie wird also nicht benötigt. Sollte sich einmal eine Klebestelle eines gecutteten Tonbandes lösen, dann schaltet der Bandenschalter das Laufwerk ab.

Das Gerät ist für den Anschluß der Fernbedienung „TGF 2“ ausgerüstet, die ebenfalls an der Geräteunterseite angeschlossen wird. Damit kann man alle Laufwerksfunktionen steuern sowie auf Aufnahmebetrieb schalten.

2. Mechanischer Aufbau

Träger des gesamten elektrischen und mechanischen Teils ist ein stabiles Stahlblech-

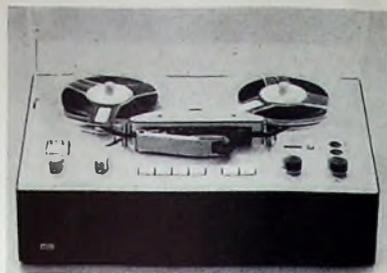


Bild 1. Hi-Fi-Stereo-Tonbandgerät „TG 550“

chassis (Bild 2). Die beiden Wickelmotoren (Asynchron-Rohrläufer System Papst) und das zugehörige Bremssystem sind direkt auf dem Chassis montiert. Die Wickelmotoren haben am Läufer eine angeschliffene und besonders oberflächenbehandelte Bremsfläche, an der die mechanischen

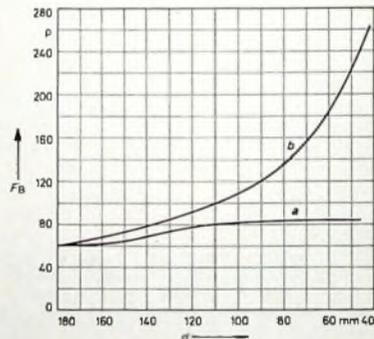


Bild 3 (unten). Abhängigkeit des Bandzugs F_B vom Bandwickeldurchmesser d: a mit Bandzugregelung; b bei konstantem Bremsmoment von 540 p cm

Bandbremsen angreifen. Diese Bandbremsen werden über Hebel von einem Elektromagneten gelüftet, während die Schließkraft von je einer Feder aufgebracht wird. Der Fühlhebel mit der justierbaren Feder ist Stellglied der Bandzugregelung. Der Fühlhebel wirkt auf ein Band, das die Bandbremse je nach Stellung des Fühlhebels mehr oder weniger stark an die Bremsfläche andrückt. Auf diese Weise erreicht man über einen gewissen Bereich eine weitgehende Linearisierung des Bandzuges (Bild 3). Fällt der Bandzug unter einen vorgegebenen Wert, so kommt der Fühlhebel aus dem Regelbereich in den Schaltbereich und betätigt einen Mikroschalter, der das Laufwerk abschaltet. Der Fühlhebel wird vom Druckarm im eingeschalteten Zustand freigegeben, das heißt, die Bandzugregelung ist nur bei Aufnahme und Wiedergabe in Betrieb. Der Bandantrieb erfolgt durch einen polumschaltbaren Hysteresis-Synchron-Außenläufermotor (System Papst). Die

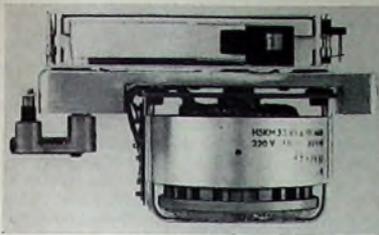


Bild 4. Antriebsbaustein mit Motor, Andruckarm und Kopfräger

Steckverbindungen hergestellt. Aufspeech- und Wiedergabeverstärker sind herausklappbar. Alle Bausteine lassen sich schnell austauschen.

2.1. Bremsystem

Besonders problematisch sind bei einem Dreimotorenlaufwerk wegen der hohen Umspulggeschwindigkeit die Bremsen. Obwohl verhältnismäßig große kinetische Energien abzubremesen sind, soll der Bremsvorgang doch so „sanft“ einsetzen,

Gegendrehmoment hervorrufen. Wird nun die Taste „Aus“ gedrückt, so fällt das Vorlaufrelais unmittelbar ab, und der Bremslüftmagnet geht in Ruhstellung. Das Hilfsrelais, das mit Abfallverzögerung arbeitet, bleibt jedoch noch so lange angezogen, bis das Tonband sicher steht. Während dieser Zeit erhält der Rückwickelmotor über einen Kontakt des Hilfsrelais die gegenüber der Gegenspannung erhöhte Bremsspannung, die das Bremsmoment hervorruft.

Wird die Taste „Rücklauf“ gedrückt, so ziehen Vorlaufrelais, Hilfsrelais, Rücklaufrelais und Bremslüftmagnet an. Der Rückwickelmotor erhält dann 220 V, und an den Vorwickelmotor wird die Gegenspannung angelegt. Drückt man jetzt die Taste „Aus“, so fallen unmittelbar das Vorlaufrelais und der Bremslüftmagnet ab, während das Rücklaufrelais die Bremsspannung an den Vorwickelmotor legt. Ist der Bremsvorgang beendet, so fallen auch das abfallverzögerte Hilfsrelais und das Rücklaufrelais ab.

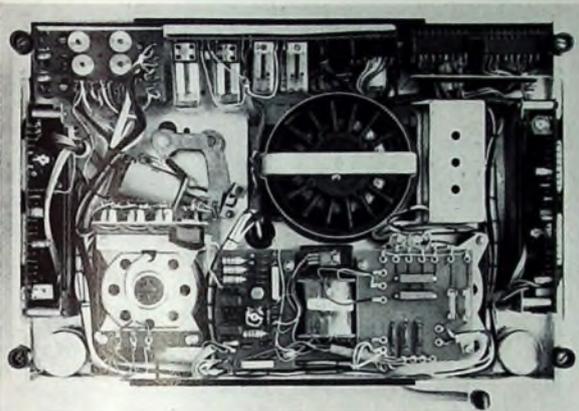


Bild 5. Ansicht des „TG 550“ von unten

3. Elektronisches System

Bild 6 zeigt die Blockschaltung des „TG 550“. Über die Eingangsbuchsen „Mikrofon“, „Radio“ und „Phono“ gelangen die Eingangssignale zum Eingangs-Mischverstärker. Die Eingänge „Radio“ und „Phono“ sind mit den Eingängen „Mikrofon“ auch im Stereo-Betrieb mischbar. Die Eingangsempfindlichkeit beträgt bei „Ra-

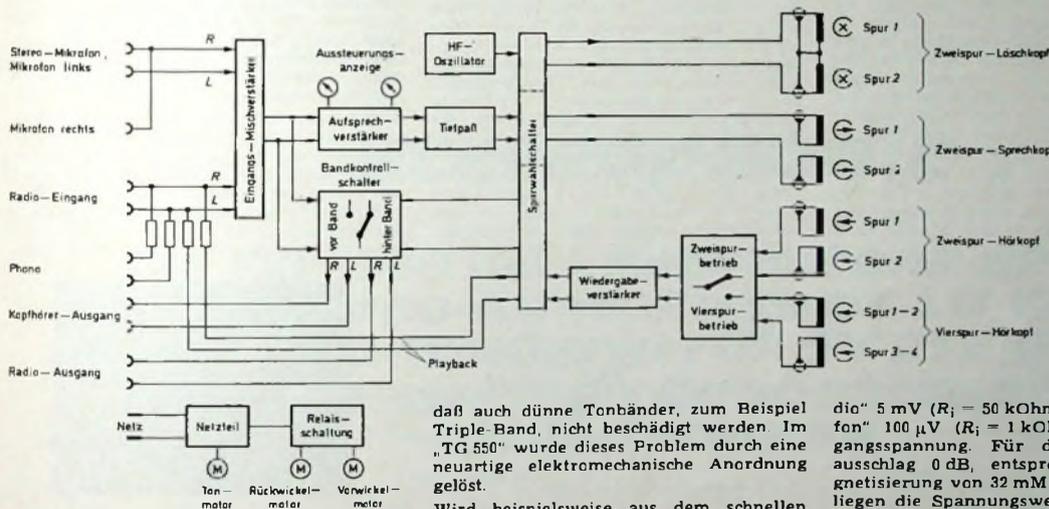


Bild 6. Blockschaltbild des „TG 550“

dio“ 5 mV ($R_i = 50 \text{ kOhm}$) und bei „Mikrofon“ $100 \mu\text{V}$ ($R_i = 1 \text{ kOhm}$) für 1 V Ausgangsspannung. Für den Instrumentenausschlag 0 dB, entsprechend einer Magnetisierung von 32 mT je mm Spurbreite, liegen die Spannungswerte um 5 dB niedriger. Der Eingangs-Mischverstärker verstärkt das Signal auf 0,56 V für 0 dB. Wird der Bandkontrollschalter auf „vor Band“ geschaltet, dann liegt der Ausgang des Eingangs-Mischverstärkers an den Ausgängen des Tonbandgerätes. In dieser Betriebsstellung wirkt das Gerät als Mischpult für die angeschlossene Hi-Fi-Anlage, sofern diese einen Bandkontrollschalter hat und dieser auf „hinter Band“ geschaltet ist (zum Beispiel „audio 250“, „studio 250“, „studio 500“, „studio 1000“).

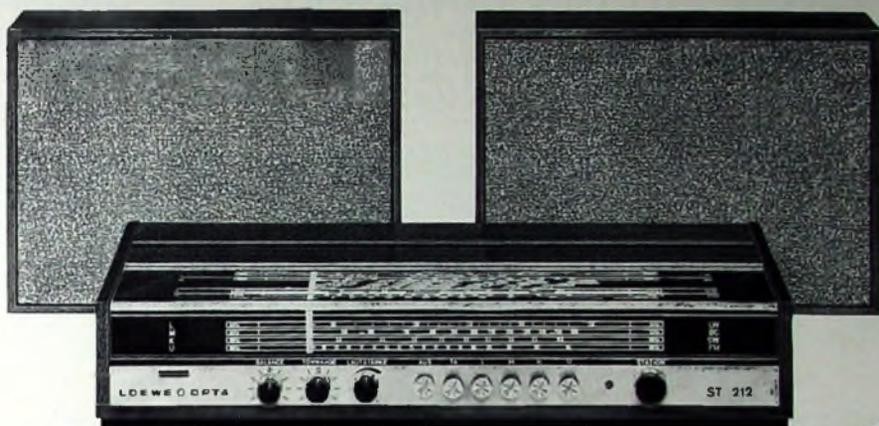
Unter dem Chassis sind die elektronischen Baugruppen untergebracht (Bild 5). Die Anschlüsse werden weitgehend durch

Welle des Motors ist gleichzeitig die Tonwelle. Das große Läuferträgheitsmoment und die Synchronisierungswirkung eines Kurzschlußkäfigs im Läufer dämpfen Pendelschwingungen. Dadurch werden sehr gute Gleichlaufwerte erreicht (Tonhöhen-schwankungen $\leq 0,1\%$ bei 19 cm/s, $\leq 0,15\%$ bei 9,5 cm/s).

Der Motor ist justierbar an einer kompakten Zinkdruckgußbrücke befestigt, die auch den Andruckarm, der von einem Elektromagneten betätigt wird, und den Kopfräger trägt (Bild 4). Alle Bandführungselemente, die Tonköpfe und ein Schlaufenfänger sind Bestandteile des Kopfrägers. Durch eine Steckverbindung wird der Kopfräger mit den Verstärkern verbunden.

Die Motoren- und Magnetsteuerung erfolgt über eine Relais-schaltung. Wird zum Beispiel die Taste „Vorlauf“ gedrückt, so ziehen das Vorlaufrelais, ein Hilfsrelais und der Bremslüftmagnet an. An die Wicklungen des Vorwickelmotors werden dabei 220 V gelegt. Der Rückwickelmotor erhält dagegen eine reduzierte Gegenspannung, die ein das Tonband spannendes

Vom Eingangs-Mischverstärker wird das Signal dem Aufsprechverstärker zugeführt, der es auf den zur Magnetisierung des Magnettonbandes benötigten Pegel verstärkt. Außerdem erhält es die erforderliche Preemphasie. Dann gelangt es über einen Tiefpaß und den Spurwahlschalter zusammen mit dem Vormagnetisierungsstrom zum Sprechkopf. Der Tiefpaß hat die Aufgabe, bei Aufnahmen von einem FM-Multiplex-



Stereo-Steuergerät ST 212



neu

Stereophonie

**ist für alle da - spätestens seit es
das Stereo-Konzertgerät LO 12 und
Stereo-Steuergerät ST 212 gibt,
die preiswerten Qualitätsgeräte
für jedermann**

Wenn Stereophonie nicht nur einem kleinen Personenkreis vorbehalten bleiben soll, muß es Geräte geben, die zu vernünftigen Preisen vernünftige Qualität bieten - für alle die Käufer, die gern gute Musik naturgetreu hören wollen. LOEWE OPTA bietet diese Geräte.

Das Stereo-Konzertgerät LO 12 und das Stereo-Steuergerät ST 212 sind vollwertige Stereoeräte zu einem vernünftigen Preis. Die besonderen Merkmale: Bildschön, Alltransistortechnik, 2x6 Watt Musikleistung, geschlossene Konzertboxen und - der Typ ST 212 extrem flach.

**Stereophonie
für jeden mit**

LOEWE  OPTA

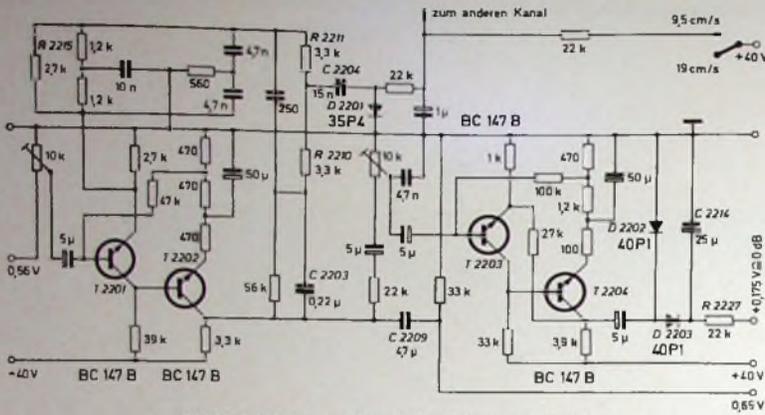


Bild 10. Schaltung eines Kanals des Aufzeichnungsverstärkers

Bild 11. Ein- und Ausschwingverhalten der Instrumentengleichrichtung bei +4 dB und 0 dB

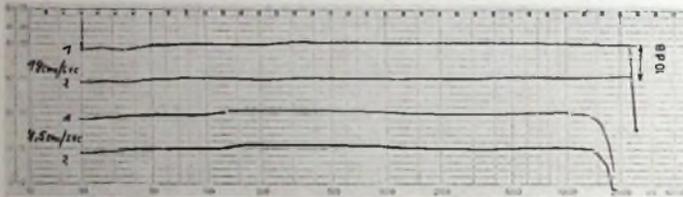
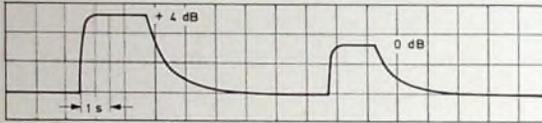


Bild 12. Frequenzgänge des „TG 550“

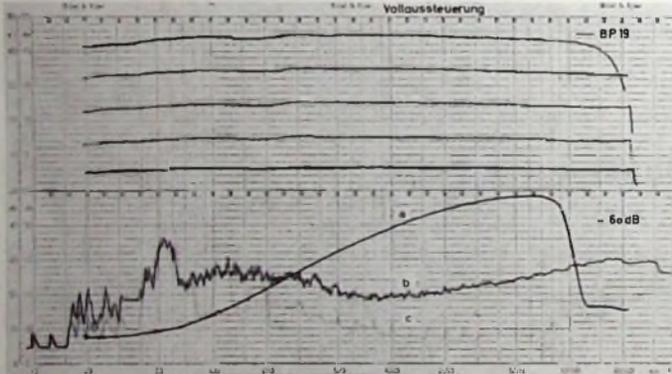


Bild 13. Oben: Frequenzgänge bei verschiedenen Aussteuerungswerten (Normfrequenzgang bei -20 dB); unten: a) Bewertungskurve für Geräuschspannungsmessungen, b) Terzbandanalyse des Ruherauschens mit Band, c) Terzbandanalyse des Ruherauschens ohne Band (Bandgeschwindigkeit 19 cm/s)

baut. Im Eingang liegt ein variabler Spannungsteiler (10 k Ω), mit dem für die Vor-Hinter-Band-Schaltung auf Pegelgleichheit abgeglichen wird.

Die Tiefenvorentzerrung von 3180 μ s erreicht man durch C 2203, den Ausgangswiderstand des Gleichspannungsverstärkers und die Reihenschaltung R 2210, R 2211. Die Höhenpreemphasis bei 19 cm/s wird von dem mit R 2215 überbrückten Doppel-T-Glied hervorgerufen.

Bei 9,5 cm/s fließt Gleichstrom über D 2201, der die Diode niederohmig macht und C 2204 wirkt als Hochpassfilter. Bedingt durch das Teilverhältnis Ausgangswiderstand des Gleichspannungsverstärkers zu R 2210, C 2204, steigt die Verstärkung bei hohen Frequenzen an. Über

den Folienkondensator C 2209 wird das Aufzeichnungs-Signal ausgekoppelt.

Auf derselben Leiterplatte wie die Aufzeichnungsverstärker sind auch die Aussteuerungsverstärker mit der Instrumentengleichrichtung untergebracht. Der zweistufige Gleichspannungsverstärker T 2203, T 2204 ist stark gegengekoppelt. Dadurch ergibt sich ein sehr niedriger Ausgangswiderstand. Die Diode D 2202 richtet das NF-Signal gleich. Über D 2203 wird der Kondensator C 2214 aufgeladen, dessen Spannung über R 2227 am Aussteuerungsinstrument liegt. Der niedrige Ausgangswiderstand des Verstärkers zusammen mit dem Kondensator C 2214 bildet die Anstiegszeitkonstante für das Instrument. Durch die Diode D 2203 ist der Zeigerrück-

gang stark verlangsamt (Bild 11), da hier die Zeitkonstante R 2227, C 2214 wirksam ist, wenn man den Innenwiderstand des Instruments vernachlässigt.

Bei der Gleichrichtung des Signals handelt es sich um eine Spitzenwertgleichrichtung. Die Anstiegszeitkonstante ist etwa 100 ms, die Abfallzeitkonstante rund 1 s. Wie man aus Bild 10 ersieht, wird die Aufschreibenvorentzerrung in der Aussteuerungsanzeige mit erfasst.

3.4 HF-Oszillator

Der Vormagnetisierungs- und Löschozillator arbeitet in Gegentaktschaltung. Um möglichst rauschfreie Aufnahmen zu erhalten, ist eine weitgehend symmetrische Kurvenform des Vormagnetisierungsstroms erforderlich. Daher läßt sich die Symmetrie mit einem Trimpotentiometer einstellen. Die Schwingfrequenz beträgt 100 kHz.

4 Tonband

Um die angegebenen Meßdaten im Aufnahmebetrieb zu erreichen, ist es erforderlich, ein entsprechendes Tonband zu verwenden. Die Braun AG bietet ein spezielles Tonband unter der Bezeichnung „TB 535“ an, das sich durch niedriges Rauschen und hohe Aussteuerbarkeit auszeichnet. Damit erreicht man bei beiden Bandgeschwindigkeiten und Zweispurbetrieb einen Ruhegeräuschspannungsabstand von > 60 dB.

Außerdem hat dieses Band eine spezielle Rückseitenbeschichtung, wodurch es sich besonders für schnell umspulende Tonbandgeräte eignet. Tonbänder ohne Rückseitenbeschichtung zeigen auf schnell umspulenden Tonbandgeräten weniger gute Wickeleigenschaften.

5. Meßwerte

In den Bildern 12 bis 15 sind einige Meßwerte des „TG 550“ dargestellt. Bild 12

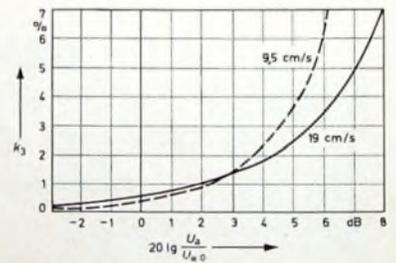


Bild 14. Aussteuerungskennlinien mit Tonband „TB 535“ (U_a = NF-Spannung, U_{a0} = NF-Spannung für eine Magnetisierung von 32 mT je mm Spurweite)

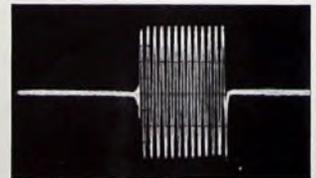
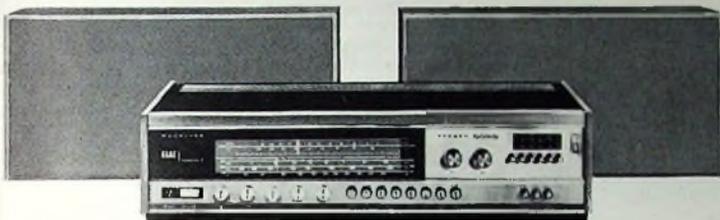


Bild 15. 5-kHz-Tonburst (über Band bei 19 cm/s gemessen)

zeigt die Frequenzgänge bei 19 und 9,5 cm/s, Bild 13 Frequenzgänge bei verschiedenen Aussteuerungen sowie Geräuschspannungsmessungen und Bild 14 die Aussteuerungskennlinien mit dem Tonband „TB 535“. Bild 15 ist das über Band bei 19 cm/s aufgenommene Oszillogramm eines 5-kHz-Tonbursts.

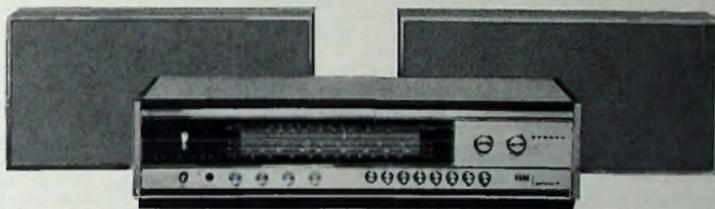
ELAC

präsentiert auf der Hi-Fi 68 Hi-Fi-Stereo-Geräte der Weltspitzenklasse



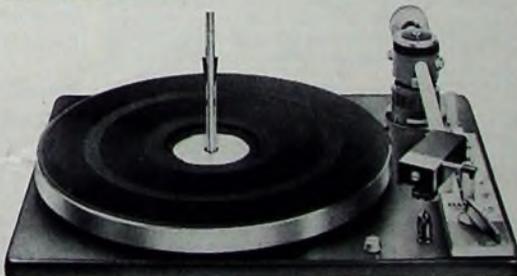
Heim-Studio-Anlage ELAC 3200
Eine Heim-Studio-Anlage, die Hi-Fi-Qualität im besten Sinne des Wortes garantiert. Zu dieser erstklassigen Hi-Fi-Stereo-Anlage gehören der volltransistorisierte Receiver (2 x 35 Watt Hi-Fi-Stereo-Verstärker mit Rundfunkteil für alle Wellenbereiche) und zwei besonders flache Lautsprecherboxen, die ein einzigartig ausgeglichenes Klangbild vermitteln.

Heim-Studio-Anlage ELAC 2000
In komfortabler Ausführung präsentiert sich diese ausgezeichnete Heim-Studio-Anlage. Hi-Fi-Stereo-Verstärker (2 x 16 Watt) und Rundfunkteil mit allen Wellenbereichen sind als volltransistorisierter Receiver in einem modernen raumsparenden Flachgehäuse vereint. Vervollständigt wird diese Anlage durch zwei Lautsprecherboxen mit besonders flachen Gehäusen.



MIRACORD 50 H
Ein Hi-Fi-Stereo-Laufwerk der internationalen Spitzenklasse für Kenner meisterlicher Musik, die nach höchster Tontreue, nach wirklicher High-Fidelity suchen. Ein Hi-Fi-Laufwerk mit vielseitigem Bedienungskomfort und attraktiven - für den heutigen Stand der High-Fidelity richtungsweisenden - Merkmalen. Der international bekannte Formgestalter Hernandez gab diesem Hi-Fi-Laufwerk die klaren Konturen, die den harmonischen und funktionsbetonten Aufbau besonders deutlich machen.

MIRACORD 630
Ein Hi-Fi-Stereo-Laufwerk von hoher technischer und akustischer Perfektion, das die idealen Abmessungen eines kompakten Plattenspielers und den Bedienungskomfort großer Hi-Fi-Geräte in sich vereint. Die besonderen Kennzeichen wie allseitig ausbalancierter Präzisionstonarm mit hochwertigem Hi-Fi-Stereo-Magnet-Tonabnehmer, Tracking Kontrolle, Antiskating Einrichtung, Wechselautomatik, Drucktastensteuerung und Tonarmlift dürften in dieser Geräteklasse wohl einmalig sein.



hi fi

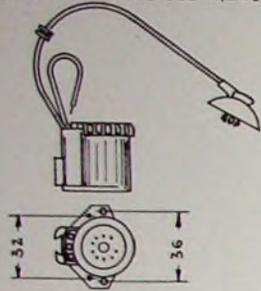
68

DUSSELDORF

Auf der Hi-Fi 68 in Düsseldorf vom 30. 8. bis 3. 9. beraten Sie unsere Spezialisten auf Stand 131 in Halle D I in allen Fragen der Hi-Fi-Technik. Auf Wunsch senden wir Ihnen auch gern ausführliche Informationen.

ELECTROACUSTIC GMBH
23 KIEL · Westring 425-429

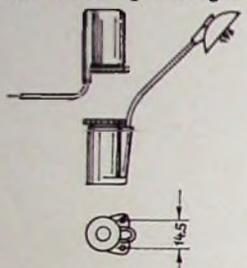
Standard für alle Fabrikate



E6/Sz/3/SK3

Für Farbe: FFS/E/SM/Va 3

Universal-Fassung f Stabgleichr.



GF 1

Hochspannungs-Fassungen

für Gleichrichter-Röhren und Stabgleichrichter

„reparabel“ für alle Fabrikate und Typen

ELEKTRO-APPARATE-FABRIK

J. HÜNGERLE K. G.

776 Radolfzell a. B. · Weinburg 2 · Telefon (077 32) 25 29

KROHA-Hi-Fi-Verstärker-Baustein-Programm

— ein Programm, das höchsten Ansprüchen genügt —

Endstufe ES 40 in einkoloser Brückenschaltung; Nennleistung: 40 Watt

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

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

Endstufe ES 100 in einkoloser Brückenschaltung; Nennleistung 100 Watt

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

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

Stereo-Klangreglerstufe KRV 50

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

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

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

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

Stereo-Mikrofonverstärker MV 50
 Eignet sich zum Anschluß an dyn. Mikrophone ohne Übertr. und ermöglicht lange Mi-Leitungen.

Technische Daten:
 Frequenzgang: 10 Hz .. 100 kHz \pm 1 dB;
 Klirrfaktor bei $U_a = 0,2$ V von 10 Hz .. 50 kHz, kleiner 0,1%; Rauschspannungsabstand: 65 dB

Preis für Fertigerät MV 50 DM 33,—
 für Bausatz MV 50 DM 25,—

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

Alle Geräte sind mit modernsten Si-Transistoren bestückt!

Wir senden Ihnen gern ausführliches Informationsmaterial.

KROHA · elektronische Geräte · 731 Plochingen

SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Richard Strauss, Hornkonzerte Nr. 1 und Nr. 2; Franz Strauss, Hornkonzert op. 8

Barry Tuckwell, Horn; Londoner Synchron-Orchester unter Istvan Kertesz

Zwischen dem 1942 entstandenen Hornkonzert Nr. 2 in Es-dur und dem 1882/83 geschriebenen Hornkonzert Nr. 1, ebenfalls in Es-dur, liegen nicht nur 60 Jahre, sondern auch die Eckpunkte des musikalischen Schaffens und des Stilwandels eines unserer größten Musiker. Das Hornkonzert Nr. 2 ist gleichermaßen Rückschau auf die Jugend wie Beispiel für die Freude am konzertanten Musizieren im Spätstil des Meisters, getragen von der Reife des greisen Musikers. Demgegenüber ist das Hornkonzert Nr. 1 inspiriert von der Bewunderung des Neunzehnjährigen für die Kunst seines Vaters Franz, dessen Hornkonzert op. 8 ebenfalls auf dieser Platte geboten wird. Franz Strauss war nicht nur ein Meister des Horns, sondern nutzte als Komponist die Schönheiten und die Ausdrucksfähigkeit seines Soloinstrumentes zu einem Werk mit weiten Melodienbögen. — Barry Tuckwell ist der hervorragende Solist dieser drei Konzerte. Meisterhaft bläst er sein Instrument, und hervorragend ist seine Kunst der Tongebung und der Phrasierung.

Technisch ist Decca mit dieser Platte ein guter Wurf gelungen. Wie groß der Eindruck im musikalischen Erleben ist, wird klar, wenn man diese Stereo-Aufnahme mit einer älteren, aber sehr gut aufgenommenen Mono-Aufnahme der beiden Hornkonzerte vergleicht. Die Raumakustik ist sehr gut, denn der Nachhall entspricht gerade dem, was sich der anspruchsvolle Hörer wünscht.

Decca SXL 6285 (Stereo)

Russische Klaviermusik

Waldemar Strecke, Piano

Der erst 27jährige Pianist Waldemar Strecke, Schüler von Prof. Horst Liebrecht (Weimar/Bern) und Prof. Pawel Serebrjakow (Leningrad), legt auf dieser Platte einen überzeugenden Beweis seines Könnens ab. Mit Werken von Balakirew (1837—1910), Ljapunow (1859—1924), Glasunow (1865 bis 1936) und Strawinsky (geb. 1882) hat er Kompositionen einer Zeit ausgewählt, die in Rußland ebenso wie in Deutschland an der Schwelle zwischen Tradition und Fortschritt steht. Es sind teils virtuose Klavierstücke, die zu den schwierigsten nach Liszt bis heute geschriebenen gehören, teils Werke mit an

Chopin anklingenden Figurationen oder mit romantisch kantablen Melodien oder wirbelnden russischen Tanzrhythmen.

Sehr gute Arbeit hat hier die Aufnahme-technik geleistet, denn sie hat einen Klavierklang festgehalten, dem keine Feinheit des Anschlags fehlt und dessen Brillanz ausgezeichnet wiedergegeben wird. Es ist eine vorbildliche Klavieraufnahme, die den Beifall aller Hi-Fi-Freunde finden wird.

Saba 15 120 ST (Stereo)

Orchestral In The Night

The Gordon Franks Orchestra

Aufgabe der Stereo-Technik ist es nicht nur, im Bereich der E-Musik eine Vertiefung des Hör-Erlebens zu geben, sondern sie ist im Bereich der U-Musik auch berufen, integrierender Bestandteil des Arrangements zu sein und damit neue Ausdrucksmöglichkeiten zu erschließen. An mehr oder weniger gelungenen Versuchen in dieser Richtung hat es in der Vergangenheit nicht gefehlt.

Aus England kam jetzt das „Deramic Sound System“ zu uns. Mit großem technischem Aufwand — einer Vielzahl von Mikrofonen, 22 Magnetspuren und einem Dutzend Hallsysteme — hat man eine Stereo-Aufnahme-technik entwickelt, die kurzweg als großartig zu bezeichnen ist. Großartig, weil man die gebotenen technischen Möglichkeiten geschickt ausgenutzt hat — großartig, weil man durch Verhallung einzelner Instrumente oder Klangergruppen interessante Mehrdimensionen erreicht hat, die zu manchmal überraschenden Klangbildern führen — großartig schließlich auch, weil hier alle Gruppen eines großen Orchesters vom satten Streicherklang und strahlenden Blech bis zur vielseitig besetzten Rhythmusgruppe in hervorragender Hi-Fi-Qualität wiedergegeben werden. Von den zwölf Titeln dieser LP seien als Beispiele dafür, was man unter „Deramic Sound System“ zu verstehen hat, nur genannt „Brazil“ mit blendenden Streicher- und Bläserarrangements, das keß-freche „Sweet Georgia Brown“ und die raffiniert arrangierte Schwarzwaldfahrt („A Walk In The Black Forest“). Das Ganze — teils sehr trocken, teils stark verhallt — ergibt gemixt einen wahltönenden musikalischen Cocktail, der dem Freund effektvoll arrangierter U-Musik ins Ohr geht.

Deram SML 701 (Stereo)

Für den Hi-Fi-Praktiker

Brummabstand beim Kopfhörerbetrieb an Hi-Fi-Verstärkern

Beim Anschluß von Kopfhörern an den Lautsprecherausgang von Hi-Fi-Verstärkern kann sich eine merkliche Verschlechterung des Brummspannungsabstands ergeben, wenn die Impedanz des Kopfhörers zu niedrig gewählt wird. Geht man davon aus, daß ein üblicher Hi-Fi-Kopfhörer zum Erzeugen einer durchschnittlichen Wieder-gabelautstärke ($2 \mu\text{b} \pm 80 \text{ Phn}$) eine Leistung von rund $0,2 \text{ mW}$ benötigt, dann kann man die dazu jeweils erforderliche Spannung in Abhängigkeit von der Kopfhörer-

impedanz angeben (Tab. I). Diesen Werten muß man die von Hi-Fi-Verstärkern gelieferten Brummspannungen gegenüberstellen. Sie beziehen sich auf die Nennausgangsleistung und einen bei guten Verstärkern zu erwartenden Brummspannungsabstand von 80 dB für die hinter dem Lautstärkereger liegenden Stufen. In Tab. II sind als Beispiel die Ausgangsspannungen und die Brummspannungen für drei verschiedene Hi-Fi-Verstärker zusammengestellt. Man kann davon ausgehen, daß die Brummspannung im gesamten Aussteuerbereich des Verstärkers annähernd gleichbleibt. Der Grund dafür liegt in der meistens angewendeten Stromversorgung aus elektronisch stabilisierten Netzteilen, bei denen die Brummspannung nur wenig lastabhängig ist.

Vergleicht man nun die für den Kopfhörerbetrieb erforderlichen Spannungen nach Tab. I mit den Brummspannungen der Verstärker nach Tab. II, dann sieht man, daß der Unterschied zwischen beiden Spannungen um so kleiner wird, je niedriger die Impedanz des verwendeten Kopfhörers und je größer die Verstärkerausgangslei-

stung ist. Das aber ist gleichbedeutend mit einer Verkleinerung des Brummabstands. Die entsprechenden Werte sind für den Verstärker B in Tab. III zusammengestellt. Der Brummabstand bei Kopfhörerbetrieb am Lautsprecherausgang ist wegen der ungünstigen Aussteuerungsverhältnisse in jedem Fall schlechter als beim Abhören über Lautsprecher, denen ja ein viel größeres Nutzsignal zugeführt werden muß, wenn man die gleiche Lautstärke erreichen will wie bei Kopfhörerbetrieb. In welchen Fällen der verringerte Brummabstand sub-

Tab. I. Für $0,2 \text{ mW}$ Leistung am Kopfhörer erforderliche NF-Spannung

Kopfhörerimpedanz Ohm	erforderliche Spannung mV
5	31,6
50	100
200	200
400	283
2000	633
4000	895

Verstärker	Nennleistung W	Anpassungsimpedanz Ohm	Ausgangsspannung V	Brummspannung mV
A	10	8	8,85	0,885
B	20	8	19,65	1,27
C	50	8	20	2,0

Tab. II. Ausgangsspannung und Brummspannung verschiedener Hi-Fi-Verstärker mit 80 dB Brummspannungsabstand

Tab. III. Brummspannungsabstand beim Anschluß verschiedener Kopfhörer an einen Hi-Fi-Verstärker

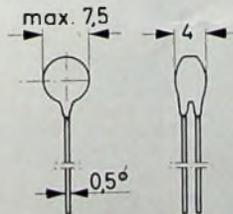
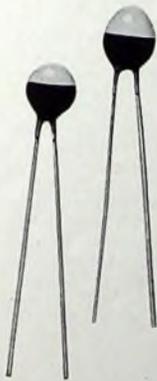
Kopfhörerimpedanz Ohm	erforderliche Kopfhörerspannung mV	Brummspannung mV	Brummspannungsabstand dB
5	31,6	1,27	27
50	100		38
200	200		44
400	283		47
2000	633		54
4000	895		57

ektiv störend wirkt, ist individuell verschieden. Empfehlenswert ist es, nach Möglichkeit Kopfhörer mit nicht zu niedriger Impedanz zu wählen (handelsüblich sind 200 und 400 Ohm). Eine Verbesserung würde ein gesonderter Kopfhörerausgang am Verstärker bringen, der vor der Endstufe liegt und eine niedrige Brummspannung führt. Bisher findet man einen solchen Ausgang an Hi-Fi-Verstärkern aber nur in Ausnahmefällen. -tsch-

VALVO

Bauelemente für die gesamte Elektronik

PTC-Widerstände aus unserem Vorzugsprogramm



Der PTC-Widerstand ist ein Halbleiterbauelement mit einem positiven Temperaturkoeffizienten, der in einem relativ engen Temperaturbereich besonders hohe Werte annimmt. Das Hauptanwendungsgebiet der PTC-Widerstände umfaßt zwei Bereiche: Einmal Temperaturmessung und -regelung sowie Schutz-einrichtungen gegen Überhitzung, zum anderen Stromstabilisierung, Relaisverzögerung, Füllstandsanzeige und Schutzeinrichtungen gegen Überspannungen und Überstrom.

Kaltwiderstand bei 25°C $\Omega (\pm 15 \Omega)$	Ansprechtemperatur*) $^\circ\text{C}$	max Strom mA	max zul. Spannung V
50	35	35	40
36	50	70	50
50	80	90	50
40	110	160	50
100	80	1500	240

*) Die Ansprechtemperatur bezeichnet die Temperatur, bei der der Widerstand auf den doppelten Wert des Kaltwiderstandes (25°C) angestiegen ist.

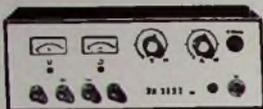


VALVO GmbH Hamburg

Bezugsnachweis durch:

Deutsche Philips G.m.b.H., 2 Hamburg 1, Postfach 1693

O 0869/667 H2

RIM
electronic

Regelbares transistorstabilisiertes

Netzgerät »RN 3005«**Max. Belastbarkeit jetzt 1 A**Regelbare elektron. Sicherung
von ca. 50 mA — 1 AAusg.-Spannung: 0-30 V kontin.
einstellbar u. erdfrei. Innenwider-
stand: 50 mΩ.Netzspannung: 110/120/130/220/
230/240 VVolltransistorisiert. 2 Meßinstr. f. Spannung + Strom. Maße:
255 x 95 x 180 mm. Gewicht: 3,6 kg.Kompl. RIM-Bausatz DM 209,—. RIM-Baumplatte DM 4,—
Betriebsfertig DM 280,—.

Verlangen Sie Prospekte „RIM Informationen 10/11/67“ und „Viellach-Meßinstrumente“!

RADIO-RIM8 München 15, Bayerstr. 25, am Hbf.
Tel. 0811/55 7221. — Telex 05-28166 rarim-d**Brummschleifen in Hi-Fi-Anlagen**

Zur Verbindung der verschiedenen Tonspannungsquellen (Plattenspieler, Tonbandgerät, Tuner usw.) mit dem Verstärker einer Hi-Fi-Anlage werden üblicherweise abgeschirmte Kabel mit Steckverbindungen nach DIN 41 524 verwendet. Leider werden bei der selbstausgeführten Montage von Anschlußkabeln immer wieder Fehler in bezug auf die Masseverbindungen gemacht, die zu unliebsamen Brummstörungen führen können.

Der Stift (beziehungsweise Buchsenkontakt) 2 ist im Verstärker mit einem ganz bestimmten (oft zentralen) Massepunkt verbunden. Dieser Anschluß darf daher nicht noch zusätzlich über die Steckerabschirmung mit einem anderen Chassispunkt verbunden werden. Oft wird aber der Fehler gemacht, daß innerhalb des Steckers eine leitende Verbindung zwischen der Abschirmhülle und dem Stift 2 hergestellt wird. Es ist aber gar nicht erforderlich, die Abschirmhülle über einen Stift an Masse zu legen, weil sie ja ohnehin über den Zungenkontakt in der Buchse mit dem Verstärkerchassis verbunden ist.

Beim Anschluß abgeschirmter Kabel an die Stecker ist zu unterscheiden, ob die Abschirmung zugleich einen Pol der Tonspannungsquelle bildet oder ob sie zusätzlich vorhanden ist. Bei Heimanlagen handelt es sich meistens um den zuerst genannten Fall. Dann darf man das Abschirmgeflecht nicht mit der Abschirmhülle des Steckers verbinden (wozu einen die quetschbare Zugentlastung gerne verführt), sondern nur mit dem Stift 2. Die Zugentlastung muß über dem äußeren Isoliermantel des Kabels zusammengedrückt werden. Ist das Abschirmgeflecht zusätzlich vorhanden und nur mit dem Gehäuse der Tonspannungsquelle verbunden (beispielsweise bei Mikrofonen), dann muß man das Abschirmgeflecht mit der Abschirmhülle (aber nur mit ihr!) verbinden. Die eigentlichen Anschlüsse der Tonspannungsquelle sind dabei sinngemäß an die Steckerstifte anzuschließen. Diese Technik findet man vor allem bei erdsymmetrischen Leitungen, wie sie in Studios üblich sind. Eine weitere Quelle von Brummstörungen

kann sich durch die Netzverbindung der Geräte mittels Schutzkontaktsteckern ergeben. Grundsätzlich sollte nur das Verstärkerchassis über den Schutzkontakt mit dem geerdeten Mittelpunktleiter (Nulleiter) des Netzes verbunden sein. Auch das ist aber nur dann erforderlich, wenn die Schutzmaßnahme Isolierung nach den VDE-Vorschriften nicht erfüllt ist. Vermeiden muß man, daß auch das Chassis anderer Geräte wie Plattenspieler, Tonbandgerät, Tuner usw. mit dem Schutzkontakt der Steckdose verbunden wird. An den sonst entstehenden Leiterschleifen können nämlich infolge kapazitiver Ausgleichsströme Brummspannungen abfallen, die in den Verstärker eingeschleppt werden. —dt

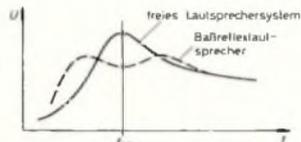
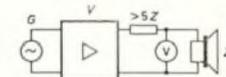
Messung der Resonanzfrequenz von Lautsprechern

Beim Selbstbau von Lautsprechergehäusen interessiert oft die Resonanzfrequenz des einzubauenden Lautsprechers. Sie läßt sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln messen. Dazu eignet sich die Schaltung nach Bild 1. Ein in der Frequenz veränderbarer Tongenerator G speist über den Verstärker V und einen Vorwiderstand das zu untersuchende Lautsprecherchassis mit der Impedanz Z. Parallel zu ihm liegt ein Spannungsmesser. Bei der Resonanzfrequenz des Lautsprechers hat seine Impedanz einen Maximalwert. Stimmt man den Tongenerator durch, dann zeigt der Spannungsmesser bei der Resonanzfrequenz also die höchste Spannung an.

Bei dieser Messung muß man jedoch einige Punkte beachten, um Meßfehler zu vermeiden. Der Tiefenregler des verwendeten Verstärkers sollte in Stellung „linear“ stehen, um konstante Ausgangsspannungen im gesamten Meßfrequenzbereich zu erhalten. Das Lautsprechersystem muß man frei im Raum aufstellen oder aufhängen (auf keinen Fall darf es in einem Gehäuse eingebaut sein), wobei es auch hinreichend weit von reflektierenden Flächen, zum Beispiel der Tischplatte, entfernt sein soll. Man vermeide außerdem zu große Meßspannungen. Besonders die modernen Tiefentonsysteme mit Eigenresonanz unter etwa

30 Hz sind wegen der weichen Membranaufhängung und der im nichteingebauten Zustand fehlenden Strahlungsdämpfung gegen Überlastung sehr empfindlich. Der mit dem Lautsprecher in Reihe geschaltete Widerstand verhindert den Betrieb mit eingepprägter Spannung, wobei die Impedanzänderung nicht mehr erkennbar wäre. Der Widerstand soll größer als das Fünftfache der Lautsprecherimpedanz sein.

Bild 1 Schaltung zur Messung der Resonanzfrequenz

Bild 2. Resonanzkurven von freiem Lautsprechersystem (f_{res} = Resonanzfrequenz) und Baßreflexbox

Auch zur Kontrolle der Dämpfung der Lautsprecherresonanz bei eingebauten Systemen und zur Impedanzmessung kann man das Verfahren anwenden. Besonders interessant ist es schließlich zum Abgleich von Baßreflexgehäusen. Dabei muß man das Gehäuse mit Hilfe der Zusatzöffnung so abstimmen, daß die charakteristische Resonanzkurve eines zweikreisigen überkritisch gekoppelten Bandfilters entsteht (Bild 2). Sie kommt durch die Kopplung zweier Schwingungsgebilde (Lautsprecher und Gehäuse) zustande. Es sei hier ausdrücklich bemerkt, daß sich die Eigenresonanz eines Lautsprechersystems allmählich zu tieferen Frequenzen hin verschiebt, weil sich die Struktur des Faserstoffs am Membranrand nach längerer Betriebszeit ändert und die Membraneinspannung weicher wird. Aus diesem Grund zeigen anfänglich richtig bemessene Baßreflexboxen später doch einen deutlichen Fehler (sogenannter Bums). Deshalb sollte man eine Korrekturmöglichkeit am Gehäuse vorsehen. Gu.

1 JAHR GARANTIE **NEU!** **1 JAHR GARANTIE** **zeninger servix**

auf alle Transistoren und Dioden

Dieses Zeichen garantiert für Qualität!



Über 2300 Halbleiter-Typen

ab Lager lieferbar
Dioden · Transistoren · Thyristoren · FET-Transistoren
Mengenrabatte · Fordern Sie bitte
sogleich RIM-Halbleiter-Preisliste an! Abt. F 2.
RADIO-RIM · 8 München 15, Bayerstr. 25 · Tel. 0811/55 72 21

Achtung! Direkt vom Alleinhersteller.

Drahtlose Sendemikrofone mit und ohne FTZ Nr. (Bundespost zugelassen) Mehrere Modelle in verschiedener Ausführung, mit viel Zubehör. Entsprechende Empfänger ebenfalls lieferbar. Fordern Sie sofort unsere neuesten Kataloge an.

Wireless-Mike-Electronic
Inh. Claus Braun

6051 Dietzenbach Steinberg
Pestalozzistraße 22
West-Germany
Telefon 061 04 / 35 43



Moderne Elektronik-Fachbücher
für Techniker – Studenten – Amateure.
Verlangen Sie kostenlos „RIM-Literaturfibel“!
RIM-Electronic-Jahrbuch '68
– 464 Seiten – Schutzgebühr DM 3,90, Nachn.
Inland DM 5,70. Vorkasse Ausland DM 5,60,
(Postscheckkonto München Nr. 137 53).

8 München 15, Postfach 275. – Abt. F 2.

Telex 05-28166 rarim-d.

RADIO-RIM

REGEL-TRENN-TRANSFORMATOR Type TR 8

für Farbfernseh-Service und Laborbedarf – Nennleistung 800 VA
umschaltbar 220/120 Volt – Liste 171



ENGEL GMBH

62 WIESBADEN-SCHIERSTEIN
Rheingaustraße 34-36
Telefon: 608 21 · Telex: 4186860

Jetzt kaufen!

Preise stark herabgesetzt für Schreibmaschinen aus Verführung und Belesen, jedoch Casella o. Daimlerrecht, Kleinsto Rorian. Fordern Sie Grettchenbogen 907 K

NÖTHEL Deutschlands größtes Büromaschinenhaus
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

Verkäufe

Transformatoren und HF-Spulen zum Radiobasteln mit Transistoren. Kaho-Elektroversand, 65 Mainz/2333

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren, Berlin 30

Kaufgesuche

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

Spezialröhren, Rundfunkröhren, Transistoren, Dioden usw., nur fabrikmässige Ware, in Einzeilstücken oder größeren Partien zu kaufen gesucht.

Hans Kaminzky
8 München-Solln
Spindlerstraße 17

Meisterschule für das Radio- und Fernsehtechnikerhandwerk in München

Träger: Landeshauptstadt München und Handwerkskammer für Oberbayern (in enger Zusammenarbeit mit der Elektroinnung München)

Beginn: Der nächste Tagesfachlehrgang beginnt Mitte September 1968 und dauert bis Juli 1969

Ausbildungsziel: Vorbereitung auf alle Teile der Meisterprüfung

Finanzielle Beihilfen: Durch das Arbeitsamt

Unterkunftsmöglichkeiten: In Wohnheimen

Modernste technische Ausstattung und beste Lehrkräfte!

Anmeldung: Meisterschule für Radio- und Fernsehtechnik, 8000 München 80, Friedenstraße 26. Telefon: 40 18 61.

Fordern Sie einen kostenlosen Prospekt und Anmeldeformulare an!



Wir haben große technische Aufgabenstellungen vor uns! Im Rahmen dieser Aktivität suchen wir zur Ausweitung unserer Entwicklungsabteilungen

ENTWICKLUNGSINGENIEURE

Mit guten Kenntnissen und Erfahrungen auf dem HF-, Rundfunk- und Halbleiterschaltungsgebiet. Weiterhin suchen wir

PRÜFFELD-SACHBEARBEITER MIT REFA-AUSBILDUNG

sowie

SACHBEARBEITER FÜR DIE ARBEITSPLANUNG UND ZEITVORGABENERMITTLUNG

Praktische Erfahrung in der Montage von Rundfunk- und Fernsehgeräten und deren Bauteile, sowie Kenntnisse der Spulenwickelerei sind erforderlich. Die Bewerber müssen in der Lage sein, für diese Fertigkeiten erforderliche Einrichtungen und Werkzeuge selbständig und verantwortlich vorzuplanen.

Unser Werk liegt in herrlicher Voralpenlandschaft in Nähe des Chiemsees. Bei der Wohnungsbeschaffung sind wir gern behilflich. Bewerber, die obigen Anforderungen entsprechen, bitten wir, Bewerbungsunterlagen wie Zeugnisabschriften, Lebenslauf mit Angaben der Gehaltswünsche und des frühesten Eintrittstermins einzureichen an:

KÖRTING RADIO WERKE GMBH · 8211 GRASSAU IM CHIEMGAU
Tel. 08641/2051

TUNER-CONVERTER-TRANSISTOREN

UT 2 Orig.-Philips-IMP-Tuner PC 86, PC 86, kpl. m. Baluntrafo, Abstimmknopf, Greb-Feintrieb
1 St. 26,50 3 St. 24,50 10 St. 22,50
UT 69 Telef.-Trans.-Tuner, 2 x AF 139, Baluntrafo, Schaltung
1 St. 28,50 3 St. 27,—

UT 69 K dco. m. Greb- u. Fein-Feint-Knopf
1 St. 35,— 3 St. 30,50

UT 70 Converter-Tuner, 2 x AF 139, Baluntrafo, Ausg.-Sym.-Glied, Schaltung
1 St. 30,— 3 St. 28,50 10 St. 26,50

UC 240 Trans.-Converter in kleinem Gehäuse, Linearskala, AF 239, AF 139, Maße: 170 x 130 x 80 mm
1 St. 50,50 3 St. 48,— 10 St. 44,50

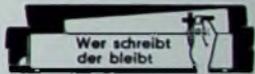
DAE 4 Telef.-UHF-Tastenanzeige 4 Tasten, Tuner, UHF/VHF Taste plus 3 Programm-Tasten, 2 x AF 139
1 St. 39,50 3 St. 37,50

NT 5605 Philips-UHF-Abstimmereinheit mit 4 Stat.-Tasten, Tuner AF 139, AF 239
1 St. 39,50 3 St. 37,50

Siemens Transistoren
AF 139 1 St. 2,90 10 St. 2,70 100 St. 2,60
AF 239 1 St. 3,25 10 St. 2,90 100 St. 2,70

Vers. p. Nachn. ab Lager. Preise inklusive Mehrwertsteuer. Aufträge unter 25,—, Aufschlag 2,—. Katalog gegen 2,— in Briefmarken.

CONRAD 8459 Hirschau/Bay. Fach 13 FT
Ruf 08622/225 Anrufbeantworter



Heiß trotz Mehrwertsteuer leicht

MOGLER-Kassen halten schnell die versch. Umsatzarten fest, insbesondere auch Vorsteuerposten wie Frachten, die abzugsfähig sind. Alles ist nach Sparten getrennt zur schnelleren Abrechnung zur Verfügung. Fordern Sie unverbindlich Prospekt Nr. 188

MOGLER-Kassentechnik, 71 Heilbronn.

Preiswerte Halbleiter

AA 116	DM 1,50
AA 117	DM 1,55
AC 122 gn	DM 1,25
AC 151 v	DM 1,60
AC 187/188 K	DM 3,45
AD 133 III	DM 6,95
AD 148 V	DM 3,95
AF 118	DM 3,95

BC 107 A B	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 108 A B C	DM 1,10 10/DM 1,—
BC 109 B C	DM 1,20 10/DM 1,10
BC 170 B	DM 1,05 10/DM 1,—
BF 115	DM 3,20 10/DM 3,—
2G 27 ... 2G 33	a DM 2,40
2N 706	DM 1,65 10/DM 1,55
2N 708	DM 2,35 10/DM 2,20
2N 2218	DM 3,10 10/DM 2,90
2N 2219 A	DM 4,35 10/DM 3,95
2N 3702	DM 1,60 10/DM 1,50

Nur 1 Wahl! Schneller NN-Versand! Kostenlose Bauteile-Liste anfordern!

M. LITZ elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Postfach 65

171

10020

E - Thälmann-Str. 56



Warum Gold?

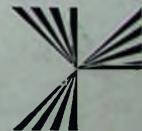
Mit *Permacolor* liegt Gold richtig, denn am goldenen Farbton erkennen Sie am besten die Qualität einer Farbbildröhre. Achten Sie darauf! Unsere neuen Farbbildröhren in *Permacolor*-Technik haben immer die gleiche, brillante Farbbildwiedergabe, auch gleich nach dem Einschalten. Durch eine spezielle Aufhängung der Lochmaske konnten wir das erreichen. Übrigens, der Zeitaufwand für den Service ist damit wesentlich verringert worden. Das ist für Sie bares Geld! Bisher war der Kontrast bei Farbbildröhren ein Problem. Wir haben jetzt durch besondere Wahl des roten Phosphors die Helligkeit des Schirmbildes um 20% gesteigert. Damit wird selbst in hellen Räumen Farbfernsehen problemlos. Und nicht zu vergessen: beim Schwarzweiß-Empfang sehen Sie wirklich weiße Flächen.

Hervorragend ist auch die Qualität. Weltweite Erfahrungen und jahrzehntelange Entwicklungen stecken in jeder *Permacolor*-Farbbildröhre. Untersuchungen über die Lebensdauer zeigten Betriebszeiten, die nur mit Langlebensdauer-Röhren vergleichbar sind. Selbstverständlich sind SEL-Farbbildröhren auch in SELBOND®-Technik lieferbar.

Der Vorteile wegen: SEL-Farbbildröhren mit *Permacolor*!

Standard Elektrik Lorenz AG
Geschäftsbereich Bauelemente
Vertrieb Röhren
73 Eßlingen, Fritz-Müller-Straße 112
Telefon: ** (07 11) 351 41, Telex: 7-23594

Im weltweiten **ITT** Firmenverband



SEL