

18

2. September-Ausgabe 1976  
31. Jahrgang

# FUNK

# TECHNIK

Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen, Phono und Hi-Fi



# BOLEX

präsentiert Neuheiten ihres HiFi-Programms 76/77.  
Spitzengeräte des Weltmarktes  
geprüft — getestet — begehrt



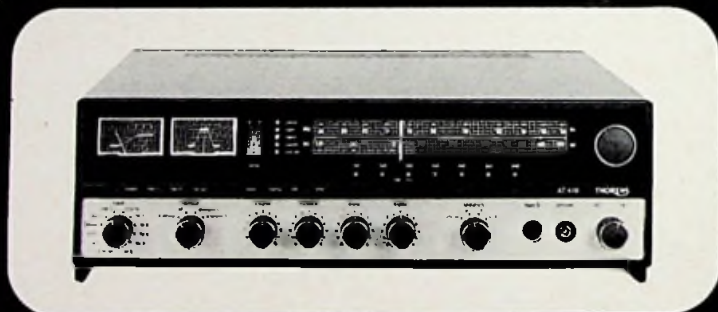
**THORENS**

HiFi-Plattenspieler und Receiver  
der Profiklasse



**ortofon**

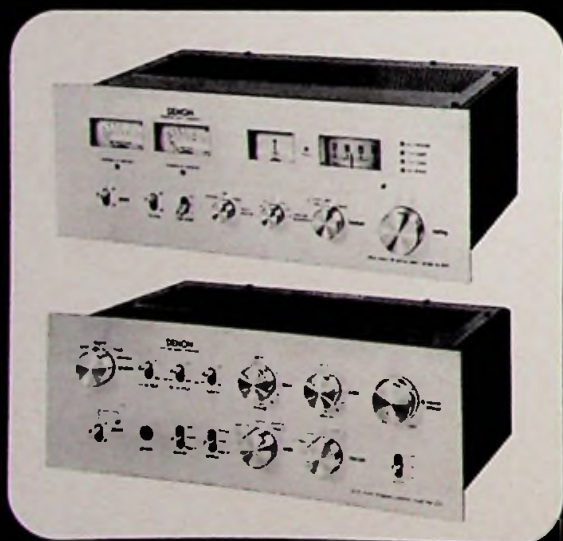
Magnetische und  
dynamische Ton-  
abnehmersysteme von  
Kennern bevorzugt.



**DENON**

HiFi-Komponenten  
auf Studio-Level

PCM-Schallplatten  
für anspruchsvollste  
Musikfreunde



**DEZSŐ RANKI**  
**FRANZ LISZT**  
DANTE SONATA · MEPHISTO WALTZ · SONATA IN B MINOR

Fordern Sie ausführliche Informationen über das neue  
BOLEX HiFi-Programm von uns an.

**BOLEX GMBH Foto · HiFi · Audiovision**

Oskar-Messter-Straße 15 · 8045 Ismaning bei München

Wir stellen aus auf der hifi '76, Halle 2, Stand Nr. 2007



## Forschung und Entwicklung

### Hi-Fi-Technik

An der Grenze zur Philosophie . . . . . 553

### Hi-Fi-Plattenspieler

Dräger, H.: Ein neues Automatikgerät mit sensorgesteuerter Elektronik  
Der neue Hi-Fi-Automatik-Plattenspieler „GA 222 Electronic“ von Philips enthält nur noch wenige dem Verschleiß unterworfenen Bauteile. Der Beitrag geht ausführlich auf den Aufbau und die Arbeitsweise der elektronischen Schaltung dieses Gerätes ein . . . . . 554

### Hi-Fi-Receiver

Porges, I.: Moderne Schaltungstechnik am Beispiel des neuen Telefunken-Modells „TR 1200“  
Mit dem Receiver-Modell „TR 1200“ erweitert Telefunken die neue Reihe von Hi-Fi-Geräten, die das Unternehmen kürzlich mit dem Spitzenmodell „TRX 2000“ einleitete. Die beiden Modelle stimmen in wesentlichen Teilen miteinander überein, so daß hier vor allem beschrieben wird, welche neuen oder anderen Lösungen bei dem Modell „TR 2000“ gefunden wurden . . . . . 556

### Bauelemente-Technologie

Werner, K.: Wärmeableitung vom Kristall bei Einzelableitern und ICs  
Zu den kritischen Grenzdaten der Halbleiter-Bauelemente gehört die Sperrschicht-Temperatur: Nur bei genauer Kenntnis der im Betrieb auftretenden maximalen und mittleren Temperaturen lassen sich die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit ermitteln. Der Beitrag beschreibt Verfahren zum Messen der Temperatur im Innern des Kristalls von Bauelementen der Nachrichtentechnik . . . . . 560

### Rubriken

Kurzberichte über neue Bauelemente . . . . . 559  
Meldungen über neue Bauelemente . . . . . 570

## Werkstatt und Service

### Für den jungen Praktiker

Wegner, G. E.: Fehlersuche in röhrenbestückten Fernsehgeräten

Im Fernseh-Service entfällt mehr als die Hälfte aller Reparaturen auf röhrenbestückte Geräte. Der Autor gibt besonders dem jüngeren Radio- und Fernstechniker hierfür nützliche Hinweise . 572

### Amateurfunk

Koch, E.: Uniden 2020 – ein KW-Transceiver neuester Schaltungskonzeption  
Für den Amateurfunkverkehr auf Kurzwelle hat sich – von wenigen Fällen abgesehen – der Transceiver durchgesetzt. Der Autor beschreibt den neu auf den Markt gekommenen Transceiver „Uniden 2020 PLL Digital“ ausführlich und geht besonders auf die Schaltung des Gerätes ein . . 578

## Markt und Handel

### Das Hi-Fi-Studio

Nisius, H. J.: Die Qualitätsbeurteilung von Hi-Fi-Anlagen in vergleichenden Hörtests  
Wie die Qualität von Hi-Fi-Erzeugnissen beurteilt werden kann, gilt auch unter Fachleuten noch immer strittig. Deshalb erläutert der Autor aufgrund seiner reichhaltigen Hörerfahrung, worin Hi-Fi-Qualität besteht, wie sie ermittelt werden kann und wie es zu vielen der weitverbreiteten Fehlerurteile kommt . . . . . 588

### hifi '76

Kleine Vorschau auf ein großes Ereignis . . . . . 595

### Verkaufsförderung

Höflichkeit steigert den Umsatz . . . . . 598

### Marktzahlen

Die Ausgaben der Privathaushalte für braune Ware 598

Die Letzte Seite . . . . . 600

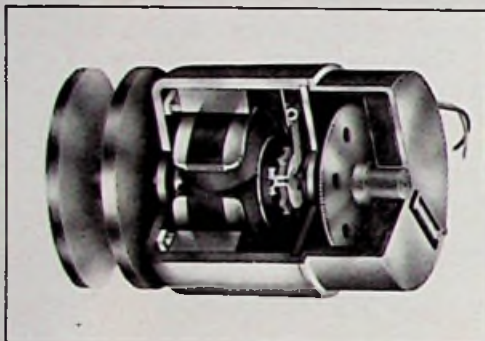
## Titelbild

Elektronik anstelle von Mechanik bauen die Entwicklungsingenieure der Firma Philips überall dort in die neuen Plattenspieler ein, wo es ihnen wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Der Bildausschnitt zeigt die Unterseite des Hi-Fi-Plattenspielers „GA 222 Electronic“, über den auf Seite 554 dieses Heftes ausführlich berichtet wird.

# NEU: Philips 406 AU Unsere Alternative Die marktgerechte Phono-Programms

**DC SERVO  
BELT-DRIVE**

Mit dem 406 AUTOMATIC bietet Philips Ihnen einen ausgereiften, hochmodernen HiFi-Wechsler an. Weil nicht wenige HiFi-Freunde – bei hohen Ansprüchen an die Wiedergabequalität – auf dem Komfort einer Wechselautomatik bestehen. Der 406 AUTOMATIC wird diesen Wünschen in vorbildlicher Weise gerecht: in der technischen Ausstattung und im



## DC-Servo-Belt-Drive

Der mit einem Gleichstrom-(DC)-Motor kombinierte Tachogenerator (Servo) erzeugt ein Frequenzsignal, das über einen Mini-Computer jede Drehzahl-Abweichung sofort elektronisch registriert und korrigiert.

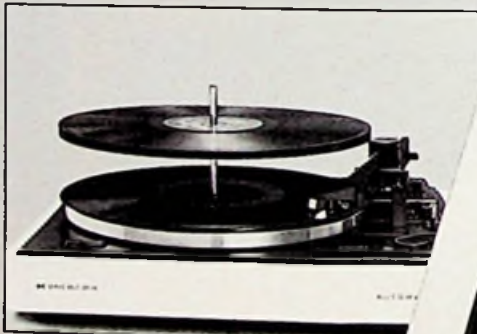


Der damit gesteuerte unkomplizierte Riemenantrieb (Belt-Drive) absorbiert auch den letzten Rest von Unregelmäßigkeit. Daher äußerst konstanter Gleichlauf und optimales Rumpelverhalten.



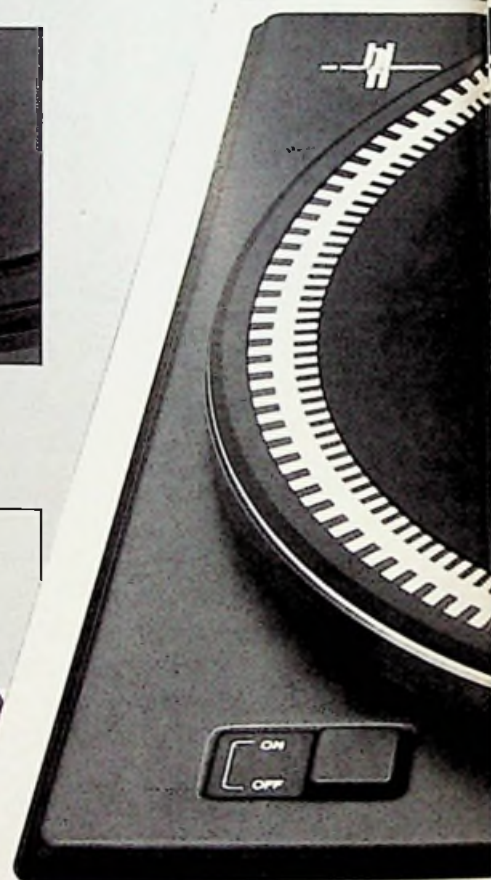
## Philips SUPER M-System 400

Hohe Abtastfähigkeit durch minimale dynamische Masse, hohes Signal-Rausch-Verhältnis durch Spezial-Magnet. Größte Plattenschonung, lange Lebensdauer durch hohe Compliance und geringe Nadelauflegekraft.



## Separater Wechsler-Motor

Ein zweiter DC-Motor übernimmt die Automatik-Funktionen des Wechsers. Die vorzüglichen Laufwerkseigenschaften werden also durch den Wechslerbetrieb nicht beeinträchtigt.



DC SERVO BELT-DRIVE

## Neuentwickelter Metall-Tonarm

Optimale Geometrie, minimale Lagerreibung. Nadelauflegekraft stufenlos regelbar – von 0–4 p.

## Elektronische Drehzahl-Feinregulierung

Durch den Einsatz der Elektronik kann jede Drehzahl für sich und unabhängig voneinander feinreguliert werden. Was programmiert wird, hält die Elektronik exakt ein.

406 AUTOMATIC – der richtige HiFi-Plattenwechsler zur richtigen Ze

# TOMATIC. für Ihren Wechsler-Umsatz. Abrundung eines idealen



Abspielergebnis, DC-Servo-Belt-Drive und separater DC-Wechsler-Motor sind die herausragenden Merkmale. Sein erstaunlich günstiger Preis ist eines seiner beeindruckendsten Verkaufsargumente ... denn ein attraktives Preis-/Leistungsverhältnis können Sie von allen Philips Phono-Geräten erwarten.

hi  
HIGH FIDELITY INTERNATIONAL



## Automatische Durchmesser- und Drehzahl-Wahl

Der 406 AUTOMATIC „erkennt“ den Schallplatten-Durchmesser mit einem Taster am Plattenteller-Rand. Und er ordnet automatisch die richtige Drehzahl zu; elektronisch gesteuert.

## Quadrophonie-bereit

Mit dem Quadro-Tonabnehmersystem Philips SUPER M 422 ist der 406 AUTOMATIC ein komplettes Quadrophoniegerät und damit

zukunftssicher – komplett für das Abspielen von Quadrophonie-Schallplatten (SQ- oder CD-4-Abtastung).

## Antiskating-Einrichtung

Zum Erzielen optimaler Abtastergebnisse getrennte Einstellmöglichkeiten – für konische, biradiale und CD-4-Diamanten. Stufenlos regelbar.

# PHILIPS

und zum richtigen Preis! Von Philips. Ihrem trendsetzenden Phono-Partner.

# 3 x vorbildlich

Das gute Vorbild für eine leistungsstarke HiFi Kompakt-Anlage ist die ELAC Compact C 1330 — vorbildlich der Receiver, vorbildlich der Plattenspieler mit seinem neuartigen Antrieb,

vorbildlich das vielgelobte Cassettendeck. Kurz: die Summe technischer Feinheiten bietet dem Fachberater eine Vielzahl von Verkaufs-Argumenten — bei kritischen Kunden besonders.

## HiFi-Stereo-Receiver

2 x 50 Watt Musikleistung,  
2 x 30 Watt Sinusleistung.  
Anschlüsse für Kopfhörer, Mikrofon, 2 Lautsprecher sowie 2 weitere für raumfüllenden ELAC Quadrosound. Rundfunkteil mit UKW, MW, LW, KW. UKW-Programmvorwahl mit 6 Reglern und Sensor-Automatik.

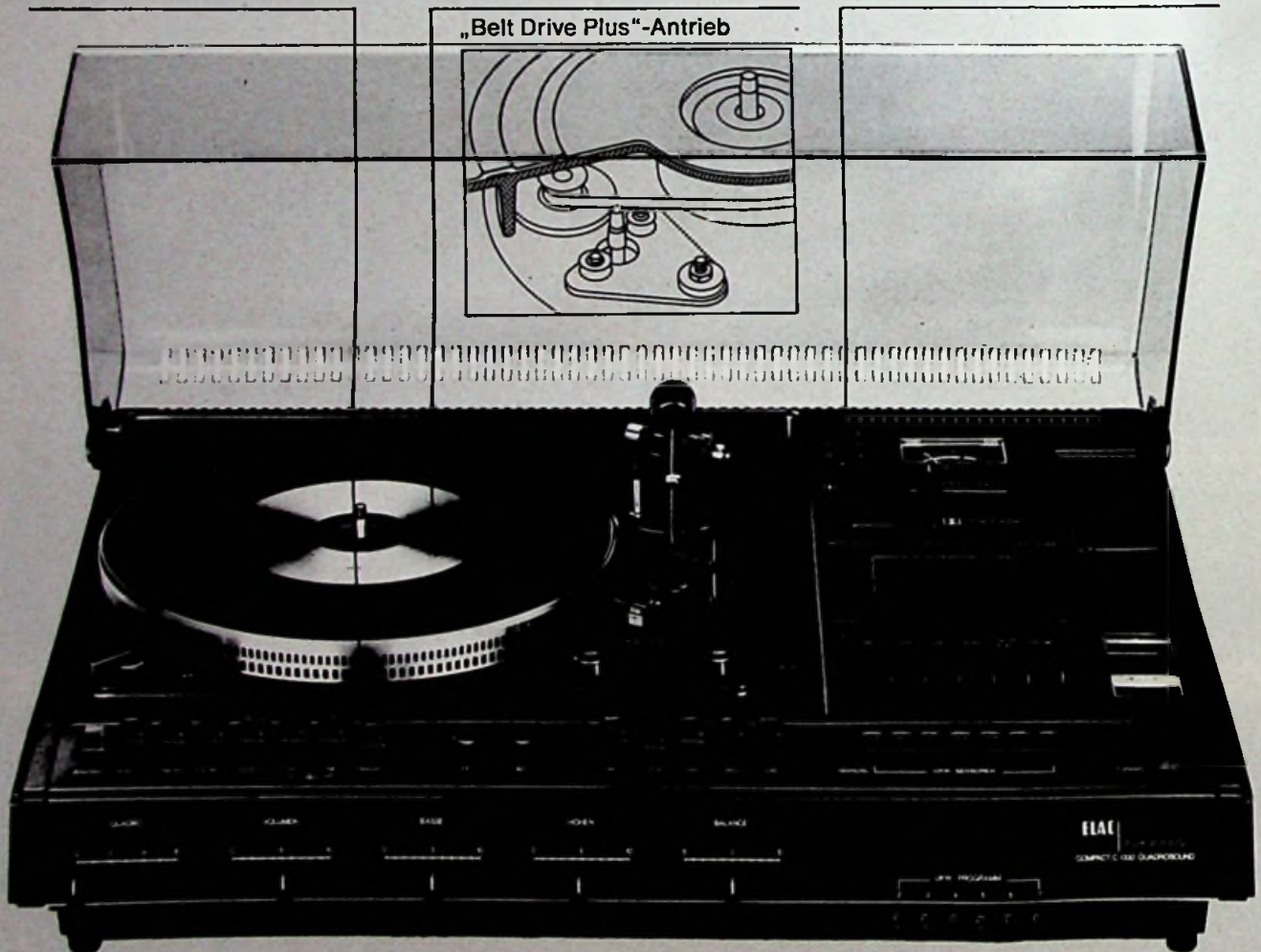
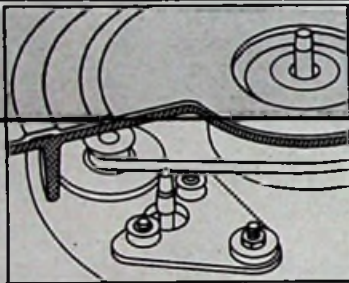
## HiFi-Stereo-Plattenspieler

ELAC 830 mit HiFi-Magnet-Tonabnehmer ELAC STS 355-17. Manuell und vollautomatisch mit Wechselautomatik. Allseitig ausbalancierter Präzisionstonarm. Auflagekraft 0,5-4 p. Antiskating-Einrichtung. Geschwindigkeitsregulierung mit beleuchtetem Stroboskop. Tonarmlift. Freilaufachse.

## 4-Spur-HiFi-Stereo-Cassettendeck

Dolby-System zur Verbesserung des Geräuschspannungsabstandes. Manuelle und automatische Eingangspegel-Aussteuerung. Beleuchtetes Pegelmeßinstrument. Umschalter für CrO<sub>2</sub>-Band.

### „Belt Drive Plus“-Antrieb



Ausführliche Informationen über die ELAC COMPACT C 1330 und über das weitere ELAC Programm von

# ELAC

ELECTROACUSTIC GMBH  
Postfach 2020, 2300 Kiel 1

In Österreich: HANS KOLBE Ges. m. b. H., Mollardgasse 64, 1060 Wien 6  
In der Schweiz: APCO AG, Räfelstraße 25, 8045 Zürich  
In Holland: Electrotechniek BV, Duivendrechtsekade 91-94, Amsterdam  
In Belgien: S. A. Jean Ivens N. V., Rue du Val Benoît, 27, 4000 Liège  
In Luxemburg: SOGEL S. A., 1, Demier Sol, Luxembourg

Hi-Fi-Technik

## An der Grenze zur Philosophie

Die 3. Internationale Ausstellung mit Festival hifi '76 in Düsseldorf offenbart einen Stand der Hi-Fi-Technik, von dem die Vorkämpfer dieses modernen technischen Gebietes – einige von ihnen sitzen noch heute im Vorstand des veranstaltenden Deutschen High Fidelity Instituts – Anfang der sechziger Jahre nicht einmal zu träumen wagten: Die Kunst der Entwickler läßt keinen Qualitätsanspruch unerfüllt, jedenfalls für denjenigen, der die für die oberen Güteklassen wahrhaft fürstlichen Preise zahlen kann und will.

So groß der Fortschritt der Technik aber auch sein mag, so wenig scheint sich die Grundhaltung der vielen an der High-Fidelity Interessierten weiterentwickelt zu haben. So erinnert uns der Ausstellungsprospekt mit seinen Antworten auf die selbstgestellte Frage „Was ist Hi-Fi?“ an die Frühzeit der Hi-Fi-Enthusiasten, die sich ihrer Umwelt kaum verständlich machen konnten. „High Fidelity“, so heißt es dort, ist „vollendete Musikwiedergabe im Heim“, „die Verbindung von Musik und Technik“ oder „sie ermöglicht die im Konzertsaal kaum zu erreichende Klangwiedergabe“, kurz, sie „perfektioniert das Hörerlebnis zur vollkommenen Raumillusion“. Mit solchem Wortgeklingel führen die Düsseldorfer Messen (Slogan: „Basis für Business“) den Verbraucher nicht an die Vorzüge der Hi-Fi-Wiedergabe heran, sondern verunsichern ihn eher noch mehr, als er es ohnehin schon – oder noch – ist.

Die jahrelange Aufklärungsarbeit, die Hersteller, Fachhändler und Presse geleistet haben, klammerte nämlich in der Regel die

vordringliche Frage aus, für wen High Fidelity denn überhaupt gemacht werden soll und kann. Niemand sollte die potentiellen Käufer von Hi-Fi-Geräten nur in einem elitären Kreis suchen wollen, denn Qualität muß für jeden gemacht werden und für jeden erschwinglich sein. Insofern möchten wir, gerade anlässlich der HiFi-Ausstellung, auch an die „einfachen“ Stereo-Geräte denken, und zwar keineswegs abwertend, und ebenso möchten wir die Norm DIN 45 500 trotz aller gerechtfertigter Einwände als einen vernünftigen Kompromiß, ohne den es heute den Begriff „High Fidelity“ möglicherweise nicht mehr gäbe, herausstellen.

Die Öffnung der High Fidelity für größere Verbraucherschichten braucht die Rechte der anspruchsvollen Hörer nicht zu schmälern, doch wir sollten uns stets dessen bewußt sein, daß die Diskussionen über Hi-Fi-Geräte in der Regel bei der Technik beginnen, aber sehr schnell die Grenze zur Philosophie überschreiten. Tatsächlich ist der Weg eines Schallereignisses von der akustischen Luftschwingung bis zum Empfinden und Werten durch das menschliche Individuum noch weitgehend unerforscht. Auch sind die physikalischen Vorgänge beispielsweise in den elektroakustischen Wandlern teilweise so komplex, daß sie kaum alle genau erfaßt, geschweige denn berechnet werden können.

Dies alles erschwert die sachliche Betrachtung der High Fidelity ungemein und verstärkt verständlicherweise den Wunsch nach wenn schon nicht objektiven, so doch objektivierbaren Beurteilungsmaßstäben. Es dürfte eine dankbare Aufgabe für das Deutsche High Fidelity Institut sein, der anspruchsvollen Bezeichnung „Institut“ folgend, mit wissenschaftlichen Methoden Grundlagen für die Beurteilung der Qualität zu erarbeiten und damit die High Fidelity davor zu bewahren, zum Selbstzweck zu werden oder – schlimmer noch – ganz im Bereich der Philosophie aufzugehen.

W. Sandweg

Hi-Fi-Plattenspieler

## Ein neues Automatik-Gerät mit sensorgesteuerter Elektronik

Holger Dräger, Hamburg

Obwohl es viele technisch hochwertige Schallplattenabspielgeräte auf dem Markt gibt, suchen die Hersteller immer wieder nach neuen Wegen, wie sie hohe Qualität zu günstigeren Preisen anbieten und gleichzeitig den Bedienungskomfort erhöhen können. Eine interessante Entwicklung in dieser Richtung ist der Hi-Fi-Automatik-Spieler GA 222 Electronic von Philips, der in diesem Monat neu auf den Markt kam.

### Sensor-Elektronik mit Leuchtdiodenanzeige

Der nur mit wenigen dem Verschleiß unterworfenen Bauteilen ausgelegte Automatik-Plattenspieler fällt schon äußerlich durch seine Sensortasten mit eingebauten Leuchtdioden sofort auf (Bild 1).

Beim Berühren des Start-Sensors wird der Transistor TS 438 (Bild 2) leitend. Dadurch leitet der Transistor TS 440 seinerseits, und das Flip-Flop TS 442/444 wird in Startposition gekippt. LED 457 und Elektromagnet L2 werden an negative Spannung gelegt. Zur gleichen Zeit wird das Flip-Flop TS 435/434 getriggert und zieht Punkt A auf Nullpotential. Damit wird für L2 und LED 457 über die Diode D 472 der Stromkreis geschlossen. L2 steuert die Bewegung des Tonarms von außen nach innen.

Zugleich wird der Motor M über die Diode D 469 an Punkt A (Nullpotential) gelegt und Elektromagnet L1 aktiviert. Dadurch wird das Kurvenrad an die Tellerachse gekuppelt. Durch seine Drehbewegung werden der Stummschalter SK 3 betätigt. Der vom Kurvenrad geführte Hebel bewegt über einen Fühlstift und eine Rutschkupplung den Tonarm in Richtung auf die Einlaufrille. SK 3 kippt das Flip-Flop TS 434/435 zurück, und L1 wird stromlos. Während des Startzyklus werden über die Dioden D 470 bzw. D 478 der Motor M, LED 457 und L2 über SK 3 versorgt. Darüber hinaus überbrückt SK 3 die Geschwindigkeitseinstellung so, daß der Platten-

teller nur mit 33 U/min dreht und eine ruhige Tonarmbewegung gewährleistet ist.

Bei der ersten Plattentellerumdrehung wird über einen Fühler am Rande des Plattentellers der Plattendurchmesser abgetastet, so daß die Tonarmbewegung genau über der Einlaufrille endet. Anschließend öffnet SK 2 und TS 432 leitet. Jetzt dreht der Motor auf der vorgewählten Geschwindigkeit, und er wird durch den Tachogenerator kontrolliert.

Wenn die Nadel über der Einlaufrille steht, hat das Kurvenrad seine Umdrehung nahezu vollendet. Der Rest der Umdrehung senkt den Tonarmlift und kuppelt das Kurvenrad aus. SK 3 und der Stummschalter öffnen, L2 geht in Ruhestellung und LED 457 verlischt. Der Arm ist jetzt völlig vom Antrieb entkoppelt.

### Manueller Start

Nach Betätigen des Lifthebels und Berühren des Geschwindigkeit-Sensors wird der Tonarm von Hand nach innen geschwenkt. Durch diese Bewegung wird der Schalter SK 2 geschlossen, und der Motor läuft an. Der hydraulisch gedämpfte Tonarmlift senkt die Nadel sanft ab.

### Automatischer Stop (Endabschaltung)

Nachdem die Platte abgespielt ist, läuft die Nadel in die Auslaufrille. Die große Steigung der Rille ist das Kriterium für die opto-elektronische Endabschaltung der Platte.

Durch das Abblenden des Lichtstrahles der LED 405 wird der LDR R 499 hochohmig, die Basis-Spannung von TS 433 steigt, und der Transistor leitet. C 733 wird umgeladen, so daß die Basis von TS 436 positiver wird, und nun auch dieser Transistor leitet. TS 446 führt



GA 222 Electronic

jetzt Strom, und der Knotenpunkt mit Kollektor TS 446, R 581 und R 580 geht gegen Null, das heißt, das Flip-Flop TS 442/444 wird in Stop-Position gekippt (TS 442 leitet).

TS 450 ist gesperrt, so daß L2 nicht aktiviert werden kann. Auch TS 434 und TS 435 beginnen zu leiten und setzen den Punkt A gegen Null. Damit erhält LED 456 Nullpotential und leuchtet auf. Aber auch der Motor wird über D 469 an Nullpotential gelegt und hält so den Antrieb in Bewegung. Da L1 aktiviert ist, wird das Kurvenrad an die Tellerachse gekuppelt und SK 3 sowie der Stummschalter schließen. Daraufhin sperren TS 434, TS 435 und – falls 45 U/min eingestellt waren – wird die Geschwindigkeit wieder auf 33 U/min reduziert. Über D 478 erhält LED 456 Nullpotential. Das drehende Kurvenrad schwenkt den Tonarm in seine Ruhestellung zurück.

Kurze Unterbrechungen der Netzspannung oder Netzspannungsschwankungen beeinflussen die Abschalt-Automatik nicht, weil Störimpulse über das Differenzglied C 736/R 553 den Transistor TS 437 öffnen und TS 436 sperren. Auf die relativ langsamen Veränderungen, wie sie durch das Einschwenken der Blende vor den LDR entstehen, reagiert TS 437 nicht.

Kurz bevor der Arm über der Armstütze anlangt, öffnet SK 2; der Motor wird jedoch weiterhin über SK 3 und D 470 versorgt. Nachdem die Umdrehung des Kurvenrades vollendet ist, öffnen SK 3 und der Stummschalter, so daß der Stromkreis für den Motor und LED 456 unterbrochen werden.

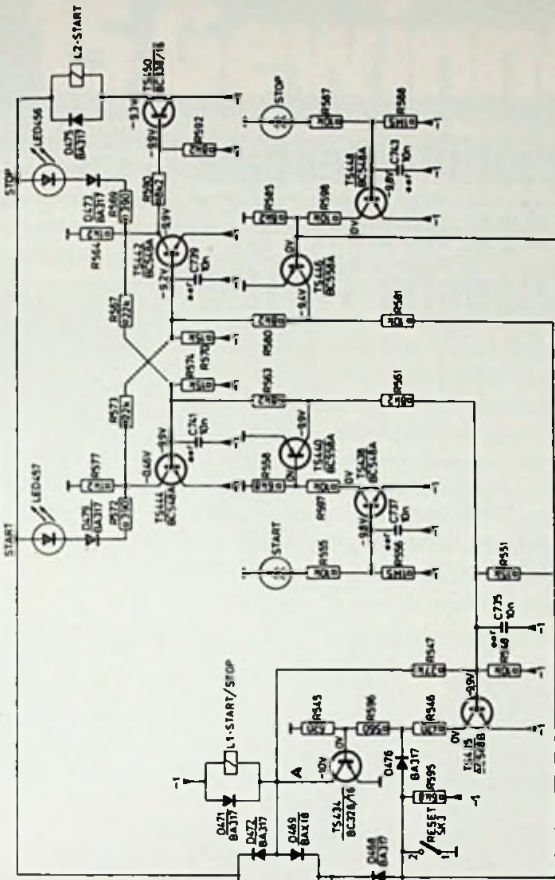
### Manueller Stop

Falls das Spiel unterbrochen werden soll, wird der Stop-Sensor berührt und damit das Flip-Flop TS 442/444 in Stop-Position gekippt. Alle weiteren Funktionen laufen wie bei der automatischen Endabschaltung ab.

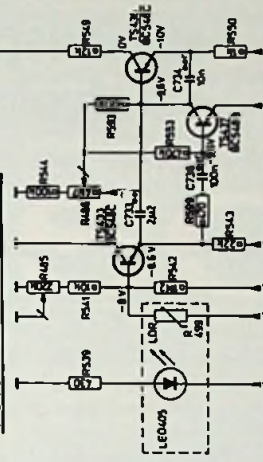
Ing. (grad.) H. Dräger ist technisch-kommerzieller Mitarbeiter in der Phono-geräte-Abteilung der Philips GmbH, Hamburg



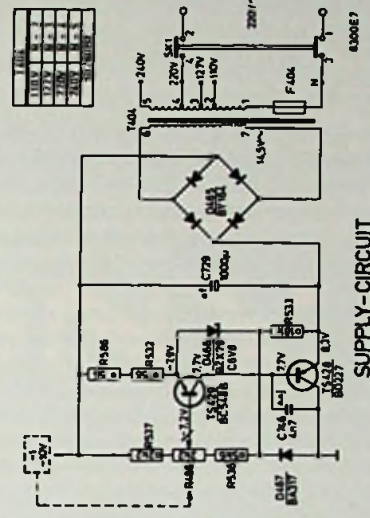
START/STOP-CIRCUIT



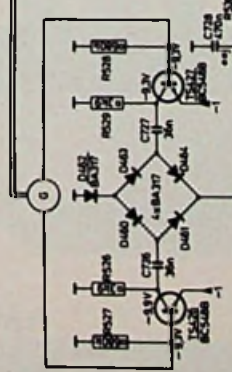
AUTOMATIC STOP-CIRCUIT



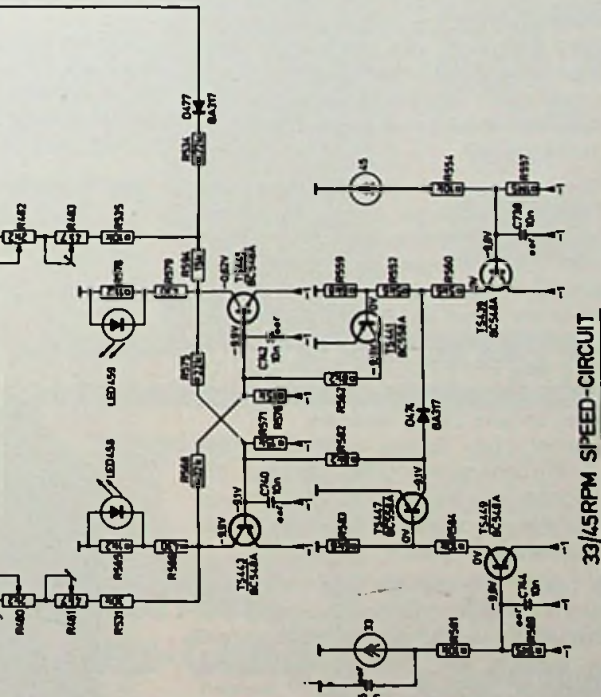
SUPPLY-CIRCUIT



TACHO-CONTROL



SPEED-CONTROL



33/45RPM SPEED-CIRCUIT

### DC-Servo-Belt-Drive

Plattentellerantriebe in hochwertigen Abspielgeräten dürfen nur sehr kleine Gleichlaufabweichungen haben. Nach DIN 45500 sind maximal  $\pm 0,2\%$  zulässig.

Um besonders gute Gleichlaufwerte zu erreichen, wurden für das hier beschriebene Gerät ein Gleichstrommotor und Riemenantrieb gewählt, der sogenannte „DC-Servo-Belt-Drive“. Das Herzstück, ein 72poliger Gleichstrommotor, treibt auf seiner Welle einen Tachogenerator an. Im Generator wird eine drehzahlabhängige Wechselspannung induziert, deren Frequenz an einem Kondensator eine von der Drehzahl abhängige Regelspannung erzeugt. Da die Vorgänge nahezu verzögerungsfrei ablaufen, wird die Sollfrequenz des Plattentellers mit einer Genauigkeit von besser als  $0,08\%$  eingehalten.

Als Regelgröße für die Motordrehzahl dient die im Generator induzierte Wechselspannung. Diese Wechselspannung wird differenziert und in einem Brückengleichrichter gleichgerichtet. Am Ausgang des Gleichrichters stehen positiv gerichtete Impulse, die anschließend integriert werden. Abhängig von der Frequenz, also der Häufigkeit der Impulse, die wiederum der Motordrehzahl proportional ist, wird der zu diesem Halbglied gehörende Kondensator mehr oder weniger aufgeladen. An seinem Ausgang liegt eine Gleichspannung, die der Frequenz des Tachogenerators analog ist. Diese Größe beeinflusst einen zweistufigen Gleichstromverstärker (TS 430 und TS 431), der den Motorgleichstrom steuert.

Die Motorströme und mit ihnen die Drehzahlen werden an der Basis von TS 430 grundeingestellt. Dort liegen zwei Stellgliederzweige (für 33 U/min sind es R 531 und R 481 und R 480; für 45 U/min sind es R 535, R 483 und R 482); je nachdem, in welche Richtung das Flip-Flop, bestehend aus TS 443/TS 445, gekippt ist, wird der eine oder andere Zweig wirksam. Parallel zum Sensor „33“ liegt der 10-nF-Kondensator C 745. Er hat die Aufgabe, das Flip-Flop in die Stellung 33 U/min zu ziehen, wenn das Gerät eingeschaltet wird.

In dem vorliegenden Gerätekonzept nimmt die elektronische Steuerung mechanischer Vorgänge eine dominierende Stellung ein. Deshalb konnte die Mechanik einfach gehalten werden (siehe auch Titelbild). Lediglich für Funktionen, die elektronisch nur mit großem Aufwand zu realisieren wären, wurde bewährte Mechanik angewandt. Sie wird heute in der industriellen Fertigung vollständig beherrscht. ■

### Hi-Fi-Receiver

## Moderne Schaltungstechnik am Beispiel des neuen Telefunken-Modells TR 1200

Ivan Porges, Hannover

Mit dem Receiver-Modell TR 1200 erweitert Telefunken die neue Reihe von Hi-Fi-Geräten, die das Unternehmen kürzlich mit dem Spitzenmodell TRX 2000 einleitete. Die beiden Modelle stimmen in wesentlichen Teilen miteinander überein, so daß hier vor allem beschrieben wird, welche neuen oder anderen Lösungen bei dem Modell TR 1200 gefunden wurden.

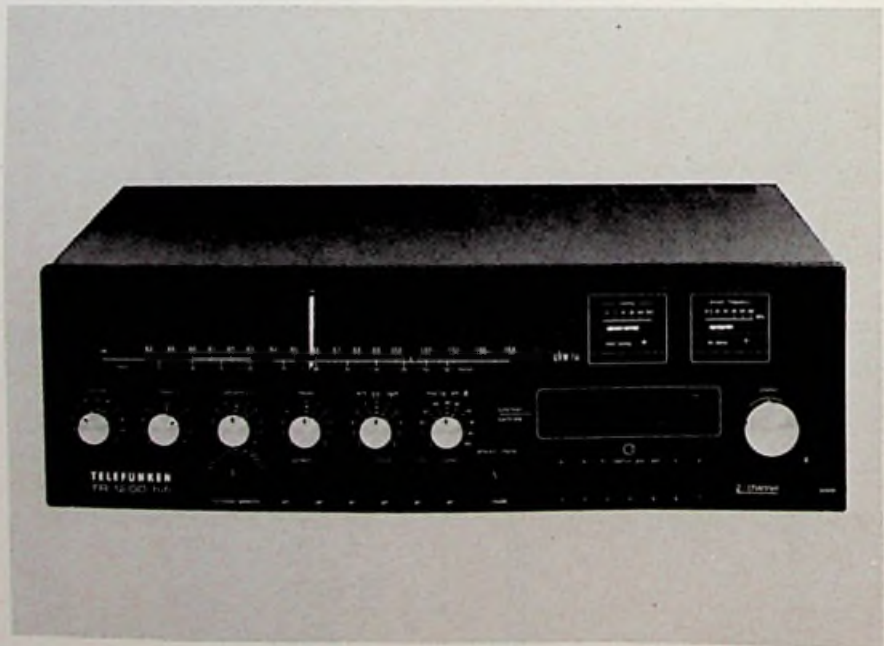
### UKW-Empfangsteil

Zur Erreichung einer hohen Rauscharmut – als Voraussetzung für gute rauschbegrenzte Empfindlichkeit – wurde das UKW-Mischteil mit drei Sperrschicht-FETs und vier abgestimmten HF-Kreisen ausgerüstet. Zur verzögerten Regelung der HF-Verstärkung sind PIN-Dioden eingesetzt. Sie erhöhen die Übersteuerungsfestigkeit und verhindern die Entstehung von Kreuzmodulation und Mehrfachempfang.

Dipl.-Ing. I. Porges ist Leiter des Labors für Hi-Fi-Receiver der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover

Die Selektionsmittel des Zwischenfrequenzverstärkers sind in drei Blöcke unterteilt. Auf den ersten, als LC-Bandfilter aufgebaut, folgen zwei ausgesuchte 4-Kreis-Keramikfilter. Mit diesen Keramikfiltern wird im Gegensatz zu den beiden 4-Kreis-LC-Filtern im TRX 2000 erheblich an Abgleicharbeit eingespart. Die geringfügige Steuerung der aufeinander abgestimmten Resonanzfrequenzen um 10,7 MHz hat bei Geräten mit Zeiger-Skala keine Bedeutung. Beim TRX 2000 mit seiner digitalen Frequenzanzeige mußte die Zwischenfrequenz sehr genau bei 10,7 MHz liegen, damit die angezeigte Empfangsfrequenz, die aus der Oszillatorfre-

Bild 1. Vorderansicht des Hi-Fi-Receivers TR 1200



SONY auf der HiFi '76 Düsseldorf I.

# 5 Neuheiten für Ihr Geschäft. 15 Gewinne für Ihr Glück.

Wir präsentieren Ihnen auf der HiFi-Messe eine Reihe von interessanten Neuheiten. Darunter sind 15 neue HiFi-Geräte, die unser umfassendes Programm erweitern: 3 Receiver, 2 Cassetten-Decks ELCASET, 2 Cassetten-Decks Compact, 2 Plattenspieler, 4 Boxen und 2 Kompakt-Anlagen. Das ist die optimale Ergänzung des SONY Angebotes, das vom Elektret-Kondensator-Mikrofon, hochwertigen HiFi-Komponenten über Lautsprecher bis hin zum darauf abgestimmten Zubehör wie Tonbänder und Cassetten reicht.

Außerdem zeigen wir auf der Messe ein Beispiel

aus unserer Forschungs-Arbeit: den Prototyp des PWM-Amplifiers. Neuartige Halbleiter und eine spezielle Schalttechnik ermöglichen eine ganz neue Verstärker-Bauweise: mit wesentlich erhöhtem Wirkungsgrad, einer stark reduzierten Wärme-Entwicklung und minimalen Abmessungen.

Sie sehen – es lohnt sich, uns zu besuchen. Nicht zuletzt wegen der Preise in unserem Wettbewerb. Die Einzelheiten finden Sie weiter unten.

# SONY®

TRINITRON-Farbfernseher, Transistor-Radios, Radio-Recorder, Digitaluhren-Radios, Cassetten-Diktiergeräte, Stereo-Kompaktanlagen, HiFi-Stereo-Komponenten, Plattenspieler, Tonbandgeräte, Lautsprecher, Mikrophone, Bänder, Cassetten, Video-Systeme.



**Gewinnen Sie beim SONY HiFi-Messe-Wettbewerb: diese HiFi-Anlage ist der 1. Preis.**

Die Antwort auf unsere Frage finden Sie an dem SONY Stand bei der HiFi '76 Düsseldorf: Halle 4, Stand 4014. Dort stellen wir Ihnen dieses neue Cassetten-System vor. Es arbeitet mit Bandmaterial, das die Breite von Offenspulven-Bändern hat. Dazu die Lauf-Geschwindigkeit von 9,5 cm/sec. Und das alles in einer Cassette – also mit der denkbar einfachsten Bedienung. Das Ergebnis: höchste Tonqualität auf der Basis eines Frequenzganges von 20 Hz bis 25.000 Hz, verbunden mit größtem Bedienungskomfort.

**Das können Sie gewinnen:** Die oben abgebildete HiFi-Stereo-Anlage ist der 1. Preis. Vierzehn

## Wie heißt das neue Cassetten-System mit dem Frequenz-Gang von 20-25.000 Hz?

Meine Antwort: ..... von SONY.

Meine Name: .....

Firma: .....

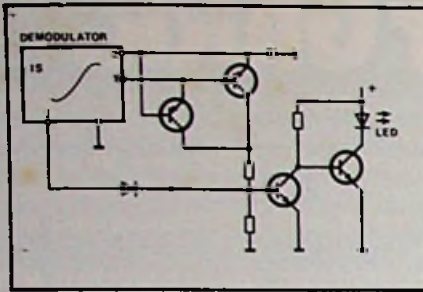
Straße: .....

Ort: .....

SONY GmbH, Mathias-Brüggen-Str. 70/72, 5 Köln 30

weitere Gewinner können sich über je ein SONY Transistor-Radio freuen. Darüber hinaus bekommt jeder, der den Teilnahme-schein auf dem Messestand abgibt, von einer unserer Hostessen ein kleines Präsent.

**So können Sie gewinnen:** Schreiben Sie den gesuchten Namen und Ihren eigenen auf den Teilnahme-schein und werfen Sie ihn in die Lösungs-box am Stand. Am letzten Tag der Messe, 29. 9. 76, 18.00 Uhr, verlosen wir aus den richtigen Teilnahme-scheinen die Gewinner. Der Rechtsweg ist dabei ausgeschlossen. Die glücklichen Gewinner werden bis spätestens 9. 1. 76 benachrichtigt.



**Bild 2. Prinzipschaltung der „Exact-Tuning“-Anzeige**  
 IC-Anschlüsse: 1 – „S“-Kurve; 2 – Bezugspotential der „S“-Kurve – 3 Feldstärkeproportionale Spannung

quenz und der inneren Quarz-Normale abgeleitet wird, exakt stimmt. Jeder Selektionsblock ist durch ICs – die auch als Begrenzerstufen wirken – von den anderen getrennt. Im dritten ZF-IC befindet sich neben vier weiteren Begrenzerstufen der hochwertige Quadraturdemodulator. Er arbeitet nicht wie üblich mit einem, sondern mit zwei als stark bedämpfte Bandfilter geschalteten Phasendrehkreisen. Diese Schaltungsart führt zur starken Linearisierung der Demo-Kennlinie bei einem relativ großen Frequenzbereich. Das Demodulationsprodukt ist sehr verzerrungsarm. Der Klirrfaktor liegt bei 75 kHz Hub unter 0,15 %, bei einer zusätzlichen Verstimmung bis zu 40 kHz (Anzeigebereich der „Exact-Tuning“-Schaltung) und 75 kHz Hub unter der 0,3-%-Marke. Die sieben, mit Spindelpotentiometern gespeicherten Ortsender können durch ein Sensorfeld abgerufen werden. Zur Bedienungs-erleichterung ist der Hauptabstimmknopf ebenfalls als Sensor ausgeführt, wodurch eine sehr einfache Umschaltung auf diesen möglich wird. Weitere interessante Schaltungsdetails sind:

„Computer-AFC“. Bewirkt Abschalten der automatischen Frequenznachstimmung für die Dauer der Senderabstimmung oder Umschaltung und sorgt nach einer bestimmten Zeit für das Wiedereinschalten.

Stummschaltung. Sorgt für die Unterdrückung von Geräuschen, die bei Umschaltungen und beim Abstimmen entstehen.

Mutingschaltung. Mit einem von vorn bedienbaren Drehpotentiometer läßt sich das Zwischenstationsrauschen unterdrücken. Der Einstellbereich ist so groß gewählt (von 0 bis 300 µV an Antenne), daß nicht nur das Rauschen passiver Antennen, sondern auch der höhere Rauschpegel aktiver Gemeinschaftsantennen unterdrückt werden kann. Mit einer sehr starken Muting-einstellung kann sogar die Unterdrückung von schwach einfallenden Sendern, die keinen Hi-Fi-mäßigen Empfang ermöglichen, erreicht werden.

Stereo-Schwelle. Eine werkseitig eingestellte Schaltung zum Vermeiden der automatischen Umschaltung auf Stereo bei zu kleinen Feldstärken. Dieser Schwellwert läßt sich gut mit einem mitgelieferten Schraubenzieher von außen verstellen. Die Umschaltung auf Stereo wird durch eine rote LED signalisiert.

„Exact-Tuning“ (Bild 2). Eine Differenzverstärkeranordnung, die die „S“-Kurve des Demodulators auswertet. In der Nähe des „0“-Durchgangs (bis zu ±40 kHz Fehlabbstimmung) und bei gleichzeitigem Vorhandensein einer Mindestfeldstärke leuchtet eine rote LED auf und signalisiert, daß die Abstimmung ausreichend genau für Hi-Fi-Empfang ist.

Feldstärkeanzeige mit LEDs. Bisher war es üblich, Drehspulinstrumente als Abstimmhilfe zur Feldstärkeanzeige zu verwenden. Beim Modell TR 1200 wurde mit der hierfür entwickelten Anzeige wieder ein Stück Mechanik durch Elektronik ersetzt.

Die Vorteile liegen – durch Wegfall der bewegten Teile – in höherer Zuverlässigkeit und Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen. Die Anzeige ist trägheitsärmer, aus größerer Entfernung lesbar und bei Teilausschlag, gleichen Aufwand vorausgesetzt, genauer als beim Drehspulinstrument.

IC 1 (Bild 3) enthält am Eingang (Pin 8) eine lineare Spannungsteilerkette, an der 5 Vergleichsstufen angeschlossen sind. An Pin 2, 3, 4, 5 und 6 befinden sich 5 Transistoren, die von den 5 Vergleichsstufen so gesteuert werden, daß sie alle offen sind, wenn die an Pin 8 angelegte Gleichspannung nahezu 0 ist. Mit je 200 mV Spannungsanstieg am Ein-

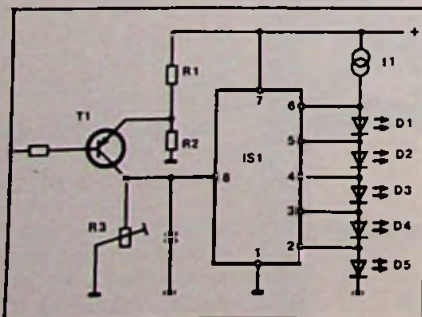
gang schalten die Transistoren nach und nach durch, bis bei 1 V Eingangsspannung schließlich alle Ausgänge auf „L“ stehen. Der Konstantstromgenerator I 1 speist die fünf LEDs D 1...D 5; sie leuchten, so lange die IC-Ausgänge stromlos sind. Nach und nach werden sie, zuerst D 5 und zuletzt D 1, mit zunehmender Eingangsspannung am Pin 8 durch die IC-Ausgänge geschuntet, bis in diesem Zustand der gesamte Strom des Generators durch Pin 6 abgeleitet wird. Damit zur maximalen Eingangsgleichspannung auch die maximale Zahl LEDs leuchten (und nicht umgekehrt), ist das Vorschalten eines Inverters T 1 erforderlich. Durch die Verstärkung (R 3) dieses Inverters läßt sich die Empfindlichkeit dieses „Instruments“ einstellen. Der Anzeigebereich ist linear mit unterdrücktem Nullpunkt. Damit wird die Anzeige von sehr schwach einfallenden, nicht empfangswürdigen Sendern und sporadisch auftretenden, atmosphärischen Störungen vermieden. Da die am Eingang dieses Inverters angelegte Gleichspannung infolge Verstärkungsregelung etwa logarithmisch proportional zum Antennensignal ist, wird auch die Anzeige „logarithmisch“. Bei UKW leuchtet die erste LED bei rd. 1 µV, die fünfte bei 500 µV auf. Bei Kurz-, Mittel- und Langwelle reicht der Anzeigebereich von 20 µV bis 15 mV.

Frequenzanzeige mit LEDs. Als MHz-Anzeige für die mit dem Ortstastenspeicher eingestellten Sender dient eine Anordnung, die ähnlich der bei der Feldstärkeanzeige beschriebenen arbeitet. Als Steuergröße wird die an den Varicaps im UKW-Oszillatorschwingkreis anliegende (und damit frequenzbestimmende) Gleichspannung benutzt. Der einzige Unterschied ist, daß der Teiler R 1, R 2 (Bild 3) zum Erreichen einer nahezu logarithmischen Anzeigenkennlinie so ausgebildet wird, daß die Spannungsteilung stromabhängig wird (Kombination von Widerständen und Dioden).

Der Stereodecoder IC arbeitet nach dem Phase-Locked-Loop-Verfahren und hat neben guter Kanaltrennung im ganzen hörbaren Frequenzbereich und sehr geringen Verzerrungen auch eine ausgezeichnete Langzeitstabilität, da er für diese Primärfunktionen keine frequenzbestimmenden Spulen als Umrandungsbeschaltung benötigt. Die Filterspulen, die trotzdem verwendet werden, haben nur Sekundärfunktionen. Hierdurch wird erreicht, daß

- die Ultraschallfrequenzen im Ausgangsspektrum unterdrückt werden,
- eine möglicherweise schlechte, senderseitige Hilfsträgerunterdrückung nicht

**Bild 3. Prinzipschaltung der Feldstärkeanzeige mit LEDs**



zu Empfangsstörungen führt (114 kHz Filter),

● und daß im bundesdeutschen Sendegebiet die durch Autobahnwarnfunk verursachten Störungen unterdrückt werden.

### AM-Empfangsteil

Zum Einsatz der hochwertigen, verzögert geregelten MOS-FET-Tetrode als AM Eingangs- und Mischstufe führten die gleichen Überlegungen, wie bei UKW bereits beschrieben. Die Empfangsbereiche sind:

KW 1: 14,7 ... 22,1 MHz

KW 2: 5,85 ... 12,3 MHz

MW: 517 ... 1620 kHz

LW: 148 ... 320 kHz

Eine Trennschlufe zwischen getrenntem Oszillator und Mischer (ähnlich wie bei UKW) sorgt auch bei sehr hoher Empfangsfeldstärke für die notwendige Oszillatorstabilität!

Die ZF-Selektionsmittel sind in drei Selektionsblöcke unterteilt, wobei ein keramischer Resonator und 6 LC-Filter verwendet werden. Sie ermöglichen im Zusammenwirken mit einer feldstärkeabhängig arbeitenden, automatischen Bandbreitenregelschaltung einen nahen optimalen, von benachbarten Sendern ungestörten Empfang mit relativ guter Klangqualität. Auf dem ZF-Verstärker-IC, der auch den klirrarmlen (spulenlosen) Demodulator enthält, folgt eine aktive Filterschaltung, mit der die bekannten 5- und 9-kHz-Pfeifstörungen unterdrückt werden.

### NF-Teil

Sämtliche Vor-, Zwischen- und Endverstärkerstufen des zweikanalig aufgebauten Tonfrequenzverstärkers sind als Steckmodule ausgeführt.

Außer den drei hochpegeligen Tonquellen können ein Stereo-Mikrofon sowie zwei Plattenspieler mit Magnetköpfen angeschlossen werden. Beim letztgenannten ist die Verstärkung zur Anpassung an die Kapselempfindlichkeit umschaltbar (6 dB).

Die hochpegeligen Anschlüsse sind über einen sechsfach aufgebauten elektronischen Eingangsumschalter geführt. Sie sind so geschaltet, daß bei Anschluß von Tonbandgeräten an diese Buchsen sowohl Wiedergabe als auch gegenseitige Aufnahme möglich ist. Zusätzlich zu den 6 DIN-Eingangsbuchsen können an 4 Cinchbuchsen auch Tonbandgeräte oder andere Tonquellen ausländischer Herkunft angeschlossen werden.

Zur Hinterbandkontrolle (Monitor) ist eine zusätzliche DIN-Buchse vorgesehen. Die aktive Klangregelung (Tiefen, Präsenz, Höhen) der Lautstärkesteller sowie der Balancesteller sind mit Dreh-

potentiometern ausgerüstet. Durch Aufteilung der Gesamtverstärkung auf die drei Zwischenverstärkerstufen (jeweils mit zwei Transistoren je Kanal aufgebaut) und auf den Endverstärker wird ein Optimum an Klirrraum bei gleichzeitig hohem Störabstand erreicht.

Abschaltbare „Physiologie“, steilflankige abschaltbare Rauschfilter sowie aktive Rumpelfilter erhöhen den Bedienungskomfort. Die mit je 12 Si-Transistoren aufgebauten symmetrischen, komplementären Endverstärker sind mehrfach elektronisch und thermisch geschützt.

Die Lautsprecherumschaltung (6 DIN-Anschlüsse) wird durch drei kräftige Relais bewerkstelligt. Sie werden – durch ein Zeitglied gesteuert – zusätzlich ausgenutzt:

● um die beim Einschalten in angeschlossenen Lautsprechern entstehenden Geräusche zu unterdrücken;

● zur Lautsprecherabschaltung im Hauptraum beim Kopfhörerbetrieb (2 Kopfhöreranschlüsse nach DIN und ein Anschluß für Kopfhörer mit Klinkenstecker)

● als Wirkungspunkt für einen Teil der elektronischen und thermischen Sicherungen.

Der aktive Stummschalter mit Eingriffspunkt am Eingang der Endverstärker sorgt neben einer kultivierten knackfreien Umschaltung beim Betätigen des Bereichsdrehalters auch für den störungsfreien Betrieb beim UKW-Abstimmen bzw. beim Umschalten der Ortstastensensoren.

Ein kräftiger, streufeldarmer Schnittband-Netztransformator liefert die Wechselspannungen für die symmetrischen Endstufen, zwei weitere für die kurzschlußfesten Stabilisierungsschaltungen zur Speisung der übrigen Geräteteile sowie für die im Gerät benutzten Signal- und Beleuchtungslampen (insgesamt 17 Stück).

### Design

Um hohen Ansprüchen Genüge zu tun, mußte ebenso wie das aufwendige – auf hohe Zuverlässigkeit ausgerichtete elektrische Konzept, auch der konstruktive Aufbau des TR 1200 auf hohe Gebrauchstauglichkeit ausgerichtet werden. Zinkdruckguß, Vorderblende, schwarze Metallgehäuse mit versenkten Anschlüssen, kräftige, gutgängige Bedienelemente und funktionell sinnvolle Anordnung, gepaart mit solider Verarbeitung und Prüfung, einschließlich zweifacher 24-Stundenlanger elektrischer Dauertests sind die Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer des Gerätes. ■

## Kurzberichte über neue Bauelemente

### Doppeldrift-Impatt-Diode

Siemens hat eine Silizium-Doppeldrift-Impatt-Diode entwickelt, die aufgrund ihrer Ausgangsleistung von 2 W bei 7 GHz und einem Wirkungsgrad von 11% Anwendungsbereiche (z. B. Richtfunk) eröffnet, die für Halbleiter bisher verschlossen waren. Die Doppeldriftdiode hat im Gegensatz zur Einfachdriftdiode zwei Drifträume, deren Länge und Dotierung der Schwingfrequenz genau angepaßt sind. Einer der Drifträume stellt die N-leitende Driftzone, der andere die P-leitende Driftzone dar. Zur Herstellung dieses Bauelements werden neue technologische Verfahren, wie Mehrschichtepitaxie, gesteuerte Epitaxie und Ionenimplantation angewendet. Die höhere Ausgangsleistung wird durch den verbesserten Wirkungsgrad ermöglicht. Die bis zu 30 W reichenden thermischen Verluste werden u. a. durch eine Silber-Wärme-senke abgeführt, auf der die einzelnen Mesen einer Diode angeordnet sind. Insgesamt sind je Diodengehäuse vier Mesen in Multimesa-Konfiguration montiert, von denen zwei kontaktiert werden. Das aus Kupfer gefertigte Gehäuse ist 5,3 mm lang und mißt im Durchmesser 3,1 mm. Auf längere Sicht ist damit zu rechnen, daß Impatt-Dioden die röhrenlose Ausführung von nachrichtentechnischen Systemen mit Ausgangsleistungen bis zu 10 W ermöglichen werden. Je nach Systemkonzept und geforderter Ausgangsleistung bietet Siemens für Leistungs-Endstufen nun entweder Wanderfeldröhren oder Doppeldrift-Impatt-Dioden an.

### CMOS-D/A-Wandler

Der D/A-Wandler DAC 331 in CMOS-Technik von Hybrid Systems ist TTL/CMOS-kompatibel und für Versorgungsspannungen zwischen 3 V und 10 V geeignet. Es werden zwei Ausführungen mit einer Auflösung von acht bzw. zehn Bit angeboten. Der maximale Linearitätsfehler liegt bei 0,2% bzw. bei 0,05%; zulässiger Temperaturbereich: –55 °C bis 125 °C. Der Baustein wird im DIL-Gehäuse mit 16 Anschlüssen geliefert; besonders vorteilhaft läßt er sich bei der 2-Quadranten- oder 4-Quadranten-Multiplikation einsetzen.

Bauelemente-Technologie

# Wärmeableitung vom Kristall bei Einzelhalbleitern und ICs

K. Werner, München

Zu den kritischen Grenzdaten der Halbleiterbauelemente gehört die Sperrschichttemperatur. Nur bei genauer Kenntnis der im Betrieb auftretenden maximalen und mittleren Temperaturen läßt sich die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit ermitteln. Für den Hersteller von Bauelementen ist es daher wichtig, die absolute Temperatur im Inneren des Kristalls zu kennen. Die beschriebenen Temperatur-Meßverfahren sind auf Bauteile der Nachrichtentechnik beschränkt und können nicht, außer dort, wo sie ganz allgemein gehalten sind, auf die Bauteile der Leistungselektronik übertragen werden.

## Bedeutung der Kristalltemperatur

Der Wärmewiderstand ist keine Konstante, die sich aus den geometrischen Abmessungen ergibt, sondern er ist strom-, spannungs- und zeitabhängig. Im Kristall ergeben sich ungleiche Temperaturverteilungen, als deren Folge sogenannte „hot spots“ (Lokalerhitzungen) auftreten. Daher gehören zu den wichtigsten thermischen Daten der Wärmewiderstand  $R_{thjg}$  und  $R_{thjc}$ , das thermische Einschwingverhalten bei Impulsbelastung (dargestellt durch den Wärmewiderstand  $r_{thj}$ ) sowie die Beschreibung des Ausgangskennlinienfeldes als SOAR-Diagramm (Safe Operating Area – der elektrische Aussteuerungsbereich im Kennlinienfeld). In allen Fällen wird die Änderung der Sperrschichttemperatur  $\Delta T_j$  in Beziehung zu einer konstanten bzw. zeitabhängigen elektrischen Verlustleistung gesetzt.

Da die Bestimmung der Verlustleistung, die in der Sperrschicht in Wärme umgesetzt wird, kaum Schwierigkeiten bereitet, hängt die Brauchbarkeit eines Verfahrens zur Messung thermischer Kenndaten in erster Linie davon ab, mit welcher Genauigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt die Sperrschichttemperatur gemessen werden kann. Für die Ermittlung der tatsächlichen Temperatur im Halbleiterbauelement werden daher mehrere Methoden angewendet.

Kurt Werner ist Laborleiter bei der Siemens AG, München.

Neben einigen elektrischen Verfahren stehen auch direkte Temperaturmeßmöglichkeiten zur Verfügung, die aber im Gegensatz zu den elektrischen Messungen aufwendige, zerstörende Prüfungen sind. Von Fall zu Fall sind sie erforderlich, damit man das Ergebnis der elektrischen Messungen überprüfen kann. Der gleiche Zweck wird auch mit elektrischen Widerstandsnetzwerken erreicht, mit denen ein thermisches Ersatzmodell aufgebaut wird.

## Elektrische Messung der Sperrschichttemperatur bei statischer und impulsförmiger Belastung

Allen elektrischen Prüfverfahren ist gemeinsam, daß sie die Temperaturabhängigkeit einer elektrischen Größe zur Messung der Sperrschichttemperatur  $T_j$  heranziehen. Die stark temperaturabhängigen Parameter sind die Stromverstärkung  $\beta$ , die Sperrströme  $I_{cbo}$  und  $I_{ebo}$ , die Eingangsspannung  $U_{be}$  sowie die Sättigungsspannung und die Schaltzeiten.

Der ausgewählte Parameter sollte einen konstanten Zusammenhang zwischen Temperatur und Kennwertänderung aufweisen, wobei die relative Änderung mit der Temperatur möglichst groß sein muß und der Temperaturkoeffizient geringe Exemplarabhängigkeit haben sollte. Ferner muß der für die Temperaturmessung ausgewählte Parameter in der Zeit konstant sein, d. h. eine Hysterese für Aufheizen und Abkühlen darf nicht vorhanden sein. Diese Forderung wird

am schlechtesten von den Sperrströmen erfüllt, da Oberflächeneffekte einen erheblichen Einfluß ausüben. Es treten Instabilitäten (Ladungsverschiebungen) innerhalb Sekunden als auch über Stunden auf. Die Temperaturabhängigkeit des Sperrstromes ist mit dem Faktor 10 je 30 °C sehr groß, das Sperrstromniveau dagegen mit wenigen Nano-Ampere gering.

In geringem Umfang treten diese Probleme auch bei der Stromverstärkung als Temperaturindikator auf. Es ist daher üblich, den Wärmewiderstand am Emitter über die temperaturabhängige Eingangskennlinie zu messen. Die Temperaturmessung am Emitter ist gegenüber der  $U_{cb}$ -Änderung am Kollektor ausgewählt, weil eine Messung an der Kollektordiode aufgrund der größeren Diodenfläche zu kleine Werte liefert. Im Kollektorgebiet liegen die heißen Stellen unter der Projektion des Emitters. Von der Kollektordiode fallen daher große Bereiche für den Meßstrom aus, weil sie außerhalb des Belastungsstromes liegen. Aus diesem Grund fließt der Meßstrom des belasteten Bauteils über eine verkleinerte Diodenfläche, wodurch die geringere Temperatur vorgetäuscht wird.

### Erläuterungen zum Blockschaltbild des Wärmewiderstands-Meßgerätes

#### Block I: Steuerung

- 1 Steuerlogik
- S1 Meßart 1 bis 5
- S2 Tastgrad
- Ta1 Start
- Ta2 Start mit Datenausgabe durch Drucker
- Ta3 Stop
- M1 Meßimpuls
- S11 bis S13 Sample-Impuls 1 bis 3
- 2 Digitalimpulsgenerator
- S3 Zeitbasis
- S4 Zeitfaktor

#### Block II: Konstantstromschalter

- (gezeigt für PNP-Prüflinge)
- S5 Meßstromwahlschalter
- S6 Meßstromwahlschalter (Feinabgleich)
- S7 Meßstrom geeicht (1) und ungeeicht (2)
- T2, T3  $\vartheta_0$  durch Kleinthermostat auf 60 °C konstant gehalten

#### Block III: Meßverstärker

- 1 Sample-Hold-Verstärker 1
- 2 Sample-Hold-Verstärker 2

#### Block IV: Meßfassungen

- 1  $\vartheta_{cu} = \vartheta_G = 25\text{ °C}$
- 2  $\vartheta_{cu} = \vartheta_G = 50\text{ °C}$

#### Block V: Polaritätserkennung

- KA Kompensationsanzeige

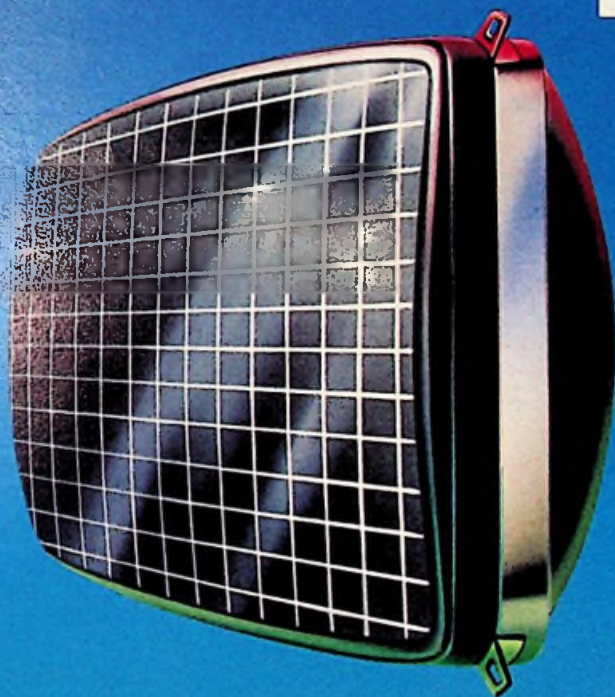
#### Block VI: $U_{cb}$ – Netzteil

#### Block VII: Digitalvoltmeter

#### Block VIII, IX, X:

- Meßstellenumschalter

# Farbbildröhre ohne Hals



Eine Farbbildröhre ohne Hals können wir Ihnen nicht anbieten, aber bei der Videocolor **Precision In-Line**-Röhre können Sie den Hals vergessen: Konvergenz und Farbreinheit sind schon ab Werk perfekt eingestellt.

Videocolor **Precision In-Line**-Röhre

- Voll selbstkonvergierend
- Langzeit-Bildqualität

Videocolor **Precision In-Line**-Farbbildröhren für alle Bildschirmgrößen.  
A 67-610 X, A 56-610 X, A 51-161 X, A 42-161 X

Wenn Sie mehr über Videocolor und die **Precision In-Line**-Röhre wissen wollen, schreiben Sie uns.

Von RCA entwickelt  
von Videocolor gefertigt



Videocolor GmbH  
Gutenbergring 34  
2000 Norderstedt 3  
Telefon 040/523 90 31  
Telex 02-174 504

**videocolor**

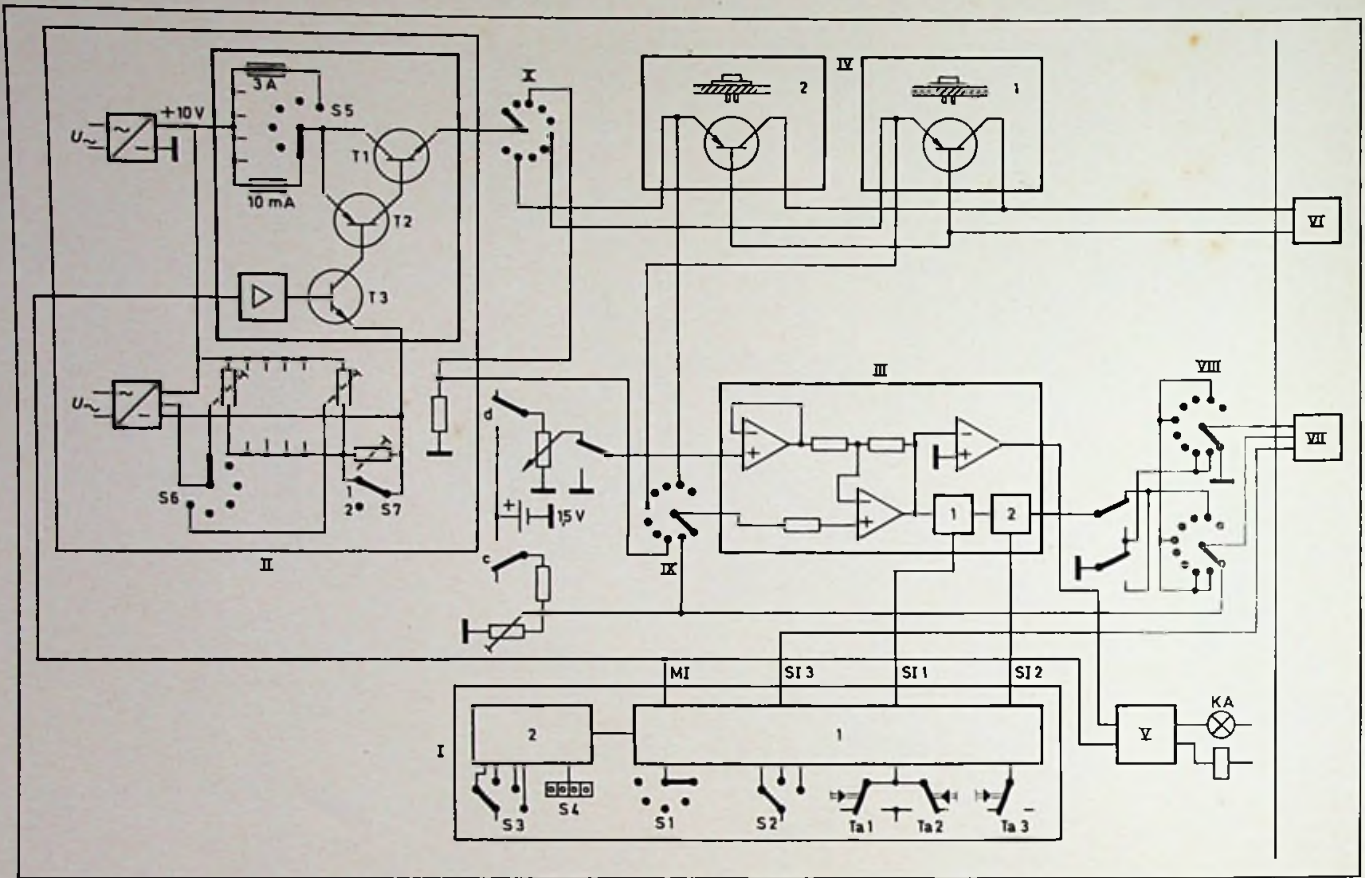


Bild 1. Blockschema eines Wärmewiderstands-Meßgeräts

Die Messung der Durchlaßkennlinie  $U_{BE}$  ist fast für alle bipolaren Bauteile geeignet. Diese Kennlinie weist für Transistoren und Dioden eine ziemlich konstante Temperaturabhängigkeit auf. Der Temperaturkoeffizient beträgt etwa 1,8...2,5 mV/K. Für Thyristoren und Darlington-Transistoren sind als Temperaturindikatoren Schaltzeiten geeignet; beim Thyristor wird die Freiwerdzeit und beim Darlington die Abfallzeit verwendet.

**Die statische Messung von  $R_{thjG}$**

Ein einfaches Meßverfahren ist im statischen Betrieb durchzuführen: Der Prüfling wird in Emitterschaltung betrieben, zwei unterschiedlich temperierte Meßplatten bzw. Thermostate bilden die Bezugstemperaturen. Mit einem Digitalvoltmeter wird die Spannung  $U_{BE}$  gemessen. Nach Umsetzen auf die warme Fassung wird die  $U_{CE}$ -Versorgungsspannung soweit vermindert, bis die gleiche Spannung  $U_{BE}$  erreicht ist.  $U_{BE1}$  ist damit gleich  $U_{BE2}$  und es ergibt sich in erster Näherung gleiches  $T_j$ :

$$T_1 = T_{G1} + R_{th} \cdot U_1 I_c$$

kalte Fassung

$$T_2 = T_{G2} + R_{th} \cdot U_2 I_c$$

warme Fassung

Damit errechnet sich der Wärmewiderstand

$$R_{th} = \frac{T_{G2} - T_{G1}}{(U_1 - U_2) I_c} = \frac{\Delta T_G}{\Delta U \cdot I_c}$$

Dieses praktische Verfahren ist jedoch aufgrund der Kompensationsmessung (keine Eichkurve erforderlich) nur für die Bestimmung des statischen Wärmewiderstandes geeignet. Die Meßgenauigkeit ist bei Exemplaren mit geringer Kollektorrückwirkung zufriedenstellend. Ändert sich die Stromverstärkung jedoch stark mit der Kollektorspannung, so können, abhängig von der Technologie, absolute Fehler bis zu 30% auftreten. Das statische Meßverfahren ist daher besonders für einfache Vergleiche innerhalb einer Bauform geeignet. Die Reproduzierbarkeit der Messung ist gut, die relative Genauigkeit ebenfalls.

**Dynamische Wärmewiderstandsmessungen**

Der Prüfling wird in einem Wärmewiderstands-Meßgerät (Bild 1) in Basischaltung betrieben. Die  $U_{CB}$ -Spannung liegt ständig an und wird je nach Arbeitspunkt verändert. In den Emitter wird als Bezugsgröße ein relativ kleiner Strom von 0,5...5 mA eingeprägt, und über einen Impulsgenerator gelangen Lastimpulse auf den Prüfling. Jeweils unmittelbar am Ende des Impulses wird die Spannung  $U_{BE}$  an einem Oszilloskop abgelesen. Mit diesem Meßverfahren lassen sich Wärmewiderstand, Spannungsabhängigkeit und thermischer Einschwingvorgang berechnen. Die typische periodische Einschaltzeit beträgt 20 ms und die Ausschaltzeit 50  $\mu$ s; die Ausschaltzeit muß dabei der Grenzfrequenz des Prüflings angepaßt sein. Für NF-Transistoren, beispielsweise einfach diffundierte Leistungs-transistoren, kann eine längere Meßzeit von 0,5 ms gewählt werden, ohne daß der Prüfling in dieser Zeit wesentlich abkühlt.



Abkühlung in der Meßpause kann bei diesen Bauteilen das Meßergebnis wesentlich verfälschen:

Die extrem auf Wärmeableitung gezüchtete Bauelemente wie UHF-Transistoren und Dioden auf guten Wärmesenken aus Kupfer oder Berylliumoxid. Bei UHF-Transistoren beträgt die Meßzeit etwa 5...10µs, wobei schon erhebliche Meßfehler auftreten können. Man trägt für diese Absolutmessung einige Punkte auf und extrapoliert über das  $\sqrt{t}$ -Gesetz nach Null.

Je nach Montage des Halbleitersystems auf gut oder weniger gut leitende Materialien (Verkleinerung der Wärmezeit-

konstante) ergeben erhebliche Unterschiede im Abkühlverhalten. So beträgt z. B. die Leistungsdichte beim Leistungstransistor nur 4,6 W/mm<sup>2</sup> gegenüber 130 W/mm<sup>2</sup> beim HF-Transistor.

Das gleiche bewirkt die Stromeinschnürung im Kristall, Einsatz des zweiten Durchbruchs, d. h. extreme Zunahme der Leistungsdichte. Ausgehend von den Basisbahnwiderständen wird der Strom zum Emitterring verdrängt (Bild 2). Ungleiche Emitterringwiderstände und Störungen der Wärmeableitung im Kollektorgebiet (Lunker) führen dazu, daß Teilbereiche des aktiven Systems ausfallen. Es kommt zum Wärmewiderstandsanstieg, und die Verlustleistung muß reduziert werden.

Wird ein Halbleiterbauteil mit einem rechteckförmigen Verlustleistungsimpuls einmal belastet, so steigt die Sperrschichttemperatur entsprechend dem Impuls-Wärmewiderstand an. Mit den beschriebenen Meßverfahren und Prüfeinrichtungen läßt sich der transiente Wärmewiderstand meßtechnisch ermitteln. Es besteht jedoch das Problem, für den Einschwingvorgang sehr genaue Temperaturmessungen vorzunehmen. Man kann für diese Messungen die Verlustleistung am Prüfling nicht in dem erforderlichen Maße steigern, ohne das Meßergebnis zu verfälschen. Es können somit auch in diesen Fällen, vor allem bei falsch bestimmtem  $R_{thJG}$  und kurzen Meßzeiten von z. B. 30µs, erhebliche Fehler auftreten. Hier hilft

eine Überlegung weiter: Vermindert sich bei sehr kurzen Impulsen das Volumen bis zu einer sehr dünnen Scheibe, so folgt der Wärmewiderstand der Funktion  $r_{thJG} = \sqrt{t}$

Diese Näherung gilt nur für den Fall, daß keine Wärme abfließt. Wird jedoch eine endliches Volumen, der Raumladungszone entsprechend, unter gleichen Bedingungen aufgewärmt, ist der Wärmewiderstand der Zeit direkt proportional, d. h., die Neigung der Kurve ist 45°. Bei längeren Impulszeiten ändert sich der Wärmefluß, was bei Leistungstransistoren nach rund 2,5 ms und bei HF-Transistoren nach etwa 0,2 ms eintritt.

Thermischer Einschwingvorgang sowie Einfluß der Systemmontage-Verfahren sind in Bild 3 dargestellt.

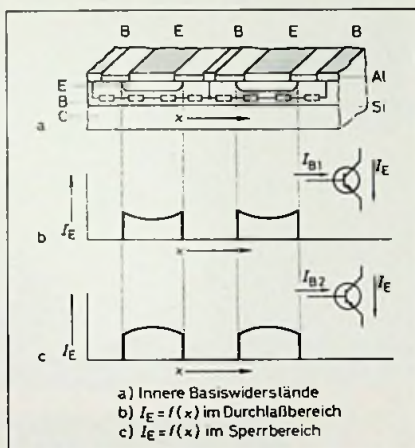


Bild 2. Einfluß der Inneren Basisbahnwiderstände auf die Stromverteilung

### Messung der Wärmeableitung durch Korrelation im thermisch nicht eingeschwungenen Zustand

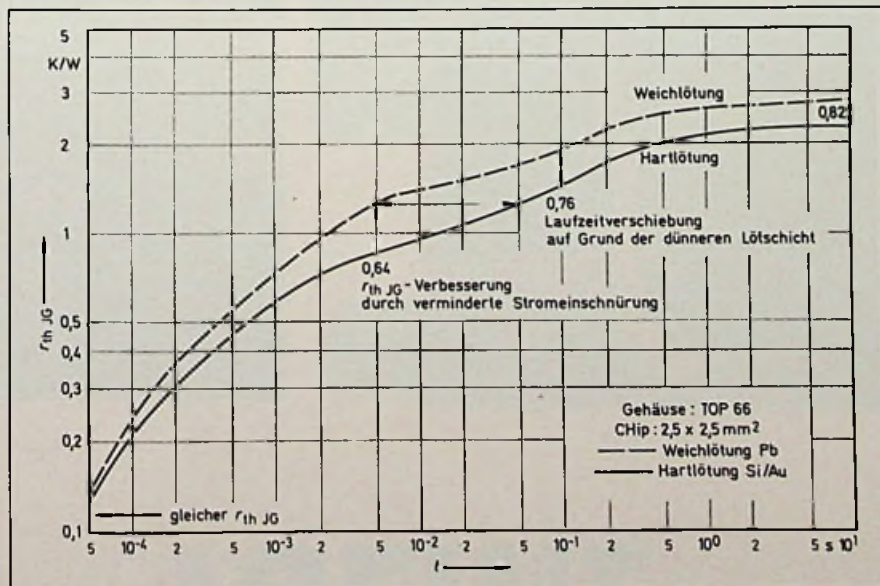
Ein schnelleres Verfahren stellt die Impulsmethode dar, die allerdings einen erheblich höheren Schaltungs-Aufwand erfordert.

Im Halbleiter-Kontaktprüfgerät (Bild 4) werden Stromimpulse mit steilen Flanken von  $t_r = < 0,1 \mu s$  im Bereich von 10 mA bis 10 A benötigt. Das Überschwingen aufgrund von Leistungseinduktivitäten darf 1 mV nicht überschreiten und muß nach 1µs bis 2µs aperiodisch abgeklungen sein. Die Dachschräge des Impulses soll 0,01 % nicht überschreiten, d. h., der Strom muß eingepreßt und geregelt werden, um thermische Effekte im Stromgenerator auszuschalten.

Die Spannungsmessung bereitet besondere Probleme, da hier eine Samplingzeit von etwa 2µs mit einer relativen Genauigkeit von 0,2 % gefordert wird. Damit die Spannungsdifferenz auf etwa 1 % genau ermittelt werden kann, sind für diesen Zweck nur Sample- und Hold-Verstärker oder extrem schnelle, vollintegrierte Stufenkompensatoren geeignet.

Die Prüfanordnung enthält zur schnellen Auswertung der Meßergebnisse zusätzlich ein Rechenwerk und eine elektronische Sortiereinrichtung (Bild 4). Die Prüfung geschieht so, daß ein oder zwei  $I_E$ -Impulse auf den in Basisschaltung betriebenen Prüfling gegeben werden. Zwischen dem ersten und zweiten Impuls kann die  $U_{CE}$ -Versorgung in der Spannung umgeschaltet werden. Die Sampling-Brücken werden nacheinander geöffnet und speichern die  $U_{BE}$ -Werte nach vorgegebenen Meßzeiten; sowohl während als auch nach dem

Bild 3. Thermischer Einschwingvorgang des Impuls-Wärmewiderstandes sowie Einfluß der Systemmontage-Verfahren



# Produkt-Neuheit: PRIMAT in Eiche

Nicht für alle! Aber für über 20% der deutschen Haushalte die in Eiche eingerichtet sind.

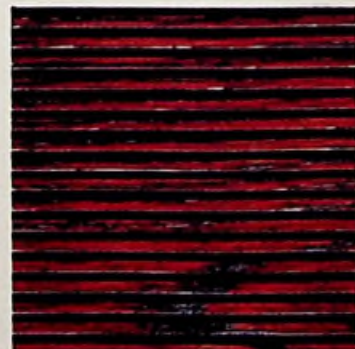
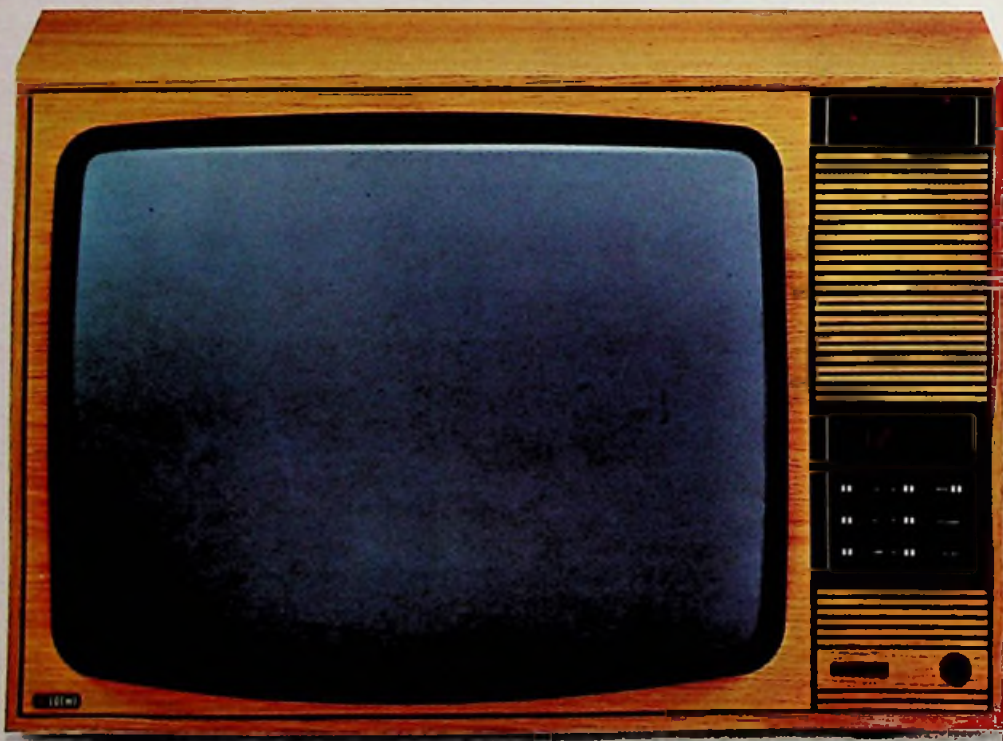
Die Produkt-Konsequenz:

LOEWE PRIMAT CT 5070 »U«

in drei verschiedenen Eiche Furnieren;  
passend zur Eiche-Einrichtung!

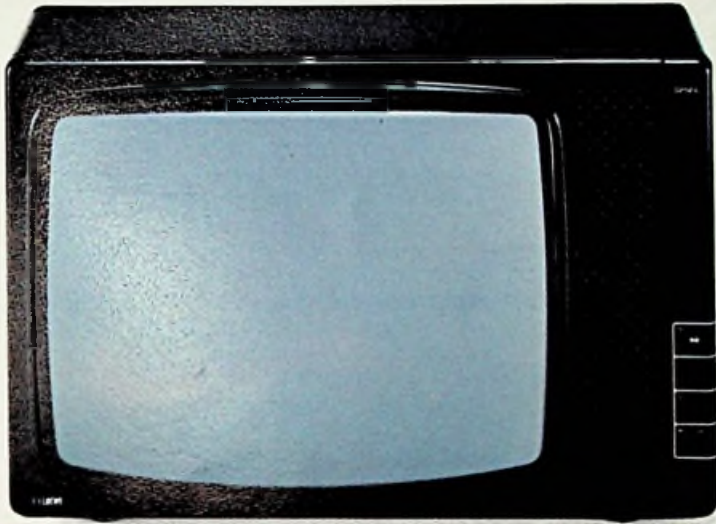
Farbfernseh-Tischgerät  
PRIMAT CT 5070 »U«  
mit Ultraschall-Fernbedienung.

66 cm-110°-Inline-Farbbildröhre. 20-Kanal-Ultraschall-Fernbedienung  
LED-Leuchtziffern-Programm-Anzeige. Sofort-Bild und Sofort-Ton. Verdeckte  
Sender-Programmierung. Sensor-Bedienung am Gerät. Kopfhöreranschluß  
vorn. Drahtloser Kopfhörer »Infraton« HDI 406-5 nachrüstbar.  
Holzgehäuse. Echtes Furnierholz Eiche antik, Eiche natur oder Eiche rustikal.  
Maße: B x H x T: 75,5 x 51 x 44,5 cm. Sofort lieferbar.



# Die Loewe-Produkt-Familien Das Angebot mit System:

Jede Loewe-Produkt-Familie ist auf die besonderen Wünsche einer speziellen Käufergruppe zugeschnitten. Sie kennen die Kundenwünsche Ihrer Kunden und die Loewe-Produkt-Familien erleichtern Ihnen die Kundenberatung.  
Machen Sie Ihrem Kunden die Entscheidung leicht – und damit gute Loewe-Umsätze!

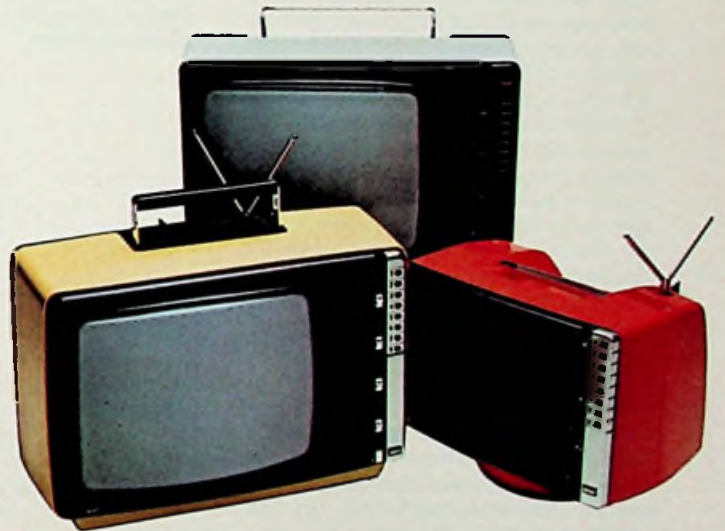


## < **profil**

Für alle diejenigen, die zeitgemäß aber nicht futuristisch wohnen.

Für alle, die ihr Fernsehgerät als Informationsmittel und nicht als »Möbel« sehen.

## **Inform** >



## < **dominant**

Für alle, die auch beim Fernsehgerät für Fortschritt in Komfort und Formgebung sind.

.... **lieber Loewe.**

**LOEWE**  
FERNSEHEN · RUNDFUNK · HiFi

Lastimpuls kann gemessen werden. Das Rechenwerk bildet aus den digitalisierten Spannungen die Differenz

$$U_{BE1} - U_{BE2} = \Delta U_{BE}$$

$\Delta U_{BE}$  ist dem Wärmewiderstand proportional. Die Differenz der Differenzen ist ein Maß für den Anstieg des Wärmewiderstandes bei steigender Belastung.

$$\frac{(U_{BE3} - U_{BE4}) - (U_{BE1} - U_{BE2})}{\Delta U_{BE}}$$

Die Prüfzeit wird bei diesem Meßverfahren so gewählt, daß die Gehäusetemperatur wegen der geringen Prüfenergie konstant bleibt. Daher kann sehr einfach eine Strom- und Spannungsabhängigkeit des Wärmewiderstandes festgestellt werden. Legierfehler und Systemmängel, verursacht von fehlerhaften Metallschichten an der Ober- und Unterseite des Kristalls, die die Wärmeausbreitung und Wärmeableitung beeinflussen, können leicht erkannt werden. Es genügen Meßzeiten von 10 ms bis 100 ms. Je nach Systemaufbau hat sich in dieser Zeit die Wärme über die kritischen thermischen Kontakte ausgebreitet. Das Meßprinzip ist daher besonders in Verbindung mit einem Klassierer zur Beurteilung einer Technologie, für die Prozeßkontrolle sowie für die Serienprüfung geeignet.

**Belastbarkeit und Belastungsprüfung im SOAR-Bereich**

Der Wärmewiderstand und damit die Sperrschichttemperatur ist vom Arbeitspunkt abhängig. Besonders großen Einfluß auf die Wärmeverteilung hat die Betriebsspannung  $U_{CB}$ . Auf ein vorgegebenes Flächenelement  $\Delta F$  mit dem elektrischen Widerstand  $\Delta R$  konzentriert sich die Leistung

$$P = \frac{U^2}{\Delta R}$$

Wenn man berücksichtigt, daß mit steigender Temperatur die elektrische Leitfähigkeit von Halbleitermaterial zu und gleichzeitig die Wärmeableitung abnimmt, ist der Effekt der Strom einschnürung verständlich.

Die Spannungs-Belastbarkeit hängt stark von der Technologie und vom konstruktiven Aufbau des Bauteils ab. Das Auftreten von „hot spots“, die zum Totalausfall eines Transistors führen, ist unabhängig von der äußeren Kühlung und daher nur auf den Arbeitspunkt bezogen. Bei ansteigender Verlustleistung und Spannung fallen aus den bereits beschriebenen Gründen Teile des aktiven Halbleiterbereiches

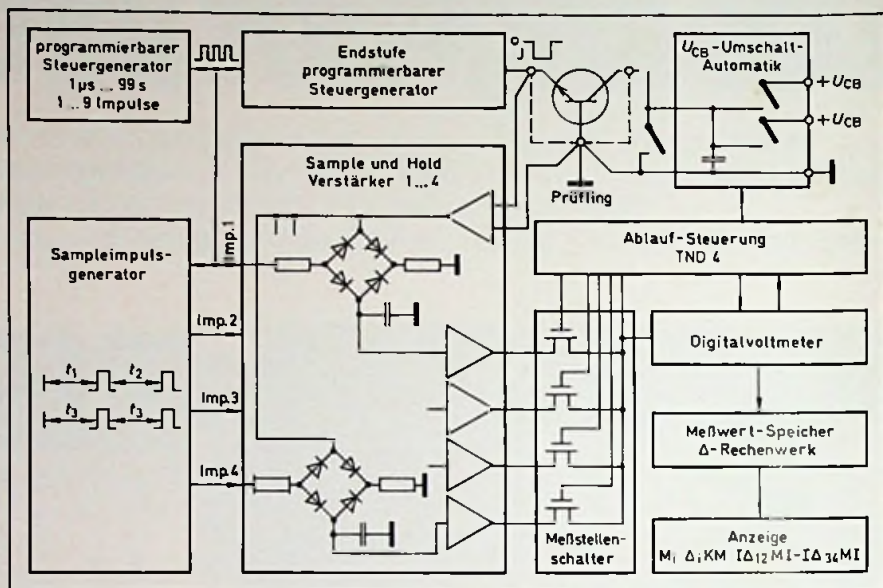


Bild 4. Blockschema eines Halbleiter-Kontaktprüfgerätes für Draht, Leiterbahn und Systemrückselle

aus, was mit einem Anstieg des Wärmewiderstands verbunden ist. Die Wärmeverteilung und die Art des Wärmewiderstandsanstiegs können wesentlich durch den inneren Aufbau und durch die Systemmontage beeinflusst werden. Tritt als Folge einer Überlastung thermische Instabilität auf und entsteht dabei ein „hot spot“, so wird das Bauelement zerstört, wenn es nicht durch eine sehr schnell ansprechende elektronische Sicherung geschützt ist. Bei dieser Belastung entsteht eine Strom einschnürung, wodurch sich sehr geringe thermische Zeitkonstanten für den Aufheizvorgang auf kritische Temperaturen von etwa 500...600 °C innerhalb weniger Mikro-Sekunden ergeben.

Bild 5 zeigt die Prinzipschaltung eines Belastungsprüfgerätes. Kriterium für den thermischen Durchbruch ist neben dem  $I_C$ -Anstieg der  $I_B$ -Abfall. Ein starker  $I_B$ -Abfall von 0,1...2  $\mu s$  ist vor dem  $I_C$ -Anstieg zu beobachten, wodurch frühzeitige Abschaltung und damit zerstörungsfreie Messung möglich wird (Bild 6).

**Messung der Oberflächentemperatur**

Besonders bei komplizierten Bauteilen, vom Darlington-Transistor bis zum IC, ist eine elektrische Messung des Wärmewiderstandes mit der geforderten Genauigkeit nicht mehr möglich. Dar-

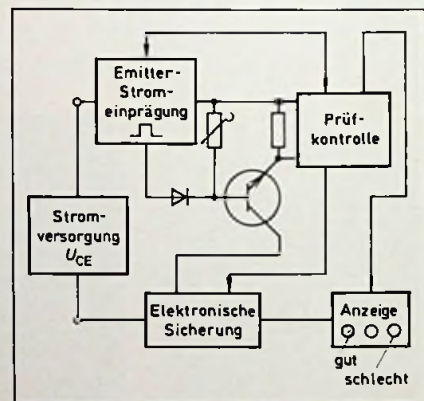


Bild 5. Blockschema eines Belastungsprüfgerätes

lington-Transistoren werden daher meist nur in ihrer elektrischen Belastbarkeit geprüft, weil die Schaltzeitmessung sehr aufwendig ist. Die Stromverteilung zwischen Endstufe und Treiber sowie der Einfluß der Halbleiterwiderstände zwischen Basis und Emitter, die sehr temperaturabhängig sind, können mit Eichkurven nicht erfaßt werden. Somit wird auch verständlich, daß ein elektrisches Temperaturmeßverfahren für integrierte Schaltungen völlig versagt.

## Messung mit Infrarot-Mikroskop

Das IR-Mikroskop bietet gegenüber den elektrischen Testmethoden entscheidende Vorteile. Während die elektrische Meßtechnik nur eine allgemeine Information über das Wärmeverhalten der Halbleiter liefert, erhält man durch die IR-Messung zusätzlich Informationen über Stellen kritischer Temperaturbereiche, die besonders in komplexen integrierten Schaltungen auftreten können. Lage, Ausdehnung und Spitzentemperatur dieser „hot spots“ können direkt in ihrer Abhängigkeit von den elektrischen Betriebsbedingungen des Bauteils studiert werden.

Für die Auswertung des Infrarotbildes muß die Emission der Oberfläche bekannt sein. Diese ist jedoch im Gegensatz zum „Schwarzen Körper“ vom Material, dessen Oberfläche und von der Temperatur abhängig. So ist die Strahlung blanker Metalle nicht proportional der vierten, sondern einer höheren Potenz von  $T$ ; z. B. folgt Platin  $T^5$ . Dieses Verhalten wurde bereits 1898 von Lummer und Kurlbaum beobachtet. Man ist somit auch bei dieser Meßmethode auf spezielle Eichmessungen angewiesen, um den jeweiligen Emissionskoeffizienten  $\epsilon$  der im Halbleiteraufbau verwendeten Materialien zu ermitteln.

Die Anwendung des Verfahrens auf Planarbauelemente ist erschwert, weil die Systemoberflächen zum Teil fein strukturierte Bereiche mit sehr verschiedenen Emissionskoeffizienten enthalten, die im Grenzgebiet des Auflösungsvermögens der IR-Optik liegen. Eine separate Auswertung in sich homogener Bereiche mit konstantem Emissionskoeffizienten ist meist nicht möglich. Sind jedoch Metall- und Dielektrikums-Strukturen so fein, daß sie nicht einzeln aufgelöst werden, und sind sie gleichmäßig über eine größere Fläche verteilt, kann man auf dieser Fläche mit einem gemittelten Emissionskoeffizienten rechnen. Dieser Fall liegt bei den meisten untersuchten Transistoren vor, wo sich Metallisierungsstreifen und Oxid- bzw. Nitrid-Streifen periodisch über die ganze aktive Fläche hinweg wiederholen. Der mittlere Emissionskoeffizient  $\epsilon$  ist daher über die gesamte aktive Fläche konstant und errechnet sich aus den  $\epsilon$  der einzelnen Oberflächenanteile

$$\epsilon = \frac{\epsilon_{\text{Metall}} \cdot F_{\text{Metall}} + \epsilon_{\text{Die}} \cdot F_{\text{Die}}}{F_{\text{Metall}} + F_{\text{Die}}}$$

$F_{\text{Metall}}$  metallisierte Fläche innerhalb einer Periode.

$F_{\text{Die}}$  Dielektrikumsfläche innerhalb einer Periode.

Die Periode ist ein Gebiet von der Mitte eines Emitterfingers bis zur Mitte des benachbarten Emitterfingers bei Kammstrukturen (bei anderen Strukturformen ist die Periode sinngemäß neu zu definieren).

Durch Heizen von außen und durch elektrischen Betrieb wird die Systemoberfläche auf Temperaturen von 100 °C bis 200 °C gebracht. Mit Hilfe der emittierten IR-Strahlung entwirft das Objekt ein reelles Bild der Transistoroberfläche in der Detektorebene. Durch zwei rotierende Prismen wird dieses Bild so vor der Detektoröffnung vorbeigeschoben, daß es zeilenweise abgetastet wird und die Hell-Dunkel-Information auf die Bildröhre eines Oszilloskops übertragen werden kann. Man erhält so eine gleichzeitige IR-Information über das ganze Bildfeld und kann in kurzer Zeit eine Vielfalt von elektrischen Betriebszuständen der Transistoren untersuchen. Lage und ungefähre Temperatur der heißesten Stelle sind sofort an dem Bild erkennbar.

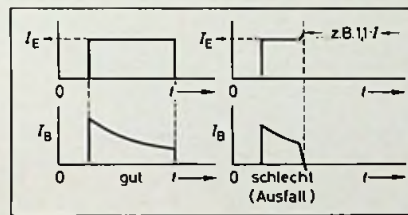


Bild 6. Zusammenhang von  $I_C$  und  $I_B$  während der Messung

Unter diesen Bedingungen ist die Zuordnung einer bestimmten Temperatur zur Emission der aktiven Transistorfläche möglich. Die dazu notwendige Eichkurve wird so ermittelt:

Der Transistor wird zunächst vom Probenhalter her beheizt; die Temperatur der Systemoberfläche ist daher gleich der vom Eisen-Konstantan-Element im Kupferblock angezeigten Temperatur. Die von der Mittel des Transistor-systems emittierte IR-Strahlung wird bei verschiedenen Heitzischtemperaturen (70 °C, 100 °C, 150 °C) als Amplitude der entsprechenden Profilkurve am Profiladapter gemessen.

Zur Kontrolle des Nullpunktes der IR-Intensitätsskala kann eine auf Zimmertemperatur gehaltene spiegelnde Metallfläche zwischen Meßobjekt und Objektiv eingeschoben werden. Die kann vorhandene IR-Strahlung läßt sich auf weniger als ein Zehntel des bei 80 °C am Transistor gemessenen Wertes ab-

schätzen, liegt also weit unter der Grenze der Meßungenauigkeit.

Der Empfindlichkeitsbereich des Infrarotdetektors liegt zwischen 2...5,6 µm. Aufgrund der spektralen Energieverteilung wird damit das Maximum der Meßempfindlichkeit ab 100 °C erreicht. Der IR-Detektor arbeitet in dem wichtigen Temperaturbereich linear und mit gutem Temperaturauflösungsvermögen. Nimmt man eine Ablesegenauigkeit in der Ordinate der Profilkurven von  $\pm 1$  mm an, so entspricht dem ein Temperaturauflösungsvermögen von  $\pm 5$  °K bei 100 °C und von  $\pm 2$  °K bei 200 °C. Der absolute Fehler der Temperaturangaben ist auf maximal  $\pm 15$  °K abzuschätzen.

Bei zunehmender Belastung des Transistors hebt sich ein deutliches Maximum aus der Temperaturverteilung in der aktiven Fläche heraus. Die Konzentration der elektrischen Verlustleistung auf einen Teilbereich der aktiven Transistorfläche, die sich wegen der thermisch-elektrischen Rückkopplung ergibt, wird deutlich sichtbar. Diese Konzentration wird jedoch begrenzt von der gegenkoppelnden Wirkung der internen Emitter- und Basiswiderstände, so daß es zur Ausprägung von Temperaturhügeln im Transistorsystem kommt. Ihre Höhe hängt von der Gesamtverlustleistung des Transistors ab, ihre Halbwertsbreite liegt beispielsweise bei 50...150 µm. Entsprechend dem symmetrischen Aufbau des Transistorsystems müßte unter idealen Verhältnissen das Temperaturmaximum in der Mitte liegen. Die Ungleichmäßigkeiten des Emitter- und Basiskontaktwiderstandes sowie ungleichmäßige Wärmeableitung können dazu führen, daß die Temperaturmaxima außerhalb der Mitte entstehen. Um eine gleichmäßigere Verteilung des Stroms zu erhalten, wird vor jeden der 20 Emitterstreifen ein Chromnickel-Widerstand integriert. Die gegenkoppelnde Wirkung dieser Vorwiderstände führt zu einer optimalen Verteilung von Strom und Temperatur.

## Temperaturmessung mit flüssigen Kristallen

Bei zahlreichen organischen Verbindungen schiebt sich zwischen den festen und isotropflüssigen Zustand ein flüssiges Gebiet, in dem die Verbindungen bei normaler Betrachtung trübe erscheinen und bei Betrachtung unter dem Polarisationsmikroskop ein kristallisches Verhalten zeigen. Dieses Gebiet kennt man als kristallin-flüssige oder mesomorphe Phase, die Verbindung nennt man in diesem Zustand einen flüssigen Kristall.

Die Moleküle der flüssigen Kristalle sind langgestreckt und gerade. Ihre Länge liegt in der Größenordnung von 2 nm. Die kristallinen Flüssigkeiten werden in drei Klassen eingeteilt:

- Smektische Flüssigkeiten
- Nematische Flüssigkeiten
- Cholesterinische Flüssigkeiten

Technisch verwertbar ist bei cholesterinischen Flüssigkeiten vor allem die Temperaturabhängigkeit ihrer Farbe. Cholesterinische Flüssigkeiten nehmen in einem schmalen Temperaturbereich, der von Substanz zu Substanz verschieden ist und z. B. zwischen 0,2 °C und einigen Grad Celsius liegen kann, alle Farben des Spektrums an. Durch Mischung cholesterinischer Flüssigkeiten ist es möglich, einen breiten Farbumschlagbereich von 40 °C bis 200 °C einzustellen. Wegen der Temperaturabhängigkeit ihrer Farben werden cholesterinische Flüssigkeiten mit gutem Erfolg in der zerstörungsfreien Materialprüfung verwendet; sie lassen sich besonders für die Messung der Oberflächentemperatur bei Halbleiterbauelementen einsetzen.

Dazu wird die cholesterinische Flüssigkeit auf die mit schwarzem Lack abgedeckte Halbleiteroberfläche gebracht; der Lack darf die Halbleitereigenschaften nicht beeinträchtigen und ist möglichst dünn aufzutragen. Dies ist notwendig, weil die Farbe der cholesterinischen Flüssigkeit mehr durch Rückwärtsstreuung als durch Absorption in der Schicht verursacht ist. Bei Beleuchtung mit polarisiertem Licht und Mischung der cholesterinischen Flüssigkeit lassen sich ähnliche Ergebnisse wie mit einem IR-Mikroskop erzielen. Zwar bestehen keine Probleme in der Messung der Umschlag-Temperatur, jedoch muß man sich von vornherein auf einen Temperaturmeßbereich festlegen. Die Untersuchung ist vor allem wegen den Vorbereitungen aufwendig und langwierig. Hohe Investitionen hingegen sind nicht notwendig, so daß diese Meßmethode Bedeutung erreicht hat.

### Rechnerische Temperaturbestimmung mit einem elektrischen Analogmodell

Die bisher beschriebenen Verfahren sind besonders für die absolute Temperaturmessung geeignet. Berechnungen jedoch bieten die Möglichkeit die Meßergebnisse zu ergänzen. Die Messung der zeit- und lastabhängigen Temperaturverteilung in axialer Richtung ist mit keinem der vorgestellten Verfahren möglich. Diese Fragen treten im Zusammenhang mit der Tem-

peraturwechselfestigkeit des Kollektorkontaktes auf (Lotermüdung). Es ist bekannt, daß bei elektrischen Belastungsversuchen an Leistungstransistoren (mit Rechteck- und Dreieckimpulsen bei gleich großem Temperaturhub und gleich hoher Spitzenleistung) Totalaus-

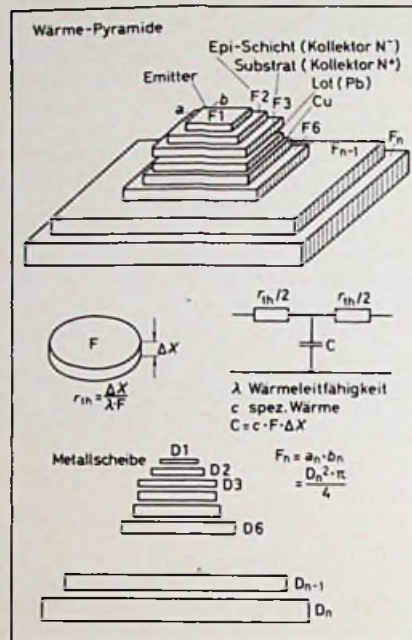


Bild 7. Thermisches Modell der Wärmeausbreitung für die Analogrechnung

fälle als Folge von Systemablösung wegen Lotermüdung auftreten. Bemerkenswert ist, daß trotz der gleichen Spitzentemperatur bei Dreieckbelastung – also bei allmählichem Lastanstieg – weniger Ausfälle auftreten. Um dieses Verhalten zu untersuchen, wird ein elektrisches Analogmodell des Wärmekreises benötigt. Eine theoretische Lösung, d. h. Berechnung der axialen Temperaturverteilung, ist nur bei eindimensionalen Problemen möglich. Bei komplizierter geometrischer Gestalt und verwickelten Randbedingungen bringt das elektrische Analogmodell des Wärmekreises eine brauchbare meßtechnische Erfassung der axialen Temperaturverteilung im Bauelement.

Ausgangspunkt ist der statische Widerstand  $R_{thjg}$ . Aufgrund dieses Wertes kann die Wärmeausbreitung im Gehäuse abgeschätzt werden, die über Siliziumscheibe, Lotscheibe und Kupferbolzen des Gehäuses zur Montageplatte erfolgt. Die radiale Wärmeabfuhr kann bei einem Fe-Gehäuse vernachlässigt werden.

Der komplexe Aufbau des Transistors wird grob angenähert durch eine kegelförmige Wärmeausbreitung in Form von Scheibchen (Bild 7). Der Kegel wird in zwölf Scheibchen eingeteilt, wovon zwei auf das Transistorsystem, eine Scheibe auf das Lot und der Rest auf das Kupfer entfallen.

Anhand des elektrischen Analogmodells wird die axiale Temperaturverteilung im Transistor bei Belastung mit Leistungsimpulsen verschiedener Form und Dauer gemessen. Das Analogmodell ist für die Messung bei Impulsdauer  $n$  bis  $\approx 10^{-4}$  s brauchbar. Die ermittelten Sperrschichttemperaturen bzw. Wärmewiderstände bei Impulsbelastung stimmen mit denen aus der  $\tau_{th}$ -Messung über die  $U_{BE}$ -Kennlinie gut überein.

In Bild 8 ist das axiale Temperaturgefälle in Abhängigkeit von der Impulsdauer bei Rechteck- und Dreieckimpulsen für den Transistor 2N 3055 dargestellt. Hierbei wurde an das elektrische Modell eine Stromamplitude von 40 mA gelegt; dies entspricht einer thermischen Belastungsamplitude von 136 W. Damit beträgt bei einem Wärmewiderstand von 0,9 K/W die Sperrschicht-Übertemperatur 123 °C.

Die axiale Temperaturverteilung am Transistor weist bei den verschiedenen Impulsformen keine großen Unterschiede auf. Betrachtet man jedoch den axialen Temperaturanstieg in verschiedenen Zwischenphasen bis zum Endwert, ergeben sich sehr deutliche Unterschiede zwischen rechteckförmigen und dreieckförmigen Belastungsimpulsen. Die Ergebnisse wurden mit einem Speicheroszilloskop gemessen.

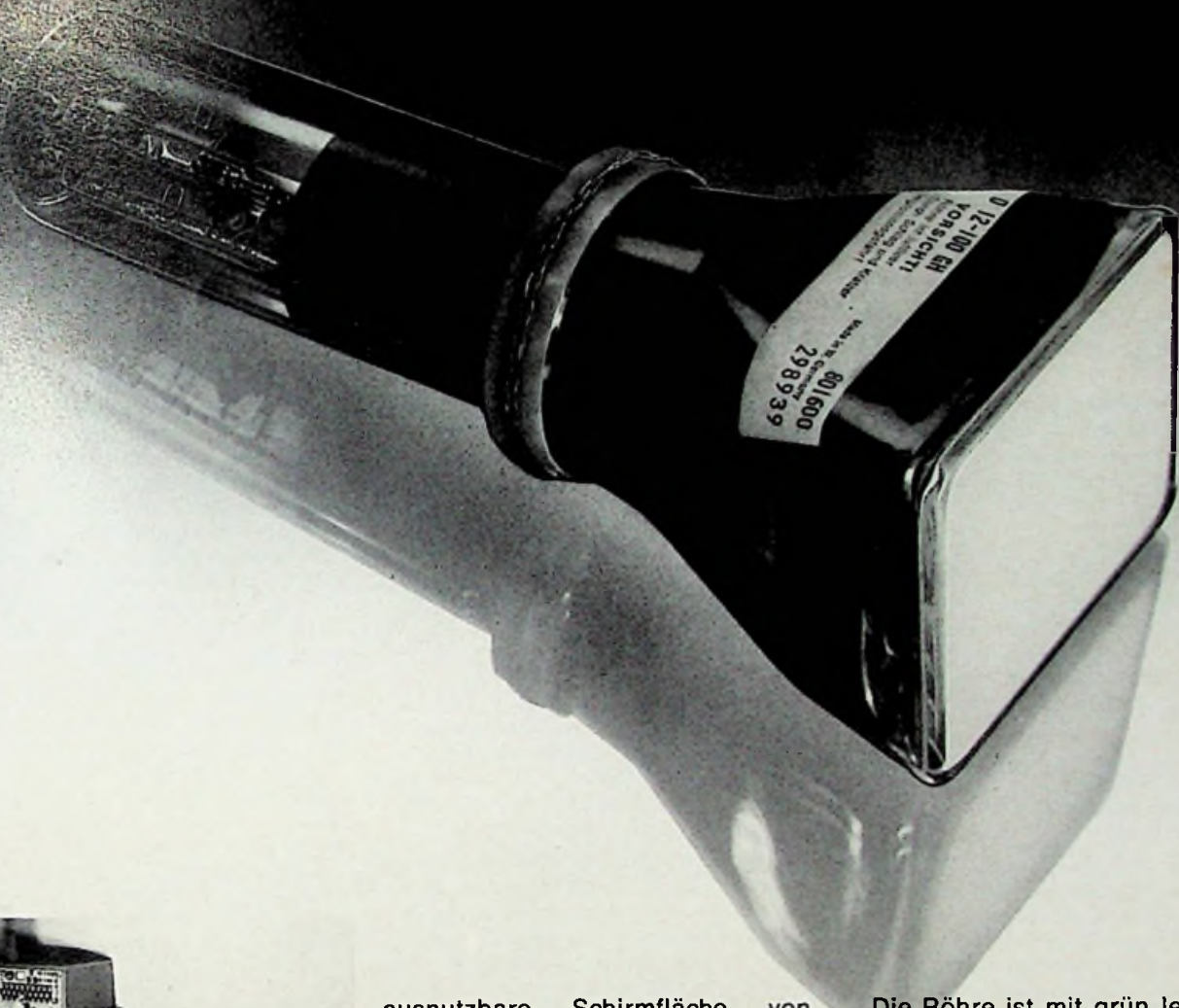
Bei Belastung mit Rechteckimpulsen steigt die Temperatur in der Siliziumscheibe sofort nach dem Einschalten steil an, während die Temperatur des Kupferbolzens nicht mitgeht. Bei Belastung mit Sägezahnimpulsen ist der Temperaturanstieg weniger kritisch, hier steigt die Temperatur im Kupferbolzen mit. Wie in Bild 8 zu sehen ist, läßt sich in der Anfangsphase eine maximale Übertemperatur der Siliziumscheibe gegenüber dem Kupfer von  $\Delta \delta$  (Si-Cu)  $\approx 60$  °C extrapolieren. Damit lassen sich nach dem Hookschen Gesetz die thermisch bedingten radialen Längenausdehnungen abschätzen, wenn die Mitte des Transistors in Ruhe bleibt.

$$\Delta L \text{ (Si-Cu)} = L \alpha \text{ (Si)} \cdot \Delta \delta \text{ (Si-Cu)} = 3,5 \text{ mm} \cdot 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ grd}^{-1} \cdot 60 \text{ grd} = 1,6 \mu\text{m}$$

Tatsächlich könnte der Wert bei unsymmetrischer Ruhezone um etwa 30 % größer werden. Diese Vergrößerung

Wir bauen nicht nur die Schwierigen . . .

# Neue Oszillographen-Röhre D 12-100: Die Kleine für den großen Service.



Oszillographen-Röhren in der Prüfung:  
Formieren der Kathode

Auch eine jahrzehntelange Spitzenposition auf allen Gebieten moderner Elektrotechnik und Elektronik muß ständig gefestigt werden.

Zum Beispiel mit unserer neuen Oszillographen-Röhre D 12-100. Ihr rechteckiger Planschirm bietet eine

ausnutzbare Schirmfläche von  $80 \times 64$  mm (Rasterteilung 8 mm) — bei einer Gesamtbaulänge von nur 266,5 mm.

Die D 12-100 schließt die Lücke zwischen Röhren mit 10 und 14 cm Schirmdiagonale.

Trotz ihrer geringen Abmessungen, die unsere D 12-100 besonders für kompakte Service-Oszillographen prädestiniert, ist die Schirmhöhe auch für einen 2-Strahlbetrieb ausreichend.

Wichtige Betriebsdaten  
Beschleunigungsspannung:

$$U_{ACC} = 1500 \text{ V}$$

Ablenkoeffizienten:

$$D_3 D_4 = 13 \text{ V/cm}$$

$$D_1 D_2 = 27 \text{ V/cm}$$

Heizung:

$$U_F = 6,3 \text{ V/300 mA.}$$

Die Röhre ist mit grün leuchtendem GH-Schirm oder lang nachleuchtendem GM-Schirm lieferbar — auch mit Fassung und passender Mu-Metallabschirmung.

Wir schicken Ihnen gern die genauen Unterlagen mit allen Betriebsdaten.

AEG-TELEFUNKEN  
Fachbereich Röhren  
Söflinger Straße 100, 7900 Ulm  
Telefon: (0731) 19 11



Oszillographen-Röhren von  
AEG-TELEFUNKEN

der Siliziumscheibe wird von der Blei-Lot-Schicht – mit einer Bruchdehnung von 60 % – leicht aufgenommen. Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei der Siliziumscheibe selbst, für sie läßt sich aus Bild 8 ein Temperaturgefälle von 40 °C ablesen. Damit ergibt sich eine radiale Ausdehnung von

$$\Delta L(\text{Si}) = L \alpha(\text{Si}) \cdot \Delta \vartheta(\text{Si}) = 3,5 \text{ mm} \cdot 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ grad}^{-1} \cdot 40 \text{ grad} \approx 1,1 \mu\text{m}$$

Bei einer Siliziumdicke von 200 μm und einem Schubmodul  $G = 4000 \text{ kpmm}^{-2}$  ergibt sich eine Schubspannung in der Siliziumscheibe von

$$\tau = G \cdot \alpha \approx G \cdot \Delta L(\text{Si}) = 4000 \text{ kpmm}^{-2} \cdot \frac{0,8 \mu\text{m}}{200 \mu\text{m}} = 16 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

Die Zerreiβfestigkeit von Silizium beträgt nach Literaturangaben 70 kp/mm<sup>2</sup>. Bei längeren Impulsdauern erhöht sich die Kristalltemperatur. Beim Einschalten auf Gleichstrom wächst sie auf das 1,5-fache und damit ist  $\tau = 24 \text{ kp/mm}^2$ .

Bei zunehmender Lastwechselzahl sinkt die zulässige Beanspruchung der Materialien entsprechend der Wöhler-Kurve stark ab. Damit kommt es bei hoher Lastwechselzahl ( $N \geq 10^6 \dots 10^7$ ) zu Systemablösungen bzw. zur Ablösung der Systemkontakte.

### Schutzhinweise für den Anwender

An der Systemoberseite, zwischen Si und Al, rollt sich das Al aufgrund seines 3fach höheren Ausdehnungskoeffizienten an den äußeren Bereichen auf. Man spricht auch von Al-Schuppenbildung. An der Systemrückseite (Kollektor) kommt es zur Rekristallisation des Lotes, der Ausdehnungskoeffizient von Blei ist sogar 4mal größer als der von Silizium. Um diese Fehlerquellen einzuschränken, werden vom Hersteller Kurvenscharen angegeben, mit denen der maximal zulässige Temperaturhub als Funktion der Lastwechselzahl beschränkt wird. Großflächige Bauelemente der Leistungselektronik sind mit Druckkontakten für den elektrischen und thermischen Anschluß ausgerüstet. Bei den großen Elementen mit einigen hundert Quadratmillimetern Kristallfläche ist die thermische Anpassung über Lötverfahren nicht mit ausreichender Zuverlässigkeit möglich. Die Kurvenscharen werden daher für fast alle Leistungstransistoren (Systemgröße 3...36 mm<sup>2</sup>) angegeben.

Entscheidend für die Zuverlässigkeit ist letztlich die Temperatur und die Beanspruchung der verschiedenen Metallschichten bei elektrischer Belastung. Die Gehäusetemperatur ist in dem Zusammenhang von untergeordneter Bedeutung. Es ist daher zweckmäßig, den Temperaturhub im Inneren des Transi-

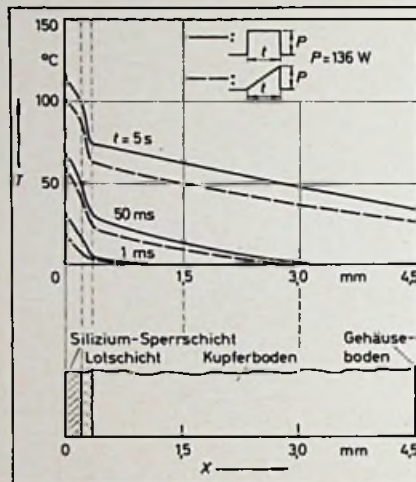


Bild 8. Temperaturverlauf im 2N 3055 bei Rechteck- und Dreieckimpulsbelastung

stors zu beschreiben. Bleibt man bei einem weich aufgelöteten Transistor mit der thermischen Beanspruchung des System (einschließlich Lot) innerhalb einer Temperaturänderung von etwa 50 °C, tritt keine Lotermüdung auf.

Mit den beschriebenen Verfahren ist es möglich, auch bei komplizierten Bauteilen die Erwärmung zu ermitteln, da daraus Meß- und Selektionsmethoden für Qualität und Zuverlässigkeit der Bauelemente abgeleitet werden. Außerdem hat man damit eine genaue thermische Beschreibung des Halbleiterbauteils, die es dem Anwender ermöglicht, auch in seiner Schaltung optimale Zuverlässigkeit zu erreichen.

### Literatur

- [1] Navon, D., Miller, E. A.: Thermal Instability in Power Transistor Structures. Solid state Electronics 12 (1969), Seite 69.
- [2] Brown, G. H.: Liquid Crystals an Some of Their Applications. Appl. Phys. 15 (1974).
- [3] Werner/Wörther: Automatisches Wärmewiderstands-Meßgerät. Siemens-Zeitschrift 45 (1971), Seite 621.
- [4] Kaifler/Werner: Siemens Bauteile-Information, Mai 1973.

Gröber/Erk/Grigull: Wärmeübertragung. III. Auflage Springer-Verlag 1955.

[5] Otten, H., Schlegel, E., Stöwer, K., Weitzsch, F.: Zur Bestimmung der „wahren“ Sperrschichttemperatur von Transistoren. Valvo-Bericht Band X, Heft 5.

[6] Holoch, J.: Zeitliche und örtliche Temperaturverteilung in einem Halbleiterkristall bei impulsförmiger Erwärmung. Archiv f. Elektronik 51 (1966) Heft 2.

[7] Stromkonzentration bei Hochfrequenz-Leistungstransistoren. Siemens-Forsch.- u. Entwicklungs-Ber. Bd. 3 (1974) Nr. 1.

## Meldungen über neue Bauelemente

**Drahtpotentiometer.** Das Drahtpotentiometer B 22 von TWK-Elektronik zeichnet sich aus durch geringe Restwiderstände und zuverlässige Verbindungen. Ein Edelmetallschleifer sorgt für guten Kontakt. Widerstandswerte von 10 Ω bis 10 kΩ; Toleranzklassen 1 % und 2 %; Belastbarkeit 1 W bei 40 °C.

**HF-Verstärker.** Durch die Entwicklung eines speziellen Prozesses (Luftisolation, Transitfrequenz der Transistoren > 2 GHz) wurde es möglich, Verstärker in monolithischer Technik zu bauen, die linearen Frequenzgang von 20...900 MHz aufweisen. Bei dem Valvo-Typ DA 628 beträgt die Verstärkung 20 dB; Welligkeit ± 0,5 dB. Das Rauschmaß beträgt nur 5 dB. Der Typ V 8 SS hat Eingangs- und Ausgangsimpedanzen von 75 Ω; Speisespannung 24 V.

**Diodenquartett.** Das monolithisch integrierte Diodenquartett V 5 SS von Valvo wurde für Anwendungen als Ringmischer im Frequenzbereich 30...3000 MHz entwickelt. Im gleichen Aufbau kann der Ringmischer als Phasendetektor betrieben werden. Ein weiterer Anwendungsbereich ist die Erzeugung modulierter Signale.

**5-GHz-Breitbandtransistoren.** Um übertragerlosen Aufbau von Gegentaktverstärkern im GHz-Bereich zu ermöglichen, entwickelte Valvo die HF-PNP-Transistoren BFQ 23, BFQ 24, BFT 93, BFY 637, die zu den Typen komplementär sind: BFR 91, BFR 93, BFR 96. Die besonderen Eigenschaften: hohe Leistungsverstärkung; niedrige Rauschzahl; kleine Rückwirkungskapazität; große Aussteuerbarkeit.



# Spezialisten- Qualität

**Spezialisten leisten mehr. Stets zeigt sich bei ELAC das Können alt-erfahrener Spezialisten: in neuartigen Techniken, überzeugender Qualität, im richtigen Preis/Leistungs-Verhältnis. Der Markt verlangt sie.**

**Darum wurde sie von ELAC gebaut: die HiFi-Kombination von Receiver und Cassettendeck.**

**Gebaut in Spezialisten-Qualität ist die neue Heim-Studio-Anlage ELAC C 2600 Quadrosound – empfehlenswert.**

## Cassettenteil

Dolby-System zur Verbesserung des Geräuschspannungsabstandes. Manuelle und automatische Eingangspegel-Aussteuerung. Beleuchtetes Aussteuerungsinstrument.

Automatische Umschaltung auf CrO<sub>2</sub>-Band. „Fe-Cr“-Taste.

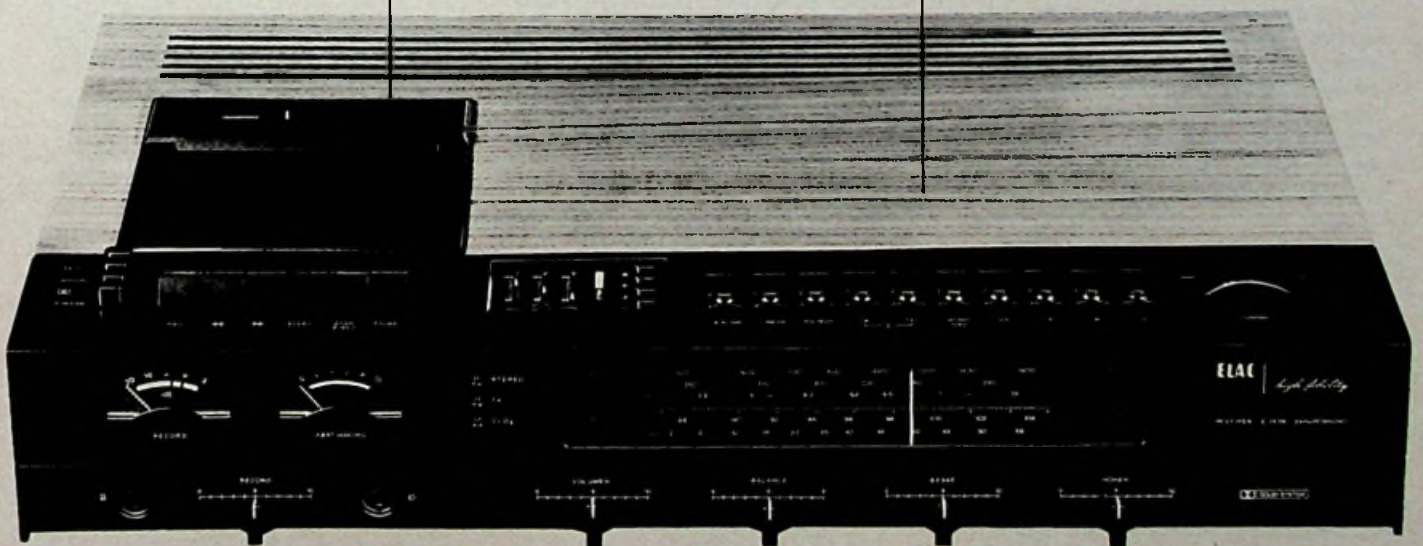
## Verstärker- und Empfangsteil

2 x 32 Watt Musikleistung,  
2 x 20 Watt Sinusleistung.  
Wellenbereiche UKW, MW, LW, KW.  
3 Stationstasten zum sofortigen Abrufen vorher programmierter UKW-Sender.

Großflächige, beleuchtete Abstimminstrumente für Feldstärke

und Aussteuerung.

Beleuchtete Funktionsanzeigen. Flachbahnregler für Volumen, Bässe, Höhen, Balance, Aussteuerung (Cassette). Drucktasten für Ein- und Ausgänge, Betriebsfunktionen und Quadrosound. Mikrofon- und Kopfhöreranschluß an der Frontseite.



Ausführliche Informationen  
über die Heim-Studio-Anlage  
ELAC C 2600 Quadrosound  
und über das weitere  
ELAC Programm von

# ELAC

ELECTROACUSTIC GMBH

Postfach 2020, 2300 Kiel 1

In Österreich: HANS KOLBE Ges. m. b. H., Mollardgasse 64, 1060 Wien 6  
In der Schweiz: APCO AG, Rätzelstraße 25, 8045 Zürich  
In Holland: Electrotechniek BV, Duivendrechtsekade 91-94, Amsterdam  
In Belgien: S. A. Jean Ivans N. V., Rue du Val Benoît, 27, 4000 Liège  
In Luxemburg: SOGEL S. A., 1, Dernier Sol, Luxembourg

## Reparaturen

# Fehlersuche in röhrenbestückten Fernsehgeräten

Günter E. Wegner, Hamburg

Mehr als die Hälfte aller Reparaturen im Fernsehservice entfällt noch auf Geräte, die mit Röhren bestückt sind. Dieser Beitrag, insbesondere der jüngere Praktiker soll mit ihm angesprochen werden, vermittelt nützliche Hinweise für den Service.

Die meisten Fernsehgeräte-Reparaturen müssen in der Wohnung des Kunden durchgeführt werden. Dies ist keinesfalls optimal, denn der Außendiensttechniker ist kaum in der Lage, alle erforderlichen Meßgeräte und Ersatzteile mit sich zu führen. So lassen sich – unter Berücksichtigung der mehr oder weniger vagen Hinweise des Kunden – hauptsächlich nur die offen zutage liegenden Defekte beseitigen.

Für den Service in der Wohnung spricht, daß eine große Zahl der Defekte ausschließlich mit Gleichspannungsmessungen zu finden sind, und die Reparatur deshalb dem Techniker im Außendienst möglich ist. So sind zumindest Röhrenempfänger – von Einzelfällen abgesehen – immer in der Wohnung zu reparieren.

Die komplizierte Schaltungstechnik der Fernsehgeräte erfordert jedoch konzentriertes und überlegtes Vorgehen sowie die Anwendung von Oszilloskop, Bildmustersgenerator und anderen Geräten. Nicht umsonst versuchen die Hersteller hier zu vereinfachen: mit Fehlersuchschema, Diagnosesystem und Steckmodule, die sich schnell wie Röhren wechseln lassen.

Solange aber die Steckmodule oder Baugruppen nicht einheitlich gebaut oder gar genormt sind, ist die Erleichterung vorerst mehr theoretischer Art. Zur Zeit jedenfalls bringt die Modulteknik für die Werkstatt eher erhöhte Kosten, denn der Techniker muß für die Geräte jedes Herstellers einen Modul-Koffer mit sich herumschleppen. Abgesehen davon: oft sind auch noch Röhrengeräte (etwa 50 %) zu reparieren. Denn die Fernsehempfänger sind – trotz gegenteiliger Meinung nicht immer kompetenter Stellen – außerordentlich betriebssicher.

Der Verfasser ist Radio- und Fernseh-techniker-Meister in Hamburg.

## Fehlerdiagnose mit dem Bildschirm

Das Werkzeug des Technikers im Außendienst ist in erster Linie das Vielfachmeßinstrument. Bei allen Spannungsmessungen ist zu beachten, daß nur dann mit dem Schaltbild übereinstimmende Ergebnisse erzielt werden, wenn man ein Meßgerät mit mindestens gleich hohem Innenwiderstand benutzt. Der Innenwiderstand des Meßgerätes, mit dem die Bezugsgröße festgestellt wurde, ist in den Schaltplänen immer angegeben. Manche Spannungswerte gelten gar nur für bestimmte Einstellerpositionen, wie etwa maximale Kontrastregler-Stellung oder Regelspannung gemessen mit Antenne.

Der Praktiker bedient sich bei der Fehlersuche an einem Fernsehempfänger gern des nützlichsten Hilfsmittels: des Empfänger-Bildschirms. Dieses eingebaute Sichtgerät vermittelt bei Kenntnis der Zusammenhänge aufschlußreiche Informationen. Viele Defekte haben bestimmte Auswirkungen auf das Bild.

Wird etwa das Zeilenraster ohne Bildinhalt geschrieben, sucht man den Fehler kaum in den Ablenk- oder Impulsstufen. Sie können also schon ausgeklammert werden.

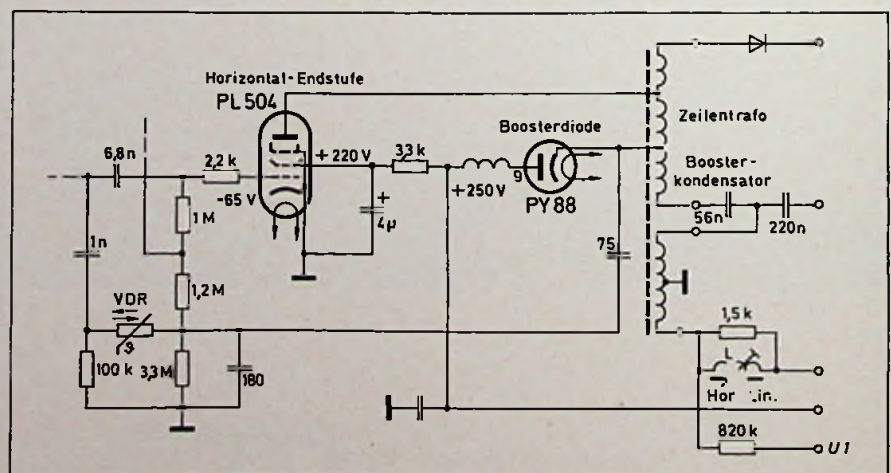
Zeigt das Bild wenig Verstärkungs-Rauschen richtet sich der Verdacht zunächst einmal auf den Kanalwähler. Sieht man dagegen überhaupt kein Rauschen, wendet man sich dem Videoteil, dem ZF-Verstärker oder der getasteten Regelung zu. Die getastete Regelung beispielsweise könnte eine zu hohe Spannung erzeugen und dadurch den ZF-Verstärker herunterregeln. Betrachtet man dabei den Signalverlauf, so ist das ZF-Teil „gesperrt“.

Allerdings kann man auch wesentliche Zusammenhänge über Fehler in der Vertikal- und Horizontal-Ablenkung bzw. in der Hochspannungserzeugung oder im Farbteil dem Bild des Gerätes entnehmen. Das Schirmbild kann aber generell nur als Hinweis dienen, in welcher Stufe oder in welchen Abschnitten eines Schaltungszuges man am erfolgreichsten die Fehlersuche beginnt.

## Zeilenendstufe

Zu den häufigsten Defekten zählen die Ausfälle der Zeilenendstufe und der Hochspannungserzeugung (Bild 1 und Bild 2). Der Bildschirm bleibt in der Regel dabei dunkel oder zeigt einen vertikalen Strich; je nach Schaltung und Fehlerart ist der Ton noch zu hören. Obwohl diese Fehler-Erscheinungen auch andere Stufen verursachen können, wird sich das Hauptaugenmerk auf die Zeilenendstufe richten, besonders wenn es sich um ein Röhrengerät handelt. Vielleicht deuten auch aufgegangene Sicherungswiderstände – sie löten sich bei Überlast selbst auf – auf die fehlerhafte Stufe hin. Nachdem man sich mit Spannungsmessungen überzeugt hat, daß die Stromversorgung in Ordnung ist, wird grob

Bild 1. Eine röhrenbestückte Zeilenendstufe



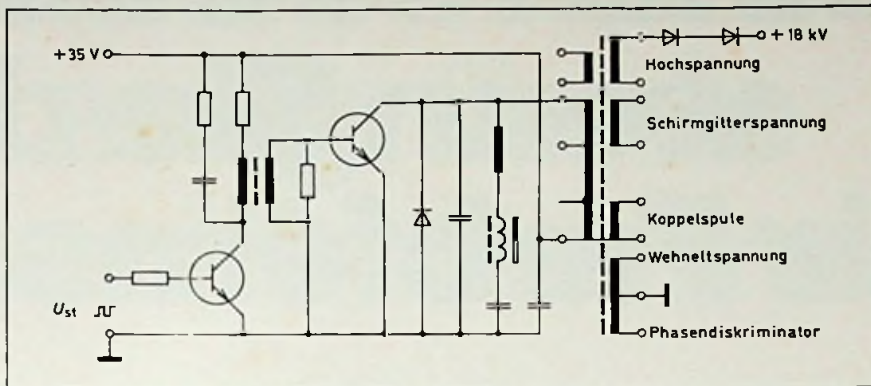
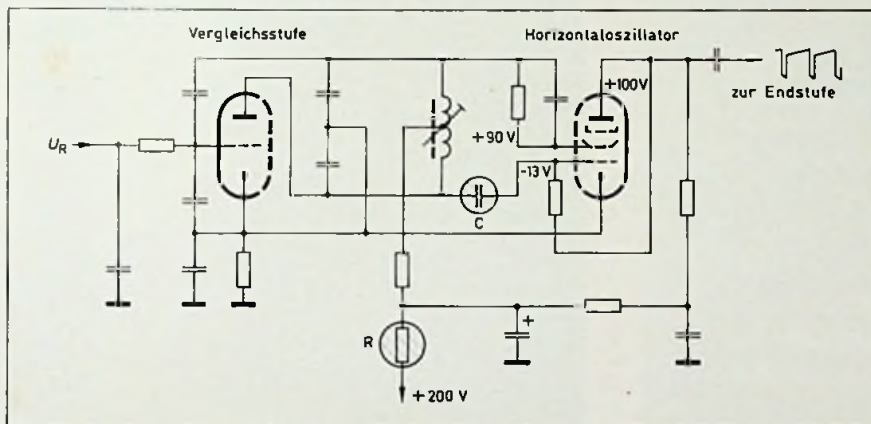


Bild 2. Zellenendstufe mit Transistoren

Bild 3. Zeilengenerator: Der defekte Kondensator C führte zur Überlastung des Widerstandes R



festgestellt, ob Booster- und Hochspannung vorhanden sind. Fast jeder Praktiker „zieht“ dabei mit einem gut isolierten Schraubenzieher Lichtbogen von den Kappen der Zeilenendröhre bzw. der Schalterdiode (Boosterdiode). Läßt sich ein etwa 6 mm langer Funke produzieren, kann die Endstufe vorerst als funktionstüchtig betrachtet werden. Auch am Hochspannungsgleichrichter muß sich ein Funke ziehen lassen (Vorsicht! über 15 kV).

Hier ein Fall aus der Praxis: Bei einem Fernsehempfänger begannen kurz nach dem Einschalten die Anodenbleche der Zeilenendröhre zu glühen. Am Steuergitter der Endröhre (Bild 3) war keine negative Spannung zu messen, weshalb die Röhre zunächst probeweise ersetzt wurde; es könnte nämlich ein Schluß der Strecke Gitter/Katode vorliegen. Nachdem sich kein Erfolg zeigte, fiel der Verdacht auf den Zeilengenerator. Dabei stellte sich heraus, daß der Widerstand R, über den die Betriebsspannung zugeführt wird, verbrannt war. Der nachgeschaltete Siebkondensator war jedoch in Ordnung und auch sonst konnte kein Schluß gegen Masse-

potential gemessen werden. Der Widerstand wurde erneuert; jedoch begann er sofort wieder zu schmoren, nachdem der Empfänger „aufgeheizt“ hatte.

Der Grund für die Überlastung konnte folglich nur ein zu hoher Strom durch die Zeilenoszillatordröhre aufgrund falscher Ansteuerung sein. Deshalb wurden die Spannungen an den Fassungsanschlüssen kontrolliert. Dabei zeigte sich, daß am Gitter 1 des Pentodensystems die negative Vorspannung fehlte. Schuld daran war der Kondensator C, der glatten Durchgang hatte. Die Zeilenendröhre glühte aber auch, wenn die Schalterdiode einen Schluß hat und glühen deren Anoden, wird man den Boosterkondensator als erstes untersuchen. Auch der Zeilenträfo kann defekt sein. Nicht alle Defekte führen aber zu einem Totalausfall des Horizontalablenkteils. Ein häufiger Fehler ist Hochspannungssprühen, das Störungen des Bildes und des Tons zur Folge hat. Es wird verursacht von fehlerhaftem Anschluß der Bildröhrenhochspannung, Sprühercheinungen innerhalb der Röhren, besonders der Katode der Diode, aber auch durch verstaubte

Hochspannung - Gleichrichterröhren oder -Dioden sowie spitze, lange Lötstellen an hochspannungsführenden Teilen. Tritt beim Aufdrehen der Helligkeit der sogenannte Lupeneffekt auf, hat die Emission der Hochspannungsgleichrichterröhre nachgelassen.

So einfach die Fehlersuche an röhrenbestückten Horizontalablenkteilen zu sein scheint, so kompliziert wird sie beim Halbleitergerät (Bild 2). Für die einwandfreie Arbeitsweise halbleiterbestückter Zeilenkipfstufen ist einerseits die richtige Belastung der Stufe von Bedeutung, andererseits steht die Funktion in enger Wechselbeziehung mit dem Netzteil des Empfängers. Dadurch sind die Fehlermöglichkeiten vielfältiger, und nicht zuletzt erschweren die unmittelbar in die Schaltung eingelöteten Transistoren und Dioden die rasche Fehlerbeseitigung. Trotzdem wird man auch hier sehr oft mit Gleichspannungsmessungen zum Ziel kommen: Beispielsweise ist die Messung der Spannungsdifferenz von Basis-Emitter-Dioden (0,3...1,2 V) immer sehr aufschlußreich und vermittelt Hinweise über die Funktionstüchtigkeit des Transistors.

### Vertikalablenkung

Noch ein häufiger Fall aus der Praxis: Ein Fernsehempfänger zeigt nur noch einen sehr hellen waagerechten Strich – ein markantes Merkmal für einen Defekt in der Vertikalablenkung. Um die Funktionsfähigkeit der Bildkippendstufe zu überprüfen, kann man der Steuerelektrode der Endstufe ein Fremdsignal zuführen; bei Röhren genügt oft das Antippen mit Finger oder Schraubenzieher. Halbleiterendstufen sind niederohmig, man entnimmt dann das Signal einer geeigneten Quelle. Wird bei diesem Test der Strich in der Bildschirmmitte breiter, müßte die Endstufe funktionsfähig sein. Der Fehler steckt dann in der Ankopplung des Aussteuersignals oder im Generator (Sperrschwinger).

So auch in diesem Gerät (Bild 4): Die Spannungsmessung zeigte, daß an der Anode der Triode die Gleichspannung fehlte. Auch am Steuergitter war keine negative Spannung meßbar. Der Kondensator C1 war einwandfrei. Zog man die Röhre aus ihrer Fassung, so war kurzzeitig (bis zum Abbau der Boosterspannung) Spannung an der Anode zu messen. Somit mußte der Defekt im Gitterkreis des Bildkippgenerators liegen. Die weitere Untersuchung mit dem Ohmmeter ergab, daß der Kondensator C2 durchgeschlagen war; das Gitter der Triode lag damit über dem Widerstand R1 auf Massepotential. Dadurch konnte sich am Gitter keine negative



# Sie können Ihre Kur wenn Sie die für Farbfernse

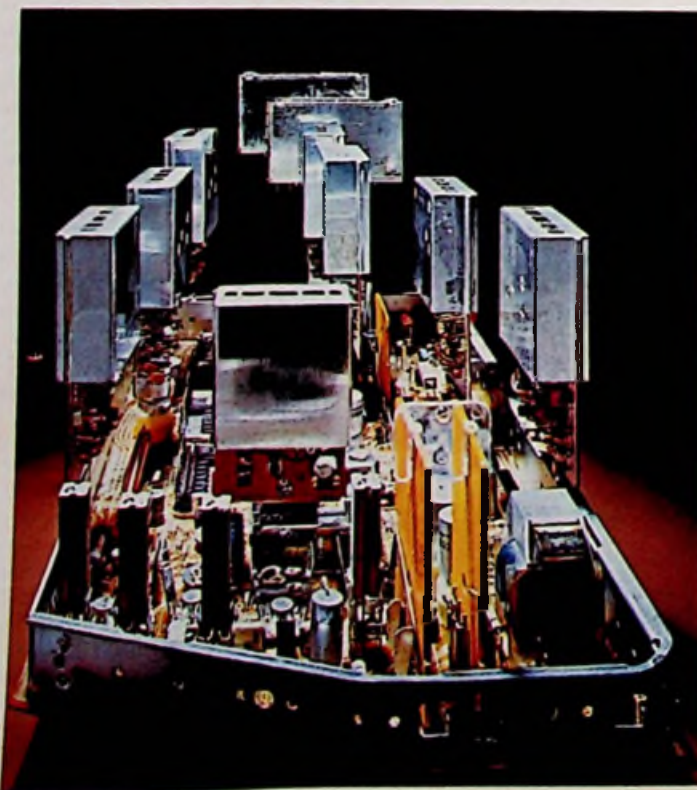
Eine repräsentative Markt-Untersuchung hat die wichtigsten Faktoren ermittelt, die zum Kaufentscheid bei Farbfernsehgeräten führen.

## **1. Kaufgrund: Geräte-Qualität**

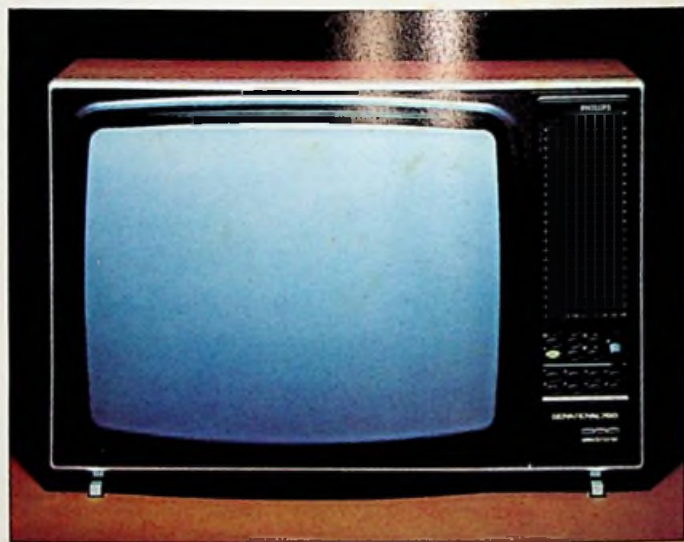
Fachleute führen das hohe Qualitätsniveau der Philips Farbfernsehgeräte vor allem auf die Zuverlässigkeit des unübertroffenen K9-Volltransistor-Modul-Chassis zurück.

Die allgemeine Geräte-Qualität wird von befragten Käufern als Hauptgrund herausgestellt. Zugleich wird die Wichtigkeit des Farbbildes betont.

Bei einer repräsentativen Befragung von 160 Fachhändlern gaben 78% Philips Farbfernsehgeräten den 1. Platz für die gute Farbqualität.



## **2. Kaufgrund: Gehäuseform**



Der hohe Anspruch modern-funktionaler Formgestaltung gilt bei Philips Farbfernsehgeräten für das gesamte Programm. „Soft-Line“-Formgebung, zeitgemäße Farben und hochwertige Ausführung bis ins Detail – bei funktionsgerechtem Bedienungskomfort – haben eine hohe Akzeptanz bei Käufern.

In einer neutralen Untersuchung von 600 Farbfernseh-Kaufinteressenten wurde unter fünf bekannten Farbfernsehgeräten das vorgestellte Philips-Gerät am besten beurteilt.

## **3. Kaufgrund: Marken-Name**

Die Voraussetzungen für den Kauf eines Farbfernsehgerätes sind weniger durch den Preis als vielmehr durch den Marken-Namen zu beeinflussen.

Eine weltbekannte Marke wie Philips gibt

# den besser beraten, Kaufgründe engeräte kennen.

dem Farbfernsehgeräte-Käufer Sicherheit und Vertrauen.

Dazu kommen Beratung, Empfehlung und Vorführung der Geräte durch den Fachhandel, die den Käufer stark beeinflussen.



Die Kaufentscheidung wird wesentlich im Fachhandel ausgelöst:

Für den Fernsehgeräte-Käufer hat die Beratung durch qualifizierte Fachkräfte höchsten Nutzwert.

- Die Waren-Präsentation im Schaufenster bietet eine unverbindliche Orientierungsmöglichkeit, die Käufer außerordentlich positiv beurteilen.
- Die Waren-Präsentation im Geschäft bietet dem Fernsehgeräte-Käufer Vergleichsmöglichkeiten der angebotenen Geräte in Gehäuseform, Qualität und Bedienungskomfort.



**Fazit: Fachhandels-  
Beratung und  
Philips Farbfernseh-  
Qualität sind die  
beste Basis für Ihren  
Verkaufserfolg!**

# Philips Farbfernsehen

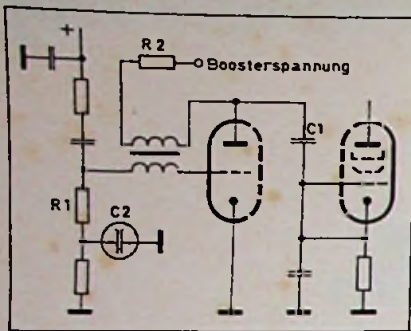


Bild 4. Der Kondensator C2 schloß die Gittervorspannung kurz

Vorspannung aufbauen. Die Folge war ein so hoher Strom durch die Röhre, daß die gesamte Betriebsspannung am Außenwiderstand R2 abfiel; der Sperrschwinger konnte deshalb nicht arbeiten.

Ist der horizontale Strich auf dem Bildschirm jedoch einige Zentimeter breit oder ist die Bildlinearität gestört, wird der Verdacht wieder auf die Bildklippendstufe fallen. Defekt sein kann die Röhre oder der Endtransistor (Bild 5). Eventuell steckt der Fehler auch im Entzerrer-Netzwerk.

Bei einem Fernsehgerät stellte sich die Normal-Bildhöhe immer erst nach „Warmlaufen“ des Empfängers ein. Ein Wechsel der Bildklippröhre PCL 85 brachte nicht den erhofften Erfolg. Die Überprüfung der Sockelspannungen zeigte dann, daß sich die Katodenspannung mit der Erwärmung veränderte. Der Austausch des Katodenelkos ließ den Fehler verschwinden; die Bildhöhe war anschließend konstant und gut einstellbar.

Der Katodenkondensator war unmittelbar über der PCL 85 angeordnet; wurde also ständig von der Röhre aufgeheizt, was schließlich zu einem sehr hohen Leckstrom führte. Der Effekt konnte mit einer Meßbrücke und einem Föhn demonstriert werden.

### Bildverstärker (Videostufe)

Hierzu sollen auch Defekte an der Ansteuerung der Bildröhre gerechnet werden. Auf dem Bildschirm machen sie sich unterschiedlich bemerkbar; je nachdem, wo die Ton-ZF ausgekoppelt wird, ist der Ton noch zu hören oder nicht. Ist das Schirmbild flau und kontrastarm, liegt der Fehler meist in der Videostufe. Die Arbeitsweise der Bildröhre und des Videoverstärkers sind wegen der galvanischen Kopplung dieser beiden Stufen eng miteinander verknüpft (Bild 6, Bild 7). Der Arbeitspunkt der Bildröhre ist festgelegt durch die Potentialdifferenz zwischen Katode und Steuerelektrode der Bildröhre, dem Wehneltzylinder.

Hat der Wehneltzylinder gegenüber der Katode ein zu negatives Potential, wird der Signalverlauf gesperrt – das Bild ist dunkel. Verändert man die Spannung in Plus-Richtung – wozu man die Katode entweder negativer oder den Wehneltzylinder positiver macht, beginnt Strahlstrom zu fließen, der Schirm leuchtet auf. Die Schwarz-Weiß-Bildröhre wird mit dem Videosignal an der Katode angesteuert. Zieht die Bildendstufe zu wenig Strom, steigt wegen der galvanischen Kopplung das Katodential der Bildröhre und der Strahlstrom wird gedrosselt. Die Bildröhre ist dunkel, wenn die Bildendstufe gesperrt ist. Weil dabei am Arbeitswiderstand keine Spannung abfällt, liegt die volle Speisespannung an der Bildröhrenkatode; die Steuerelektrode erscheint demgegenüber negativ: kein Strahlstrom.

Über das Gitter 1 der Bildröhre wird meist die Bildhelligkeit eingestellt. Die Gleichspannung ist dazu über ein

Potentiometer veränderbar; stets aber muß sie gegenüber der Bildröhrenkatode negativ bleiben.

Wichtig ist auch die Spannung am Gitter 2 der Bildröhre, sie beträgt 400... 500 V und wird ebenso wie die Fokussierspannung (Gitter 3) aus der Boosterspannung gewonnen. Liegen alle diese Gleichspannungen an und wird die Bildröhre geheizt, so sollte auch ein Bild zu sehen sein.

Ist der Bildschirm dunkel, die Zeilenendstufe sowie die Hochspannungserzeugung in Ordnung, wird Bildröhre und Umkreis untersucht. Zur ersten, schnellen Orientierung kann man den Wehneltzylinder mit der Katode kurz verbinden. Die Röhre muß aufleuchten, denn es fließt der größtmögliche Strahlstrom. Trifft dies zu, sollte man die Fehlersuche im Katodenkreis, der Videostufe oder in der Helligkeitseinstellung beginnen.

Obwohl Helligkeit und Kontrast voll aufgedreht sind, bleibt das Bild dunkel.

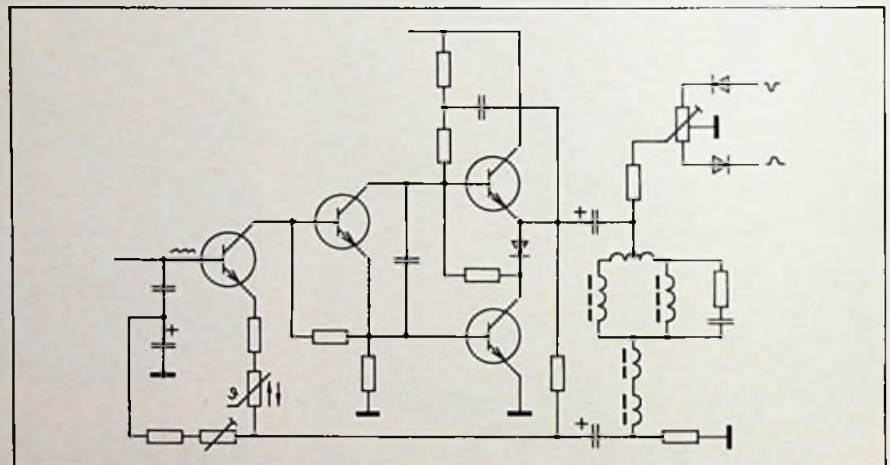
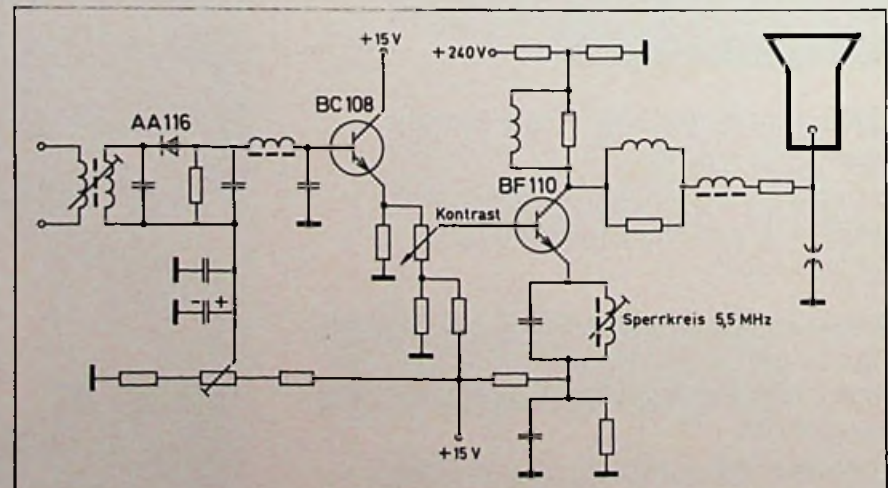


Bild 5. Eine Bildklippendstufe mit Transistoren

Bild 6. Videoendstufe mit Transistoren



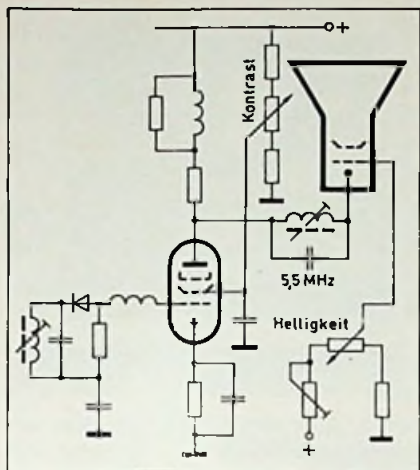


Bild 7. Videoendstufe mit Röhre

So wurde der Fehler eines Gerätes beschrieben. Die erste Untersuchung zeigte, daß Zeilenkipp und Hochspannung in Ordnung waren und auch die Videoendstufe funktionierte. Nun wurde die Spannung am Steuergitter der Bildröhre gemessen, sie erschien mit 30 V zu gering. Die Prüfung der Helligkeitseinstellung blieb ohne Ergebnis. Dann jedoch stellte sich heraus, daß der Kondensator, über den die Impulse für die Bildaustastung herangeführt werden, durchgeschlagen war. Weil damit die Wicklung des Vertikal-Ausgangstrafos auf Massepotential lag, brach die Spannung am Wehneltzylinder zusammen. Fehlt die Spannung am Schirmgitter, fließt ebenfalls kein oder nur geringer Strahlstrom. Das Aufleuchten des Bildschirms beim Ausschalten des Empfängers ist auch ein Hinweis auf diesen Fehler. Der Grund

für die fehlende Spannung ist dann meist ein Durchschlag des Kondensators in der Spannungszuführung, der gleichzeitig das schädliche Nachleuchten der Bildröhre verhindern soll.

### Spannungsversorgung

Röhrenbestückte Fernsehempfänger werden als „Allstromschaltung“ konzipiert. Die Heizfäden der Röhre liegen dabei alle in Reihe (Bild 8); die Restspannung fällt an einem Vorwiderstand ab. Gelegentlich trifft man auch die Halbwellenheizung an. Die Gleichspannung wird in einem Einweggleichrichter gewonnen. Das Netzteil transistorisierter Fernsehempfänger ist komplexer; besonders in gemischt bestückten Geräten ist bei der Erzeugung der Betriebsspannung für die Halbleiter eine getrennte Gleichrichterschaltung vorgesehen. Niederspannungs-Netzteile sind stabilisiert und gegen Überlast mit einer elektronischen Sicherung geschützt. Auch aus den Impulsspannungen werden durch Gleichrichterschaltungen häufig Funktionsstufen mit Betriebsspannung versorgt.

Schlägt beim Einschalten des Empfängers eine Sicherung durch, ist oft eine Diode oder ein Elko defekt. Auch Transistoren oder der Thyristor in stabilisierten Netzteilen können daran schuld sein.

Ein gemischt bestückter Farbfernsehempfänger zeigt weder Bild noch Ton und der „Fachmann“ eines Schnelldienstes hatte bereits festgestellt, daß der Zeilentrifo defekt sei. Tatsächlich begannen nach kurzer Einschaltzeit die Anodenbleche der Endröhre PL 509 zu glühen. Da aber gleichzeitig beim Einschalten eine Netzteilsicherung ansprach, wurden zunächst orientierende Spannungsmessungen vorgenommen.

Es zeigte sich, daß der Zeilengenerator keine Betriebsspannung erhielt. Dadurch fehlte die Ansteuerung der Endröhre, und die Zeilenendstufe wurde überlastet. Ursache war eine Leistungsdiode im Netzteil, die durchgeschlagen war.

Selengleichrichter in „uralten“ Empfängern vergrößern bei Alterung ihren Innenwiderstand, so daß die Sollspannung von etwa 260 V am Ladenkondensator nicht erreicht wird. Diese Gleichrichter werden durch Siliziumdiode und Schutzwiderstand ersetzt.

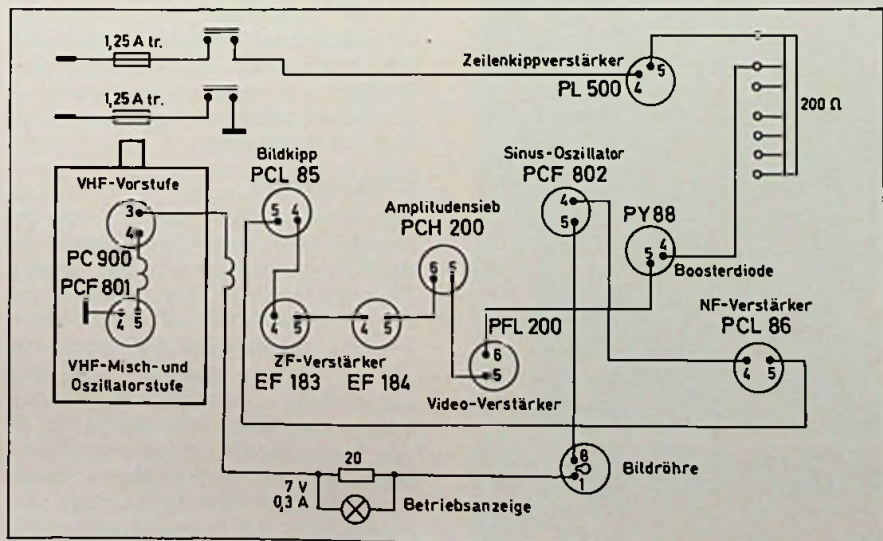
Heizen die Röhren nicht, ist es wegen der Reihenschaltung der Röhren zeitaufwendig, die Röhre mit den durchgebrannten Heizfäden zu finden. Man kann mit dem Voltmeter die Heizspannung kontrollieren. Die Röhre, an deren Sockelanschlüssen volle Netzspannung zu messen ist, ist defekt. Natürlich kann auch der Vorwiderstand unterbrochen sein, was sich schnell mit dem Meßgerät feststellen läßt. Liegt ein Feinschluß zwischen Faden und Katode einer Röhre vor, zeigt das Bild waagerechte, durchlaufende Brummstreifen. Manchmal ist das Bild auch wellenförmig verzogen; da kann aber auch eine mangelhaft gesiebte Betriebsspannung oder Einstreuung in die Zeilensynchronisations-Schaltung schuld sein.

### Schlußprüfung

Nach jeder Reparatur – ob in der Werkstatt oder beim Kunden – wird der Fernsehempfänger gründlich überprüft. In der Wohnung geschieht dies in Anwesenheit des Gerätebesitzers und mit den nötigen Erläuterungen. Dem Auftraggeber gibt man damit das Gefühl, daß man sich seines Gerätes sorgfältig angenommen hat.

Kontrolliert wird die Sender-Abstimmung sowie Helligkeit und Kontrast. Wichtig ist auch, daß Bild und Zeile nach dem Umschalten auf einen anderen Kanal schnell und sicher wieder synchronisieren. Ältere Kanalwähler beispielsweise haben oft oxydierte Kontakte. Nach dem Schalten erscheint das Bild deshalb oft mit erheblichen Störungen oder gar nicht. Für den gewissenhaften Techniker ist es eine Selbstverständlichkeit, auch Bildhöhe und Linearität zu überprüfen. Beim Farbgerät kommen hier noch Farbreinheit, OW-Korrektur und Konvergenz hinzu. Repariert man in der Werkstatt, werden alle Funktionen überprüft. Dazu gehören auch Fang- und Haltebereich von Bild- und Zeilenautomatik sowie Betrieb des Empfängers bei Netzspannungsänderungen. Mancher versteckte Fehler kann auf diese Weise erkannt und späteren Reklamationen vorgebeugt werden.

Bild 8. Heizkreisschema eines konventionellen Empfängers



## Amateurfunk

## Uniden 2020 — ein KW-Transceiver neuester Schaltungskonzeption

Egon Koch, DL 1 HM

Für den Amateurfunkverkehr auf Kurzwelle hat sich, von wenigen Fällen abgesehen, der Transceiver durchgesetzt, bei dem Sender und Empfänger gemeinsam mit dem Stromversorgungsteil in einem Gehäuse untergebracht sind. Alle Stufen des Gerätes, mit Ausnahme der Treiber- und Senderendstufe, sind bei den neuen Modellen mit Transistoren und ICs bestückt. Durch sorgfältige Dimensionierung der Empfängereingangsschaltung und durch weitgehende Bestückung mit Dual-Gate-Mosfets wird auch bei starken Eingangssignalen eine hohe Kreuzmodulationsfestigkeit erreicht, die die von röhrenbestückten Geräten sogar noch übertrifft. Man wäre heute durchaus in der Lage, auch im Treiber und in der Endstufe anstelle von Röhren Transistoren einzusetzen, jedoch würde dies die Amateurfunkgeräte verteuern, ohne dabei nennenswerte Vorteile zu bieten.

Bei der Entwicklung des jetzt auf den Markt gekommenen KW-Transceivers „Uniden 2020 PLL Digital“ (Bild 1) mit digital/analoger Frequenzanzeige und PLL-Oszillator wurde der letzte Stand der Schaltungstechnik berücksichtigt. Das Gerät ist für die Betriebsarten SSB, AM, CW in den Amateurbändern 80, 40, 20, 15 und 10 m ausgelegt, daneben hat es die Empfangsbereiche 15 MHz für das WWV-Zeitsignal und 27 MHz für den

Jedermannfunk. Die Eingangsleistung (Input) der Senderendstufe beträgt bei SSB 200 W PEP, bei CW 180 W und bei AM 100 W. Weitere technische Daten sind der Tabelle zu entnehmen. Die Stromversorgung kann aus dem Wechselstromnetz oder bei Mobilbetrieb aus der 12-V-Bordbatterie erfolgen. Das Gerät hat Stahlblechgehäuse (350 mm x 165 mm x 333 mm) mit Tragegriff und ist vor allem servicefreundlich aufge-

Bild 1. KW-Transceiver „Uniden 2020 PLL Digital“



Bild 2. Blick auf das Chassis. Man erkennt hinten rechts den Ventilator und die beiden Senderöhren sowie die Drehkondensatoren des  $\pi$ -Filters, davor die Treiber- und Sendermischstufe mit den zwei 6-fach-Drehkondensatoren; links hinten Netztransformator und die Wandlertransistoren mit Kühlkörper, davor Steckmoduln und der VFO.

baut: mit Ausnahme der Senderendstufe und Teilen der Stromversorgung (Netztrafo, Wandler) ist die gesamte Schaltung auf 15 Moduln mit Steckverbindung (Bild 2) untergebracht.

### Schaltung

Bei dem Blockschaltbild (Bild 3) ist der Signalweg bei Empfang mit durchgezogener und bei Senden durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Man ersieht daraus, daß verschiedene Stufen, u. a. die SSB-Quarzfilter und der PLL-Oszillator, sowohl beim Senden als auch beim Empfangen verwendet werden. Zur Umschaltung, vor allem an kritischen Schaltungspunkten, u. a. bei den Quarzfiltern, Quarzoszillatoren, werden vom Drehschalter an der Frontseite und von Relaiskontakten gesteuerte, direkt auf der Leiterplatte in der Schaltung untergebrachte Schaltdioden verwendet. Die erforderlichen Umschaltungen beim Senden und Empfangen geschehen durch zwei steckbare Relais mit 6 und 3 Umschaltkontakten.

### Empfangsteil

Das Empfangssignal gelangt von der Antenne über einen 2-k $\Omega$ -Regelwiderstand zum Abschwächen sehr starker Eingangssignale zur Vorverstärker- und dann zum Umsetzen auf die Zwischenfrequenz von 6187 kHz zur Mischstufe. Die erforderliche gute Eingangsselektion erreicht man durch Vor- und Zwischenkreise hoher Güte, wobei für jedes Amateurband separate, mit Drehkondensatoren abgestimmte Kreise (zwei 6fach-Drehkondensatoren) vorhanden sind. Bei Konkurrenzgeräten



**AKTUELL**

Informationen für  
den Rundfunk- und  
Fernsehfachhandel

**AKTUELL****SHARP****AKTUELL**

SHARP ELECTRONICS (EUROPE) GMBH  
Steindamm 11 · 2000 Hamburg 1  
Tel. (0 40) 24 75 55 · Telex 02 161 867

SHARP GF 6000 H und 8080 H. Zwei neue Verkaufsknüller.

# Diese Radio-Recorder finden blitzschnell den Anfang eines Musikstückes. Auf Tastendruck. Vorwärts und rückwärts.



Es ist unser Bestreben, dem Fachhandel mit aktuellen Geräten und fairem Verhalten ein guter Partner zu sein. Heute und in Zukunft. Die ungewöhnlichen Features dieser Radio-Recorder sind ein Ausdruck dieses Versprechens. Beiden gemeinsam ist APSS – das automatische Programm-Such-System. Und schon dieser Vorteil wird den Recordern schnell einen interessanten Markt sichern. Zumal der GF 6000 H und der GF 8080 H auch mit den übrigen Leistungsdaten hohen Ansprüchen gerecht werden.

### GF 6000 H. Ein Radio-Recorder der Spitzenklasse.

UKW, MW, LW, KW. 7 Watt Musikleistung, 3,8 W Sinusleistung bei Gleichstrombetrieb, 2-Weg-Lautsprechersystem mit Tiefmittel- und Hochtonlautsprecher. Automatische CrO<sub>2</sub>-Umschaltung. Herausnehmbares Mikrophon mit Fernbedienung. Mischmöglichkeiten bei Aufnahme und Wiedergabe. Betrieb: Netz oder Batterie.



### GF 8080 H. MW/LW. UKW - Stereo-Kofferradio mit Stereo-Kassettenteil.

2 x 4 Watt Musikleistung, 2 x 2,5 W Sinusleistung bei Gleichstrombetrieb. Frequenzgang bei CrO<sub>2</sub>-Bändern 40–14.000 Hz. 2 eingebaute Kondensatormikrofone für Stereoaufnahmen. Schlafschalter. Anschlußmöglichkeiten: für 2 externe Mikrofone, davon 1 für Fernbedienung. Stereokopfhörer, 2 externe Lautsprecher. Diodenanschluß für Tonband und Verstärker. Betrieb: Netz oder Batterie.



## „The Searcher“

„APSS“. Die blitzschnelle Such-Automatik für den Anfang eines Musikstückes.

- Findet im schnellen Verlauf den Anfang des nächsten Stückes und gibt es von der ersten Note an wieder.
- Findet den Anfang des nächsten Stückes und bleibt in Pausenstellung. Bereit zur Wiedergabe.
- Das „APSS“ arbeitet wie oben beschrieben natürlich auch im schnellen Rücklauf.



sen findet man hier meist für den gesamten KW-Bereich nur eine Spule, der entsprechend dem Amateurband Parallel-Kapazitäten zu- und abgeschaltet werden. Durch Verwendung rauscharmer Dual-Gate-MOSFETs im Eingangsteil und im ZF-Verstärker lassen sich auch große Signalspannungen verarbeiten, ohne das Kreuzmodulation entsteht. Die im Mischer gewonnene Zwischenfrequenz mit 6187 kHz verstärkt die mit einem MOSFET bestückte erste ZF-Stufe, auf welche eine Tor-schaltung für die Störaustastung folgt. Als besonderen Komfort hat das Gerät eine mit sechs Transistoren und zwei Dioden bestückte Störaustastung „Noise Blanker“ (NB), die impulsartige Störungen austastet, ohne daß der Empfang hörbar unterbrochen ist. Zu diesem Zweck entnimmt man das ZF-Signal am Eingang der ersten ZF-Stufe, das in einer MOSFET- und drei folgenden geregelten Stufen mit bipolaren Transistoren verstärkt und gleichgerichtet wird. Die NB-Gleichspannung verstärkt eine weitere Stufe und gelangt dann über den Schalttransistor zum Ein- und Ausschalten des NB zur vorerwähnten Torstufe.

Zur Verhütung von Übersteuerungen der Vor- und Mischstufe durch sehr starke Eingangssignale, z. B. von Ortsstationen, haben diese eine besondere RF-AGC-Regelung (RF Radio Frequency, AGC Automatic Gain Control). Hierfür wird das HF-Signal am Eingang der ersten ZF-Stufe entnommen, gleichgerichtet, in einem Gleichspannungsverstärker der Pegel angehoben und dem Gate 1 den Dual-Gate-MOSFETs der Vor- und Mischstufe zugeführt. Außerdem erhalten beide Stufen noch die am ZF-Verstärkerausgang gewonnene AGC-Spannung, mit der vor allem auch von Fading verursachte Schwankungen der Eingangssignale ausgeregelt werden. Ferner läßt sich die HF-Verstärkung von Hand mit dem RF-Regler einstellen. Die auf die erste ZF- und Torstufe folgenden Quarzfilter werden mit Schaltdioden in den Signalweg gelegt. Das CW-Filter mit einer Bandbreite von 600 Hz bei -6 dB sorgt für die nötige Nachbarkanal-Selektion bei CW-Empfang, während das LSB-Quarzfilter (unteres Seitenband) und das USB-Quarzfilter (oberes Seitenband) beim Senden das unerwünschte Seitenband unterdrückt sowie die Modulationsbandbreite auf den Bereich von etwa 300 bis 2700 Hz begrenzt, während sie bei SSB-Empfang für die erforderliche Nachbarkanal-Selektion sorgen.

Die sich anschließende zweite ZF-Stufe wird zur Verstärkung des Trägersignals (6187 kHz TF) beim Senden und des ZF-Signals bei Empfang benutzt. Eine weitere Anhebung des ZF-Pegels ge-

schieht mit der dritten und vierten ZF-Stufe, die übrigens alle mit Dual-Gate-MOSFETs bestückt sind. Das ZF-Signal gelangt zur Demodulation bei AM-Empfang zu einer Detektoranordnung mit zwei Dioden und bei SSB- und CW-Empfang zum Produktdetektor mit nachfolgender NF-Vorstufe. Das hierbei erforderliche Überlagerungssignal (BFO) wird bei Empfang über Schaltdiode dem Trägerfrequenzoszillator im Senderteil entnommen. Mit einem weiteren ZF-Gleichrichter gewinnt man die Spannung für die AGC-Regelung der Vor-, Misch- und der weiteren ZF-Verstärkerstufen sowie für die S-Meteranzeige, deren Pegel zuvor mit einem zweistufigen Gleichspannungsverstärker angehoben wird.

Die NF-Signale vom AM- und Produktdetektor kommen zu einem NF-IC-Leistungsverstärker mit 2,5 W Output an 4 Ohm und dann zum eingebauten Lautsprecher. An der Klinkenbuchse auf der Frontseite läßt sich ein Kopfhörer und an einer an der Rückseite befindlichen Schaltbuchse ein Außenlautsprecher anschließen; in beiden Fällen schaltet sich automatisch der eingebaute Lautsprecher ab.

Obwohl beim Amateurfunk kaum mehr mit AM gearbeitet wird, läßt sich eine Verbesserung der Wiedergabequalität erreichen, wenn man zu dem im ZF-Verstärker benutzten einen SSB-Quarzfilter bei AM das zweite Filter parallel schaltet. Es findet dann eine Zweiseitenband-Übertragung mit etwa 6 kHz ZF-Bandbreite statt. Für diesen Zweck braucht man nachträglich nur zwei Schaltdioden am Betriebsartenschalter einzulöten.

### Sender

Die Signalaufbereitung beginnt beim Trägerfrequenz-Oszillator, der mit zwei durch Dioden umschaltbaren Quarzen bestückt ist. Der Quarz mit der Frequenz 6187 kHz ist bei allen Sendebetriebsarten und bei SSB-Empfang, der andere mit der Frequenz 6187,75 kHz nur bei CW-Empfang für das benötigte BFO-Signal eingeschaltet. Das Trägerfrequenzsignal gelangt bei SSB-Betrieb über eine Pufferstufe zum Balance-Modulator, dem man die zuvor verstärkte, vom Mikrofon gelieferte Tonfrequenzspannung zuführt. Er unterdrückt die Trägerfrequenz um etwa 50 dB, so daß an seinem Ausgang ein trägerloses Zweiseitenbandsignal zur Verfügung steht. Dieses kommt dann zu den SSB-Quarzfiltern, in denen wahlweise, je nach Amateurband, das obere oder das untere Seitenband um etwa 50 dB unterdrückt wird. Die nun folgende zweite ZF-Stufe vom Empfangsteil verstärkt bei allen Betriebsarten das Trägerfrequenzsignal, das

von dort zur Sendermischstufe mit Dual-Gate-MOSFET gelangt. Zur Mischung wird ihr das Oszillatorsignal dem Gate 2 zugeführt, so daß am Ausgang die endgültige Sendefrequenz steht. Die nachfolgende röhrenbestückte Treiberstufe verstärkt das Signal und bringt die erforderliche Steuerleistung für die mit einem Ventilator gekühlte Senderendstufe auf. Zu begrüßen ist, daß man

### Technische Daten

Frequenzbereiche:	
80 m	3,5–4 MHz
40 m	7,0–7,5 MHz
20 m	14,0–14,5 MHz
15 m	21,0–21,5 MHz
10 m	28,0–28,5 MHz
10 m	28,5–29,0 MHz
10 m	29,0–29,5 MHz
10 m	29,5–30,0 MHz
11 m	27,0–27,5 MHz
WWV	15 MHz
	nur Empfang
	nur Empfang
Betriebsarten:	
SSB, CW, AM	
Eingangsleistung:	
200 W PEP bei SSB	
180 W bei CW	
100 W bei AM	
Trägerunterdrückung:	
50 dB	
Seitenbandunterdrückung:	
50 dB bei 1000 Hz	
Nebenwellenunterdrückung:	
>40 dB	
Mikrofonanschluß:	
hochohmig	
NF-Übertragungsbereich:	
300 bis 2700 Hz	
Frequenzstabilität:	
Drift weniger als 100 Hz 30 Minuten nach dem Einschalten	
Antennenanschlußimpedanz:	
50 ... 75 $\Omega$	
Empfänger-Empfindlichkeit	
0,3 $\mu$ V/10 dB Sinad bei SSB/CW	
1 $\mu$ V/10 dB Sinad bei AM	
Empfänger-Trennschärfe:	
bei SSB/AM	2,4 kHz bei -6 dB
	4,0 kHz bei -60 dB
bei CW	600 Hz bei -6 dB
	1,5 kHz bei -60 dB
NF-Output:	
2,5 W an 4 Ohm	
Stromversorgung:	
100/110/117/200/220/234 V AC, 50/60 Hz	
13,8 V = -Pol an Masse	
Stromaufnahme:	
bei AC 350 W bei Senden	
bei DC 22 A bei Senden	
	7 A bei Empfangen
	2 A bei abgeschalteter Röhrenheizung
Abmessungen:	
350 mm breit, 165 mm hoch, 333 mm tief	
Gewicht: 18 kg	
Bestückung:	16 FETs
	3 Röhren
	18 ICs
	52 Transistoren
	154 Dioden

# Hüthig

## Neuerscheinung

Arpad A. Bergh/P. J. Dean

## Lumineszenzdioden

Grundlagen – Halbleitende Verbindungen – Anwendungen



1976. 209 Seiten. Mit  
82 Abbildungen und  
8 Tabellen.  
Broschiert DM 35,-  
ISBN 3-7785-0390-1

Lichtemittierende- oder Lumineszenzdioden (LEDs) sind Bauelemente, mit denen sich elektrische Energie bei guter Ausbeute in elektromagnetische Strahlung umwandeln läßt.

Der größte Teil dieser Strahlung soll dabei für das menschliche Auge sichtbar sein. Einige für das Verständnis und die Anwendung von LEDs notwendigen Gebiete werden behandelt, wobei ein besonderes Gewicht auf die halbleitenden III-V-Verbindungen und speziell GaP-LEDs gelegt wird. Die Grundlagen der Photometrie, der elektrischen Injektion und der Lumineszenz sowie die Entwicklung von LEDs werden genauer diskutiert. Zum Schluß folgt ein Überblick über die wichtigsten Anwendungen der verschiedenen LEDs.

### Inhaltsübersicht

Einleitung – Photometrie – Injektionsmechanismen – Lichtausbeute – Upconverter (Infrarot/Sichtbar) – Der Entwurf von Lumineszenzdioden – Anwendungen – Literaturverzeichnis – Sachwörterverzeichnis

### Bestellcoupon

Bergh/Dean, Lumineszenzdioden DM 35,-

Name \_\_\_\_\_

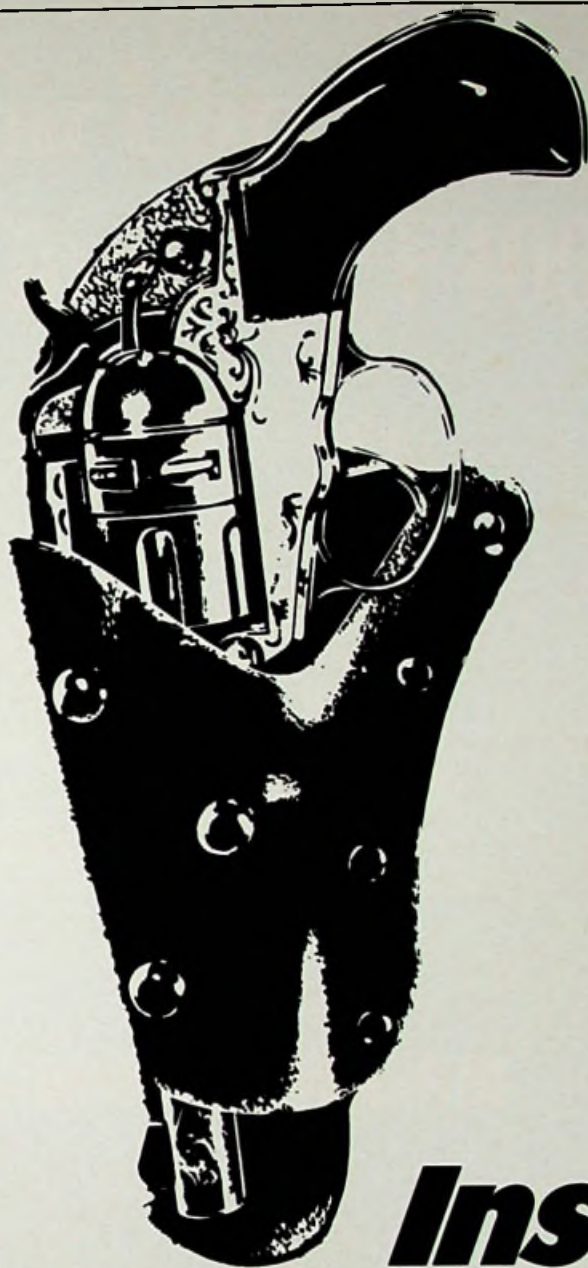
Straße \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH · 6900 Heidelberg 1  
Postfach 10 26 40 · Telefon-Nr. (0 62 21) 489-255

3876



## Ins Schwarze treffen

Zündkerzen, Zündungsteile, Stecker für Zündkerzen und Verteiler, Funkentstörmittel, Glühkerzen und -zubehör, Schlauchbinder.

Unser Produktangebot stimmt. Sie treffen damit ins Schwarze. Immer.

Übrigens: Bei Zündkerzen, Glühkerzen und Funkentstörmitteln gehörten wir schon immer zu den Besten.

**BERU, 714 Ludwigsburg**





# Was gut ist für Uhren, das ist auch gut für unser F400



Bei der Zeitmessung wird die Quarzgenauigkeit in millionstel Sekunden angegeben – das ist Präzision.

Mit dem F 400 von Schlumberger kommt die Quarz-Präzision auch in den Bereich der professionellen Tonband-Technik, denn der Gleichstromantrieb des F 400 ist quarzgesteuert. Das Ergebnis sind also völlig neue Stabilitätsnormen für Bandgeschwindigkeiten: 0,02% – ein Wert, der jegliche Geschwindigkeitsregelung erübrigt.

Die anpassungsfähigen Funktionseinheiten machen das F 400 besonders

geeignet für die Integration in rechnergesteuerten Anlagen und der Gleichstromantrieb ermöglicht eine Erweiterung der Geschwindigkeitsbereiche für Bandvor- und -rücklauf sowie leicht regelbare Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge.

Zu den auffallenden Merkmalen gehören weiterhin der modulare Aufbau aller mechanischen und elektrischen Teile und die Magnet-Tonköpfe langer Lebensdauer mit gehärteter Oberfläche.

Wenn Sie also die neuesten Technologien der professionellen Tonband-

Technik suchen, dann denken Sie an Quarz, denken Sie an Präzision – denken Sie an das F 400 von Schlumberger.

Möchten Sie mehr über das F 400 erfahren? Wir senden Ihnen nähere Informationen.

COMPTEURS

**Schlumberger**

diese mit zwei parallel geschalteten Senderöhren 6146 B bestückt hat, deren Schirmgitterspannung mit Z-Diode auf +200 V stabilisiert ist. Auf die hier sonst verwendeten Zeilenendröhren verzichtete man, da sie oft zu parasitären Schwingungen neigen und Anlaß zu Störungen in benachbarten Fernsehempfängern sind. Sende- und Empfangsteil haben im Gegensatz zu Konkurrenzgeräten völlig getrennte Abstimmkreise, was optimale Dimensionierung ermöglicht. Der Drainkreis von der Mischstufe und der Anodenkreis vom Treiber haben für jedes Band separate mit Drehkondensatoren (zwei 6-fach-Drehkondensatoren) abstimmbare Kreise, die mit den zwei 6-fach-Drehkondensatoren vom Empfangsteil mechanisch gekoppelt sind und daher gemeinsam mit dem Preselektorknopf abgestimmt werden. Der Anodenkreis der Endstufe ist als Pi-Filter ausgelegt, unterdrückt unerwünschte Oberwellen und paßt den Sender im Impedanzbereich 50 bis 75 Ohm an die Antenne an. Ein Relais schaltet die Antenne auf Sender- und Empfangsteil sowie an einen etwa angeschlossenen KW-Empfänger. Ein Teil der HF-Ausgangsspannung wird gleichgerichtet und dient zur

relativen Outputanzeige an dem Meßinstrument und somit auch als Abstimmhilfe des Senders auf die gewünschte Frequenz.

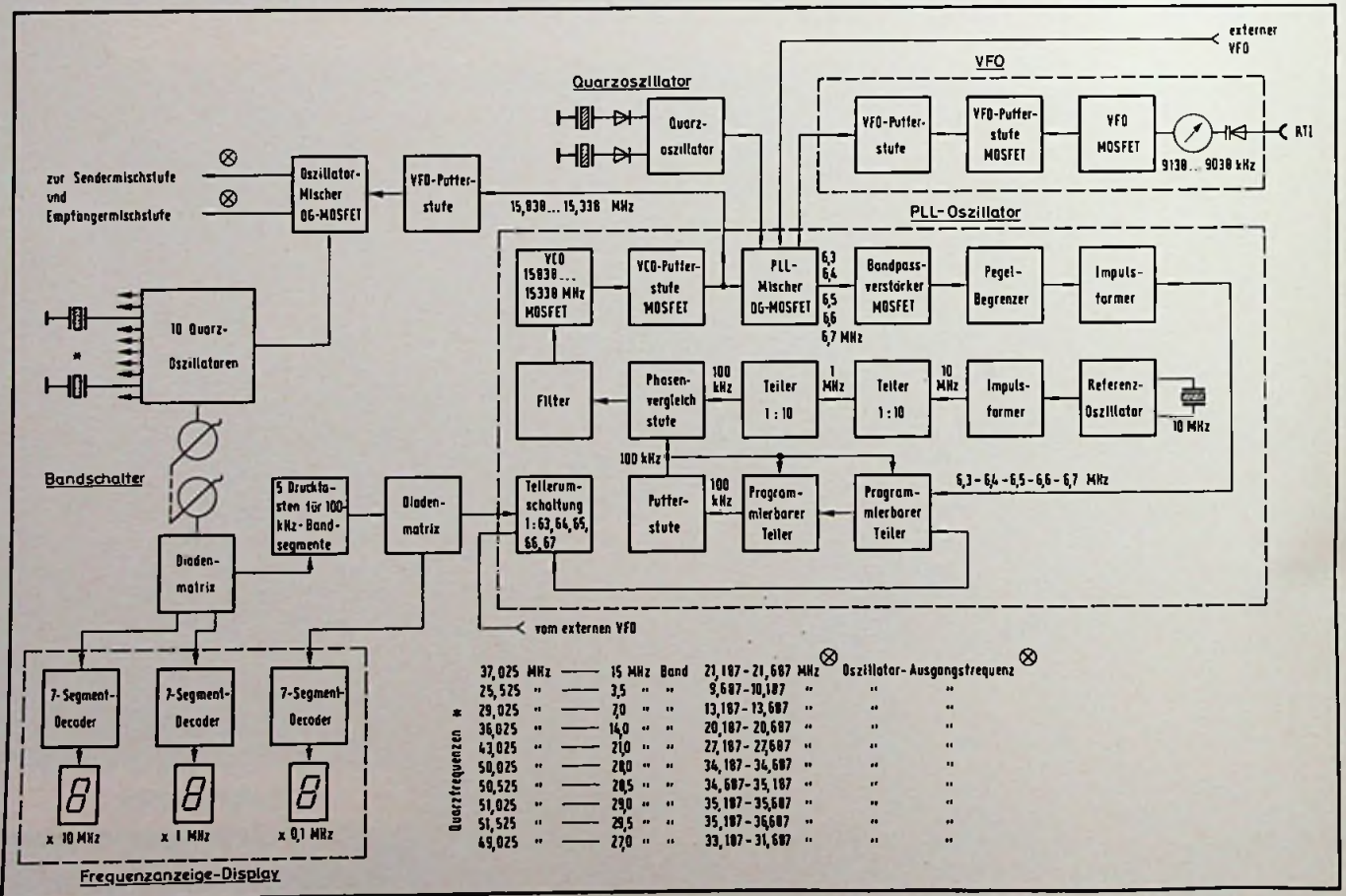
Um Übersteuerungen der Senderendstufe und somit das zu Störungen in den Nachbarkanälen Anlaß gebende Splattern zu vermeiden, wird ihre HF-Ansteuerung automatisch mit der ALC-Spannung (ALC Automatic Locking Circuit) geregelt. Man nutzt für die Regelung den durch den Gitterstrom von den Endröhren an einem Widerstand anstehenden Spannungsabfall aus. Die dort abgenommene Gleichspannung wird verstärkt und anschließend den beiden auch zur Pegelanhebung der AGC-Spannung dienenden zwei Gleichspannungsverstärkerstufen zugeführt. Die ALC dient zur Verstärkungsregelung des Trägerfrequenzsignals bei der zweiten ZF/TF-Stufe, zum anderen zur Aussteuerungsanzeige des Senders an dem Meßinstrument.

Bei AM-Betrieb gelangt zur Modulation das Trägerfrequenzsignal didengeschaltet über eine weitere Pufferstufe zur AM-Modulationsstufe, der auch das verstärkte Mikrofonsignal zugeführt wird. Bei CW-Betrieb ist bei gleichem Signalweg nur die Modulationsspan-

nung abgeschaltet. In beiden Fällen ist der Trägerpegel mit einem Regler einzustellen. Das modulierte (AM) bzw. unmodulierte (CW) Trägersignal kommt bei AM- und CW-Betrieb direkt für die Verstärkung zur zweiten ZF/TF-Stufe und wird anschließend in der darauffolgenden Sendermischstufe in vorbeschriebener Weise weiterverarbeitet. Bei CW-Betrieb tastet man die bei dieser Betriebsart anstehende Gitterspannung von der Treiber- und Endstufe sowie über eine Schaltstufe den Tonoszillator, dessen Signal zum NF-IC gelangt, so daß die selbst gegebenen Telegrafiezeichen zur Kontrolle über den Lautsprecher oder angeschlossenen Kopfhörer zu hören sind.

Die Umschaltung von Senden auf Empfangen und umgekehrt kann auf drei Arten mit einem dreistufigen Kippschalter eingestellt werden: in der Stellung „manuell“ durch Handschaltung am Gerät selbst, bei Stellung „PTT“ (push-to-talk) mit dem Schalter am Mikrofon oder mit einem separat angeschlossenen Fußschalter und in Stellung „VOX“ automatisch beim Besprechen des Mikrofons, bei CW durch die Tastung des Tonoszillators. Für die automatische Sende-/Empfangssteuerung (VOX)

Bild 4. Blockschaubild des Oszillators



gelangt das vom Mikrofon gelieferte NF-Signal zu einem dreistufigen VOX-Verstärker (VOX Voice Controller-Operation), wird gleichgerichtet und anschließend der Pegel in einem zweistufigen Gleichspannungsverstärker angehoben. Die Gleichspannung steuert den Schalttransistor, in dessen Emitterkreis die Erregerspule des Sende-/Empfangsrelais (VOX) mit 6 Umschaltkontakten liegt, das wiederum ein weiteres bei der Endstufe befindliche Relais zur Umschaltung der Antenne auf Sender und Empfänger steuert. Die Entladezeit des Ladekondensators (Zeitkonstante) am VOX-Gleichrichter läßt sich mit einem Regelwiderstand in Verbindung mit einer Transistorstufe so einstellen, daß das Relais bei kurzen Sprachpausen zum Atemholen nicht gleich auf Empfang umschaltet. Um zu vermeiden, daß das Lautsprechersignal bei Empfang auf das Mikrofon einwirkt und dadurch das Gerät auf Senden geschaltet wird, führt man zur Kompensation das NF-Signal vom NF-Verstärkerausgang dem „Anti-Tripverstärker“ zu und richtet es anschließend gleich. Die gewonnene

Gleichspannung gelangt zum VOX-Gleichrichter und hebt die dort vom Mikrofon kommende und vom VOX-Verstärker anstehende Signalspannung auf. Bei CW-Betrieb steuert das getastete Signal vom Ton-Oszillator die automatische Sende-/Empfangsumschaltung, das bei der zweiten Verstärkerstufe eingespeist wird.

### Oszillator

Für Sender und Empfänger dient gemeinsam ein Oszillator (Bild 4), der sich aus folgenden Baugruppen zusammensetzt: dem VFO, einem Quarz-Oszillator, dem PLL-Oszillator, zehn Quarz-Oszillatoren mit Mischstufe. Der temperaturkompensierte VFO mit MOSFET ist im Frequenzbereich 9138 bis 9038 kHz abstimbar, auf den zum Vermeiden von Rückwirkungen zwei Pufferstufen folgen. Der PLL-Oszillator liefert ein OF-Ausgangssignal im Frequenzbereich 15 838–15 338 kHz mit sehr hoher Frequenzkonstanz, das ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) erzeugt. Es wird mit dem 100-kHz-Referenzsignal von einem Quarzoszillator

verglichen und der VCO bei Frequenzabweichungen automatisch nachgestimmt. Der PLL-Mischstufe führt man wahlweise über Schalter diodengesteuert das Signal des eingebauten VFOs, eines externen angeschlossenen VFOs oder von dem eingebauten Quarz-Oszillator zu, der auf zwei Quarze mit Dioden umschaltbar ist. Die von diesen gelieferten Signale steuern in der nachstehend beschriebenen Weise die Frequenz des VCO innerhalb seines Abstimmereiches von 15 838 bis 15 338 kHz. Das Signal des VCO, beispielsweise mit der Frequenz 15 838 kHz, gelangt über die Puffer- zur schon erwähnten PLL-Mischstufe und wird dort mit dem VFO-Signal, beispielsweise mit der eingestellten Frequenz 9138 kHz, gemischt, so daß am Ausgang eine Frequenz von 6700 kHz entsteht. Das Signal kommt dann über einen Bandpaßverstärker, eine Begrenzer- und eine Impulsformerstufe zu zwei hintereinandergeschalteten, programmierbaren Teiler-ICs, die die Frequenz durch den Faktor 67 teilen. Das Signal mit der gewonnenen Frequenz 100 kHz gelangt über

## Mit dieser dritten Magneta\* ist das Hirschmann VHF-Höchstleistungsantennenprogramm komplett.

\* Magneta Antennen sind bekannt für optimalen Gewinn, kurze Baulänge und geringe Windlast.



**Hirschmann**

Richard-Hirschmann-Str. 19  
7300 Esslingen/Neckar



Bild 5. Digital/Analog-Frequenzanzeige

eine Puffer- zur Phasenvergleichsstufe. Das dort benötigte Referenzsignal liefert ein hochstabiler Quarzoszillator mit der Frequenz 10 MHz, welches über eine Impulsformerstufe und zwei Teiler-ICs ebenfalls auf 100 kHz heruntergeteilt, der Phasenvergleichsstufe zugeführt wird. Verändert man beispielsweise die VFO-Abstimmung auf die Frequenz 9100 kHz, so ergibt sich am Ausgang der PLL-Mischstufe die Frequenz 6738 kHz, die dann durch 67 geteilt, abweichend von dem 100-kHz-Referenzsignal eine Frequenz von 100,5671 kHz ergibt. In der Phasenvergleichsstufe entsteht dadurch eine Nachstimmspannung, die über die Filterstufe von HF-Resten befreit, zur Nachstimmung mit einer Kapazitätsdiode zum VCO gelangt und diesen auf die Frequenz 15 800 kHz abstimmt. Es entsteht dann wieder am Ausgang der PLL-Mischstufe die Frequenz 6700 kHz. Durch diese Frequenzregelschaltung und Vergleich der VCO-Frequenz mit der Referenzfrequenz des Quarzoszillators wird eine sehr hohe Frequenzstabilität erreicht. Da nun der Abstimmbereich der Amateurbänder bis zu 500 kHz breit ist, der VFO nur über einen Bereich von 100 kHz abgestimmt werden kann, ändert man das Teilverhältnis des programmierbaren Teilers von 67 auf 66, 65, 64 und 63, so daß sich dementsprechend durch Nachstimmung über die Phasenvergleichsstufe die VCO-Frequenz von 15 838 kHz in 100-kHz-Schritten bis auf 15 338 kHz verstimmt. Dies geschieht mit fünf Drucktasten an der Frontseite, die über eine Diodenmatrix und den Teilerumschalter das Teilverhältnis in den vorgenannten Werten bei den programmierbaren Teilern ändern. Am Ausgang des PLL-Oszillators steht ein Signal im Abstimmbereich 15 838 kHz bis 15 338 kHz, schalt- und abstimmbare in 100-kHz-Schritten zur Verfügung, das nun je nach Amateurband auf andere Frequenzbereiche umgesetzt werden muß. Zu diesem Zweck sind insgesamt zehn separate Quarzoszillatoren vorhanden. Diesen Aufwand machte man, damit bei allen Bändern zur Mischung mit dem Signal dieser Quarzoszillatoren am Gate 2 der Dual-Gate-MOSFET-Misch-

stufe und somit auch an deren Ausgang der gleiche Pegel ansteht. Dem Gate 1 wird über eine Pufferstufe das Signal des PLL-Oszillators mit dem Frequenzbereich 15 838 bis 15 338 kHz zugeführt, so daß dann die endgültigen Oszillatorfrequenzbereiche für die Empfänger- und Sendermischstufe zur Verfügung stehen. Aus Bild 4 sind die Frequenzen der zehn Quarzoszillatoren und die Ausgangsfrequenzbereiche zu entnehmen.

Bei Empfang der Amateurbänder ergibt sich durch Mischung mit der Oszillatorfrequenz und der Eingangsfrequenz die Zwischenfrequenz 6187 kHz; bei Senden durch Mischung der Oszillatorfrequenz mit der Trägerfrequenz 6187 kHz entsteht die endgültige Sendefrequenz. Die Frequenzen der Amateurbänder sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Hier ein Beispiel: bei Sendebetrieb ist die eingestellte Oszillator-Ausgangsfrequenz 9687 kHz – Trägerfrequenz 6187 kHz ergibt die Sendefrequenz 3,5 MHz (80-m-Band); bei Empfang die gleiche Oszillatorfrequenz 9687 kHz – Empfangsfrequenz 3500 kHz ergibt 6187 kHz Zwischenfrequenz. In diesem Falle arbeiten Sender und Empfänger „transceive“ auf der gleichen Frequenz. Mit dem RIT-Regler (Receiver Incremental Tuning), vielfach auch als Clarifier bezeichnet, läßt sich bei Empfang die Oszillatorfrequenz um +5 kHz und bei herausgezogenem Reglerknopf um +1 kHz verändern, indem man mit einer hochstabilen Gleichspannung durch eine Kapazitätsdiode den VFO im vorgenannten Bereich verstimmt. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, ohne die Sendefrequenz zu ändern, die Tonhöhe bei Telegrafiezeichen und die Sprachlage bei SSB-Empfang nach persönlichen Empfinden einzustellen.

### Digital/Analog-Frequenzanzeige

Bisher hatten die Transceiver zur Frequenzablesung geeichte Kreisskalen mit zwei Frequenzbereichen 5 bis 500 kHz und 500 kHz bis 1000 kHz, wobei man in Verbindung mit einer weiteren, meist am Knopftrand angebrachten Eichmarkierung eine Ablesegenauigkeit von 1 kHz erzielte. Zu der abgelesenen Zahl mußte noch die Frequenz des eingestellten Amateurbandes, z. B. 3500 kHz zugezählt werden. Zur Realisierung der digitalen Frequenzanzeige gibt es zwei Möglichkeiten: bei der einen wird in das Gerät ein Frequenzzähler eingebaut, der die Frequenz des Oszillatorsignals mißt und bei der Anzeige die Zwischenfrequenz abzieht. Durch den hierbei getriebenen Aufwand erhöht sich der Preis für das Gerät bei 6stelliger Digitalanzeige um etwa 500

bis 900 Mark. Bei dem Uniden-Transceiver werden bei der Frequenzanzeige (Bild 5) die 10-MHz- und die 1-MHz-LED-Ziffer mit 10 mm Höhe bei Betätigung des Bandschalters und die 0,1-MHz-Ziffer von den einzelnen 100-kHz-Bereichs-Drucktasten über Diodenmatrix geschaltet. Für den Abstimmbereich 0 bis 100 kHz des VFOs ist eine rot leuchtende, transparente Trommelskala vorhanden, die sich direkt an die drei LED-Ziffern anschließt. Sie hat 1-kHz-Eichstriche und in 10er-Schritten Ziffern in gleicher Größe und Form wie die LED-Ziffern. Diese kombinierte Digital-Analog-Anzeige ist fast so bequem abzulesen wie die Digital-Anzeige von Frequenzzählern, dafür spart aber der Amateur zwischen 500 und 900 Mark.

Zum Nacheichen der Trommelskala kann man die grün leuchtende Ablesemarke auf der Trommelskala um +3 kHz mechanisch verschieben. Hierzu liefert der eingebaute Quarzoszillator mit der Frequenz 6,4 MHz nach Frequenzteilung Eichmarken im 25-kHz-Raster.

### Anzeigement

Zur Abstimmung und Überwachung des Senders sowie zur Anzeige der Empfangsfeldstärke ist ein Instrument eingebaut. Nach Umschaltung können bei Sendebetrieb wahlweise angezeigt werden: der Katodenstrom der beiden Endröhren, die ALC-Spannung zur Überwachung der Senderaussteuerung und der relative Output. Zur Anzeige der Empfangsspannung ist die Skala in S-Stufen und darüber hinaus in 10-dB-Schritten bis +40 dB geeicht. S9 entspricht einem Eingangspegel von 34 dB<sub>u</sub>V.

### Stromversorgungssteil

Der Netztransformator mit Schnittbandkern hat neben der Netzwicklung noch Wicklungen für einen Transistor-Gleichspannungswandler, so daß das Gerät nicht nur aus dem Wechselstromnetz, sondern auch aus einer 12-V-Bordnetz-Batterie gespeist werden kann. Dabei muß man jedoch berücksichtigen, daß die Stromaufnahme bei Senden 22 A und bei Empfangen 7 A beträgt. Will man nur hören, so läßt sich die Heizung für die drei Röhren abschalten, wodurch die Stromaufnahme auf 2 A zurückgeht. Wer also längere Funkverbindungen bei stehendem Fahrzeug abwickelt, sollte sich eine Reservebatterie mitnehmen. Die Umschaltung von Netz- auf Batteriebetrieb geschieht automatisch bei Verwendung der entsprechenden steckbaren Anschlußkabel. Die Senderöhren erhalten eine Anodenspannung von +800 V, die Treiberröhre von +300 V, während die Transistoren und ICs mit 12 V, teils elektronisch stabilisiert mit



einer Spannung von 5, 6 und 8 V versorgt werden.

### Betriebserfahrungen

Der Uniden-Transceiver bietet vielseitige Kombinationsmöglichkeiten mit Zusatzgeräten. Es lassen sich anschließen: der im gleichen Design gehaltene VFO 8010 mit digital/analoger-Frequenzanzeige, wodurch man nicht nur auf einer, sondern auf getrennten Frequenzen senden und empfangen und durch Umschaltung wahlweise hierfür den einen oder anderen VFO benützen kann — ein zweiter KW-Empfänger — ein Linear-Endverstärker zur Erhöhung der Senderausgangsleistung — ein 2-m-Transverter, so daß sich der Uniden bei Betrieb auf dem 2-m-Amateurband als Steuergerät verwenden läßt — der im gleichen Design gehaltene Außenlautsprecher 8120.

Das Gerät wurde über einen längeren Zeitraum getestet und mit Konkurrenzgeräten gleicher und höherer Preisklasse verglichen. Die Praxis zeigte dabei, vor allem bei Vergleichen auf dem empfangskritischen 40-m-Band, daß die Eingangselektion sowie vor allem die Kreuzmodulationsfestigkeit gegenüber den Vergleichsmodellen beachtlich besser ist. Die Eingangsempfindlichkeit war auf dem 10- und 15-m-Band etwas größer als bei Konkurrenzgeräten. Besonders fiel der niedrige Rauschpegel auf, der auf die Verwendung von rauscharmen Dual-Gate-MOSFETs zurückzuführen ist. Sehr gut bewährte sich der 2-kOhm-Dämpfungs-

regler für hohe Eingangssignale; diese HF-Regelung ist weit günstiger als mit dem RF-Regler. Ein Nacheichen der 100-kHz-Skala war nicht nötig, da die Quarz-Oszillatoren exakt auf ihrer Sollfrequenz lagen. Die Bedienungsorgane sind übersichtlich angeordnet; der VFO-Knopf läßt sich mit einem Hebel arretieren, wodurch er nicht versehentlich verdreht oder bei Mobilbetrieb sich nicht verstellen kann. Gewünscht hätte man sich allerdings einen Feintrieb bei dem Anodendrehkondensator der Senderendstufe, denn die optimale Abstimmung bei 15 m und vor allem 10 m erfordert Feingefühl des Benutzers. Bei abgeschalteter Heizung der Röhren läuft der Ventilator weiter, was wenig sinnvoll ist.

Die Wiedergabequalität, selbst mit dem eingebauten Lautsprecher, ist gut, was darauf zurückzuführen ist, daß der Frequenzgang des NF-Verstärkers auf hohe Silbenverständlichkeit ausgelegt wurde. Das gleiche gilt auch für die Modulationsqualität; die Rapporte von den Gegenstationen lauteten auf gut verständliche DX-Modulation. Der Senderoutput wurde bei SFB mit Eintonansteuerung gemessen und betrug im 80-, 40-, 20-m-Band 115 W, bei 15 m 110 W und beim 10-m-Band 100 W. Diese Werte entsprechen dem, was man mit zwei parallel geschalteten Röhren 6146 B herausholen kann. Alles in allem kann man sagen, daß der Uniden-Transceiver 2020 zu einem günstigen Preis alles das bietet, was sich der Amateur von einem neuzeitlichen Gerät wünscht. ■

## Kurse und Lehrgänge für Techniker

### Mikroprozessor-Seminare

Ort: München

Veranstalter: Technikum der Lehr- und Versuchsstelle München der Hermann-Oberth-Gesellschaft Weltraum-Forschung e.V.

Inhalt: Vorteile und Eigenschaften des „uP“; Arithmetik, Computerentwicklung; Struktur der Programmierung; Arbeiten mit Sichtgerät und Fernschreiber.

Gebühr: drei Tage 380 DM

Kurszusammenstellung nach den Kenntnissen der Teilnehmer

Termin: geplant ab Oktober 1976. Anfragen sind zu richten an Tele-Studio Meier, Oberascherstraße 12, 8000 München 71, Telefon (089) 75 34 67

1. 12. und 2. 12. 1976

### Praktische Statistik zur Auswertung von Meß- und Zählergebnissen

Ort: Essen

Veranstalter: Haus der Technik

Leitung: M. Kühlmeyer

Inhalt: Begriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie; abhängige und unabhängige Zufallsvariable; bedingte Wahrscheinlichkeit; beschreibende und deskriptive Statistik; Auswerten von Meß- und Zählergebnissen.

Gebühr: 330 DM

### Verlag und Herausgeber

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH & Co.  
Fachliteratur KG, München und Heidelberg

### Verlagsanschriften:

Lazarettstraße 4 8000 München 19 Tel. (0 89) 18 60 51 Telex 5 29 408	Wilckensstraße 3-5 6900 Heidelberg 1 Tel. (0 62 21) 4 89-1 Telex 4 61 727
---	--

### Gesellschafter:

Hüthig & Pflaum Verlag GmbH, München,  
(Komplementär),  
Hüthig GmbH & Co. Verlags-KG,  
Heidelberg,  
Richard Pflaum Verlag KG, München,  
Beda Bohinger, Gauting.

### Verlagsleiter:

Ing. Peter Eiblmayr, München,  
Dipl.-Kfm. Holger Hüthig, Heidelberg.

### Verlagskonten:

PSchK München 8201-800  
Deutsche Bank Heidelberg 01/94 100  
(BLZ 672 700 03)

### Druck

Richard Pflaum Verlag KG  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 29 408

## FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Rundfunk, Fernsehen,  
Phono und Hi-Fi

Erscheinungsweise: Zweimal monatlich.  
Die Ausgabe „ZV“ enthält die regelmäßige  
Verlegerbeilage „ZVEH-Information“.  
Vereinigt mit „Rundfunk-Fernseh-  
Großhandel“

### Redaktion

Chefredakteur:  
Dipl.-Ing. Wolfgang Sandweg

### Redakteure:

Curt Rint, Margot Sandweg, Gerhard Wolski

### Redaktion Funk-Technik

Lazarettstraße 4  
8000 München 19  
Telefon (0 89) 18 60 51  
Telex 5 29 408 pflv

### Außenredaktion Funk-Technik

Redaktionsbüro W. + M. Sandweg  
Weiherfeld 14  
8131 Aufkirchen über Starnberg  
Telefon (0 81 51) 56 69

Nachdruck ist nur mit Genehmigung der  
Redaktion gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte  
wird keine Gewähr übernommen.

### Anzeigen

Anzeigenleiter:  
Walter Sauerbrey

Hüthig & Pflaum Verlag  
Anzeigenabteilung „Funk-Technik“  
Postfach 20 19 20  
8000 München 2  
Telefon (0 89) 16 20 21  
Telex 5 216 075 pfla

Paketanschrift:  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19

Gültige Anzeigenpreisliste:  
Nr. 10 vom 1. 1. 1976

### Vertrieb

Hüthig & Pflaum Verlag  
Vertriebsabteilung  
Wilckensstraße 3-5  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 4 61 727

Bezugspreis zuzüglich Versandkosten:  
Jahresabonnement 80,- DM (im Inland  
sind 5,5% Mehrwertsteuer eingeschlossen)  
Einzelheft 3,50 DM

### Kündigungsfrist:

Zwei Monate vor Quartalsende (Ausland:  
Bezugsjahr)  
Bei unverschuldetem Nichterscheinen keine  
Nachlieferung oder Erstattung.

Das Hi-Fi-Studio

# Die Qualitätsbeurteilung von Hi-Fi-Anlagen in vergleichenden Hörtests

Teil 1

Heinz Josef Nisius, Trier

Wie die Qualität von Hi-Fi-Erzeugnissen beurteilt werden kann, gilt auch unter Fachleuten immer noch als strittig. Im Widerstreit der Meinungen und angesichts der Datenfülle ist der Kaufinteressent verunsichert, aber der Hi-Fi-Verkäufer trägt nur selten im erforderlichen Maß zur Aufklärung bei. Deshalb erläutert der Autor aufgrund seiner reichhaltigen Hörerfahrung, worin Hi-Fi-Qualität besteht, wie sie ermittelt werden kann und wie es zu vielen der weitverbreiteten Fehlurteile kommt.

Wer sich anschickt, eine gute Hi-Fi-Stereoanlage zusammenzustellen, begibt sich in ein Abenteuer besonderer Art: In unterschiedlichen Hi-Fi-Studios werden unterschiedliche Geräte oder Marken als besonders gut vorgestellt. Gleiche Geräte, zum Beispiel ein und derselbe Lautsprechertyp, klingen in unterschiedlichen Studios unterschiedlich gut.

Die Verwirrung und Unsicherheit, die solche oder ähnliche Erlebnisse hervorrufen, kann beträchtlich sein. Musikalisch anspruchsvolle Kaufinteressenten sind in der Regel kritischer, vorsichtiger und unsicherer als solche, für die eine Anlage nur die Funktion einer Berieselungsmaschinerie oder eines Statussymbols hat. Sind klangästhetischer Anspruch und Zahlungsfähigkeit des Kunden auf sehr hohem Niveau angesiedelt, so kann sich die Beratung zu einer Tortur auswachsen, zu einer Qual für den Käufer ebenso wie für den Verkäufer.

Die Gründe für die unterschiedlichen, bisweilen sogar widersprüchlichen Hörerlebnisse sind mannigfaltiger Art. Einige sind ohne erhebliche und teure, zumeist bauliche Änderungen im Hi-Fi-Studio nicht zu beseitigen. Andere beruhen auf Ungereimtheiten, Fehlern und Nachlässigkeiten beim Zusammenstellen und Vorführen der Geräte. Diese Fehler können, sofern man um sie weiß, ohne unzumutbare Änderungen im Studio umgangen werden.

Welche Fehler bei Hörvergleichen im Hi-Fi-Studio auftreten und wie man ihnen begegnen kann, das soll uns im Folgenden beschäftigen. Zunächst wollen wir dabei untersuchen, welchen Stellenwert Hörvergleiche bei der Beratung überhaupt haben und was von

technischen Daten zu halten ist. Welche Voraussetzungen, Bedingungen und Gegebenheiten zu berücksichtigen sind, damit ein Hörtest objektiv sein kann, ist die zweite Überlegung. Dann müssen grundsätzliche Fehler, die bei Hörvergleichen immer wieder vorkommen, erkannt werden. Aus all dem wollen wir dann die Konsequenzen ziehen: Nach und nach werden wir eine Fülle von Zusammenhängen untersuchen, die bei der Einrichtung eines Studios, bei der Zusammenschaltung von Anlagen, bei der Vorführung von Geräten und bei der Durchführung von vergleichenden Hörtests beachtet werden müssen, damit Testfehler und Fehlentscheidungen bei der Gerätewahl verhindert werden.

Unter Verzicht auf hohe (und graue) Theorie sollen der Studio-Leiter und der Fachberater praktische Hilfen erhalten, um objektive Hörvergleiche durchführen zu können. Darüber hinaus sollen sie ihn in die Lage versetzen, dem Kunden seine Testmethode zu erklären und zu begründen, um so die Vertrauenswürdigkeit des Studios und des Fachberaters zu erhärten.

Um sprachliche Schwerfälligkeiten zu vermeiden, soll im folgenden nur von „Geräten“ gesprochen werden. Hierzu gehören dann auch Lautsprecher und Tonabnehmersysteme. Eine genauere Unterscheidung wird dort gemacht, wo es unumgänglich nötig ist. Außerdem denken wir, wenn wir von Qualität sprechen, zunächst ausschließlich an Klangqualität. Wenn andere Qualitätskriterien gemeint sind, etwa Verarbeitungsqualität, Servicefreundlichkeit, Empfangsqualität, so wird dies ausdrücklich erwähnt. Diese Verkürzung ist insofern zulässig, als das oberste Kriterium

beim Kauf einer Hi-Fi-Anlage immer die Klangqualität sein wird. Auch Tuner werden letztlich nach diesem Kriterium gekauft, denn das Fehlen von Störgeräuschen sowie die Trennschärfe schlagen sich in klanglichen Qualitäten nieder. Lediglich wenn es um besondere Eigenschaften, etwa den Weitempfang, geht, werden wir das eigens herausstellen. Ähnliches gilt auch für Tonbandgeräte und Plattenspieler.

## Hörvergleiche im Hi-Fi-Studio

Wir gehen von der Annahme aus, daß die letztendliche Kaufentscheidung für ein Gerät auf einem Hörvergleich beruht.

## Hörvergleiche überzeugen

Das Studium von Prospektangaben, technischen Daten und einschlägigen Testzeitschriften kann wohl eine erste Orientierungshilfe sein, doch der Hörvergleich, das auditive Erlebnis ist immer das wichtigste Argument für oder gegen ein Gerät. Beim Hörvergleich kann man sich davon überzeugen, was in einem Gerät „drinsteckt“, was es in klanglicher Hinsicht zu leisten vermag. Die Ergebnisse von Hörtests lassen sich nicht wegdiskutieren. Einem technischen „zwar“ steht immer ein akustisches „aber“ gegenüber. Und dieses „aber“ zählt letztlich.

Auf ihm beruht die Existenzberechtigung eines Hi-Fi-Studios. Könnte man



„Linear-Phase-System“ nennt National Technics sein neues Programm Baßreflex-Boxen, bei denen sich die akustischen Zentren in einer senkrechten Ebene befinden, so daß der Schall aller Systeme das Ohr zur gleichen Zeit erreicht. Hier das Modell SB-7000



Die aktive Lautsprecherbox „544 Electronic MFB“ von Philips hat, gegenüber dem Parallel-Modell RH 532, ein Kalotten-Mitteltöner-System sowie einen unmittelbar vor das Tieftöner-System montierten Kalotten-Hochtöner. Außerdem wurden die Eingangsanpassungen auf elf Stufen erweitert und eine gleichfalls elfstufige Höhenanpassung an die Raumakustik und die Hörgewohnheiten vorgesehen

auf Hörvergleiche verzichten, so gäbe es keine Studios, und Hi-Fi-Anlagen würden verkauft wie Schraubenzieher oder Suppentassen: nach rein technischen Notwendigkeiten oder nach dem übergeordneten Kriterium der formgestalterischen Vollendung. Der anspruchsvolle Kunde verlangt Hörvergleiche – vielleicht auch nur, weil sie sich eingebürgert haben. Zumindest in diesem Zusammenhang muß der Handel noch auf eine Nachfrage reagieren.

### Unser akustisches Gedächtnis ist schlecht

Hörvergleiche sind nicht nur wegen ihrer Überzeugungskraft eine wichtige Beratungs- und Entscheidungshilfe. Ohne Hörvergleiche wären wir auch nicht in der Lage, uns ein sicheres Urteil über die Qualität eines Geräts zu bilden. Die Überzeugungskraft von Hörvergleichen einerseits und die beschränkte auditive (gehörmäßige) Urteilskraft andererseits beruhen auf einer besonderen Schwäche und Eigenschaft des Menschen. Sie müssen wir verstehen, um richtig testen zu können.

Der Mensch hat kein ausgeprägtes akustisches Gedächtnis, aber er kann klangsinliche Reize mit musikalischen Vorstellungen verbinden, sozusagen verfälschte oder entstellte Klänge wieder „restaurieren“. Besäßen wir diese Fähigkeit nicht, so könnten wir bei der

Wiedergabe alter Aufnahmen in einem Gekrächze nicht Geigen, in einem Gequäke nicht Caruso wiedererkennen. Auch bei modernen Radios, insbesondere den „Handverzerrern“, könnten wir nicht Geigen von Trompeten, Celli von Bässen, Bässe von Pauken oder Trommeln unterscheiden. Dennoch hören wir diese Instrumente. Sie sind zwar nicht exakt wiedergegeben, aber unser „Hörcomputer“ frischt sie sozusagen aus den Spuren, die ihm zugeführt werden, wieder auf.

So vorteilhaft die Fähigkeit des „Hinzudenkens“, des „Wieder-Zurecht Denkens“ ist, so nachteilig wirkt sie sich im Zusammenhang mit dem schwach entwickelten akustischen Gedächtnis aus: Der objektiv verfälschte, durch den Hörsinn wiederhergestellte Klang ist eine Barriere für das Erkennen von klanglichen Unterschieden. Wenn zwischen dem (ersten) Höreindruck des Lautsprechers A und dem (zweiten) Höreindruck des Lautsprechers B eine Pause auftritt, so wird es uns unter Umständen unmöglich, im nachhinein festzustellen, worin die klanglichen Unterschiede der beiden Lautsprecher liegen. Wir verlieren die Fähigkeit, Unterschiede wahrzunehmen. Beide Lautsprecher scheinen gleich zu klingen, zumindest gleich gut.

Wir können also in der Regel nicht ohne direkten Hörvergleich (A/B-Vergleich, Vergleich durch pausenfreies Umschalten) die tatsächliche Qualität oder die Qualitätsunterschiede von Anlagen feststellen. Ohne direkten Hörvergleich fehlt uns infolge des Restaurationsvermögens des Hörsinns der Maßstab für die tatsächliche Qualität eines Gerätes. Ohne direkte Hörvergleiche fehlt uns infolge des schwach ausgeprägten akustischen Gedächtnisses und des Restaurationsvermögens die Möglichkeit, klangliche Unterschiede zu erkennen. Liegen (zu lange) Pausen zwischen den Höreindrücken, so wird unser Urteil über die Eigenschaft und die Qualität eines Geräts unsicher. Es besteht die Gefahr einer Fehlentscheidung.

Erschwerend kommt noch hinzu, daß unser Erkennungs- und Unterscheidungsvermögen um so schwächer ist, je höher die klangliche Qualität der getesteten Geräte ist, und je geringer die klanglichen oder qualitativen Unterschiede zwischen ihnen sind.

### Von großen und kleinen Unterschieden

Der Qualitätsstandard ist bei unterschiedlichen Anlagenteilen (Komponenten) unterschiedlich hoch. Bei den rein elektronischen Geräten, wie Verstärkern oder Tunern, ist er insgesamt gesehen sehr hoch, auch bei rein mecha-

nischen Geräten, also bei Laufwerken und Tonarmen von Plattenspielern. Die Technik dieser Geräte hat also einen sehr hohen (allgemeinen) Entwicklungsstand erreicht. Die klanglichen Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten, Verstärkern beispielsweise, sind zwar durchaus noch hörbar, aber keinesfalls mehr überwältigend. Es bedarf z. B. schon recht guter Lautsprecher, um die unterschiedlichen Klangcharakteristika von Verstärkern hörbar zu machen. Dies gilt insbesondere innerhalb einer Qualitätsklasse („Klasse“ hier einmal sehr weit gefaßt).

Anders liegt der Fall bei den Wandlern, jenen Komponenten also, bei denen eine Energieform in eine andere umgewandelt wird: mechanische in elektrische beim Tonabnehmer, und elektrische in mechanisch-akustische beim Lautsprecher. Auch innerhalb einer Klasse sind die Qualitätsunterschiede noch beträchtlich und deutlich hörbar, insbesondere bei Lautsprechern, und bei diesen zumal in der unteren Preisklasse (bis rd. 500 Mark je Stück). In der höheren Preis- und Qualitätsklasse sind die Unterschiede zwar kleiner, aber dafür um so subtiler: Es sind weniger Unterschiede in der Klangqualität insgesamt, als vielmehr Unterschiede in der Charakteristik des Klangs.

Viele Lautsprecher und Tonabnehmersysteme der mittleren und oberen Klasse klingen insgesamt gesehen recht gut und „natürlich“, aber sie unterscheiden sich in zahlreichen klanglichen Feinheiten und Besonderheiten. Diese Nuancierungen werden nicht immer „auf Anhieb“ hörbar. Wir müssen



Die von der Bolex GmbH vertriebene Regalbox „3 a andante electronic 60“ aus der Produktion der französischen Firma „Art et Acoustique Appliquée“ enthält einen eingebauten Verstärker mit einer schnelleabhängigen Gegenkopplung für das Tieftönersystem

schon sehr bewußt und relativ lange hinhören, um feststellen zu können, ob beispielsweise bei einem Tonabnehmersystem

- die Bässe richtig dimensioniert und sauber oder nur stark und verschwommen sind, etwa bei einem Pizzicato im Kontrabaß oder bei Pauken;
  - eine Geige zu viele Obertöne hat und leicht flirrt, oder ob sie mit Wärme und Strahlkraft klingt;
  - bei der Wiedergabe eines Soprans ein leichter Hauch über der Stimme liegt, oder ob die Stimme prägnant und ohne Schleier abgebildet ist;
  - bei einer Triangel im wesentlichen nur der Anschlag oder auch das Verklingen im Tutti des Orchesters hörbar wird;
  - die musikalischen Mitten bzw. Mittelstimmen von unten her aufgeschwemmt, verdickt und unnatürlich warm klingen, oder ob sie frei und durchsichtig erscheinen.
- Es ist also nicht gleichgültig, wie lange und intensiv welche Anlagekomponenten getestet werden.

**Konsequenzen für die Praxis**

Bevor wir untersuchen, welchen Wert technische Daten für Beratung und Verkauf haben, wollen wir das bis hierher Erörterte in kurzen Merksätzen zusammenfassen und Konsequenzen für die Praxis ableiten:

1. Genaue Hörvergleiche müssen als A/B-Vergleiche durchgeführt werden.
2. A/B-Vergleiche sind um so wichtiger, je höher das Qualitätsniveau der Geräte ist und je geringer die klanglichen Unterschiede zwischen den Geräten sind.
3. Unterschiede zwischen verschiedenen Geräteklassen werden unter Umständen auch ohne direkten Vergleich hörbar, innerhalb einer Klasse jedoch kaum noch.
4. Lautsprecher und Tonabnehmersysteme müssen besonders sorgfältig getestet werden.

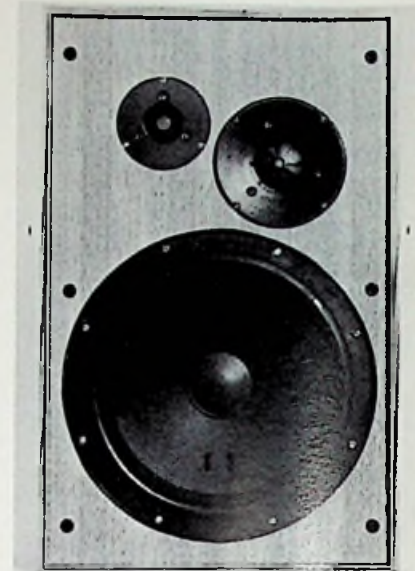
**Am Anfang: der Lautsprecher**

In vielen Rundfunkgeschäften und in zu vielen Hi-Fi-Studios ist eine Beratungspraxis üblich, die dieser Einsicht zuwiderläuft: Zunächst kümmert man sich um die Elektronik und den Plattenspieler (gegebenenfalls mit System); auf diese Geräte verwendet man dann, quasi im ersten Eifer, sehr viel Zeit. Wenn diese Komponenten festliegen, schreitet man zur Wahl des Lautsprechers. Da die Zeit dann schon fortgeschritten ist und sich bei Käufer und Verkäufer erste Ermüdungerscheinungen bemerkbar machen, fehlt es meist an der nötigen inneren Ruhe

und Sorgfalt, um noch Lautsprecher hinreichend kritisch und intensiv testen zu können. Außerdem ist zumeist auch so viel Geld in die anderen Komponenten gesteckt worden, daß es für gleichwertige Lautsprecher nicht mehr reicht. Man findet einen Kompromiß auf verhältnismäßig niedrigem Niveau: Ein schlechter „Dienst am Kunden“. Viele argumentieren dabei so: Elektronische Geräte können wegen ihres hohen Qualitätsstandards „auf lange Zeit hin“ angeschafft werden. Sie sind in gewisser Weise zukunftssicher. Deshalb lohnt es sich, bei diesen Komponenten von vornherein hoch einzusteigen. Da demgegenüber bei Lautsprechern die Entwicklung noch voll im Fluß ist, kann man ohnehin den Zeitpunkt absehen, zu dem der anspruchsvolle Kunde in eine höhere Qualitätsklasse einsteigt.

Diese Begründung ist im Prinzip richtig, doch läßt sie zwei wichtige Gegebenheiten außer Betracht: Erstens berücksichtigt sie nur den anspruchsvollen und aufbauwilligen Musikliebhaber. Der „Normalverbraucher“, und das ist in der Regel die Masse der Käufer, zieht zunächst einmal eine spätere Aufrüstung nicht in Betracht. Allerdings zeigt die Erfahrung, daß gute Anlagen zur Sensibilisierung des Musikhörers beitragen können: Je höher das klangliche Niveau einer Erstanlage ist, desto größer ist die Chance, daß der Käufer in seinen Hörgewohnheiten kultiviert und sein Anspruchsniveau heraufgeschraubt wird. Im Endeffekt läuft dies auf den Kauf neuer, besserer Anlagekomponenten hinaus. Zweitens vernachlässigt diese Begründung (im Zusammenhang mit dem eben angeführten Gegenargument), daß in der Regel die Elektronik „mehr kann“ als der Lautsprecher. In der Elektronik stecken zumeist mehr Qualitätsreserven, als der Lautsprecher hörbar machen kann. Für sehr viele Lautsprecher gilt immer noch die These, daß er das schwächste Glied in der Kette ist, daß er letztlich den klanglichen Standard einer Gesamtanlage bestimmt. Eine Anlage ist demzufolge immer nur so gut wie der Lautsprecher.

Es lohnt sich deshalb mehr, einen guten Lautsprecher und einen mittelmäßigen Verstärker anzuschaffen als einen mittelmäßigen Lautsprecher und einen guten Verstärker. Dieser Zusammenhang läßt sich leicht und überzeugend (auch für den Kunden) mittels zweier Verstärker (A und B) und zweier Lautsprecher (I und II) zeigen: Schließt man an den Mittelklasseverstärker (A) zunächst die Mittelklassebox (I) und dann den besseren Lautsprecher (II) an, so ist der hörbare Qualitätsgewinn



Die dänische Firma Jämo bietet eine Serie von Boxen an, die das MFB-System (Motional Feedback) von Philips verwenden.

beträchtlich größer, als wenn man den besseren Lautsprecher (II) zunächst an den Mittelklasseverstärker (A) und dann an den hochwertigen Verstärker (B) anschließt.

In diesem Zusammenhang sei ein weiteres Argument für die geschilderte falsche Beratungspraxis untersucht. Es lautet: Der Kaufinteressent ist in der Regel in Sachen Elektronik besser informiert oder stärker engagiert. Er hält den Verstärker für das „Herz der Anlage“, für die wichtigste Komponente. Für den Lautsprecher ist er weniger aufgeschlossen, und es ist deshalb leichter, ihn für einen teuren Verstärker als für einen teuren Lautsprecher zu gewinnen.

Wer so argumentiert, versteckt seine Qualitäten als Berater oder Verkäufer. Die Beschreibung des Kunden ist zwar richtig, aber die Konsequenzen, die daraus gezogen werden, sind falsch. Sie sind sachlich falsch und falsch im Hinblick auf die Betreuung des Kunden. Der gute Fachverkäufer zeichnet sich gerade dadurch aus, daß er falsche Vorstellungen und Erwartungen des Interessenten zurechtrücken kann, ohne den Kunden zu verprellen. Man braucht für diese Korrektur nicht viel Worte zu machen. Der eben beschriebene Hörvergleich ist wirksamer als noch so viel Gerede.

Ausgangspunkt für die Zusammenstellung einer Anlage sind also die Wandler. Erst kommt der Lautsprecher, dann der Tonabnehmer! Ist bei diesen Komponenten zumindest eine engere Wahl getroffen, so kann man sich der

# HÜTHIG & PFLAUM VERLAG

Dipl.-Ing. Dieter Mildnerberger

## Analyse elektronischer Schaltkreise

Grundlagen – Berechnungsverfahren – Anwendungen



2. Band:  
Quasistationäres  
Verhalten

1976. 480 Seiten.  
Mit 275 Abbildungen  
und 8 Tabellen.  
Ganzleinen DM 88,-

Quasistationäre und stationäre elektronische Schaltungen verhalten sich in Bezug auf ihre Wirkung auf elektrische Signale sehr unterschiedlich.

Bei der Analyse quasistationärer elektronischer Kreise müssen zu dem Lösungsschema stationärer elektronischer Schaltkreise, nämlich Schaltungsentwurf, Ersatzschaltung mit Funktionselementen, Aufstellen der Matrixgleichung und ihrer Lösung noch zwei weitere Schritte, nämlich Transformation und Rücktransformation, in den Rechengang eingeführt werden, wobei man die gleichen Rechenmethoden verwendet, die dem ersten Band zugrundegelegt sind. Alle mathematischen Methoden, die nicht ohne weiteres als bekannt voraussetzen sind, werden so ausführlich erklärt, daß ein praktisches Arbeiten ohne weiteres möglich ist. Es lassen sich daher auch Schaltungen ohne Mühe analysieren, die nicht speziell beschrieben sind. Die meisten Beispiele, an denen die einzelnen Rechenmethoden erklärt werden, stammen aus der Praxis eines Elektronik-Ingenieurs. Schnelles und erfolgreiches Arbeiten mit den Rechenmethoden setzt allerdings voraus, daß die hierfür notwendige Routine durch entsprechendes Üben erworben wird.

### Inhaltsübersicht

Lineare quasistationäre elektronische Kreise – Fourier-Transformation – Laplace-Transformation – Z-Transformation – Übertragungsfunktionen – Ausgewählte Schaltbeispiele quasistationärer linearer elektronischer Kreise – Elektronische Schaltungen mit steuerbaren Elementen – Ausgewählte Schaltbeispiele steuerbarer elektronischer Kreise – Nichtlineare elektronische Kreise – Ausgewählte Schaltbeispiele zur Analyse nichtlinearer elektronischer Kreise – Rauschen.

### 1. Band: Stationäres Verhalten

1975. 504 Seiten. Mit 527 Abbildungen und zahlreichen Formeln und Tabellen und 4 Falttafeln. Ganzleinen DM 72,-

Auslieferung über Ihre Fachbuchhandlung oder:  
HELIOS Literatur-Vertriebs-GmbH  
Eichborndamm 141-167, 1000 Berlin 52

# MÜNCHEN HEIDELBERG



## Stereo- und Quadrofonie ohne Kompromisse - unverkennbar SHURE

„Das Beste aus zwei Welten“, das bietet das neue Shure M24H Tonabnehmersystem dem Musikfreund!

Als einziges System ist das M24H optimiert für diskrete Quadrofonie (CD-4) ohne Einbußen bei stereofoner Wiedergabe. Damit entfällt die Notwendigkeit, bei jedem Wechsel der Schallplattenart das Tonabnehmersystem gleichfalls wechseln zu müssen! Diese optimale Abtastung Stereo/Quadro wird bei einer Auflagekraft von 1 p bis 1,5 p\* erreicht, was auch dem Auflagedruck von Stereotonabnehmern der obersten Preisklasse entspricht. Weitere M24H Eigenschaften: ... eine sehr geringe bewegte Masse des Abtaststiftes von 0,39 mg ... hyperbolischer Diamantschliff ... ein hochkoerzitiver „Dynetic X“ Magnet ... ein Frequenzgang mit einer Anhebung des unhörbaren Trägerfrequenzbereiches, so daß optimale Stereowiedergabe und optimale CD-4 Demodulation vereint sind.

Falls Sie Ihre Anlage um Quadro zu erweitern suchen, jedoch Ihre Stereoplattensammlung weiterhin abspielen wollen, dann ist das M24H DAS Tonabnehmersystem für Sie!

\* 1 bis 1,5 p  $\approx$  10 bis 15 mN (Millinewton). Neue, internationale Maßeinheit für Kraft.



# 2+4

MODEL M24H  
STEREO +  
QUADRIPHONIC  
CARTRIDGE

Deutschland: Sonetic Tontechnik GmbH, Frankfurter Allee 19 - 21, 6236 Eschborn;  
Schweiz: Telion AG, Albisriederstr. 232, 8047 Zürich; Österreich: H. Lurf, Reichs-  
ratsstr. 17, 1010 Wien; Niederlande: Tempoloon, Tilburg; Dänemark: Elton, Dr. Olgasvej  
20-22, Kopenhagen F; Belgien: Belram S. A., Ave. des Mimosas 43, 1150 Brüssel.

Elektronik widmen. Dem vergleichenden Hörtest der Wandler ist also besondere Sorgfalt zu widmen.

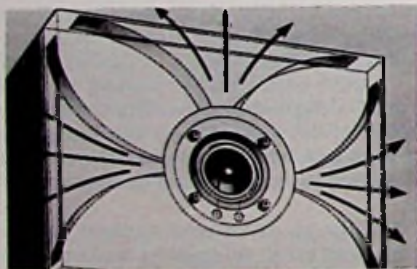
**Technische Daten hinken**

Image und Prestige eines Hi-Fi-Studios hängen bekanntlich nicht nur von der Atmosphäre des Vorführraums und der möglichen Geräteauswahl ab, sondern in hohem Maße auch davon, ob Hörvergleiche objektiv durchgeführt werden können. Objektiv bedeutet viel mehr als nur „frei von Manipulationen und Beeinflussungen des Käufers“.

Im streng wissenschaftlichen Sinne können eigentlich nur meßtechnisch ermittelte Daten objektiv sein. Untersuchen wir deshalb im folgenden, was es mit den technischen Daten einerseits und mit unserer Hörempfindung andererseits auf sich hat!

In einem neutralen Test geschah folgendes: Ein Lautsprecher, dessen Pegel für Tief-, Mittel- und Hochtöner getrennt einstellbar sind, schnitt in einem ersten Hörvergleich sehr gut ab. Bei der anschließenden meßtechnischen Überprüfung stellte man fest, daß die Frequenzgangkurve noch einige unschöne Einsattelungen und Anhebungen aufwies. Folglich wurde der Lautsprecher „optimiert“: man stellte die Pegel der einzelnen Kanäle so ein, daß sich ein sehr glatter Frequenzgang ergab. Bei anschließenden Hörtests fiel der Lautsprecher durch!

Dieses Beispiel, das nicht aus der Luft gegriffen ist, veranlaßt uns, ein-



Bei den Boxen der „Linear Motion Series“ von Sansui wird die nach hinten abgestrahlte Schallenergie durch gebogene Reflektoren zu den Seiten und nach oben gelenkt. Folgende Merkmale des Hochtöners verbessern, nach Angabe des Herstellers, das Klangverhalten: Die Schwingspule aus verkupfertem Alu-Draht sorgt für geringeres Masse und damit besseres Impulsverhalten; die konkave Membran sorgt für Phasengleichheit und verhindert Interferenzen; Aussparungen im Gußalu-Rahmen, die den drei Öffnungen im Schallreflektor entsprechen, ermöglichen es der Membran, linear auf Signale mit kurzen Anstiegszeiten anzusprechen

mal genauer zu untersuchen, wie aussagekräftig technische Daten sind, wie exakt von ihnen auf klangliche Eigenschaften geschlossen werden kann.

Technische Daten sind abhängig davon, wie man sie ermittelt. Mit einer Schieblehre kann man genauer messen als mit einem Zollstock. Wenn der Schneider beim Maßnehmen den Leib des Kunden einschnürt, erhält er falsche Meßdaten. Technische Daten sind dann nicht mehr vergleichbar, wenn sie nach unterschiedlichen Methoden und Meßvorschriften ermittelt sind. DIN-Meßwerte und IHF-Meßwerte sind folglich nicht oder nur bedingt vergleichbar.

Technische Daten bzw. die Vorschriften über ihre Ermittlung beruhen auf Übereinkünften. In den Normenausschüssen ringen die verschiedenen Hersteller um ihre Konzepte, weil ihre Geräte, nach ihrem Konzept gemessen, die besten Werte erbringen. Meßvorschriften werden von Zeit zu Zeit auch geändert. Sie können verschärft oder gelockert werden. Sie sind insgesamt gesehen also willkürlich. Als die Transistortechnik sich breit machte, änderte man die Meßvorschriften (der Röhrentechnik) ab, um „schönere“ Daten zu erhalten. Einige „konventionell ermittelte“ Daten sind deshalb aussagekräftiger als solche, die nach den jetzt geltenden Bestimmungen gewonnen werden. Es gibt nur sehr wenige Hersteller, die noch konventionell messen und dies dann natürlich voller Stolz auch betonen.

Die Klangqualität eines Geräts läßt sich immer nur aus einem umfangreichen Bündel von Einzeldaten ablesen. Eine einzelne Angabe besagt so gut wie nichts. Die Qualität eines Autos hängt ja auch nicht ausschließlich von der Motorleistung ab. Deshalb ist der punktuelle Vergleich von technischen Daten unergiebig. Wenn schon Daten verglichen werden, dann Datenbündel.

Wie aber sind die Einzeldaten eines solchen Datenbündels zu gewichten? Klirrfaktor, Intermodulationsfaktor und Amplitudenfrequenzgang (verkürzt und in gewisser Weise falsch wird nur von „Frequenzgang“ gesprochen, was eigentlich eine Verschleierung darstellt!) sind wesentliche Qualitätskriterien eines Verstärkers. Gerät (A) habe einen Klirrfaktor von 0,8 % und einen Intermodulationsfaktor von ebenfalls 0,8 %. Gerät (B) habe bei sonst gleichen Daten einen Klirrfaktor von 0,6 % und einen Intermodulationsfaktor von 1,0 %. Welches Gerät ist das bessere? Ist der Unterschied der Daten hörbar? Wie wirkt er sich aus?

Zur Interpretation technischer Daten bedarf es tiefgehender technischer

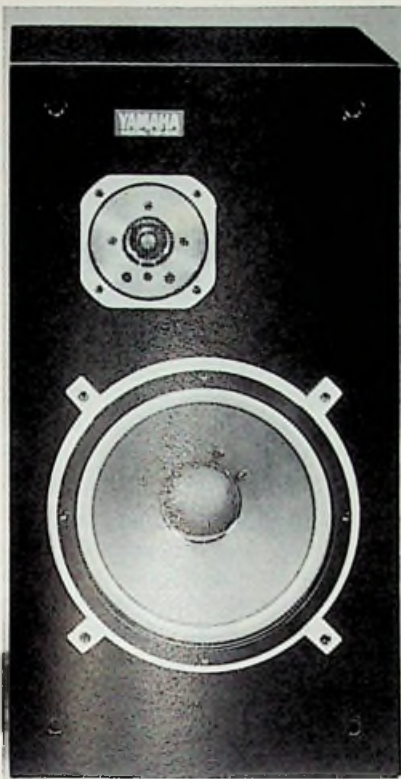
Einsichten und langer einschlägiger Erfahrung. Dennoch spielen subjektive Einstellungen und Wertvorstellungen eine große Rolle. Manche Konstrukteure halten einen Klirrfaktor von 0,5 % für gerade noch zulässig, andere nehmen gerade noch 0,1 % in Kauf. Auch die Gewichtung von Einzeldaten innerhalb eines Datenbündels ist von Techniker zu Techniker unterschiedlich. Wäre das nicht der Fall, würden die Produkte der verschiedenen Hersteller, sprich: Konstrukteure, nicht so unterschiedlich ausfallen.

Die klanglichen Eigenschaften elektroakustischer Geräte lassen sich (noch) nicht hinreichend objektivieren. Das heißt, daß auch das übliche Datenbündel noch nicht ausreicht, um zuverlässig Aufschluß zu geben über die Qualität oder die klanglichen Eigenschaften eines Geräts. Wer mißt schon das Phasenverhalten eines Lautsprechers in Abhängigkeit von der Frequenz, also den Phasenfrequenzgang\*)? Welche Hersteller machen exakte Angaben über das Phasenverhalten ihrer Tonbandgeräte bei Aufnahme und bei Wiedergabe, vielleicht sogar in Abhängigkeit vom Bandwickeldurchmesser? Diese Daten wären sehr wichtig, aber viele Elektroakustiker glauben, sie seien bedeutungslos. Spätestens im Zusammenhang mit der Quadrophonie hätte ihnen aber die große Bedeutung des Phasen- und Zeitverhaltens von Lautsprechern und von Tonbandgeräten aufgehen müssen. Es hat sehr lange gedauert, bis sich zumindest die Elite des Verstärkerbaus dazu bereitgefunden hat, dem Beispiel eines „Trendsetters“ zu folgen und die Anstiegszeiten ihrer Geräte, bezogen auf eine bestimmte Frequenz, anzugeben.

**Messen und Musik ist zweierlei**

Meßsignale sind in der Regel „unmusikalisch“. Während Musiksignale aus vielfältigen Impulsen bestehen, also ein sehr dynamisches Ganzes darstellen, benutzt man zur Messung künstliche Signale (weißes Rauschen, rosa Rauschen, Rechtecksignale). Man betreibt also die Geräte im sogenannten eingeschwungenen Zustand. Der entspricht keineswegs dem normalen Betriebszustand, bei dem Musiksignale zu verarbeiten sind. Im eingeschwungenen Zustand aber verhält sich ein elektroakustisches Gerät anders als

\*) Zu diesen Problemen und zu grundsätzlichen Fragen der Lautsprecherqualität und des Lautsprechertests siehe auch: Nisius, H. J.: Lautsprecher-Musik, Hi-Fi-Boxen: Klangliche Qualitäten, Techniken, Tests durch Hörvergleiche. Hrsg. Landesfilmdienst Rheinland-Pfalz e.V., Trier.



Bei diesem „Natural-Sound“-Lautsprecher NS-500 von Yamaha, einer Zweiweg-Baßreflexbox, sind die Membranen der Kalotten-Hoch- und -Mitteltöner mit einer 0,03 mm dicken Schicht Beryllium beschichtet. Die Kalotten sind dadurch äußerst hart und zugleich sehr leicht

im normalen Betriebszustand. Wen wundert es dann noch, daß es hochgerühmte und weitverbreitete Tonabnehmersysteme gibt, die meßtechnisch hervorragende Werte liefern, bei Musikreproduktion aber von anderen übertrumpft werden, deren technische Daten deutlich schlechter (wenn auch nicht schlecht) sind? Es gibt einen Plattenspieler mit einem international anerkannt guten Tonarm. Wer weiß schon, daß die Tonkopfhalterung zu inneren Schwingungen fähig ist, die beim Messen im eingeschwungenen Zustand nicht deutlich, bei Musikwiedergabe jedoch wirksam werden: Die Musikreproduktion ist nicht so vollendet, wie dies aufgrund der hervorragenden Meßdaten zu erwarten wäre.

Meßbetrieb und normaler „Musikbetrieb“ eines Geräts weichen also oft erheblich voneinander ab. In der Regel sind die Meßdaten objektfreundlich, sie schmeicheln also dem Gerät. Verstärker verhalten sich bei Anschluß eines Lautsprechers anders als bei Anschluß eines Ohmschen Widerstandes. Beim Messen aber werden Verstärker

mit Ohmschen Widerständen belastet.

### Alles ist relativ

Sicherlich weiß man um diese Unzulänglichkeiten. Sie sind im Interesse der Objektivität auch nicht zu umgehen. Aber wer nicht um sie weiß, zieht aus technischen Daten falsche Schlußfolgerungen.

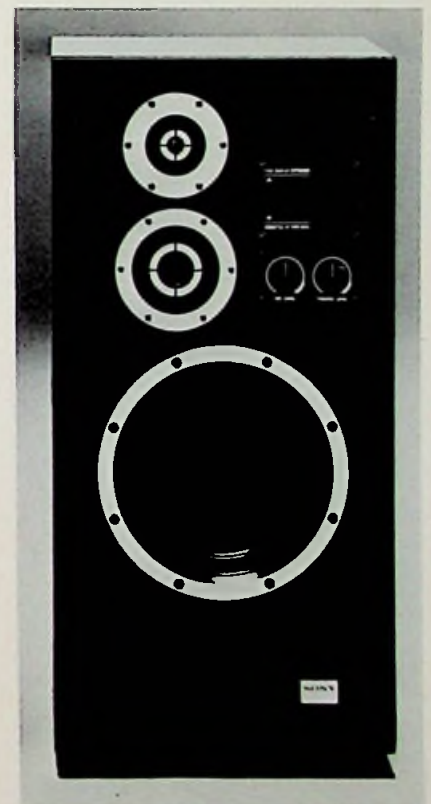
In einer Hi-Fi-Anlage sind, abgesehen von einer Kompaktanlage (Plattenspieler, Tuner, Verstärker „in einem“), immer verschiedene Geräte miteinander verbunden. Nur der unkritische oder einfältige Laie glaubt jenem Werbe-slogan, der uns weismachen will, eine Anlage sei dann optimiert, also bestens aufeinander abgestimmt, wenn alle Geräte (Komponenten) von ein und demselben Hersteller stammen.

In der Regel werden Geräte unterschiedlicher Hersteller miteinander kombiniert. Das bringt Probleme mit sich. Denn die miteinander elektrisch verbundenen Geräte einer „Bausteinanlage“ (das ist das Gegenteil einer Kompaktanlage) sind notwendigerweise als universell brauchbar gestaltet. Schließt man sie zu einer Übertragungskette zusammen, so beeinflussen sich ihre Übertragungseigenschaften gegenseitig. Das wirkt sich klanglich mitunter stark aus. Die tatsächlichen technischen Daten des einzelnen Geräts werden also durch die angeschlossenen Geräte nachhaltig beeinflusst. So verändert sich beispielsweise Phasenfrequenzgang, Amplitudenfrequenzgang und Impulsverhalten eines Verstärkers stark in Abhängigkeit vom angeschlossenen Lautsprecher. Es gibt sehr viele Verstärker, die über dynamische Lautsprecher recht ordentlich „klingen“, aber nur ganz wenige, die auch über elektrostatische, ein befriedigendes Klangbild erzeugen. Einige neigen in Abhängigkeit vom angeschlossenen Lautsprecher oder gar in Anhängigkeit von der Länge der Lautsprecherleitung oder deren Entfernung zu anderen Signalleitungen zum Schwingen. Technische Daten dürfen also nicht absolut gesehen werden, sondern immer in Abhängigkeit von den anderen, mitangeschlossenen Geräten. Darüber aber sagt kaum ein Datenblatt etwas aus.

Schließlich gibt es Daten „ohne praktischen Nährwert“. Gemeint sind jene Daten, aus denen der Techniker zwar ablesen kann, auf welchem Stand der technischen Entwicklung sich ein Gerät befindet, die aber auch rein gar nichts aussagen über die klanglichen oder andere Qualitäten eines Geräts im praktischen Betrieb. Ein solcher akademischer Meßwert ist zum Beispiel die bei Tunern unverantwortli-

cherweise hochgespielte Eingangsempfindlichkeit, angegeben in Mikrovolt. Es gibt Tuner mit der beschämenden Eingangsempfindlichkeit von 1,5  $\mu\text{V}$ , die im Endeffekt viel weniger Störgeräusche produzieren als solche, die die exzellente Empfindlichkeit von 0,8  $\mu\text{V}$  aufweisen, gleiche Eingangsspannungen (etwa 50  $\mu\text{V}$ ) vorausgesetzt (auf dieses Beispiel himel-schreiender Konsumentenverdummung kommen wir noch zurück).

Der Lautsprecher gilt allgemein als das schwächste Glied der Übertragungskette. Das stimmt zwar nicht mehr, aber sei's drum! Jedenfalls wird am Beispiel des Lautsprechers besonders deutlich (und dem Hi-Fi-Anwarter überzeugend darzulegen sein), wie wenig technische Daten, objektiv ermittelte technische Daten, über die klanglichen Eigenschaften eines Geräts aussagen. Am Beispiel „Lautsprecher“ wird deutlich, wie komplex und kompliziert der Zusammenhang zwi-

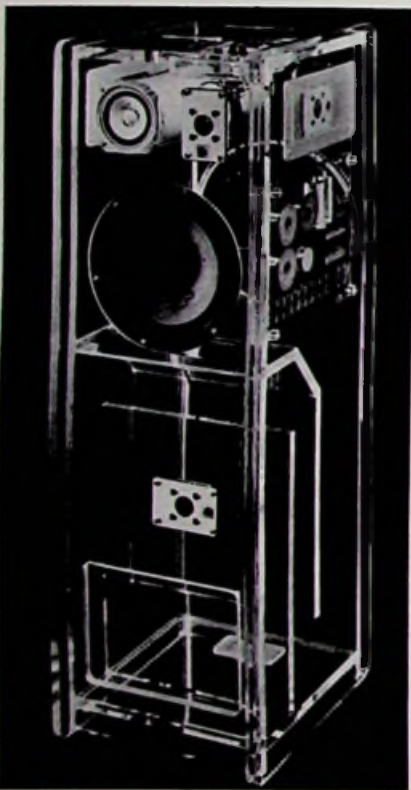


Bei der Dreiweg-Standbox SS-8150 von Sony wird die mit einer Doppelschicht „Carbocone“ ausgestattete Membran in ihrem Schwerpunkt von der Schwing-spule angetrieben, so daß die sonst immer vorhandene Tendenz zum Durchbiegen der Membran von innen nach außen nicht mehr vorhanden ist. Die Folge: höhere Leistungen können verzerrungsärmer als bisher verarbeitet werden

schen meßtechnisch ermittelten Daten und Betriebsbedingungen einerseits und klanglichen Eigenschaften andererseits ist.

Selbst geringste Fertigungstoleranzen innerhalb eines Typs und innerhalb einer Serie werden noch hörbar. Labormuster klingen besser als Serienfabrikate. Wenn man nicht um die Fertigungssolidität des jeweiligen Lautsprecherherstellers weiß, ist man beim Lautsprecherkauf fast gezwungen, so vorzugehen wie beim Kauf eines Farbfernsehgeräts: zweckmäßigerweise kauft man nicht einfach ein bestimmtes Modell, sondern man nimmt das Gerät mit nach Hause, dessen Bildqualität einen am meisten überzeugen konnte (was nicht ausschließt, daß das Gerät in der Wohnung noch einmal eingestellt werden muß).

Eine 20-W-Kompaktbox klingt bei (vorsichtigem) Betrieb an einem 100-W-



Die Box TM 1000 der Arcus Elektroakustik GmbH, die in der hier dargestellten Ausführung in Acrylglas zum Stückpreis von etwa 12 000,- DM angeboten wird, ist nach Auffassung der Hersteller der „einzige deutsche Lautsprecher der allerersten Qualitätsklasse“, so daß es damit „erstmalig gelungen ist, Anschluß an den Entwicklungsstand der internationalen Lautsprecherentwicklung zu erreichen“.

Verstärker besser als an einem „passenden“ (so ein Unsinn!) 20-W-Verstärker. Es gibt gut klingende Lautsprecher mit mäßigem Klirrverhalten und mäßig klingende mit gutem Klirrverhalten. Einige direkt strahlende Lautsprecher erzeugen eine natürlichere Räumlichkeit als indirekt strahlende. Es gibt einen Lautsprecher, der so klingt, als würden auch noch die höchsten Höhen in einem Winkel von 180° abgestrahlt. In meßtechnischer Hinsicht aber ist seine Dispersion (eben die Fähigkeit, hohe Töne in einem großen Winkel abzustrahlen) höchstens durchschnittlich. Übrigens: Warum müssen Lautsprecher bis 20 Hz herunter „arbeiten“, wenn doch in der Aufnahmetechnik in der Regel bei 40, allenfalls bei 30 Hz „dichtgemacht“ wird?

Es ließen sich noch viel Beispiele dafür anführen, daß die Zuverlässigkeit und Aussagefähigkeit technischer Daten nicht ausreicht, um ein genaues Bild von der tatsächlichen Klangqualität eines Geräts zu zeichnen. Diese hier mögen genügen. Sie können und müßten auch dem Laien klargemacht werden. Denn gerade technische Laien oder technisch Halbgebildete (das sind die schlimmsten Kunden!) huldigen oft einem Datenfetischismus, der ihnen den Zugang zu guten und preiswerten Anlagen verstellt. Übrigens verursacht gerade die Datengläubigkeit im Zusammenhang mit den gegensätzlichen Hörerfahrungen jenes Gefühl des Ausgeliefertseins und der Unsicherheit, von dem unsere Überlegungen ausgegangen sind. Welcher Fachberater traut sich aber, hier die Vorstellungswelt des Kunden zurechtzurücken – nicht mit großen und schönen Reden, sondern mit einfachen, aber überzeugenden Hördemonstrationen?

Damit wir uns nicht mißverstehen: technische Daten sind notwendig. Sie können einen ersten Eindruck über die Qualitätsklasse eines Geräts vermitteln und abschätzen lassen, ob sein Qualitäts-Leistungs-Verhältnis stimmt, ob es preiswert ist. Technische Daten dienen einer ersten Orientierung und ermöglichen die Zusammenstellung einer engeren Auswahl jener Geräte, die in den Hörvergleich aufgenommen werden.

Dabei ist folgendes zu berücksichtigen: Je höher die Qualitäts- und Preisklasse, desto weniger unterscheiden sich die Geräte in ihren technischen Daten voneinander. In der Konsumklasse gibt es erhebliche Unterschiede in den gemessenen Daten. Sie werden in der Regel auch deutlich hörbar. In der Spitzenklasse jedoch streuen die Daten der Geräte wenig, und dennoch werden Unterschiede hörbar: Es sind

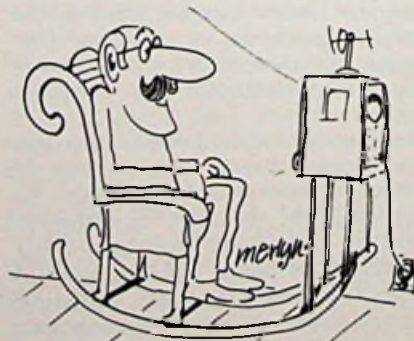


Diese Dreiwegbox AR-12 von Acoustic Research hat, nach Angaben des Herstellers, nur sehr geringe Verzerrungen durch Verwendung von neuentwickelten, luftspaltlosen „Magnetic-Fluid“-Mittel- und Hochtonern.

eigentlich nicht Unterschiede in der Klangqualität, sondern feine Unterschiede in klanglichen Details, wie wir im Zusammenhang mit Tonabnehmern bereits gesehen haben.

Und hier schließt sich ein erster Kreis unserer Betrachtungen: Je höher das Qualitätsniveau von Geräten, desto nachhaltiger wirken sich Testfehler aus. Hörvergleiche sind hinsichtlich ihrer Objektivität um so problematischer, je anspruchsvoller (und zahlungskräftiger) ein Musikfreund ist. Deshalb ist vor allem bei Tests von Geräten der oberen Qualitätsklasse darauf zu achten, daß Testfehler vermieden werden. Testfehler können sich auf diesem Qualitätsniveau so auswirken, daß die besonderen „Feinheiten“ und Vorzüge der verschiedenen Geräte nicht mehr hörbar oder gar in ihr Gegenteil verkehrt werden.

(Fortsetzung folgt)





hifi '76

## Kleine Vorschau auf ein großes Ereignis

Vom 24. bis 29. September findet in Düsseldorf die „3. Internationale Ausstellung mit Festival hifi '76“ statt. Veranstalter ist das dhfi (Deutsches High Fidelity Institut e.V.), dem neben 52 Herstellern, Importeuren und Vertriebsfirmen als ordentlichen Mitgliedern auch 95 Groß- und Einzelhandelsunternehmen sowie 62 Privatpersonen als fördernde Mitglieder angehören.

Die erste überregionale Hi-Fi-Ausstellung mit internationaler Beteiligung auf bundesdeutschem Boden wurde im Jahre 1968 in Düsseldorf als „hifi '68“ gestartet und hatte großen Erfolg. Die Wiederholung im Jahre 1970 dagegen ging fast in einer Funkausstellung unter, die zur gleichen Zeit am gleichen Ort stattfand. Für die dritte Veranstaltung wird nunmehr ein derartig durchschlagender Erfolg erwartet, daß eine spezielle Hi-Fi-Ausstellung in der Bundesrepublik von jetzt an zur regelmäßigen Einrichtung werden dürfte.

In diesem Jahr sind in Düsseldorf 205 Aussteller aus zehn Ländern vertreten; sie nehmen eine Fläche von mehr als 16 000 Quadratmetern ein. Das sind stolze Zahlen, und wir hätten unseren Lesern in diesem Heft gerne eine ausführliche, repräsentative Vorschau auf die wichtigsten Neuheiten angeboten, aber nur neun der 205 Aussteller (das sind gut 4%) schickten uns Vorausinformationen über ihre Beteiligung an der hifi '76. Angesichts der aus diesem Grunde recht mageren Vorschau werden wir uns bemühen, um so ausführlicher nachträglich über die Neuheiten aus Düsseldorf berichten zu können.

### Elac

#### Halle 3, Stand 3015

Die Firma zeigt ihr neues, erweitertes Programm, darunter im Mittelpunkt die

beiden Plattenspieler „PC 815“ und „PC 870“, den Vierbereichs-Receiver „Elac 2500 Quadrosound“ mit einer Nennleistung von 2x20 W sowie die Kombination aus Receiver und Stereo-Cassetten-Tapedeck „G 2600 Quadrosound“. Eine Dreiweg-Kombination aus Receiver, Cassetten-Tapedeck und Plattenspieler das neue Modell „Compact C 1330 Quadrosound“. An Boxen werden die Modelle „Mastersound MS 500“ und „Mastersound MS 700“ vorgestellt. Aus dem Nakamichi-Programm zeigt die Firma das Cassetten-Tapedeck „Nakamichi 600“ in professioneller Konzeption sowie den Stereo-Kontroll-Vorverstärker „Nakamichi 610“.

### Braun AG

„PS 550“ heißt der von Braun neuentwickelte vollautomatische Plattenspieler mit ausschließlich digital-elektronischer Programmspeicherung und Ablaufsteuerung. Bemerkenswerterweise wird der Plattenspieler nicht direkt angetrieben, sondern über einen Flachriemen.

An der Spitze der Receiver-Modelle von Braun steht das neue Modell „regie 550“ mit einer Nennleistung von 2x70 W, der für vier Empfangsbereiche eingerichtet ist und viele Anschlußmöglichkeiten bietet. Neu im Boxenprogramm der Firma ist die Zweiwegbox „L 200“ mit Kalotten-Hoch-Mitteltöner und einem Tieftöner.

### 1000-DM-Fensterstich



#### Das Werbegeschenk mit der besonderen Note für Auto- oder Stubenfenster

Paraflex-Vliesstoff, waschbar, Größe 46 x 22 cm. Firmen-Eindruck auf dem linken freien Feld möglich, etwa mit lustigem Text: -- Immer soo viel Geld wünscht Ihnen... -- Firma --

Preis einschl. Firmen-Eindruck  
bei Abnahme von 300 Stk. 500 Stk. 1000 Stk.  
per Stück DM --,52 --,46 --,37

Ohne Firmeneindruck auch ab 100 Stk. lieferbar.

**RANCKA-WERBUNG**

2 Hamburg 54  
Lokstedter Steindamm 39  
Ruf: (040) 5 60 29 01



PC 870 (Elac)



PS 550 (Braun)

### Neue Grundig-Receiver



## DAS GRÖSSTE FILMANGEBOT DER WELT

Über 15.000 Super-8 Spielfilme u. Das aller Interessengabte  
Preislisten + Prospekte kostenlos

Wir  
verschenken  
**5.000**  
Colorfilme  
im Werte von je  
DM 69,-

Wir erfüllen ALLE Filmwünsche  
zu absoluten Niedrigpreisen

300seitige Farbkataloge gegen DM 10,- (Schein) Schutzgebühr  
Jedem 20. Katalogbesteller schenken wir zusätzlich einen  
Int. S-8 Color-Spielfilm im Werte von DM 69,-  
VERSA GmbH. Abt. Sonnenberger Str. 22, 6200 Wiesbaden



RPC 500 (Grundig)



SA-5560 (National-Technics)



PS 4300 (Sony)

**Grundig AG  
Halle 4, Stand 4006**

Schon seit langem ist bekannt, daß die Grundig AG in diesem Herbst einen neuen, großangelegten Start in das Hi-Fi-Geschäft unternimmt. Zu dem neuen Programm gehören zunächst die drei Receiver „20“, „30“, „40“, von denen das kleinere Modell für den Empfang von vier Bereichen eingerichtet ist, während die beiden größeren Modelle jeweils nur UKW und Mittelwelle empfangen. Das Modell „40“ gibt eine Nennleistung von 50 W ab und hat neben vielen herkömmlichen Tasten und Anschlüssen als Besonderheit eine Anschlußbuchse zum automatischen Steuern eines Antennenrotors. Einen besonderen Schwerpunkt im neuen Hi-Fi-Programm des Unternehmens bilden die Kombinationen: Jede Kombinationsart ist mindestens einmal realisiert worden. Neben den drei Kom-

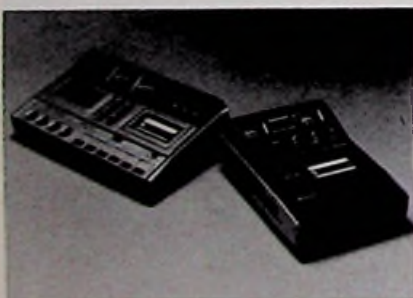
binationen „Studio 2020“, „Studio 2220“ und „Studio 2240“, die jeweils aus Receiver und Plattenspieler bestehen, gibt es noch die Kombination „RC 300“ aus Receiver und Cassettenteil sowie das Modell „RP 300“, eine Kombination aus Receiver und Plattenspieler, in die sich nachträglich noch ein Cassettenteil einbauen läßt. Als Dreiweg-Kombinationen zeigt das Unternehmen die neuen Modelle „RPC 300“ und „RPC 500“. Besonders interessant sind zwei „Phono-Schatullen“, Kombinationen aus Plattenspieler und Cassetten-Tapedeck, die unter den Modellbezeichnungen „PC 500“ und „PC 1000“ gezeigt werden. Einen weiteren Schwerpunkt im Programm bilden fünf Stereo-Cassetten-Tapedecks. Darüber hinaus umfaßt das Neuheiten-Programm acht Hi-Fi-Boxen, einen offenen Stereo-Kopfhörer sowie zwei Plattenspieler, die mit Dual-Chassis bestückt sind.

**Loewe Opta**

Zu den Neuheiten des Unternehmens zählt die Zweiweg-Kombination „SDK 802“ aus Receiver und Plattenspieler sowie die Dreiweg-Kombination „SDK 804“ aus Receiver, Plattenspieler und Cassetten-Tapedeck. Für beide Modelle erfand die Firma die Bezeichnung „Mastersound-Serie“.

**National-Panasonic**

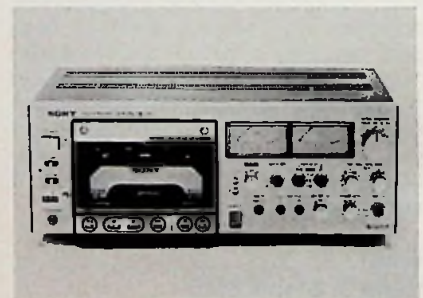
Die Firma, eine Tochtergesellschaft der japanischen Matsushita Electric Corporation, stellt ihre Hi-Fi-Geräte unter der Marke Technics vor. Neu ist die Receiver-Serie aus den vier Modellen „SA-5560“, „SA-5460“, „SA-5360“ und „SA-5160“, während die Firma bei den Hi-Fi-Bausteinen eine preiswerte Kombination aus dem Tuner „ST 7600“ und dem Verstärker „SU-7600“ auf den Markt bringt. Der neue Spitzen-Tuner „ST-9600“ kommt als Ergänzung für



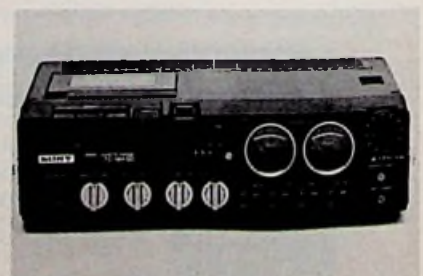
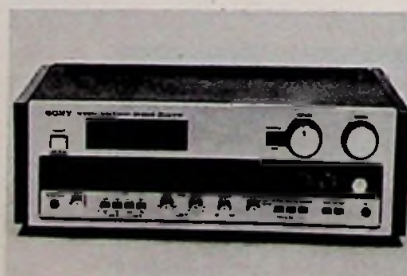
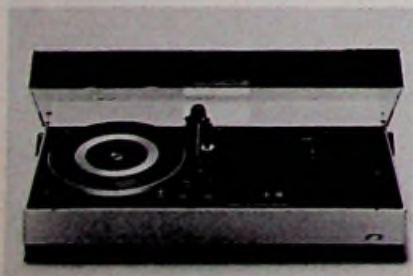
Cassetten-Tapedecks von Grundig  
SDK 804 (Loewe Opta)



RS-62 OUS (National-Technics)  
STR-6800 SD (Sony)



EL-7 (Sony)  
TC 164 SD (Sony)





Dekorder 1140 (de Vivanco)

die „Technics-Profi-Serie“ im Herbst 1976 heraus; er ist sowohl mit dem Vor- und End-Verstärker „SU/SE-9600“ wie auch mit dem Verstärker „SU-8600“, einem neuen professionellen Steuer-Verstärker, kombinierbar. Weiter gehören zu den Neuheiten die beiden Cassetten-Tapedecks „RS-62 OUS“ und „RS-63 OUS“ sowie das neue aus drei Modellen bestehende Boxen-Programm „Linear-Phase-System“.

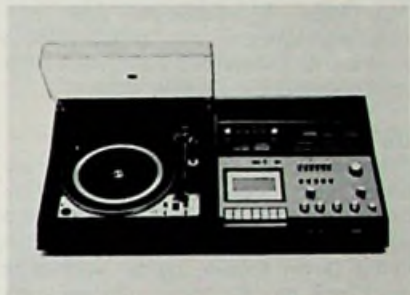
**Sony GmbH  
Halle 4, Stand 4014**

Mit einem sehr reichhaltigen Neuheiten-Programm wartet die Firma Sony in Düsseldorf auf: Alleine 15 Neuheiten vom Electret-Kondensator-Mikrofon, von hochwertigen Hi-Fi-Komponenten über Lautsprecher, Boxen bis zum darauf abgestimmten Zubehör, wie Tonbänder und Cassetten, umfaßt das Hi-Fi-Programm, so daß eine ausführliche Darstellung erst im Nachbericht vorgesehen werden soll. Beachtenswert ist in Düsseldorf auf dem Sony-Stand das neue Cassetten-System „Elcaset“, das erstmals in der Bundesrepublik gezeigt wird. Das Sy-



R 4110 (Wega)

KS 3341 (Wega)



**hör-faszination**



Lautsprecher - Lautsprecher-Boxen  
Lautsprecher-Bausätze - Kopfhörer  
Mikrofone - Frequenzweichen - Zu-  
behör.

**PEERLESS Elektronik GmbH**  
Auf'm Großen Feld 3-5  
4000 Düsseldorf 1  
Tel. (02 11) 21 33 57, Telex 8 588 123

1/8 Watt Kohleschicht-  
ab Lager Widerstände

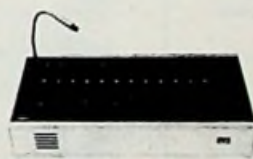
DM **1,85%** + MWST.

ab 50 000 Stück Abnahmemenge.

**TRANS-ELECTRONIC  
A. HEMPEL KG**

Postfach 582 516 DN  
Tel. (0 24 22) 66 81  
Telex 08 33 790 ehssn d

**TFE-TONMISCHPULT-KASSETTENSYSTEM TONSTUDIOTECHNIK zum AMATEURPREIS**



- eine Universalkassette für alle Tonquellen
- Stereosumme mit Leuchtdiodenaussteuerung LED
- Vorhör-Kommando- und Endverstärkerkassetten
- Alu-Einbaurahmen in den Größen für 6/12/18 Eingangskassetten
- 24-V-Netzteil mit Pegelton
- Universalkassetten und Rahmen auch im Bausatz.

Fordern Sie noch heute unseren kostenl. Sammelkatal. m. ausführl. techn. Daten u. Preisl. an:

**TFE-STUDIO GMBH, Postfach 154, 6730 Neustadt, Telefon (0 63 21) 4 42 61**

**AUSZUG AUS UNSEREM SONDERANGEBOT A/1976  
Alle Preise inkl. Mehrwertsteuer**

Seit 29 Jahren liefern wir die bewährten QUALITÄTSRÖHREN zu UNSCHLAGBAREN PREISEN!  
Verpackt in Einzelfaltschachteln mit 6monatiger Garantief

DY 802 2.25	EF 184 1.90	PC 88 3.20	PCL 82 1.90	PL 508 5.50
ECH 81 1.85	EL 34 4.90	PC 900 2.30	PCL 84 2.40	PL 509 9.10
EF 80 1.60	EL 84 1.60	PCC 189 3.15	PCL 86 2.75	PL 519 12.50
EF 89 1.65	EL 95 2.50	PCF 80 2.---	PCL 805 2.90	PY 88 2.10
EF 183 1.90	PC 86 3.20	PCF 802 2.60	PL 504 4.25	PY 500A 4.75

**MENGENRABATT: ab 50 Stück, auch sortiert: 6%**

<b>Sehr preiswerte TRANSISTOREN-Sortimente</b>			
Sort.: A	20 St. verschiedene Germanium-Transistoren	3.90	
Sort.: B	50 St. verschiedene Germanium-Transistoren	9.---	
Sort.: C	20 St. verschiedene Silizium-Transistoren	4.60	
Sort.: D	50 St. verschiedene Silizium-Transistoren	9.90	
Sort.: E	10 St. verschiedene Germanium- und Silizium-Leistungstransistoren	9.90	
Sort.: F	100 St. verschiedene Germanium- und Silizium-Transistoren	15.---	
Sort.: G	500 St. verschiedene Germanium- und Silizium-Transistoren	69.---	
<b>Fernseh-Gleichrichter Im Kunststoffgehäuse</b>			
	1 St.	10 St.	100 St.
1 N 4006	800 V 1 A	---.30	2.75 25.---
1 N 4007	1000 V 1 A	---.35	3.20 29.---

Bitte fordern Sie kostenlos und unverbindlich unser komplettes SONDERANGEBOT an.

Die Lieferung erfolgt gegen Nachnahme. Die Preise verstehen sich rein netto. Inkl. Mehrwertsteuer, ab Lager Nürnberg. Verpackung und Porto werden selbstkostend berechnet. Ab DM 200.--- porto- und spesenfrei (nur für Lieferungen im Inland). Zwischenverkauf vorbehalten.



**Eugen Queck**

INGENIEUR-BÜRO . IMPORT . TRANSIT . EXPORT  
E1 EKTRO-RUNDFUNK-GROSSHANDEL  
Augustenstraße 6, D-8500 Nürnberg, Tel. (09 11) 46 35 83  
Geschäftszeiten: Montag-Freitag 8-13 und 14-17 Uhr

**BMR 6**  
Bildröhren-Meßplatz und Regenerierautomat mit Regenerierprogramm und Schlußautomatik; Bildschirmkontrolle mit dem Diffusionsbild ohne Ablenkheit (Pat. angem.); Maße: 47x29x23 cm.

Gew.: 15 kg;  
Preis: 1698.--- DM + MWST.



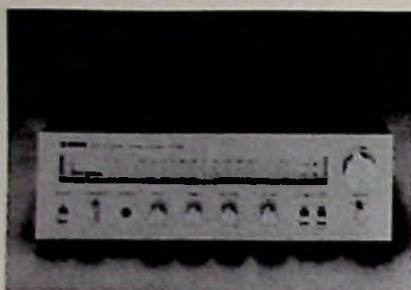
Maße: 23x14x18 cm;  
Gew.: 4,5 kg;  
Preis: 490.--- DM + MWST.

**BMR 7**  
Bildröhren-Meß-Regenerator; regeneriert mit Erfolg und beseitigt Schüsse; Emissionen messen - Kennlinienaufnahme - Schluß messen;

Kabel für SW-mini + 110°, Color-Dickhals, -Dünnhals und -IN-LINE sind im Preis enthalten. Lieferung direkt durch den Hersteller oder den Fachgroßhandel.

**Ulrich Müter, Spezialhersteller f. Bild-Röhren-Meß-Regeneratoren**

Berliner Platz 11 · 4353 Oer-Erkenschwick · Telefon (0 23 68) 66 60



CR-200 E (Yamaha)

stem arbeitet mit der normalen Bandbreite eines Spulengerätes und einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s. Aus dem Entwicklungs- und Forschungsprogramm des Unternehmens wird ein funktionstüchtiger Prototyp eines Hi-Fi-Verstärkers gezeigt.

**de Vivanco & Co.**

Die Firma zeigt in Düsseldorf unter anderem sechs hochwertige Spulen-Tonbandmaschinen der Marke Dekorder aus der Produktion der japanischen Firma Denki Onkyo, deren Vertretung die Firma de Vivanco in diesem Jahr übernommen hat. Ebenfalls von dieser Firma vertreten wird die bekannte englische Lautsprecherfirma B & W Loudspeakers. Von dieser Firma werden insgesamt fünf Modelle, darunter zwei Neuheiten, vorgestellt.

**Wega-Radio GmbH**

Das Unternehmen wird mit einer sehr stark überarbeiteten, zum Teil völlig neuen Produkt-Palette in Düsseldorf vertreten sein. Zum Programm gehören die beiden Receiver „R 3140“ und „R 3141“ sowie bei den Komponenten der Tuner „T 3740“ und die beiden Verstärker „V 3840“ und „V 3841“. Neu ist ebenfalls das Cassetten-Tapedeck „C 3941“, ein Frontlader, der von Sony übernommen wurde, ebenso das Grund-Chassis des Plattenspielers „P 3340“. Neu im Programm sind auch die beiden Dreiweg-Kombinationen „KS 3340“ und „KS 3341“, beide eine Kombination aus Receiver, Plattenspieler und Cassetten-teil.

**Yamaha**

„Natural Sound“ nennt die Firma ihr Programm an Hi-Fi-Geräten, zu denen als Neuheit die beiden Receiver „CR-200 E“ und „CR-450“ gehören; außerdem kündigt Yamaha als kombinierbare Komponente den Vorverstärker „C-2“ und den Endverstärker „B-2“ an. Neu ist schließlich das Cassetten-Tapedeck „TC-800 D“, eine nur für Netzbetrieb konzipierte Variante des bereits auf der Funkausstellung 1975 vorgestellten Cassetten-Tapedecks in Pultform. ■

Marktzahlen

**Die Ausgaben der Privat-Haushalte für braune Ware**

Das Statistische Bundesamt in Wiesbaden erhebt im Rahmen seiner Wirtschaftsrechnungen laufend die Ausgaben ausgewählter privater Haushalte nach Verwendungszwecken. Soeben wurden die Ergebnisse für das Jahr 1975 veröffentlicht, aus denen sich teilweise interessante Unterschiede und Veränderungstendenzen ablesen lassen.

**Mittlere Einkommensschicht mit höchstem Ausgabenzuwachs**

Auch im Jahre 1975 war die Höhe des Familieneinkommens ein entscheidender Bestimmungsgrund für den Ausgabenzuwachs für Unterhaltungs-Elektronik. Mit Abstand am stärksten nahmen

die entsprechenden Ausgaben der 4-Personen-Arbeitnehmerhaushalte mit mittlerem Einkommen des Haushaltsvorstandes zu. Sie stiegen von monatlich 26,25 DM auf 32,72 DM, also um fast 25 % und damit wesentlich stärker als die Gesamtausgaben dieser Haushaltsgruppe. Mit anderen Worten: Unterhaltungs-Elektronik nahm 1975 in den Budgets der mittleren Einkommensgruppe einen wesentlich größeren Platz ein als im Vorjahr. Auch wenn man die Entwicklung seit 1970 betrachtet, erzielte diese Gruppe den mit Abstand stärksten Zuwachs. Gemessen an den Gesamtausgaben, hat sich der Anteil der Ausgaben für Unterhaltungs-Elektronik von 1,0 % im Jahre 1970 auf 1,8 % im Jahre 1975 erhöht, also nahezu verdoppelt.

Verhältnismäßig stark gestiegen sind 1975 auch die entsprechenden Ausgaben der Rentner und Sozialhilfeempfänger mit geringem Einkommen, nämlich um 12,5 %. Diese Steigerung bewegte sich im Rahmen der Zunahme ihrer Gesamtausgaben; das absolute Ausgabenvolumen ist allerdings gering. Insgesamt gab jeder Rentnerhaushalt 1975 im Durchschnitt monatlich 8,49 DM für

**Ausgaben ausgewählter privater Haushalte für Rundfunk-, Fernseh- und Phonogeräte in jeweiligen Preisen**

Zeitraum	Haushaltstyp *)		
	1	2	3
<b>Je Monat (DM)</b>			
1970	2,88	10,52	19,48
1971	2,87	14,65	28,09
1972	5,02	20,22	28,54
1973	3,02	19,95	32,76
1974	7,55	26,25	36,55
1975	8,49	32,72	39,02
<b>In Prozent der Gesamtausgaben</b>			
1970	0,6	1,0	1,1
1971	0,5	1,2	1,4
1972	0,8	1,5	1,3
1973	0,4	1,4	1,4
1974	1,0	1,6	1,4
1975	1,0	1,8	1,4
<b>Veränderung (Prozent)</b>			
1971/70	- 0,3	+ 39,3	+ 41,6
1972/71	+ 75,0	+ 38,0	+ 1,6
1973/72	- 39,2	- 1,3	+ 14,8
1974/73	+ 150,0	+ 31,6	+ 11,6
1975/74	+ 12,5	+ 24,6	+ 6,8
1975/70	+ 194,8	+ 277,6	+ 100,3

\*) Haushaltstyp 1: 2-Pers.-Haushalt von Renten- und Sozialhilfeempfängern mit geringem Einkommen. Haushaltstyp 2: 4-Pers.-Arbeiterhaushalte mit mittlerem Einkommen des Haushaltsvorstandes. Haushaltstyp 3: 4-Pers.-Haushalte von Beamten und Angestellten mit höherem Einkommen.

**Verkaufsförderung  
Höflichkeit steigert  
den Umsatz**

*Die Bedienungen lernten, jeden Kunden nach einem Drei-Stufen-Rhythmus zu verabschieden: 1. Eine aufrichtige Dankesformulierung, durch die dem Kunden der Eindruck vermittelt wird, daß man seinen Besuch zu schätzen weiß und sich darüber gefreut hat; 2. die überzeugende Versicherung, daß die Firma jederzeit bei allen auftauchenden Fragen und Problemen kostenlos und unverbindlich für eine fachmännische Beratung zur Verfügung steht; 3. Begleitung des Kunden bis zum Ausgang; höfliches Öffnen der Tür und endgültige Verabschiedung mit einem herzlichen „Auf Wiedersehen“.*

*Die oben erwähnten Fachgeschäfte konnten lediglich aufgrund dieser Höflichkeitseigenen ihren Umsatz innerhalb eines Jahres um 8 bis 12 Prozent steigern und die Zahl der Stammkunden um 10 bis 18 Prozent erhöhen.* bpd

Unterhaltungselektronik aus. Am schwächsten expandierten im Berichtsjahr sowohl die Gesamtausgaben als auch die Ausgaben für Unterhaltungselektronik bei den 4-Personen-Haushalten von Angestellten und Beamten mit höheren Einkommen. Hier betrug der Ausgabenzuwachs nur 6,8 %, der Anteil an den Gesamtausgaben stagnierte bei 1,4 %. Auch gegenüber 1970 verzeichnete diese Haushaltsguppe den mit Abstand geringsten Ausgabenzuwachs.

### Ausstattung mit Farbfernsehgeräten erhöht

In der Ausstattung der Haushalte mit Geräten der Unterhaltungselektronik haben sich 1975 – mit einigen interessanten Ausnahmen – die in den Vorjahren festgestellten Tendenzen fortgesetzt. In allen Haushaltstypen hat die Ausstattung mit Farbfernsehgeräten beträchtlich zugenommen. Ende 1975 besaß schon fast jeder fünfte Rentner-

haushalt und fast jeder dritte Beamten- und Angestelltenhaushalt ein Farbfernsehgerät. Die Ausstattung mit Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten ging nur wenig zurück, bei den Beamten- und Angestelltenhaushalten mit höheren Einkommen nahm sie bemerkenswerterweise sogar noch etwas zu. Dies unterstreicht den Trend, mit der Anschaffung des Farbfernsehgerätes das Schwarz-Weiß-Gerät nicht abzuschaffen, sondern als Zweit- und Drittgerät zu behalten bzw. zusätzlich zum Farbfernseher Schwarz-Weiß-Geräte für die einzelnen Familienmitglieder anzuschaffen.

Beträchtliche Unterschiede in den Ausstattungsgraden bestehen je nach der Einkommenssituation vor allem bei Plattenspielern und Tonbandgeräten. Letztere beispielsweise sind nur in 12,7 % aller Rentnerhaushalte, jedoch in 60,5 % aller 4-Personen-Haushalte von Beamten und Angestellten mit höheren Einkommen vorhanden. Im Vergleich zum Vorjahr sind Ausstattungsunterschiede jedoch – wie bei fast allen anderen Geräten – geringer geworden. ■

Ausstattung ausgewählter privater Haushalte im Dezember 1974 und 1975 in Prozent aller Haushalte

Geräte	Haushaltstyp *)					
	1		2		3	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975
Schwarz-Weiß-Fernsehgerät	80,0	76,4	85,0	81,5	79,6	80,9
Farbfernsehgerät	12,5	17,8	21,1	29,3	27,8	31,6
Rundfunkgerät	83,1	87,3	94,9	93,6	95,7	96,7
Phonokombination (Musikschrank)	6,9	8,9	21,8	23,7	28,0	28,0
Plattenspieler	17,5	15,9	66,0	65,8	76,2	78,7
Tonbandgerät	8,1	12,7	52,0	57,8	62,7	60,5

# PEWE

ing. peter weber  
dj 4 br

Generalvertretung:  
SBE - uniden - SHINWA  
TOKAI

### UNIDEN 2020 PLL DIGITAL SSB TRANSCEIVER

Bisher über 500 Geräte verkauft!

Der „Alles-in-Einem“-Transceiver.



PLL-System für höchste Frequenzstabilität

### UNIDEN SSB-LINE 2020, Allband SSB/CW/AM Transceiver

Die Experten sind sich einig! Spitzenklasse!

Alle KW-Bänder plus 11 m und WWV-15 MHz.  
200 Watt PEP bei SSB und CW, 100 Watt AM, PA mit 2x 6146-B-Röhren. Digitale Anzeige durch LED's, Empfänger mit 2 SSB-8-pol-Filtern und 600 Hz CW-Filter bestückt, beste Kreuzmodulations-Eigenschaften und 0,3 µV Empfindlichkeit bei SSB/CW. Eingebaute Netzteile für 220/110 V AC und 12 Volt Mobil-Betrieb. Eingebautes Gebläse und 25-kHz-Eichmarkengeber.

Transceiver, Mod. 2020  
Externer VFO, Modell 8010  
Externer Lautsprecher, 8120

Preis DM 2580,-  
Preis DM 490,-  
Preis DM 110,-



Dazu das hochwertige SBE-Stationsmikrofon SBE-100 X mit eingebautem Verstärker, regelbar, speziell für SSB.  
DM 96,-

### DER GROSSE ERFOLG! UKW-FM-UNIDEN MODELL 2030

Bestückt mit R $\phi$ , R1, R2

UKW-Mobil-Transceiver, 12 Kanäle + 1 Rufkanal, 6 Kanäle bequartz (3x Relais) Ausgangsleistung 1 + 10 Watt

DM 490,-



Zusatz-Quarzsätze, ab Lager DM 28,-

Prospekte kostenlos. Rufen Sie uns an oder schreiben Sie uns. Wir liefern Amateurfunkgeräte, 27-MHz-Geräte sowie speziell ein komplettes Programm kommerzieller Funkanlagen für jeden Zweck.

ing. peter weber, roßstraße 13  
4000 düsseldorf 30  
Telefon (02 11) 48 69 96 / 46 27 20  
Telex 08 585 512 pewe d

Konzentration auf Sortimentsschwerpunkte ist nach wie vor ein Erfolgsrezept für Facheinzelhändler, wie aus einer Mitteilung der Hamburger BEO Hifi-Geräte GmbH hervorgeht: Von Januar bis August 1976 erzielten die autorisierten B&O-Einzelhändler ein Umsatzplus von 15 % mit dieser Marke, während die stärker spezialisierten B&O-Stützpunkthändler ihren Umsatz mit B&O sogar um 34 % steigern konnten.

"Nur etwa 1 000 der freien Facheinzelhändler unserer Branche sind noch frei in ihren monetären Entscheidungen", argwöhnte kürzlich der Chef eines bekannten Vertriebsunternehmens.

Noch lange nicht ausgeträumt zu sein scheint der Alptraum Frankfurter Facheinzelhändler vom Bieberhaus: Das "Technische Kaufhaus Bieberer Straße GmbH" ist wieder eröffnet worden. Geschäftsführer Alfred Borst, der zusammen mit seiner Familie 70 % des Gesellschafterkapitals hält, will zwar nicht um jeden Preis Billiganbieter sein, aber doch durch raschen Lagerumschlag mit 20 Mitarbeitern jährlich 3 Mio DM umsetzen.

Noch nicht, aber bald kommt das neue Uher-Tonbandgerät "SG 630 Logic" heraus, das auf der Internationalen Funkausstellung 1975 allseits bewundert und dessen Auslieferung damals für "Frühjahr 1976" angekündigt wurde. Wir vermuten: Auf der Düsseldorfer "hifi '76" wird der Lieferbeginn für die "Supermaschine von Uher" (so eine Firmenmitteilung) ganz sicher bekanntgegeben.

Grundig will Mitte nächsten Jahres in Taiwan die Produktion von Fernsehgeräten aufnehmen, wie aus Zeitungsberichten hervorgeht.

Ein neues Video-Cassetten-Magnetbandgerät hat der japanische Konzern Matsushita in einigen japanischen Testmärkten herausgebracht. Die Cassetten haben Halbzollband und eine Spieldauer von 100 Minuten. Der Preis für das Gerät soll angeblich etwa 30 % niedriger liegen als der Preis für das Betamax-Gerät von Sony.

Die drahtlose Infrarot-Übertragung auf Stereo-Kopfhörer wird nach Auffassung des Industrieverbandes ZVEI eine der interessantesten Neuheiten der "hifi '76" sein. Die Hersteller haben sich noch vor einer

offiziellen Normung auf einheitliche Systemdaten geeinigt. Die Preise für solche drahtlosen Infrarot-Stereo-Kopfhörer liegen um 300 DM.

Instandhaltungs-, Service- oder Reparaturverträge für Fernsehgeräte sind Versicherungsverträge und unterliegen der Aufsicht durch das Bundesaufsichtsamt für das Versicherungswesen. Aufsichtsfrei sind Verträge nur dann, wenn die Wartung der Geräte im Vordergrund steht; das wäre der Fall, wenn die Geräte im Rahmen des Vertrages wenigstens einmal im Jahr gewartet würden.

Ein Spezial-Seminar für Unternehmensführung im Radio- und Fernseh-Handwerk veranstaltet der Fachverband Elektrotechnische Handwerke Nordrhein-Westfalen vom 7.-9.10. in der Akademie des Handwerks auf Schloß Raesfeld (Kreis Borken). Teilnehmergebühr einschließlich Unterkunft und Verpflegung: 80 DM.

Für das RFT-Leistungszeichen des Radio- und Fernseh-Handwerks wird wieder im Fernsehen geworben. Für einen Beitrag von etwa 50 000 DM wurden im 1. Programm des WDR fünf Termine für Fernsehspots belegt, unter anderem am 23. und 27.9. nach 19.50 Uhr und am 30.9. nach 18.05 Uhr.

Das neue Farbfernseh-Modul-Chassis SK 2 von Nordmende (wir berichteten darüber in Heft 17/76) ist auf möglichst geringe Temperaturen ausgerichtet: An der heißesten Stelle, nämlich über der Zeilenendstufe, beträgt die Lufttemperatur bei 20 Grad Raumtemperatur nur 48 Grad. Dadurch soll die Betriebssicherheit beträchtlich erhöht worden sein. Mehr über die Temperaturverhältnisse in Farbfernsehempfängern lesen Sie demnächst in der Funk-Technik.

Eine weitere Schulungsstätte "Elektronik" hat die Handwerkskammer Konstanz in Tuttlingen errichtet. Die Lehrgänge, die nach den anerkannten "Bundeseinheitlichen Richtlinien" des HPI-Instituts als Tageskurse und als Samstagskurse durchgeführt werden, beginnen am 27. September.

Das Internationale Audio-Festival mit Messe, das vom 13.-19. September 1976 auf dem Olympia-Gelände in London stattfinden sollte, ist kurzfristig auf das Jahr 1977 verschoben worden.

W. Sandweg



# SANYO

Einsatz hochwertiger Technik, funktionell im Design, Langzeit-Qualität, ein vernünftiges Verhältnis von Leistung und Preis: das sind unsere Vorstellungen moderner Unterhaltungselektronik. Wir haben sie realisiert. Das Ergebnis: Geräte von ausgereifter Zuverlässigkeit, ungewöhnlich langlebig, standfest und wertbeständig.

## Qualität zu sinnvollem Preis

Gerade weil wir zu den größten Elektronik-Unternehmen der Welt zählen, beschäftigt sich ein besonderer Expertenstab mit eigenen Entwicklungs-, Konstruktions- und Fertigungsabteilungen damit, diese Leitgedanken zu verwirklichen und neue Maßstäbe zu setzen. Nicht umsonst hat Sanyo seinen international guten Ruf. Ihn gilt es täglich neu zu beweisen!



Halle 3  
Stand 3027

Wenn Sie sich detaillierter über das SANYO-Programm informieren wollen, schreiben Sie bitte an Perfect-Electronic.

Und fragen Sie auch Ihren Fachhandler nach dem Preis der SANYO-Geräte Ihrer Wahl!

Perfect Electronic GmbH



# SANYO

785 Lörrach, Postfach 2120

Sie werfen Ihre alte  
auf den Müll...

... WE  
von I  
ken

98329

Mickan, G.

Z L 15933

1255 Woltersdorf  
125 Goethestr.11



Tonband-Amateure und Professionals, deren Ansprüche den Durchschnitts-Standard der Tonbandmaschinen verlassen haben, müssen die neuen von DOKORDER einfach kennenlernen. Damit sie wissen, „was Sache ist“. (Und sich nicht verkaufen!)

Die neuen von DOKORDER sind nämlich hinsichtlich Preis und technischen Leistung auf dem internationalen Markt unschlagbar.

Klares, modernes Styling, verbunden mit außerordentlich hohem technischen Komfort, macht die Gerätebedienung zum Kinderspiel und erlaubt Ihnen, Ihren Kopf für creative Dinge bei der Arbeit an der Tonbandmaschine freizuhalten.

Testen Sie die neuen Tonbandmaschinen von DOKORDER. Sie müssen allerdings in Kauf nehmen, daß Sie sich danach von Ihrer alten trennen werden.

#### Technische Daten:

- 3-Motoren-Laufwerk
- MBD-Tonköpfe mit superlanger Lebensdauer
- auswechselbare Kopfträgerplatten
- regelbare elektronische Echo-Einrichtung
- sound-on-sound
- sound-with-sound
- cue- und review-Einrichtung
- peak-level-Anzeige
- Pausentaste
- Automatic-shut-off
- wahlweise 2- oder 4-Spur-Ausführung
- regelbare Vor-Magnetisierung für verschiedene Bandarten
- Bandgeschwindigkeiten: bei 4-Spur-Ausführung 9,5 und 19 cm/sec (auch 38 cm/sec bei Modell 1140) bei 2-Spur-Ausführung 19 und 38 cm/sec
- Frequenzbereich: 25-26.000 Hz bei 19 cm/sec - 30-16.000 Hz bei 9,5 cm/sec
- Signal-Rauschabstand: besser als 60 dB

DOKORDER-Tonbandmaschinen finden Sie in allen guten Hifi-Fachgeschäften. Nähere Informationen erhalten Sie auf Anforderung von de Vivanco & Co., Postfach 1320, 2070 Ahrensburg (Abteilung FT8).

**hifi**  
76

Halle 3,  
Stand 3040.

Bitte  
beachten Sie auch  
unser  
B & W-Hifi-Boxen-  
Programm.

**hifi**  
**vivanco**