

A 3109 D

BERLIN

FUNK- TECHNIK

11 | 1973+

1. JUNIHEFT

mit Elektronik-Ingenieur

Musik- instrumente ICs

vom führenden Entwickler

**
höchster
Marktanteil
in Europa*



Dieses Buch informiert erstmals ausführlich über fortschrittliche IC-Konzepte elektronischer Musikinstrumente. Beispiel: Abstimmung eines kompletten Orgelmanuals mit nur einem Knopf. Fragen Sie auch unsere Spezialisten.

INTERMETALL 78 Freiburg Postfach 840
Telefon (0761) 5171 Telex 07-72 716

Diese für Instrumentenhersteller wie auch interessierte Amateure bestimmte Veröffentlichung soll keine komplette Bauanleitung für elektronische Orgeln sein, sondern für wichtige Bereiche der Musikelektronik besonders interessante und neuartige Lösungswege und Entwicklungen aufzeigen.
Bezugsbedingungen: Die Schutzgebühr pro Exemplar beträgt DM 5,- (Einzahlung auf Postscheckkonto Karlsruhe Nr. 130522 unter Angabe des Buchtitels).

INTERMETALL semiconductors

ITT

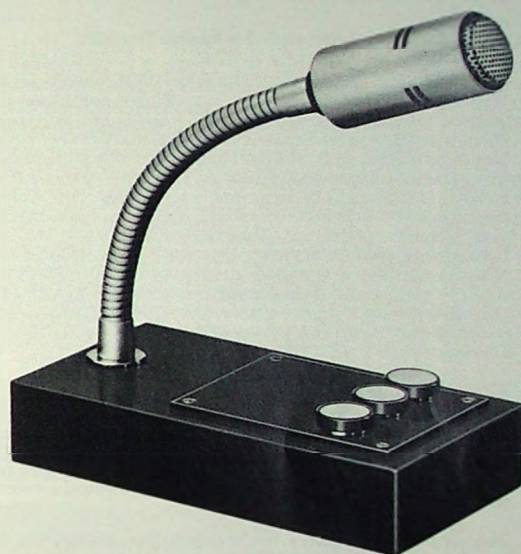
gelesen · gehört · gesehen	376
FT meldet	378
Tendenzen bei Phonogeräten	381
Farbfernsehen	
Ultraschall-Fernbedienung für Farbfernsehgeräte	382
Gedanken über den Farbfernsehempfänger der Zukunft	387
Berichte von der Hannover-Messe 1973	
Phonogeräte-Neuheiten	392
Neue Lautsprecher	393
Elektronik-Ingenieur	
Entwurf und Dimensionierung rausch- und klirrarmer Verstärker	395
Einbruch-Alarmanlage mit integriertem Doppler-Radar	398
Bauelemente	
Über die Zukunft der elektronischen Bildwiedergabetechnik	399
FT-Informationen	401
Nachrichtentechnik	
Pulsmodulation (PCM) – ein Verfahren zur Mehrfachausnutzung von Nachrichtenkanälen	402

Unser Titelbild: Für den Nachrichtensatelliten „Symphonie“ lieferte AEG-Telefunken das Untersystem „Energieaufbereitung“, in dem die vom Solargenerator oder den Batterien abgegebene elektrische Energie den Betriebsbedingungen der übrigen Untersysteme angepaßt wird. Das Bild zeigt einige wichtige Baugruppen dieses Untersystems: im Hintergrund (rund) den Shunt zur Aufnahme der Überschußenergie des Solargenerators, links auf der Grundplatte die Batterien sowie den Lade- und Entladeregler, rechts die Shuntsteuerung und drei Konverter für verschiedene Untersysteme. Aufnahme: AEG-Telefunken

Aufnahmen: Verfasser, Verkaufsaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, 1 Berlin 52 (Borsigwalde), Eichborndamm 141–167. Tel.: (0311) 4121031. Telex: 0181632 vrftk. Telegramme: Funktechnik Berlin. Chefredakteur: Wilhelm Roth; Stellvertreter: Ulrich Radke. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach. Kempten/Allgäu. Anzeigenleitung: Marianne Weidemann. Stellvertreter: Dietrich Gebhardt; Chefgraphiker: B. W. Beerwirth. Zahlungen an VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH, Postscheckkonto Berlin West 7664-103, Bank für Handel und Industrie AG, 1 Berlin 65, Konto-Nummer 2191 854 (BLZ 100 800 00). Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Preis je Heft 3,- DM. Auslandspreise lt. Preisliste (auf Anforderung). Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Leserkreis aufgenommen werden. Nachdruck – auch in fremden Sprachen – und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. – Satz und Druck: Druckhaus Tempelhof, 1 Berlin 42.

PEIKER Mikrofone Symbol der Qualität



**Mikrofon-Tischpult Typ P 2 K
für Konferenz- und Rufanlagen
wahlweise 1 - 6 Schalter bzw.
3 Signallampen und 3 Schalter**

PEIKER acustic

Fabrik elektro-akustischer Geräte

6380 Bad Homburg v. d. H., Postfach 235

Gartenstraße 23-27 · Telex: 0415130

Telefon: Bad Homburg (06172) 41001



Fernsehempfänger mit FTZ-Prüfnummern

Das „Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen“ vom 30. April 1973 veröffentlichte die „Liste der vom Fernmeldetechnischen Zentralamt in Darmstadt nach dem 30. September 1972 erteilten FTZ-Serienprüfnummern für Fernseh-Rundfunkempfängertypen“ (Stand: 31. März 1973). Darin sind Geräte folgender Firmen enthalten: *Alles, Blaupunkt, Deutsche Philips, Eckert und Graf, Emi-Voxson, Fiszman, Graetz, Quelle, Grundig, CBC Gutwein & Pesel, HFE Hochfrequenz- und Elektrogeräte, Hitachi Sales Europa, Imperial, Kirchfeld, Matsushita Electric, Metz, Neckermann, Otto, Reitz, Roth, Saba, Sharp Electronics (Europe), Shiban Europa, Siemens, SEL, Sony, Süveg, Telefunken, Teleton Elektro & Co., Toshiba Europa, Wega*. Das Amtsblatt kann zum Einzelpreis von 20 Pf (zuzüglich Versandgebühren) beim Vertrieb amtlicher Blätter des BPM, 5 Köln 1, Postfach 10 90 01, Postscheckkonto Köln 11 99-508, bezogen werden.

22. Nationaler Wettbewerb der besten Ton- und Videoaufnahmen

Für den „NWT 73“, den 22. Nationalen Wettbewerb der besten Ton- und Videoaufnahmen, ist Einsendeschluß am 25. August 1973. Die Jurysitzung des nationalen Wettbewerbs findet am 29. und 30. September 1973 unter dem Patronat der *Deutschen Philips GmbH* in Hamburg statt. Die Ausschreibungsbedingungen und einen Begleitzettel für die Einsendungen können Interessenten vom Ring der Tonbandfreunde e. V., 3388 Bad Harzburg, Postfach 1101, anfordern. Das Reglement nennt folgende Kategorien: Hörspiele, Reportagen und Interviews, Musikalische Aufnahmen, Geräusche der Natur, Schultonaufnahmen, Meine Stadt – mein Kreis – mein Land, Verschiedenes sowie Videoaufnahmen. Die besten Aufnahmen nehmen anschließend am internationalen Wettbewerb (IWT) der Fédération Internationale des Chasseur de Son (FICS) teil.

Erfolgreiche Braunschweiger „HiFi-Tage“

Die vom dhfi im März durchgeführten HiFi-Tage Braunschweig waren ebenso wie die Veranstaltungen in Münster und Freiburg ein voller Erfolg für Veranstalter und Aussteller. An beiden Tagen wurden zusammen rund 3800 Besucher gezählt, die sich über High-Fidelity orientierten.

Gemeinsames Gehäuse für Thyristor-Dioden-Kombination

Zur Verwendung in Horizontal-Ablenkstufen von Farbfernsehempfängern hat *Valvo* Kombinationen aus Thyristor und antiparallel geschalteter Diode in sogenannter twin-chip-Ausführung entwickelt, bei der jeweils ein Thyristor- und ein Dioden-Kristall in einem gemeinsamen Metallgehäuse TO-66 untergebracht sind. Diese Bauform erleichtert den Schaltungsaufbau, vereinfacht die Kühlung und erhöht die Zuverlässigkeit durch weniger Lötstellen. Für die Kommutierung steht der Typ BT 128/700 R, für den Hinlaufscharter der Typ BT 129/750 R zur Verfügung.

Selen-Hochspannungsverdoppler VD 18 für Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte mit Thyristorschaltung

Speziell für Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte mit Thyristorschaltung entwickelte die *ITT-Bauelemente Gruppe Europa* den Selen-Hochspannungsverdoppler VD 18. Er dient zur Erzeugung der Hochspannung unter Ausnutzung des Zeilenrückschlagimpulses und ersetzt die bisher üblichen TV-Stäbe. Beim Einsatz des VD 18 genügt ein kleinerer Zeilentransformator (statt 18 kV nur noch 8,6 kV), und außerdem sind keine Thyristoren für hohe Eingangsspannungen notwendig. Technische Daten: Ausgangsspannung 18 kV, Strahlstrom 0,5 mA, Eingangs-Impulsspannung 9,25 kV.

Schirmspeicherröhren L 14-120 und L 14-121

Sehr langsam verlaufende oder einmalige Vorgänge lassen sich auch bei Verwendung von Oszillographenröhren mit langnachleuchtendem Schirm meistens nicht zufriedenstellend beobachten. Für solche Zwecke entwickelte *AEG-Telefunken* die Schirmspeicherröhren L 14-120 und L 14-121 mit einer ausnutzbaren Schirmfläche von 8 cm × 10 cm. Die Röhre L 14-120 (Baulänge 421 mm) hat eine zusätzliche Blanking-Elektrode zur Strahlaustastung. Die Röhre L 14-121

(Baulänge 385 mm) eignet sich besonders zur Verwendung in Gerätevarianten gängiger Service- und Laboroszillografen.

Klemmprüfspitze „Kleps 60“

Die *Hirschmann-Klemmprüfspitze „Kleps 60“* ist eine Arbeitshilfe für Labors, Prüffelder und Werkstätten. Durch Knopfdruck wird eine Greifzange geöffnet, die sich mit kleinstem Übergangswiderstand an Schalldrähten oder anderen geeigneten Schaltungsteilen fest anklammert. Mit dem biegsamen langen Schaft läßt sich die Klemme auch an schwer zugängliche Stellen eines Gerätes heranzuführen.

Digital-Multimeter „MX 720 A“

Das Digital-Multimeter „MX 720 A“ von *ITT-Metrix* ist ein Vielfachinstrument zur Spannungs- und Widerstandsmessung (Meßbereiche ± 1 mV, ... ± 1000 V, 700 V_{eff}, 1 Ohm bis 1 MOhm; Meßgenauigkeit $\pm 0,3\%$), das sich durch automatische Bereichsumschaltung, dreistellige LED-Anzeige mit Dezimalpunkt-, Polaritäts- und Überlaufanzeige, Inbetriebnahme über Taste an der Meß-Sonde und Überlastschutz auf allen Bereichen auszeichnet. Die Stromversorgung erfolgt aus vier 1,5-V-Batterien. Einen besonderen Vorteil stellt die Speichereinrichtung dar, die den letzten Meßwert 5 s nach der Abnahme der Meß-Sonde vom Meßpunkt noch anzeigt. Das „MX 720 A“ arbeitet nach dem Prinzip der Dual-Slop-Integration, durch die sich hohe Langzeitstabilität und ausgezeichnete Rauschunterdrückung ergeben. Der geringe Eingangsstrom von < 50 pA sorgt für eine sehr gute Nullpunktstabilität bei offenem und geschlossenem Meßkreis.

Tragbare Temperaturmeßgeräte

Unter der Bezeichnung „Therm-System“ hat die Firma *Ahlborn Meß- und Regelungstechnik*, Holzkirchen, eine Bauserie von tragbaren Temperaturmeßgeräten auf den Markt gebracht. Die Geräte haben folgende Meßbereiche: -50 ... +250 °C in 6 Teilbereichen zu 50 °C („Therm 2101“), -100 bis +500 °C in 6 Teilbereichen zu 100 °C („Therm 2102“), -100 bis +1000 °C in 6 Teilbereichen zu 200 °C („Therm 2103“) und 0 ... +1200 °C in 6 Teilbereichen zu 200 °C („Therm 2104“). Bei diesen Temperaturmeßgeräten ist eine kontinuierlich einstellbare Kalibriervorrichtung zur Messung von Oberflächentemperaturen vorhanden.

Schlumberger-Oszillograf „OCT569A“ auch für zivile Zwecke

Der für die Anwendungen im militärischen Bereich gefertigte *Schlumberger-Oszillograf „OCT569A“* wurde weiterentwickelt und ist jetzt auch in einer Version für den industriellen Einsatz lieferbar. Mit dem auf 0 ... 60 MHz erweiterten Frequenzbereich (bisher 50 MHz) und der großen Schirmbildfläche von 10 cm × 8 cm eignet sich dieser tragbare Zweikanal-Oszillograf mit Doppel-Zeitbasis wegen seiner Kompaktbauweise besonders für Service- und Wartungsarbeiten, speziell zur Prüfung von Rechnern. Die Garanzzeit beim „OCT569A“ ist drei Jahre.

Fernseh-Kompaktkamera für Nachtfernsehen

Die von *Siemens* neuentwickelte Fernseh-Kompaktkamera „K 5“ ist eine Weiterentwicklung des Typs „K 2“, in die wahlweise entweder eine SEC- oder eine EIC-Bildaufnahmerröhre hoher Lichtempfindlichkeit eingebaut werden kann. Während die SEC-Röhre noch bei Szenenbeleuchtungsstärken von 10^{-2} lx (das entspricht etwa der Nachthelligkeit bei Halbmond) ein brauchbares Bild liefert, genügt bei der EIC-Röhre sogar eine Beleuchtungsstärke von nur 10^{-3} lx, wie sie etwa in einer klaren Neumondnacht anzutreffen ist.

Adressen-Erkennungssystem vervollständigt

Bei dem von *AEG-Telefunken* entwickelten photoelektronischen Adressen-Erkennungssystem „Coditron“ handelt es sich um einen stationär angeordneten Codeleser, der auch unter ungünstigen Umgebungsbedingungen an der Lese- und bei großen Führungstoleranzen des Fördergutes strichcodierte Zieladressen aus retroreflektierendem Material sicher zu lesen vermag. Dieses Adressen-Erkennungssystem wurde jetzt für den Einsatz in Stückgutförderanlagen durch den neuentwickelten Adressierautomaten „Herma“ vervollständigt.

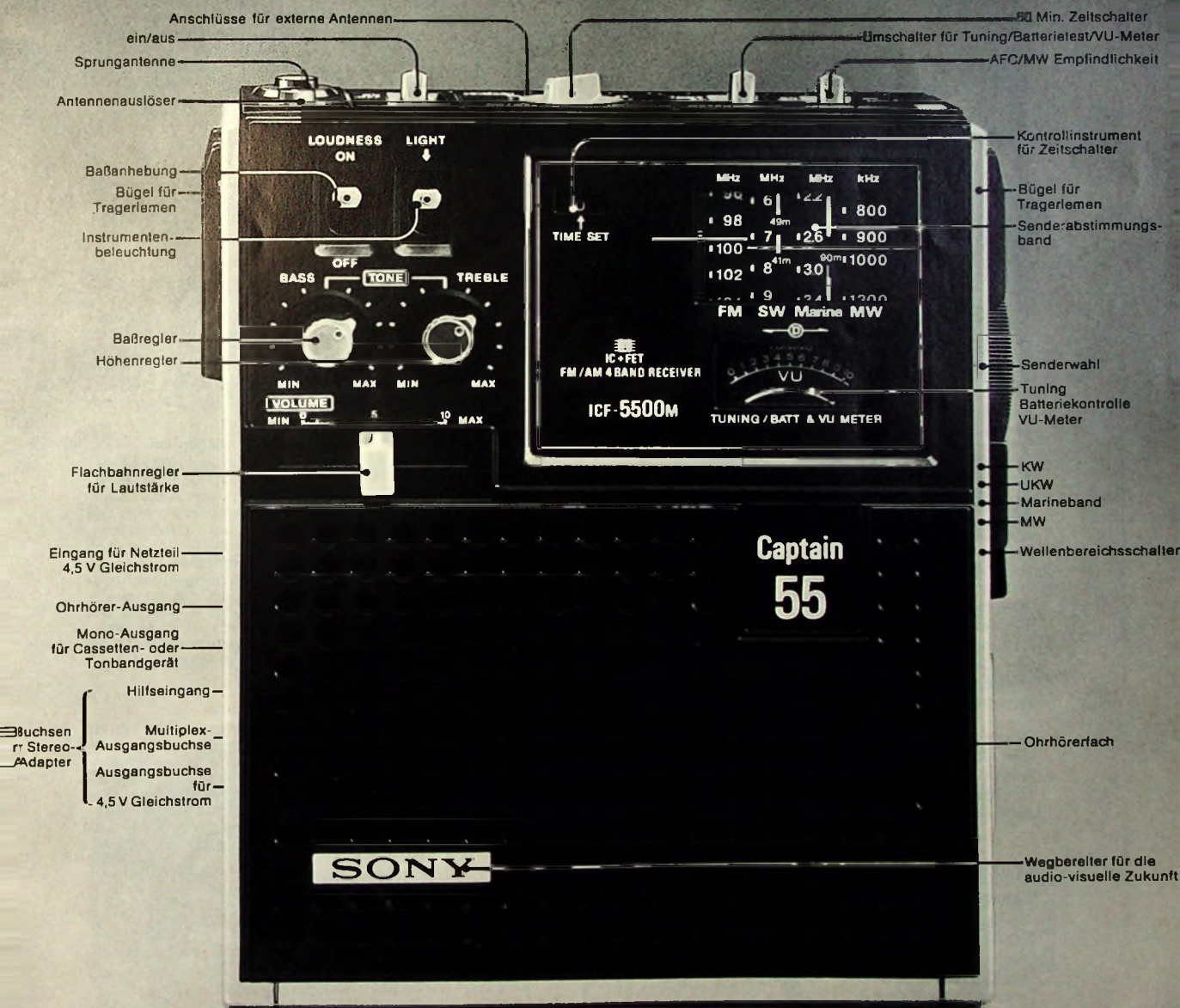
Eine neue Formel für Radios: Captain 55. Von SONY.

Mit dem Captain 55 setzt SONY konsequent eine Erfolgsformel fort: die Verwirklichung eigener Ideen, kompromißlose Technik in funktionalem Design.

Das Vorbild dieses Gerätes ist die rationale Welt der See- und Luftfahrt.

Deshalb haben wir ihm den Namen Captain 55 gegeben.

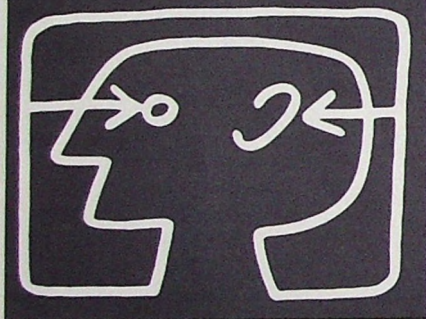
Eine neue Formel für Radios - das Patent für großen Erfolg.



Welkom witamy bienvenido gruezi

**Internationale
Funkausstellung 1973
Berlin 31.8.-9.9.**

50
Jahre
deutscher
Rundfunk



Internationale Funkausstellung 1973 Berlin. Industrie, Wissenschaft und Forschung zeigen, was heute ist und morgen sein wird. Die ganze Welt der Informations- und Unterhaltungselektronik präsentiert sich in neuen Dimensionen. Rundfunk, Fernsehen, Phono und Antenne. Mit über 230 Ausstellern. Auf 88.000 qm Gesamtfläche.

Erfahrungen werden ausgetauscht. Information führt zur Disposition. Die Weltstadt Berlin erwartet Gäste aus allen Erdteilen. Mit einem vielseitigen Rahmenprogramm rund um die Uhr. Kommen Sie doch rüber.

AMK Berlin

Ausstellungs-Messe-
Kongreß-GmbH
1000 Berlin 19,
Messedamm 22
Telefon: (0311) 30 38 -1,
Telex: 01 82 908 amk d

Informations-Coupon

Senden Sie mir bitte Unterlagen.

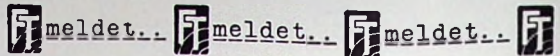
Name

Ort

Straße

Telefon

AMK Berlin
Ausstellungs-Messe-
Kongreß-GmbH
1000 Berlin 19, Messedamm 22



Antennenindustrie hofft auf weiteres Wachstum

Die deutsche Antennenindustrie stellte im Jahre 1972 Antennen und Antennenanlagen im Werte von rund 270 Mill. D-Mark her und steigerte damit ihre Produktion gegenüber dem Vorjahr um etwa 18 %. Die Exportquote betrug 42 %. Wichtigste Auslandsabnehmer waren wie in den Vorjahren die europäischen Länder. Sorgen bereitete der härter werdende Importdruck bei Autoantennen. Für 1973 erwarten die deutschen Antennenhersteller ein Anhalten des Wachstums.

Zusammenarbeit Grundig-Kathrein für Audiovisions-Projekte

Die Grundig AG, Geschäftsbereich Electronic, Fürth, und die Kathrein-Werke KG, Rosenheim, wollen künftig in der Bundesrepublik Audiovisions-Projekte, bei denen die Antennentechnik eine Rolle spielt, gemeinsam bearbeiten. Dabei ist in erster Linie an größere Aufgaben im Schulbereich gedacht, bei denen Gemeinschaftsantennennetze, Fernsehempfänger, Fernsehkameras, Regieeinrichtungen, Videorecorder und Tonausrüstungen zu universell nutzbaren Anlagen verknüpft sind, die sowohl den Empfang von Schulfernsehsendungen als auch das Zusammenstellen und Verteilen hausgenerierter Unterrichtsprogramme ermöglichen.

Studer-Zweigwerk in Säckingen

Die Firma Willi Studer hat in Säckingen ein weiteres deutsches Zweigwerk eröffnet. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Regensdorf bei Zürich verfügt über eine Tochtergesellschaft in Löffingen (Hochschwarzwald), deren Zweigwerke in Bonndorf, Ewattingen und nun auch in Säckingen als Zulieferfirmen wirken.

MOS-Komplementär-Technik bei SGS-Ates

Auf der Pariser Bauelemente-Ausstellung 1973 gab SGS-Ates die Aufnahme der Fertigung von Bauelementen in MOS-Komplementär-Technik bekannt. Diese Technologie wurde von RCA durch ein Lizenzabkommen übernommen.

Deutsche Vertriebsorganisation für „Kapton“-Polyimid-Folie

Die Firma August Krempel Söhne, Stuttgart, hat die Vertriebsorganisation für die „Kapton“-Polyimid-Folie von Du Pont in Deutschland übernommen.

Körting nimmt Produktion von Sprachlehranlagen auf

Die Körting Radio Werke haben im November 1972 von der Société Belge Radio Electrique S. A. (SBR) als Grundlage für die Produktion von HSAH-Sprachlehranlagen sechs inländische beziehungsweise ausländische Patente erworben. Die von SBR seit 1967 nach dem System „Ley“ produzierten Sprachlehranlagen arbeiten als einziges Sprachlabor nach zwei Systemen: nach dem HSA-(Hören-Sprechen-Aufnehmen)- und nach dem HSAH-(Hören-Sprechen-Aufnehmen-Hören)System. Beim HSAH-System hört der Lernende seine aufgenommene Sprache automatisch, also ohne am Tonbandgerät einen Schaltvorgang vornehmen zu müssen. - Körting wird die Fertigung dieser Anlagen Ende 1973 aufnehmen; der Verkauf soll Anfang 1974 über ein eigenes Vertriebsnetz erfolgen.

IBM-Prozeßrechner-Testzentrum in Hamburg

In Hamburg hat die IBM Deutschland jetzt nach Stuttgart und Düsseldorf ihr drittes Prozeßrechner-Testzentrum eröffnet. Über Datenfernübertragungsleitung ist der Prozeßrechner „System/7“ (16 K Bytes Hauptspeicher) des Testzentrums mit einem „System/360 Modell 65“ und einem „System/370 Modell 145“ verbunden; auf diesen großen Computern erfolgt die Programmerstellung für das „System/7“. Die Programme werden auf dem „System/7“ ausgetestet und anschließend auf einer Platte oder einer Magnetbandkassette gespeichert. Die Kunden können dann diese Programme von der Platte oder der Magnetbandkassette auf ihr eigenes Prozeßrechnersystem übertragen.

Präsidium der Grundig AG erweitert

Das Präsidium der Grundig AG wurde von bisher vier auf sieben Personen erweitert. Neue Mitglieder sind außer Wilhelm Scheller (Aufsichtsratsmitglied) Karl Richter (stellvertretender Vorstandsvorsitzender), Hans-Heinrich Firnges (ordentliches Vorstandsmitglied) und Rolf Heinlein (stellvertretendes Vorstandsmitglied).

Der Widerstandsverlauf bestimmt die Situation ...



Französische Rokoko-Illustration

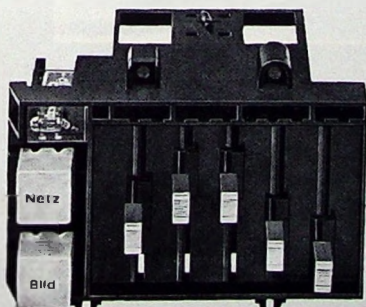
... und das nicht nur in Situationen wie auf unserem — nach dem Leben gezeichneten — Bild, sondern auch bei der Spannungs- und Widerstandsveränderung durch Betätigen von Schiebereglern*.

* NSF-Schieberegler

- werden in 60 Variationen gefertigt; sie basieren auf ausgereifter Technik der Leitlacke, auf einer wendigen Konstruktion, die auch ausgefallene Wünsche der Geräteentwickler zu realisieren weiß, und auf einer Fertigungstechnik, die den Kunden Qualitätssicherheit garantiert
- gibt es vom Einfach-Schieberegler bis zum 5fach-Schieberegler mit Hilfsfunktionen
- besitzen je nach den Erfordernissen Metall- oder Kohle-Kontaktierung
- für Mono, Stereo, Quadro
- als Mehrfacheinheiten auf gemeinsamer Grundplatte
- mit Netzschaltern, Impulsschaltern usw. als Kombination

- mit moderner Schnappbefestigung ohne zusätzliche Befestigungselemente
- Einstellwege 35, 40, 48 und 58 mm
- mit Anschlüssen für alle bekannten Verbindungen
- mit Kurvenauslegungen ganz nach Ihren Wünschen.

AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Bauteile NSF
85 Nürnberg
Obere Kanalstraße 24—26



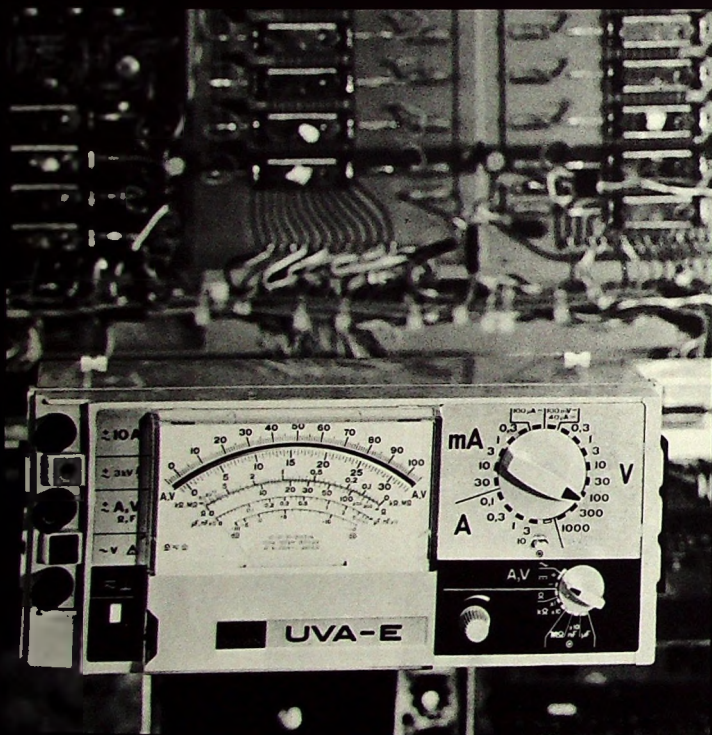
Regler von NSF —
der Qualität wegen!

1935

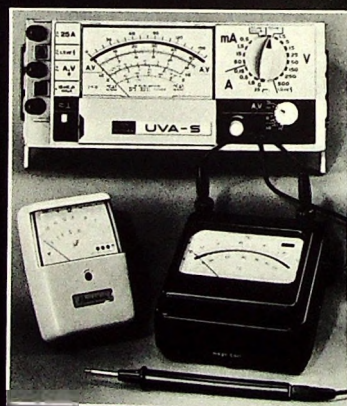
Universal-Meßgerät PUm 1
mit drei Meßwerken zum
Messen von Gleichstrom
und -spannung, Wechsel-
strom und -spannung
und hochfrequentem
Wechselstrom



Gossen von Anfang an dabei



...und immer vorn



Vielfachmeßgeräte der
Spitzenklasse auch heute.

Zum Beispiel UVA-E

- ☐ Vielseitig: 54 Meßbereiche
Spannungsmeßmöglichkeit
bis 3 kV
- ☐ Für Widerstands- und Kapa-
zitätsmessungen eingebauter
DC-Wandler
- ☐ Überlastsicher: Schutzschal-
ter für schnelles Auftrennen
des Meßkreises auch bei
hohen Strömen und Span-
nungen
- ☐ 110-mm-Spiegelskala

- ☐ Einbaufähig, stapelbar,
schräg aufzustellen und zu
stapeln
- ☐ Als einfacher Prüfgenerator
zu verwenden
- ☐ Alle Bedienungselemente
vorne

Auch die anderen Betriebs-
meßgeräte von GOSSEN sollten
Sie näher kennenlernen.

Wir haben ausführliche tech-
nische Unterlagen für Sie.

GOSSEN GMBH,
852 ERLANGEN, POSTFACH



GOSSEN

groß unter den Spezialisten



Chefredakteur: WILHELM ROTH

Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Tendenzen bei Phonogeräten

Die phonotechnische Industrie beurteilt den deutschen Phonomarkt nach wie vor als günstig. Im vergangenen Jahr konnte bei den Schallplatten-Wiedergabegeräten — Plattenspielern und Plattenwechslern — ein Plus verzeichnet werden. Auch die Hi-Fi-Technik findet immer stärkeres Interesse. Jedes dritte Phonogerät, das gegenwärtig produziert wird, entspricht der Qualitätsnorm DIN 45 500. Die Einführung dieser Norm erwies sich als durchaus richtig, auch wenn es Stimmen gibt, die sich für eine Reform aussprechen und höhere Anforderungen stellen möchten. Im übrigen gilt die Hi-Fi-Norm auch für die Gütebeurteilung von Phonogeräten als vorbildlich. Das Internationale Elektrotechnische Komitee (IEC) beschloß Ende vorigen Jahres, diese Qualitätsnorm weltweit anzuerkennen.

Plattenspieler sind heute nach wie vor traditionell beliebte Konsumgüter. Der Phonomarkt dürfte daher ebenso wie in den letzten Jahren stabil bleiben. Hierfür gibt es eindeutige Zahlen in der Statistik. Danach haben etwa 11 Millionen Haushalte in der Bundesrepublik und West-Berlin ein Schallplatten-Abspielgerät und etwa 2 Millionen davon ein Zweitgerät. Die Aufwendungen für Schallplattenkäufe stiegen in den letzten Jahren je Plattenspieler von 52 DM auf 58 DM und 1972 auf 64 DM. Diese Aufwärtstendenz wird sich wahrscheinlich auch 1973 fortsetzen.

Bei der Käuferstruktur unterscheidet man schon seit längerer Zeit zwischen Jugendmarkt und gehobenen Markt. Etwa 40 % aller Phonogeräte werden heute von Jugendlichen gekauft. Ähnliches trifft auch für den Schallplattenmarkt zu. Die übrigen 60 % des Absatzes entfallen auf Konsumenten mit gehobenen Ansprüchen. Der Gesamtumsatz gliedert sich in Initial-, Zweitgeräte- und Ersatzkäufe. Nach letzten Erfahrungen kann man den Sektor Zweitgeräte mit dem Jugendmarkt gleichsetzen. Die Jugendgeräte sind preisgünstig, bequem transportierbar und im Design ebenso wie in den Farben diesem Käuferkreis angepaßt. Die Ausgangsleistung beschränkt sich bei Phonogeräten mit eingebautem Verstärker auf mittlere Werte. Dagegen hat der Käufer des gehobenen Marktes höhere Ansprüche an Qualität und technischen Komfort. Dazu gehören einfache Bedienung, Schallplattenschonung, höhere Ausgangsleistung oder die Heim-Stereo-Anlage mit getrennten Lautsprecherboxen.

Früher gehörten Plattenspieler mit drei oder vier Drehzahlen zum technischen Standard. Heute begnügt man sich bei Neuentwicklungen bereits manchmal mit den beiden Geschwindigkeiten 33 und 45 U/min, denen das Hauptinteresse der Phonofreunde gilt. Platten mit den Drehzahlen 16 und 78 U/min werden weniger gespielt, meistens nur in Spezialfällen. Einfacher ausgelegte Plattenspieler sind außerdem preisgünstiger. Da sie nicht die Hi-Fi-Anforderungen nach DIN 45 500 erfüllen müssen, genügen auch einfachere Tonabnehmersysteme wie Kristall- und Keramikabtaster. Aber selbst in dieser preisgünstigen Klasse ist der deutsche Käufer an gewissen Komfort gewöhnt. Der gewichtsbalancierte Alurühr-Tonarm, Tonarmlift und automatische Endabschaltung gehören dazu.

Hochwertige Automatikspieler-Chassis sind als manuelle und automatische Plattenspieler mit Wechselseinrichtung ausgeführt und gehören bereits zur Hi-Fi-Klasse. Sie haben vielfach drei Drehzahlen (33, 45 und 78 U/min), Tonhöhenabstimmung, häufig einen Vierpol-Asynchronmotor und einen 2 ... 4 kg schweren Plattenteller. Der obligatorische Rohrtönarm ist gewichtsbalan-

ciert und mit einem Magnet-Tonabnehmersystem der Hi-Fi-Klasse für Auflagekräfte von 1,25 bis 2,5 p bestückt. Bei den Spitzenmodellen findet man viele Extras wie Feineinstellung der Auflagekraft, getrennte Tonhöhenabstimmung für jede Drehzahl, eingebautes Stroboskop und Antiskating-Einrichtung. Eine vielversprechende Neuentwicklung mit außergewöhnlichen technischen Eigenschaften, ein Hi-Fi-Automatikspieler mit elektronisch geregelter Direkt-Antriebssystem, erreicht sehr gute Werte für Gleichlaufkonstanz und Rumpelfreiheit. Bei neuen Plattenspielern, vorwiegend ausländischer Herkunft, macht sich die Tendenz nach neuartiger Form- und Farbgebung bemerkbar, auch wenn es sich um Spitzengeräte handelt, die nicht für den Jugendmarkt bestimmt sind. Das mag vielleicht ein Vorteil sein, wenn Komponenten verschiedener Fabrikate kombiniert werden sollen.

In der Klasse der Stereo-Phonoanlagen gibt es nach wie vor ein großes Angebot an Kombinationsgeräten, zum Beispiel Stereo-Phonokoffer mit Automatikspieler und eingebauten Stereo-Verstärkern mit Ausgangsleistungen unter 2 x 10 W. Entsprechende Lautsprecherboxen gehören zum Lieferumfang. Ein ausländischer Hersteller bietet in dieser Geräteklasse ein transportables Gerät in Flachbauweise im Diplomatenkoffer an. Heimanlagen für stationären Einsatz bestehen meistens aus der Kombination von Plattenspieler und Stereo-Verstärker mit größerer Ausgangsleistung. In der Hi-Fi-Klasse bevorzugt man Leistungen von 2 x 15 W bis 2 x 30 W. Die zugehörigen Lautsprecherboxen, vielfach in Zweiweg-Technik, enthalten dann neben dem Tiefton-System zur Wiedergabe der hohen Frequenzen einen Kalottentlautsprecher und sind in Form und Farben den Heimanforderungen angepaßt.

Quadrophonie — die Technik der nahen Zukunft — wirkt sich bereits jetzt im Phonoangebot in- und ausländischer Hersteller aus. Für die echte Quadrophonie nach dem „CD-4“-Schallplattenverfahren ist ein Plattenspieler mit einem speziellen „CD-4“-Tonabnehmer aus Japan interessant. Zur Wiedergabe von „CD-4“-Quadro-Schallplatten sind ein Decoder und eine Spezialnadel erforderlich. Zur Wiedergabe echter Quadrophonie gibt es verschiedene hochwertige Quadro-Verstärker. Sie sind — durch auswechselbaren Quadro-Decoder — für jedes jetzt oder später mögliche Quadro-Verfahren verwendbar und lassen außerdem durch Kombination der vier Endverstärker verschiedene Betriebsarten zu, beispielsweise Stereo-Wiedergabe in zwei Räumen. Allerdings verlangt eine echte Quadrophonie-Übertragung heute noch erhebliche Anschaffungskosten. Man glaubt daher, mit Pseudo-Quadrophonie unter Verwendung einer Lautsprecher-Matrix ohne Vierkanal-Endstufen eine preisgünstige Lösung gefunden zu haben, obwohl dabei der akustische Effekt mit der echten Quadrophonie-Wiedergabe kaum vergleichbar ist. Immerhin erhält man gegenüber Stereo eine noch durchsichtigere Wiedergabe. Natürlich dachte man auch an Phonofreunde, die ihre hochwertige Stereo-Anlage für echte Quadrophonie ergänzen wollen. Für diesen Interessentenkreis sind Quadro-Adapterverstärker — Leistungsklasse 2 x 30 W — zur vierkanaligen Wiedergabe von matrixcodierten Vierkanal-Schallplatten erhältlich. Auch diese Zusatzverstärker eignen sich für die Stereo-Wiedergabe in einem zweiten Raum. Welchen Weg die Technik der Quadrophonie einschlagen wird, läßt sich heute jedoch noch nicht absehen. Eines aber dürfte sicher sein: Sie wird der Phontechnik neuen Auftrieb geben.

Werner W. Diefenbach

Ultraschall-Fernbedienung für Farbfernsehgeräte

Die von Metz für Farbfernsehgeräte entwickelte Fernbedienung arbeitet mit Ultraschall. Da Ultraschallfrequenzen im Gegensatz zur Hochfrequenz von den Wänden praktisch vollständig absorbiert werden, bleibt die Wirkung der Fernbedienung auf einen geschlossenen Raum beschränkt. Außerdem kann so den Postbestimmungen mit einfachen Mitteln entsprochen werden.

1. Wahl des Frequenzbereiches und der Kanalbreite

Fernsehgeräte erzeugen bereits selbst Ultraschallfrequenzen. Bei diesen Störfrequenzen handelt es sich vor allem um die Zeilenfrequenz und ihre Oberwellen. Da der Zeilenoszillator jedoch im nichtsynchronisierten Zu-

mit ausreichender Empfindlichkeit bauen lassen.

Die Fernbedienung von Metz arbeitet mit zehn Übertragungskanälen. Davon dienen zwei Kanäle zum Abgleich des Gebers, und acht sind Funktionskanäle. Die Aufteilung des Frequenzspektrums ist im Bild 1 dargestellt. Die Kanalbreite wurde mit Rücksicht auf die Verarbeitung im Empfänger mit 1,2 kHz je Kanal gewählt.

2. Ultraschallsender

Der Sender arbeitet mit einer einfachen stromsparenden Schwingung (Bild 2). Die Bauteilestreuungen werden durch LC-Abgleich eliminiert. Durch Zuschalten von Festkondensatoren wird die gewünschte Kanal-frequenz eingeschaltet.

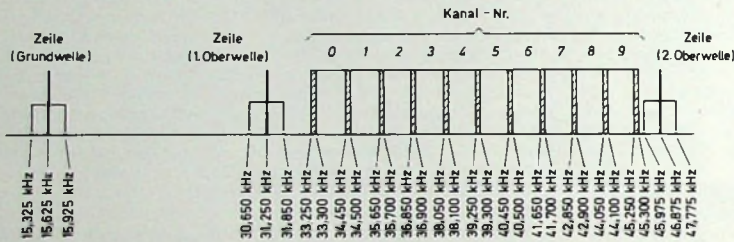


Bild 1. Frequenzspektrum der Ultraschall-Fernbedienung von Metz (zwischen den Feldern gleicher Empfindlichkeit sind die Übergangszonen eingezeichnet)

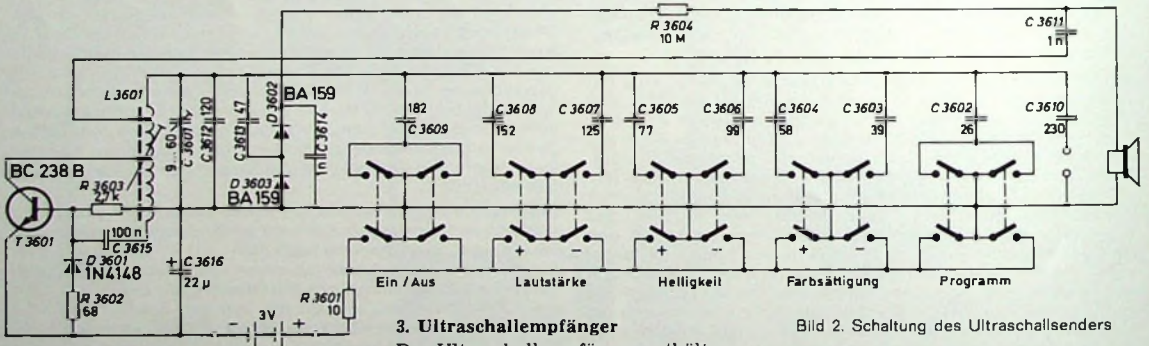


Bild 2. Schaltung des Ultraschallsenders

stand, das heißt ohne Empfangssignal, sowohl nach höheren als auch nach tieferen Frequenzen hin auswandern kann, erhält man außer der Zeilenfrequenz und ihren Oberwellen jeweils ein konstruktionsbedingtes zusätzliches Störband. Im Bereich zwischen der Grundwelle der Zeilenfrequenz und der ersten Oberwelle sind außerdem noch weitere Störungen durch Oberwellen aus dem Tonfrequenzspektrum zu erwarten. Als Frequenzband zur Fernbedienung bietet sich daher der Bereich zwischen erster und zweiter Zeilenoberwelle an, für den sich auch noch Mikrofone und Lautsprecher in preisgünstiger Ausführung

3. Ultraschallempfänger

Der Ultraschallempfänger enthält zur Selektion der verschiedenen Steuerfrequenzen einen mit digitalen Bauelementen aufgebauten Frequenzzähler. Daher ist die Empfindlichkeit innerhalb der festgelegten Empfangsspektren gleich und nur vom vorgeschalteten Ultraschallverstärker abhängig. Der besondere Vorteil dieser Schaltung ist, daß der Empfänger nicht abgeglichen und damit später auch nicht nachgeglichen werden muß. Das Blockschaltbild des Empfängers ist im Bild 3 dargestellt. Der digitale Frequenzzähler zählt die während einer bestimmten Meßzeit eingegebene Anzahl von Ultraschallschwingungen. Diese Meßzeit wird aus der Netzfrequenz von 50 Hz gewonnen. Damit Kurvenverformungen der Netzspannung und Nullpunktverschiebungen infolge überlagerter

Gleichspannungen keinen Einfluß auf die Zähldauer und damit auf das Selektionsergebnis haben, wird jeweils ein voller 50-Hz-Schwingungszug für die Festlegung der Zählzeit und ein weiterer für die Auswertzeit benutzt. Allerdings trennt man am Ende der Auswertzeit 0,6 ms für das Löschen des Zählers ab.

Eine von Texas Instruments propagierte Störerkennungsschaltung überprüft jeden Schwingungszug auf seine Impulslänge. Sind Frequenzspektren unterhalb der Nutzfrequenz vorhanden, so löscht die Störerkennung das Zählergebnis. Dabei wird von der Tatsache ausgegangen, daß Frequenzen unterhalb des gewählten Ultraschallfrequenzbandes zwar mit Oberwellen in das Nutzband fallen können, daß jedoch dann auch Frequenzspektren niedrigerer Frequenz am Eingang des Zählers vorhanden sind und daher von der Störerkennungsschaltung erfaßt werden.

Freigabeschaltungen überprüfen das Zählergebnis auf Werte, die außerhalb des Ultraschallnutzbandes liegen. Das heißt, Zählergebnisse von Ultraschallfrequenzen unterhalb oder oberhalb der zehn Funktionskanäle werden nicht an den Decoder weitergegeben. Ferner wird durch eine Freigabeschaltung überprüft, ob der Empfänger eingeschaltet ist oder im Standby-Betrieb arbeitet. Dadurch werden Fehlbedienungen vermieden.

3.1. Zeitbasis- und

Löschimpulserzeugung

Die Erzeugung der Impulse für den Zeitplan zur Steuerung des Zähler-

ablaufes soll an Hand von Bild 4 und der Zeitbasisdiagramme im Bild 5 beschrieben werden. Die Transistoren T 3201 und T 3202 werden über entsprechende Vorwiderstände von der Netzspannung auf- und zugeschaltet. Das ergibt genügend steile Rechteckspannungen an ihren Kollektoren. Die Rechteckkurve am Kollektor von T 3202 eilt wegen des RC-Gliedes R 3211, C 3203 in der Basisleitung gegenüber der Rechteckkurve des T 3201 vor (Impulsdiagramme a und b im Bild 6). Werden die Rechteckspannungen a am Kollektor von T 3201 und die invertierte Kollektorspannung c von T 3202 über das NAND-Gatter IS 3201/IV zusammengefaßt, so ergeben sich schmale Impulse d mit 20 ms Abstand.

Die Rechteckspannung am Kollektor von T 3201 gelangt außerdem zum

Günter Wiessner ist Entwicklungsingenieur bei den Metz-Apparatewerken, Fürth.

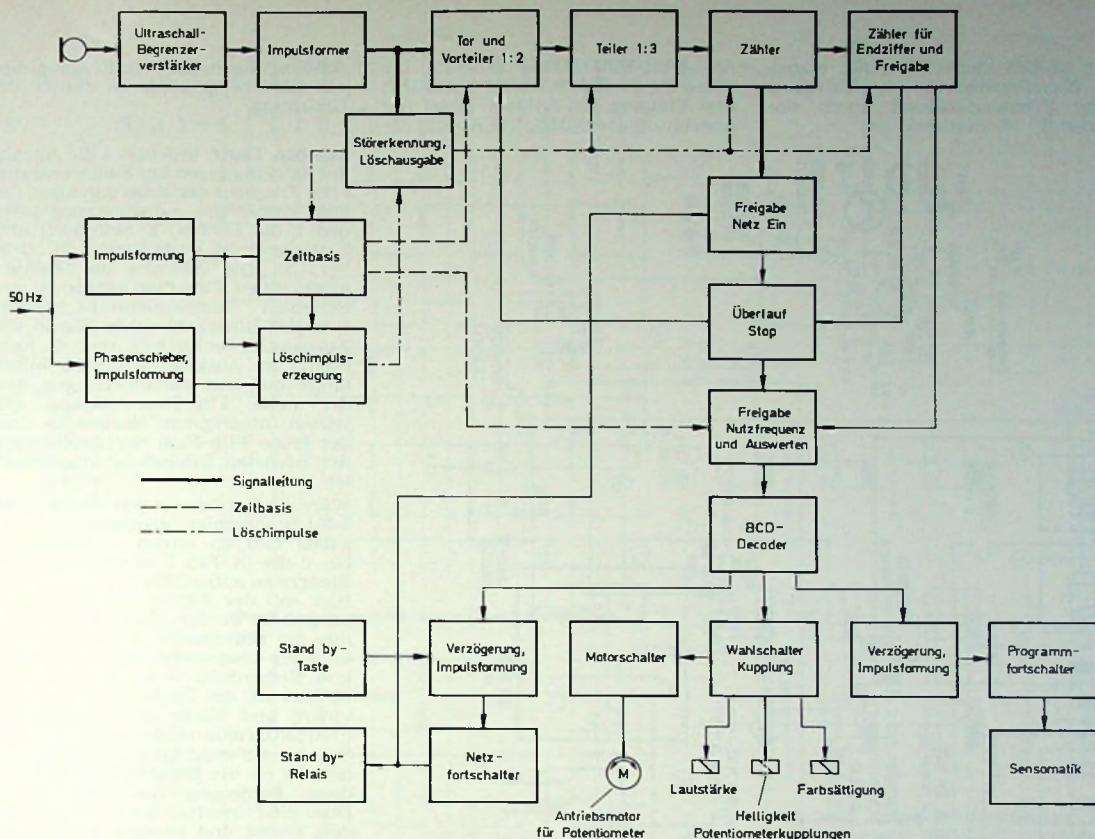


Bild 3. Blockschaltbild des Empfängers

Eingang des JK-Master-Slave-Flip-Flop IS 3208/II B. Dieser Flip-Flop ändert seine Ausgangslage nur dann, wenn am Eingang das Signal von L auf O springt. Diese Potentialänderung ist im Diagramm a (Bild 5) jeweils durch eine dicker ausgezogene Linie gekennzeichnet. Die Diagramme e und f zeigen die Potentiale an den Ausgängen Q und $\bar{Q}$ der IS 3208/II B. Die sich ergebende Rechteckkurve hat die halbe Frequenz (25 Hz) der zur Ansteuerung verwendeten Rechteckkurve a. Das Signal an Q wurde dabei für die Zählperiode festgelegt (im Diagramm e ist diese Linie wieder dicker ausgezogen). Dieses Signal öffnet über die Freigabe des R-Eingangs des Tors IS 3207/IA während der Zählzeit die Eingabe der Signaleimpulse in den Zähler. Nach Beendigung der Zählzeit wird durch Abschalten des bevorrechtigten R-Eingangs dieses Tors die Übernahme der Zählimpulse in den Zähler wieder verhindert.

Werden nun die Signale e und d einem ODER-Gatter IS 3205/IV zugeführt, so erhält man am Ausgang dieses Gatters schmale Impulse g mit einem Abstand von 40 ms, die zeitlich am Ende der Auswertperiode liegen und somit als Löschimpulse zur Verfügung stehen. Diese Löschimpulse differenzieren (h) und auf den Reset-Eingang R des nachtriggerbaren Mono-Flop IS 3211 gegeben, rufen an seinen Ausgängen Q und $\bar{Q}$ jeweils so lange Löschimpulse mit gegensätzlicher Phasenlage hervor, wie der Mono-Flop getriggert ist. Mit diesen Impulsen wird der Zähler zurückgesetzt. Eine weitere

NAND-Verknüpfung der Signale g und k über IS 3201/I ergibt für den Reset-Eingang R der Zeitbasis-IS 3208/II B ein Dauersignal l, solange keine Störungen durch Frequenzen unterhalb des Nutzbandes vorhanden sind.

3.2. Störerkennungsschaltung
In der Störerkennungsschaltung arbeitet der nachtriggerbare Mono-Flop IS 3211. Die Zeit, die dieser Mono-Flop nach einer Triggerung im nichtstabilen Zustand bleibt, ist durch das RC-Glied C 3201, R 3210 und die Schutzdiode D 3204 auf etwa 40 μ s ($\approx$ 25 kHz) festgelegt. Diese Zeit gilt immer vom letzten Triggerimpuls ab. Treten Impulsfrequenzen am Eingang des Mono-Flop auf, die höher als 25 kHz sind, so fällt er nie in die stabile Lage zurück. Frequenzen unterhalb 25 kHz lassen ihn jedoch in die stabile Lage zurückkippen und erscheinen an seinen Ausgängen als Störimpulse (s. die Impulsdigramme i_1 und k_1 , die den jeweiligen Programmdigrammen i und k entsprechen, jedoch um die Störimpulse erweitert sind). Das Vorhandensein der Störimpulse an den Ausgängen des Mono-Flop IS 3211 wirkt jeweils wie ein Löschimpuls und setzt den Zähler auf Null zurück. Gleichzeitig wird über die NAND-Verknüpfung IS 3201/I der Reset-Eingang der Zeitbasis-IS 3208/II B geschaltet und die Zeitbasis in die Stellung „Auswerten“ gebracht. Damit ist das Tor IS 3207/IA für die Eingabe von Signalimpulsen geschlossen.

Den weiteren Einfluß von Störimpulsen zeigen die Impulsdigramme i_1 , e_1 , f_1 , g, und h, im Bild 5. Der erste

Störimpuls in diesen Diagrammen tritt während der Zählzeit auf, der zweite während der Auswertezeit. Beide Impulse verhindern eine Ausgabe des Meßergebnisses, indem sie dasselbe im Zähler löschen. Solange keine Impulse zum Eingang des nachtriggerbaren Mono-Flop IS 3211 gelangen, der Ultraschallgeber also nicht in Funktion ist, wird der Zähler auf Null gehalten, das heißt gelöscht. Über die Zeitbasis wird außerdem das Tor IS 3207/IA in die Stellung „Auswerten“ geschaltet, so daß keine Ausgabe von Meßergebnissen erfolgen kann.

3.3. Zähler

Der Zähler erhält das vom Mikrofon aufgenommene und durch den Ultraschall-Begrenzerverstärker (dessen Durchlaßkurve im Bild 6 dargestellt ist) auf die benötigten Spannungswerte gebrachte Signal über den Schmitt-Trigger IS 3202/II. Dieser Impulsformer unterdrückt das Rauschen des Vorverstärkers und paßt die Flankensteilheit der Impulse an die Anforderungen des TTL-Zählers an. Die entsprechend geformten Impulse werden dann dem Tor und Vorteiler 1:2 IS 3207/IA sowie der Störerkennungsschaltung IS 3211 angeboten. Ist das Tor in der Stellung „Zählen“, so wird die Impulsfrequenz im Verhältnis 1:2 geteilt und dem Teiler 1:3 zugeführt. Als Teiler 1:3 arbeiten die ersten beiden Flip-Flop der IS 3209. Der Teiler ist nötig, damit die gewünschte Bandbreite je Kanal von 1,2 kHz reali-

siert werden kann. Ohne ihn wären nur Kanalbreiten zu verwirklichen, deren Frequenzabstand durch die Formel $2^2 \cdot 100$ bestimmt ist.

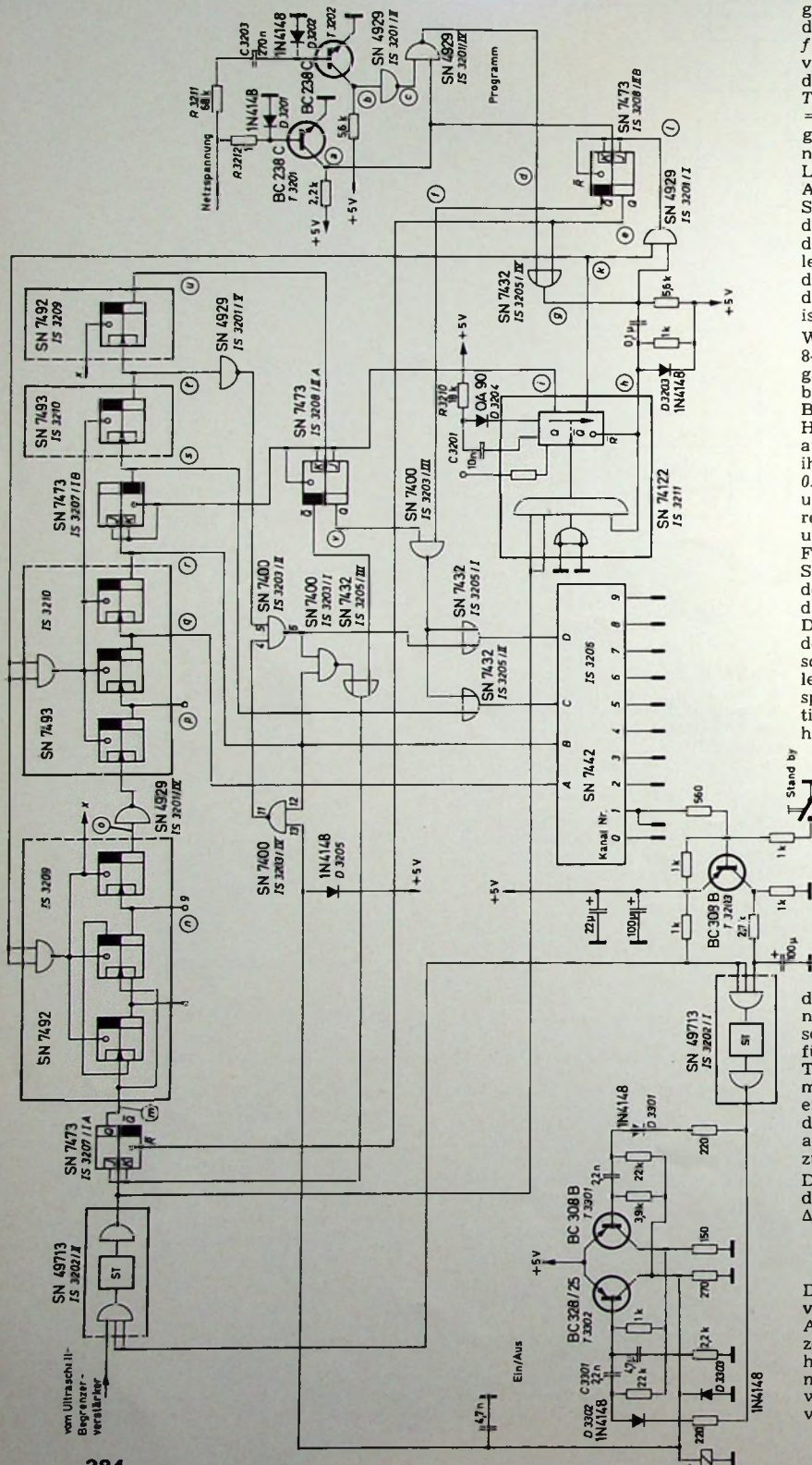
Als 8-bit-Binärlzähler arbeiten die Flip-Flop der IS 3208, IS 3209 und IS 3210. Den Eingang des Zählers bildet der Anschluß 9 der IS 3209. Die Anzahl der

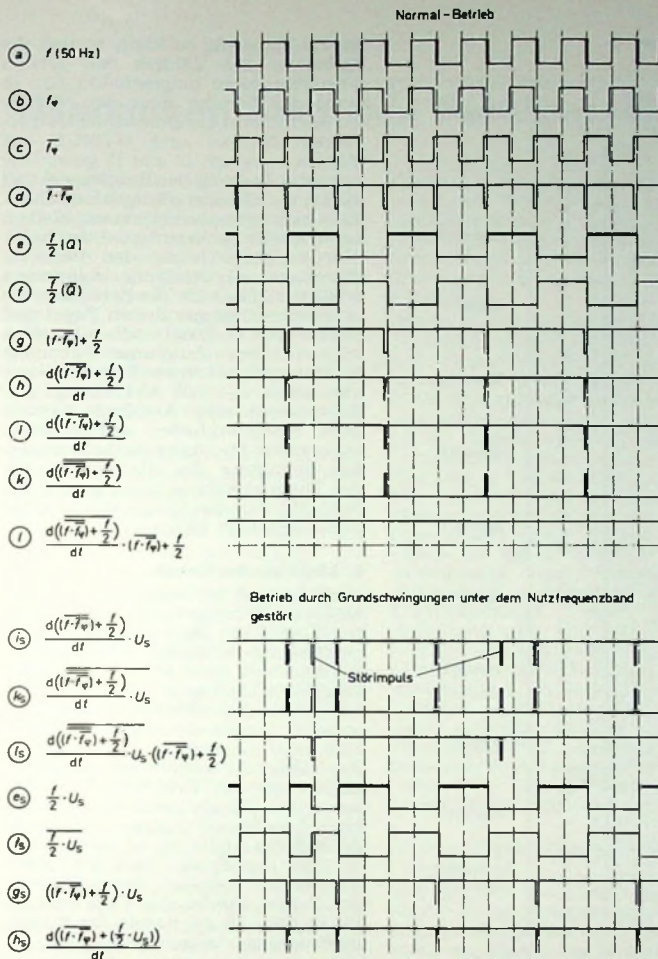
Schwingungen, die zum Eingang dieses Zählers gelangt, ist durch die Gleichung

$$\nu = f \cdot t_z \cdot T_v$$

gegeben. Darin bedeutet ν die Anzahl der Schwingungen am Zählereingang, f die Frequenz der Schwingungen, die vom Empfänger aufgenommen werden, t_z die Zählzeit in Sekunden und T_v die gesamte Vorteilzeit $(1:2) \cdot (1:3) = (1:6)$. Die Stellung der Q-Ausgänge dieser Flip-Flop entspricht der normalen Binärzahlenreihe, wobei L in der Binärzahl einem Signal am Ausgang Q entspricht und O kein Signal am Ausgang Q angibt. Allerdings muß man berücksichtigen, daß der erste Flip-Flop-Ausgang der letzten (niedrigsten) Binärstelle und der letzte Flip-Flop der Zählerreihe der höchsten Binärstelle zugeordnet ist.

Wäre der Zähler nun wie ein üblicher 8-bit-Binärlzähler geschaltet, so ergäben sich an seinen Ausgängen o bis v die in Tab. I in der normalen Binärreihe aufgeführten Binärzahlen. Hier soll der Zähler jedoch doppelt ausgenutzt werden. Einerseits werden ihm die Binärzahlen für die Kanäle 0...9 der entsprechenden Bandbreite und Reihenfolge entnommen, andererseits soll der Zähler aber auch die untere und obere zu übertragende Frequenzgrenze eindeutig definieren. Soll der Aufwand klein gehalten werden, so ist die Binärzahlenfolge auf diese Forderung hin abzuändern. Dazu sind Inverter jeweils zwischen dem ersten und zweiten sowie zwischen dem fünften und sechsten Zähler-Flip-Flop angeordnet. Die Aussteuerung des Ausgangs s ist invertiert (die Inversion des Ausgangs t hebt nur die Invertierung des Signals





Um die Möglichkeit der Verschiebung der Binärzahlenreihe kennenzulernen, soll hier ein 3-bit-Binärzähler untersucht werden. Schaltet man drei Flip-Flop in der üblichen Weise in Serie, so erhält man einen 3-bit-Binärzähler, wie ihn Bild 7a zeigt. Mit diesem Zähler lassen sich Binärzahlen von 0 bis 7 darstellen. Die normale Reihenfolge ist ebenfalls im Bild 7a angegeben. Schaltet man nun bei diesem Zähler zwischen den zweiten und dritten Flip-Flop einen Inverter (Bild 7b), so erfolgt der L-O-Sprung, der den dritten Flip-Flop setzt, früher. Vorher erfolgte dieser Sprung zwischen den Zahlen 3 und 4. Nach Einschalten des Inverters erfolgt der Sprung jedoch bereits zwischen den Zahlen 1 und 2. Allerdings tritt dann der Rücksprung auch bereits zwischen den Zahlen 5 und 6 und nicht mehr (wie vorher) zwischen den Zahlen 7 und 8 auf. Mit dem früher erfolgenden Rücksprung würde natürlich bei einem größeren Zähler auch die nächste Stelle früher gesetzt werden. Auf die hier vorliegende Schaltung übertragen, läßt sich dadurch der letzte Flip-Flop, der die höchste Binärzahl setzt, zum Einschalten der Decoder-Freigabe verwenden. Hier beginnt die logische 1 genau beim Kanal 0.

Ein Beispiel für die Ausspeicherung einer Binärzahl, die der Frequenz

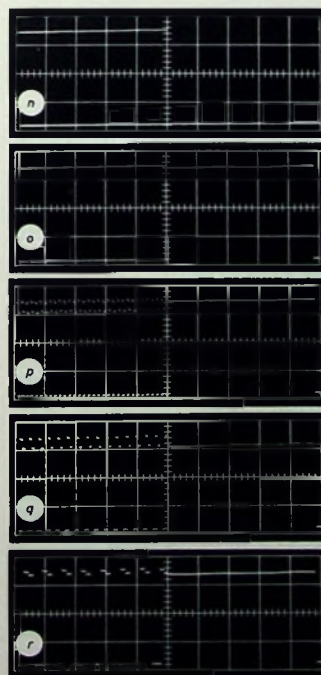
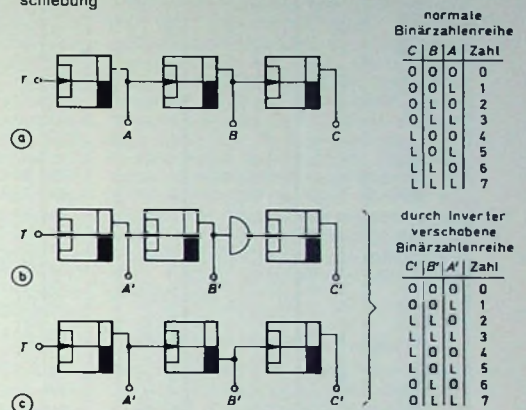
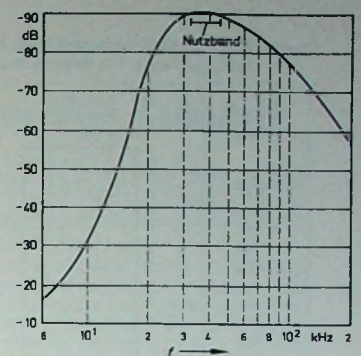


Bild 5. Zeitbasisdiagramme

Bild 6. Durchlaßkurve des Ultraschall-Begrenzungsverstärkers

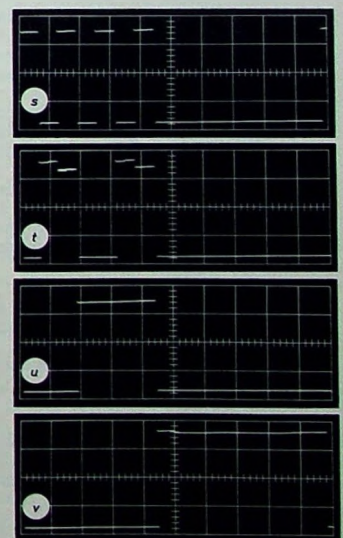
Bild 7 (unten). Binärzahlenverschiebung



37,5 kHz am Mikrofoneingang entspricht, zeigen die Oszillogramme n bis v im Bild 8. Der Zählerstand ist hier LOOOLLLL (O nach dem Komma entspricht dem Stand des Zählereingangs).

Zwischen den einzelnen Kanälen treten sogenannte Verwirrungszonen auf. Das sind Frequenzgebiete, in

Bild 8. Zähleroszillogramme an den Meßpunkten n...v



denen abwechselnd der tiefere oder der höhere Kanal angesteuert wird. Während zu Beginn einer Zählperiode alle Flip-Flop des Zählers und der beiden Vorsteiler ein Signal an Q haben (hervorgerufen durch den vorausge-

Tab. 1. Code für die Umwandlung der Frequenzen in Binärzahlen
(mit Vorteilung 1:6, Meßzeit 20 ms)

f kHz	normale Binärreihe (Ausgänge v...o)								verschobene Binärreihe (Ausgänge v...o)								Kanal
	v	u	t	s	r	q	p	o	v	u	t	s	r	q	p	o	
33,0	O	L	L	O	L	L	L	O	O	L	L	L	L	L	L	O	Kanal 0
33,3	O	L	L	O	L	L	L	L	L	O	O	O	O	O	O	L	
33,6	O	L	L	L	O	O	O	O	O	L	O	O	O	O	O	O	
33,9	O	L	L	L	O	O	O	O	L	L	O	O	O	O	O	L	
34,2	O	L	L	L	O	O	L	O	L	O	O	O	O	O	O	L	Kanal 1
34,5	O	L	L	L	O	O	L	L	L	L	O	O	O	L	O	L	
34,8	O	L	L	L	O	L	O	O	O	L	O	O	O	L	O	O	
35,1	O	L	L	L	O	L	O	L	O	L	L	O	O	L	L	L	
35,4	O	L	L	L	O	L	L	O	L	O	O	O	O	L	L	O	Kanal 2
35,7	O	L	L	L	O	L	L	L	L	O	O	O	L	O	O	L	
36,0	O	L	L	L	L	O	O	O	L	L	O	O	L	O	O	O	
36,3	O	L	L	L	L	O	O	O	L	L	O	O	O	L	L	L	
36,6	O	L	L	L	L	O	L	O	L	O	O	O	L	O	L	O	Kanal 3
36,9	O	L	L	L	L	O	L	L	L	O	O	O	L	L	O	L	
37,2	O	L	L	L	L	L	O	O	L	L	O	O	L	L	O	O	
37,5	O	L	L	L	L	L	O	L	O	L	L	O	L	L	L	L	
37,8	O	L	L	L	L	L	L	O	L	O	O	O	L	L	L	O	Kanal 4
38,1	O	L	L	L	L	L	L	L	L	O	O	L	O	O	O	L	
38,4	L	O	O	O	O	O	O	O	O	L	O	O	L	O	O	O	
38,7	L	O	O	O	O	O	O	O	L	L	O	O	L	O	L	L	
39,0	L	O	O	O	O	O	L	O	L	O	O	L	O	O	L	O	Kanal 5
39,3	L	O	O	O	O	O	L	L	L	O	O	L	O	L	O	L	
39,6	L	O	O	O	O	L	O	L	O	L	O	L	O	L	O	O	
39,9	L	O	O	O	O	L	O	L	L	O	O	L	O	L	L	L	
40,2	L	O	O	O	O	L	L	O	L	O	O	L	O	L	L	O	Kanal 6
40,5	L	O	O	O	O	L	L	L	L	O	O	L	L	O	O	L	
40,8	L	O	O	O	L	O	O	O	O	L	O	L	L	O	O	O	
41,1	L	O	O	O	L	O	O	L	O	L	O	L	L	O	L	L	
41,4	L	O	O	O	L	O	L	O	L	O	O	L	L	L	O	L	Kanal 7
41,7	L	O	O	O	L	O	L	L	L	O	O	L	L	L	O	L	
42,0	L	O	O	O	L	L	O	O	L	L	O	L	L	L	O	O	
42,3	L	O	O	O	L	L	O	L	O	L	O	L	L	L	L	L	
42,6	L	O	O	O	L	L	L	O	L	O	O	L	L	L	L	O	Kanal 8
42,9	L	O	O	O	L	L	L	L	L	O	L	O	O	O	O	L	
43,2	L	O	O	L	O	O	O	O	O	L	O	L	O	O	O	O	
43,5	L	O	O	L	O	O	O	L	L	O	L	O	O	O	L	L	
43,8	L	O	O	L	O	O	L	O	L	O	L	O	O	O	L	O	Kanal 9
44,1	L	O	O	L	O	O	L	L	L	O	L	O	O	L	O	L	
44,4	L	O	O	L	O	L	O	O	L	O	L	O	O	L	O	O	
44,7	L	O	O	L	O	L	O	L	O	L	O	L	O	L	L	L	
45,0	L	O	O	L	O	L	L	O	L	O	L	O	O	L	L	O	Kanal 9
45,3	L	O	O	L	O	L	L	L	L	O	L	O	L	O	O	L	

gangenen Löschimpuls), ist das Signal am Eingang des Tors IS 3207/IA nicht definiert und nur von der jeweiligen Phase der Ultraschallschwingung abhängig. Wegen dieses asynchronen Verhaltens der Eingangsfrequenz zum synchronen Vorteiler und Zähler kann in jeder Zählperiode ein Fehler von maximal einer Schwingung am Eingang des Vorteilers auftreten. Unter Berücksichtigung der durch die Zählzeit hervorgerufenen Frequenzteilung ergibt sich eine Verwirrungszone von 50 Hz Breite.

3.4. Freigabeschaltungen

Die Fernbedienungsfunktionen sollen nur ausgelöst werden können, wenn das Gerät eingeschaltet und in Betriebsbereitschaft ist. Würde der Zähler in Stellung „Stand-by-Betrieb“ den Kanal 1 überlaufen und an Kanal 2 Signal gelangen (das heißt an den Eingang B des Decoders IS 3206 nach der Freigabe der Nutzfrequenz durch IS 3208/II A), so wird der Decoder auf 10 gesetzt. Diese Funktion wird von den beiden NAND-Gattern IS 3203/II und IS 3203/IV bewirkt. Stand-by-Betrieb bringt den Anschluß 13 der IS 3203/IV auf L. Kanal 2 ausgespeichert, setzt den Anschluß 12 auf L, und damit geht der Anschluß 11 der IS 3203/IV auf O. Das bewirkt wiederum L am Anschluß 6 der IS 3203/II, unabhängig

von der Ansteuerung des Anschlusses 5. Für den Decoder bedeutet das eine Ansteuerung nach dem BCD-Code durch LOLO oder 10 in der normalen Zahlenreihe.

Ist jedoch das Gerät eingeschaltet und in der Stellung „Gerät in Betrieb“, so wird das Relais X nicht vom Strom durchflossen. Dadurch wird der Anschluß 11 der IS 3203/IV und damit auch der Anschluß 4 der IS 3203/II L. Das NAND-Gatter IS 3203/II arbeitet dann für die vom Zähler gelieferten Signale als Inverter.

Da der Decoder IS 3206 nur Ausgänge für die Zahlen 0...9 hat, werden die Zahlen 10...15 nicht ausgespeichert. Da aber größere Zahlen den Decoder erneut zur Ausspeicherung veranlassen könnten, wird über IS 3203/I, IS 3205/III und den Zwischenspeicher des Tors (die JK-Eingänge der IS 3207/IA) der Zählvorgang unterbrochen. In der Praxis heißt das, daß der Zähler bei Erreichung des Kanals 10 angehalten wird und, da der Decoder 10 nicht kennt, diese Zahl nicht ausgespeichert wird. Das gilt natürlich auch für die beschriebene zwangsweise Eingabe der 10 bei nicht eingeschaltetem Gerät und Betätigen einer Taste außer der Taste „Ein“.

Steht die Zeitbasis nicht in der Stellung „Auswerten“ oder war die ge-

zählte Frequenz zu klein, so daß die Endziffer des Zählers den letzten Flip-Flop nicht umgeschaltet hat, so wird der Decoder über das NAND-Gatter IS 3203/III und die beiden ODER-Gatter IS 3205/I und IS 3205/II auf Zahlen zwischen 12 und 15 gesetzt (je nach der Stellung der Eingänge A und B). Da der Decoder diese Zahlen ebenfalls nicht ausspeichern kann, bleiben seine Ausgänge ohne Signal, das heißt, alle Ausgänge haben den Pegel L. Nur wenn ein Ausgang angesteuert wird, verläßt er für die Zeitdauer des Auswertvorganges diesen Pegel und schaltet auf O. Damit stehen an allen angesteuerten Ausgängen gepulste Spannungen mit einem Tastverhältnis von etwa 1:1 zur Verfügung. Die Spannungen aller Ausgänge werden über Integrierglieder abgenommen. Das erhöht die Störsicherheit weiter. Die Schaltung der Motorsteuerung, der Programmfortschaltung und des Netz-Ein-/Aus-Schalters soll hier nicht näher erläutert werden.

4. Abgleich des Gebers

Abschließend sei hier noch auf die Möglichkeit hingewiesen, den Ultraschallgeber mit Hilfe des Ultraschallempfängers eindeutig abzugleichen. Da innerhalb einer Kanalbreite keine Empfindlichkeitsunterschiede auftreten, ist die bei anderen Schaltungen übliche Maximum-Abgleichmethode hier nicht anwendbar. Zum Abgleich des Gebers ist deshalb ein Frequenzzähler oder ein Frequenzmesser erforderlich. Um aber auch Werkstätten ohne diese Spezialmeßgeräte die Möglichkeit des Abgleichs zu geben, wurden der Empfänger und der Geber auch dafür ausgelegt. Beim Abgleich des Gebers werden die Verwirrungs-zonen, die sich am Rande der Kanäle im Empfänger zeigen, ausgenutzt.

Der Geber wird zunächst unter Umgehung der Wippeinschalter an 2,8 V Gleichspannung angeschlossen. Im Empfänger sind die Anschlüsse 0 und 1 sowie 8 und 9 des Decoders jeweils über Lämpchen (6 V, 30 mA) an +5 V Betriebsspannung zu legen (werden alle Ausgänge über derartige Lämpchen an die Betriebsspannung geschaltet, so können die Zählerfunktionen unter Umgehung der übrigen Schaltstufen beobachtet werden). Von Metz wird hierzu eine Steckvorrichtung mit Lämpchen (Prüfplatte „6283-SU“) geliefert. Die Anschlüsse aller Decoderausgänge sind an Stecker geführt.

Ist jetzt der Ultraschallempfänger in Betrieb, so kann mit dem Trimmer C 3601 im Ultraschallsender auf ein Flackern des am Kanal 9 angeschlossenen Lämpchens abgeglichen werden. Das am Kanal 8 angeschlossene Lämpchen darf dabei aber nicht flackern. Danach wird C 3610 im Geber angeschlossen (Verbindung einlöten) und mit der Spule L 3601 auf ein Flackern des am Kanal 0 angeschlossenen Lämpchens abgeglichen. Das am Kanal 1 angeschlossene Lämpchen darf dabei nicht flackern. Der Abgleich ist bei geöffneter und geschlossener Verbindung von C 3610 einige Male zu wiederholen. Die Lämpchen brennen normal mit 25 Hz. Das wird nicht als Flackern angesehen.

Gedanken über den Farbfernsehempfänger der Zukunft

Bei Gesprächen und Diskussionen über die zukünftige Technik des Fernseh- und insbesondere des Farbfernsehempfängers steht meistens die „flache“ Bildröhre an erster Stelle. Der „Bildschirm an der Wand“ ist fraglos ein Entwicklungsziel, und es ist auch zu erwarten, daß er eines Tages kommen wird. Das Wann ist aber noch nicht abzusehen, obwohl neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Flüssigkristalle neue Wege zu seiner technischen Realisierbarkeit anzudeuten scheinen.

Ohne die Bedeutung der flachen Bildröhre herabspielen zu wollen, scheint es jedoch realistischer zu sein, sich vorerst intensiv anderen Fragen der Gerätetechnik und vor allem der Schaltungstechnik zuzuwenden, die frühzeitiger zu neuen technischen und wirtschaftlichen Ergebnissen führen können. Es handelt sich dabei im Prinzip um die Frage, welche neuen Schaltungskonzeptionen sich bei konsequenter Ausnutzung des heutigen oder des zukunfts nächsten Standes der Halbleiterentwicklung realisieren lassen werden.

1. Schaltungsentwickler contra Halbleiterentwickler

Der „Streit“ – im guten Sinne des Wortes – zwischen Schaltungs- und Halbleiterentwickler ist mindestens so alt wie die Unterhaltungselektronik selbst. Vor rund fünfzig Jahren schon mußte der Geräteentwickler seine Schaltungen mit Röhren aufbauen, die durchaus nicht immer seinen Wünschen und Vorstellungen entsprachen. Aus den Gesprächen zwischen Geräte- und Röhrenentwicklern entstanden dann aber im Laufe der Jahre Röhrentypen, deren elektrische Daten ganz bestimmten Aufgaben in der Schaltung angepaßt waren. Erinnert sei hier nur an die „Harmonische Serie“ der Stahlröhren kurz vor dem Zweiten Weltkrieg.

Mit der Einführung der Transistoren wiederholte sich dieses Wechselspiel fast spiegelbildlich gleich. Die Halbleiterhersteller waren anfangs froh, Transistoren mit einigermaßen akzeptablen Toleranzen herstellen zu können, und der Schaltungsentwickler mußte versuchen, mit einer kleinen Auswahl an Transistortypen – man könnte fast von „Universal“-Transistoren sprechen – die vielfältigen Aufgaben in einer Empfängerschaltung zu lösen – und er hat sie gelöst.

Seit einigen Jahren haben die integrierten Schaltungen den Widerstreit der Meinungen erneut aufleben lassen. Glaubte anfangs mancher Geräteentwickler, auf die individuelle Dimensionierung eines NF-Verstärkers oder gar eines ZF-Verstärkers nicht verzichten zu können, so setzte sich doch bald die Erkenntnis durch, daß der Übergang auf integrierte und damit vereinheitlichte Schaltungen keineswegs für die Leistungsfähigkeit und die Betriebssicherheit eines Emp-

fängers nachteilig war und daß sich mit ihnen durchaus auch respektable Spitzenleistungen erreichen lassen. Der Schaltungsentwickler hat gelernt umzudenken – er denkt nicht mehr in Komponenten, sondern in Funktionseinheiten.

Wenn in diesem Zusammenhang ein Vergleich erlaubt ist, dann sei es der mit dem Computer. Kernstück des Computers ist die Zentraleinheit. Je nach Anwendungszweck baut man um sie herum eine mehr oder weniger große Anzahl gleicher oder unterschiedlicher peripherer Geräte. So – und nur so – ist es möglich geworden, ein bestimmtes Computersystem fast jedem denkbaren Anwendungszweck anzupassen. Ganz ähnlich wird sich schon in naher Zukunft auch die Konzeption einer Geräteschaltung entwickeln, gleichgültig, ob man als „Zentraleinheit“ eine integrierte Schaltung oder ein aus integrierten Schaltungen und Einzel-Bauelementen aufgebautes Modul als Funktionseinheit benutzt. Für eine allerdings sehr viel spätere Zukunft könnte man sich sogar vorstellen, daß der Farbfernsehempfänger dann nur noch zwei, drei oder vier hochintegrierte Schaltungen (MSI oder LSI) mit entsprechender „Peripherie“ enthält.

2. Nur Problemlösungen kann man verkaufen

Die gesamte Unterhaltungselektronik leidet heute darunter, daß man technische Spezifikationen immer noch viel zu häufig zur Grundlage des Verkaufsgesprächs macht. Nichts gegen technische Zahlenwerte, aber nur dann, wenn sie vom Gesprächspartner eindeutig interpretiert werden können. Bedauerlicherweise ist die Beurteilung der „Qualität“ beispielsweise eines Rundfunkempfängers nach Anzahl der Kreise, Röhren und Transistoren in weiten Kreisen des Handels und der Käufer noch immer so tief verwurzelt, daß es kaum möglich scheint, in absehbarer Zeit allen klarzumachen, daß diese „Kriterien“ keine Kriterien sind.

Es wäre sehr viel notwendiger und auch nützlicher, den Endverbraucher davon zu überzeugen, daß er für sein gutes Geld keine technischen Zahlenwerte kauft, sondern die Lösung eines Problems. Der Käufer einer Waschmaschine beispielsweise interessiert sich auch nicht für technische Details der Steuerung der einzelnen Waschgänge oder gar für die Chemie eines Waschpulvers, sondern er will die Lösung des Problems „Wäsche waschen“ kaufen. Es kommt ihm primär nur darauf an, daß jede Stoffart sauber und schonend gewaschen wird. Ebenso sollte man den Käufer eines Farbfernsehempfängers davon zu überzeugen versuchen, daß er die Lösung des Problems „Farbfernsehen“ kaufen kann und daß die Unterschiede zwischen verschiedenen Markengeräten im wesentlichen im Design

des Gehäuses und im Bedienungskomfort und vielleicht auch noch in der Anschlußmöglichkeit von Zusatzgeräten liegen.

Bei weitgehender Standardisierung der Schaltungstechnik bleiben dem Individualismus der Gerätehersteller trotzdem alle Möglichkeiten offen. Schon heute bestücken viele Firmen ihre oft sehr zahlreichen Gerätetypen mit dem gleichen Chassis. Warum sollte deshalb eine noch weitergehende Vereinheitlichung der Schaltungstechnik nicht wert sein, sie zumindest ernsthaft zu diskutieren, wenn man – wie oben gesagt – im Grunde genommen doch nur Problemlösungen verkaufen kann (oder sollte). Daß sich dabei Rationalisierungserfolge und Erleichterungen für den Service ergeben, hat man anderwärts schon lange erkannt. In Frankreich und auch in Großbritannien ist man diesen Weg bereits gegangen – und zwar mit Erfolg.

3. Service – ein heikles Thema

Mit zunehmender Anzahl der eingebauten Bauelemente wird die Störanfälligkeit grundsätzlich größer. Die Vorteile der integrierten Schaltungen und der Modultechnik in dieser Hinsicht sind allgemein bekannt. Berücksichtigt man, daß mit der in den kommenden Jahren stark ansteigenden Zahl der Fernsehempfängerhaushalte das Service-Problem immer gravierender wird und daß die Zahl der Service-Techniker etwa konstant bleibt, dann scheint man vor einer fast unlösbaren Aufgabe zu stehen. Hier kann nur die Technik sich selbst weiterhelfen, indem sie die Geräte nicht nur ausfallsicherer, sondern auch „servicefreundlicher“ baut.

Was man bisher so bezeichnet hat, genügt keineswegs. Es muß vielmehr zukünftig möglich sein, den ausgefallenen Fernsehempfänger auch ohne Inanspruchnahme eines hochspezialisierten Technikers wieder betriebsfähig zu machen. Die Modul-Bauweise ist ein erster wichtiger, aber noch nicht ausreichender Schritt in diese Richtung. Man muß in Zukunft einen Teil des Service in das Gerät einbauen mit dem Ziel, eines Tages mit Hilfe automatisch oder zumindest halbautomatisch arbeitender Prüfgeräte, die über Adapter an den Empfänger angeschlossen werden, anzuzeigen, welche Bauteile oder Funktionsgruppen auszutauschen sind. Dieses so wichtige Problem kann aber nur gelöst werden, wenn die Gerätehersteller sich entschließen, gemeinsam die Anschluß- und Meßpunkte so festzulegen, daß die Voraussetzungen für eine solche Service-Technik gegeben sind.

Eine Vorstellung von der zu erwartenden Entwicklung des Geräteabsatzes und damit auch der mit Phasennachlieferung anfallenden Serviceleistungen mögen zwei Tabellen geben. Tab. I

zeigt für die USA, Japan und Westeuropa den prozentualen Anteil am Farbfernsempfänger-Weltmarkt für die Jahre 1970 bis 1985 und Tab. II die Entwicklung des jeweiligen Anteils dieser Länder im selben Zeitraum.

Tab. I. Prozentualer Anteil am Farbfernsempfänger-Weltmarkt

Jahr	USA	Japan	Westeuropa
1970	42 %	30 %	16 %
1975	37 %	21 %	21 %
1980	30 %	18 %	28 %
1985	25 %	12 %	33 %

Der Rest entfällt auf Kanada, Lateinamerika, Osteuropa und andere Länder.

Tab. II. Entwicklung des prozentualen Anteils am Farbfernsempfänger-Weltmarkt

Jahr	USA	Japan	Westeuropa
1970	100 %	100 %	100 %
1975	87 %	71 %	133 %
1980	70 %	60 %	175 %
1985	59 %	55 %	200 %

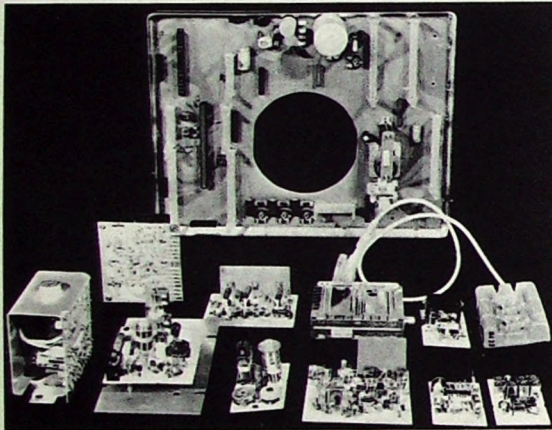
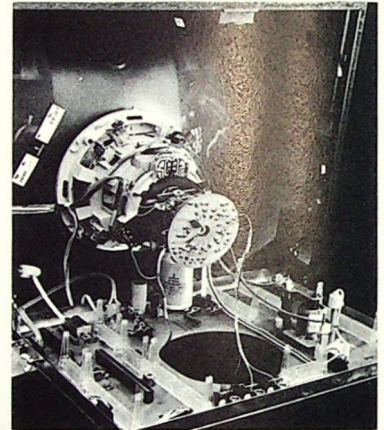


Bild 1. Grundplatte und Steckmodule eines Farbfernsempfängers der Studie „Color 77“

Bild 2. Grundplatte ohne Module



4. Studie „Color 77“

In Westeuropa sind 1972 über 4,5 Millionen Farbfernsempfänger hergestellt worden. Bis 1977 erwartet man eine Steigerung der jährlichen Fertigungsrate auf 9 Millionen Stück. Diese Verdoppelung der Produktion unterstreicht noch einmal die Bedeutung der Lösung des Service-Problems. Sie bietet aber gleichzeitig auch gute Voraussetzungen für kosten- und arbeitskräftesparende Massenfertigung. Siemens als Hersteller von Bauelementen und Blaupunkt als Gerätehersteller, der als Bosch-Tochter im Rahmen der Bosch-Siemens-Haushaltsgeräte GmbH auch Farbfernsehergeräte für die Marke Siemens herstellt, haben gemeinsam und in enger Zusammenarbeit mit der Forschung und Entwicklung die Studie „Color 77“ begonnen, um eine Schaltungs- und Bauelementekonzeption für die zweite Hälfte der siebziger Jahre zu erarbeiten. Untersucht wurden in diesem Rahmen auch die Technik des Chassis-Aufbaus und die jeweils zweckmäßigsten Technologien für die verschiedenen Bausteine.

4.1. Aufbau des Chassis

Das Chassis eines Farbfernsempfängers um 1977 dürfte nach den bis-

herigen Ergebnissen der Studie aus etwa zehn bis zwölf standardisierten steckbaren Modulen bestehen (Bild 1). Die Grundplatte in gedruckter Schaltung – wesentlich kleiner als die heute benutzten – enthält außer den Leiterbahnen für die Module, Einstellregler und einige unkritische, vor allem größere Bauteile wie beispielsweise Elektrolytkondensatoren und Zeilentransformator (Bild 2). Kabel- und lohnintensive Handlötungen auf dem Chassis gibt es nicht mehr.

Die Aufteilung der Schaltung (Bild 3) in einzelne Steckmodule erfolgt nach Signalverarbeitungsfunktionen, zum Beispiel VHF-UHF-Tuner, Bild-ZF, Ton-Einheit (Ton-ZF, Demodulator, Ton-NF), Farbaufbereitung, Farb-Endstufen, Vertikal- und Horizontal-Ablenkstufen, Netzteil. Die steckbaren Module sind so konzipiert, daß man sie vollautomatisch herstellen kann und weniger Abgleicharbeiten im Gerät erforderlich sind. Bei Ein-

4.2. Modul-Technik

An einem Musterchassis wurde untersucht, welche Technologien für die einzelnen Module möglicherweise in Frage kommen. Dabei hat sich gezeigt, daß beispielsweise für die Ton-Einheit und die Farb-Endstufen die Keramikschicht-Technik Vorteile bietet, weil bei den in diesen Stufen auftretenden mittleren Verlustleistungen die Keramikplatten der Schaltung gleichzeitig als Kühlkörper wirken. Die Dünnschicht-Technik hingegen ist besonders für die typischen Kleinsignalschaltungen geeignet. Für sehr heterogene Schaltungen – beispielsweise die Farbaufbereitung mit integrierten Schaltungen, Verzögerungsleitung und Spulen – wird man auch in Zukunft Module mit gedruckten Leitbahnen verwenden.

Die Modul-Technik ermöglicht ohne grundsätzlich neue Schaltungstechnik die Einführung neuer Technologien. So lassen sich beispielsweise Keramik-Oberflächenwellenfilter

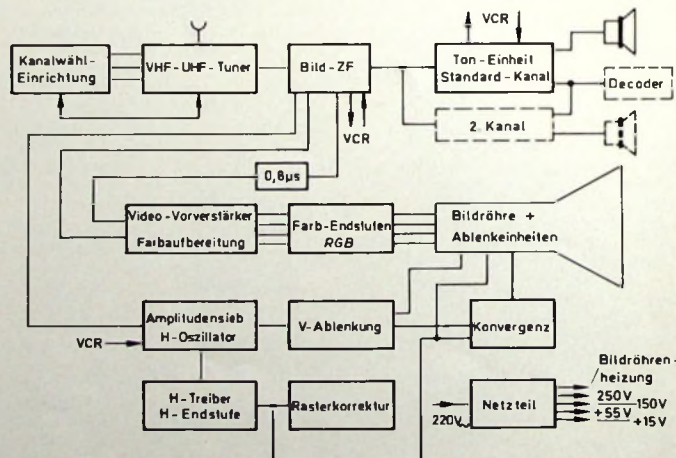


Bild 3. Blockschaltbild des Farbfernsempfängers der Studie „Color 77“

führung des vom IRT vorgeschlagenen Zwei-Ton-Verfahrens sind zusammen mit einer von Blaupunkt entwickelten Automatik zur Umschaltung von Mono auf Stereo oder auf Zwei-Sprachen-Fernsehton nur zwei weitere Module erforderlich.

ohne Schwierigkeit im Bild-ZF-Teil an Stelle der bisherigen ZF-Spulenfilter einsetzen. Ebenso bietet der Übergang auf MOS-Technik für Fernbedienung, Kanalwahl und Kanalanzeige und später sogar einmal für das Einblenden von Uhrzeitangaben

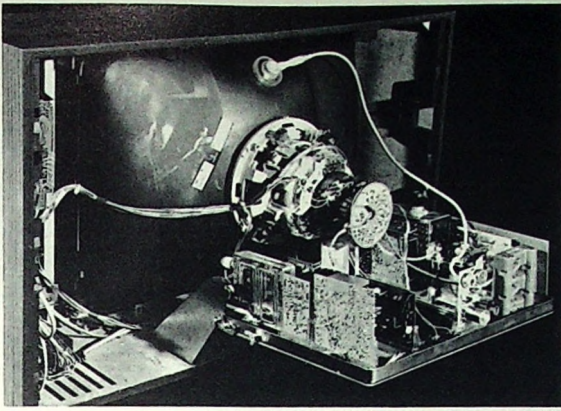


Bild 4. Mit Modulen bestückte ausgeschwenkte Grundplatte

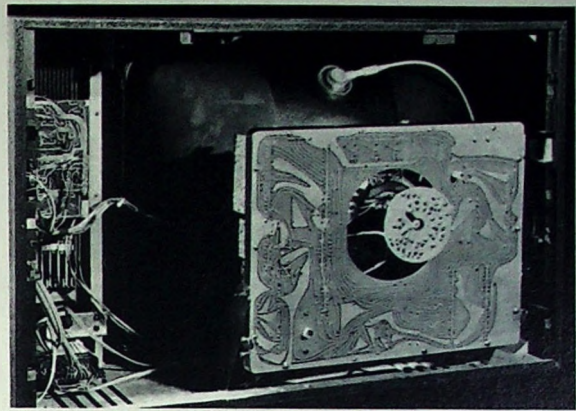


Bild 5. Rückansicht des Farbfernsehempfängers der Studie „Color 77“

und Untertiteln auf dem Bildschirm keine grundsätzlichen Schwierigkeiten. Auf ebenso einfache Weise ist es auch möglich, für die Horizontal-Ablenkung entweder Transistor- oder Thyristorschaltungen zu benutzen. Auch Einzel-Transistoren in Flip-Chip-Technik oder durch Ionen-Implantation hergestellte Halbleiter mit sehr engen Toleranzen lassen sich in dieser Modul-Technik einsetzen.

Die Anregung sei hier noch gegeben, daß es mit dieser Konzeption auch auf einfache Weise möglich sein müßte, Bildröhren mit Leuchtstoffen abweichender Farbkoordinaten an die Schaltung anzupassen, indem man eine entsprechende Sondermatrix als austauschbare Untereinheit vorsieht. Und vielleicht sollte man im Rahmen dieser Studie auch noch untersuchen, wie es auf einfache Weise möglich ist, die Qualität des Fernsehens zu verbessern, wenn man den Ton über eine vorhandene Hi-Fi-Anlage hören möchte. Vielleicht läßt sich ein wirtschaftlich und bedienmäßig vertretbarer Weg für Parallel-Tonempfang finden.

4.3. Standardisierte Module
Die Standardisierung der Module bietet nicht zu übersehende wirtschaftliche Vorteile. Der zur Diskussion stehende Vorschlag sieht ein Stecksystem mit 50 mm und 100 mm breiten Platten vor:

50 mm × 35 mm	(Kontaktierung an 50-mm-Seite),
50 mm × 50 mm	
100 mm × 50 mm	(Kontaktierung an 100-mm-Seite).

Die Fassungen der Module sind für Platten in Schicht- und Leiterplattentechnik kompatibel und ermöglichen auch das vom Service geschätzte rückwärtige Einstecken der Module.

Von entscheidender Bedeutung wird sein, ob es in einer Art konzertierter Aktion zwischen Bauelemente- und Geräteherstellern und dem Fachhandel möglich sein wird, auch zu einer elektrischen Standardisierung zu kommen. Das ist eine der wichtigsten Voraussetzungen dafür, daß man ein bestimmtes Modul in einer Vielzahl von Chassistypen einsetzen kann. Und nicht zuletzt hängt davon auch der Preis ab, der immer noch eine Funktion auch der Stückzahl ist. Es sind aber nicht nur Verabredungen über

die Steckerbelegung notwendig, sondern auch über die einzelnen Pegel. Von der einheitlichen Festlegung dieser Schnittstellen im Gerät wird wesentlich der Rationalisierungseffekt beim Hersteller und beim Handel abhängen. Deshalb sollte man über diese Frage schon bald diskutieren.

4.4. Empfänger - Aufbau

Das mit Modulen bestückte und nach hinten aus dem Empfängergehäuse ausgeschwenkte Chassis zeigt Bild 4. Man erkennt sogleich die raumsparende Anordnung auf der relativ kleinen Grundplatte und die gute Zugänglichkeit zu allen Teilen der Schaltung. Das Auswechseln der Module dürfte kaum irgendwelche Schwierigkeiten machen. Das Gerät mit abgenommener Rückwand ist im Bild 5 zu sehen.

5. Die Meinung eines Geräteherstellers

Wie ein Gerätehersteller über „Color 77“ denkt, hörte man anlässlich der Vorstellung dieses Systems Mitte April 1973 von Dipl.-Ing. Günter Bolle, stellvertretender Geschäftsführer der *Blaupunkt-Werke*. Nach seiner Auffassung ist heute eine der wichtigsten Aufgaben, bei wahrscheinlich weiter steigenden Lohnkosten die Produktivität zu steigern und die Gesteuerungskosten möglichst niedrig zu halten. Die Lösung dieser Aufgabe ist unter dem Gesichtspunkt der Produktion in fernöstlichen Ländern vordringlich. Wenn gleich Japan heute kein Billig-Lohn-Land mehr ist, sind dort aus anderen Gründen die Gesteuerungskosten niedrig. So kann man beispielsweise in Tokio einen 51-cm-Farbfernsehempfänger für 1200 DM und ein 36-cm-Farbgerät für 800 DM kaufen. Deshalb müssen die Gerätehersteller dreierlei tun: Steigerung der Flexibilität, Steigerung der Gebrauchsqualität und Verringerung der Gesteuerungskosten.

Bolle sieht in dem zur Diskussion stehenden Modul-System keinen Widerspruch zur Forderung nach Flexibilität. Er sieht vielmehr die Flexibilität darin, daß die zur Zeit ungerichteten Vektoren der geistigen Kapazität der Ingenieure der Bauelemente- und der Geräteindustrie sich „ausrichten“, das heißt, eine Firma wird besonders gut in der Lage sein, den Baustein A zu konzipieren und zu produzieren, während eine andere

Firma dies beim Baustein B kann. Ebenso sieht er in diesem Modul-System keine Uniformierung der Gerätekonzeptionen, weil jeder Hersteller zur Serie der Grundbausteine Zusatzbausteine entwickeln kann, um dem Markt eine bessere oder eine andere Gerätekonzeption anzubieten. Beispiele hierfür sind Berührungstasten, Ultraschall-Fernbedienung oder andere Farbbildröhren.

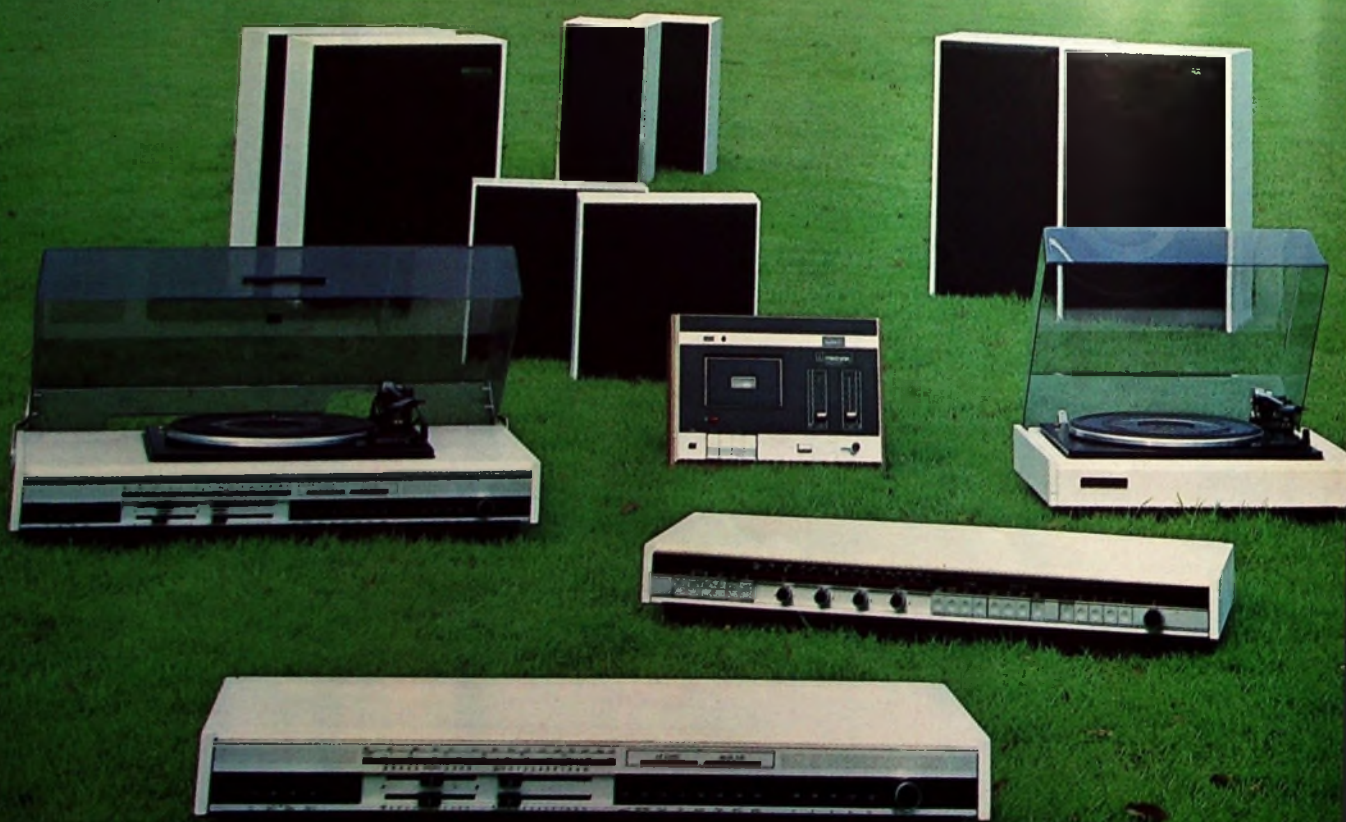
Weiterhin lassen sich in einem nach dem System „Color 77“ aufgebauten Chassis neue Technologien immer dann partiell in einen der Module einführen, wenn sie serienreif sind. Es ist also nicht notwendig, dann das gesamte Chassis zu ändern. Außerdem ist es leichter möglich, Spezialisten auf die Optimierung der Schaltung hinsichtlich Gebrauchsqualität und Gesteuerungskosten anzusetzen. Farbfernsehgeräte für andere Normen machen nicht mehr den Aufbau eines völlig neuen Geräts notwendig, sondern nur die Neuentwicklung einiger Bausteine. Auch die Zuverlässigkeit dürfte größer werden. Die konsequente Anwendung von Halbleitern statt Röhren wird die Ausfallquote in heute bereits absehbarer Zeit auf die Hälfte verringern. Bolle erwartet von „Color 77“ (bei vergleichbarem technischen Inhalt) eine nochmalige Erhöhung der Zuverlässigkeit um den Faktor 2.

6. Was sagen andere Experten?

Mit dem System „Color 77“ steht eine Konzeption für kommende Generationen von Farbfernsehempfängern zur Diskussion, die der nüchternen und sachlichen Diskussion wert ist. Wenn die Idee zu dieser Studie auch von *Siemens* ausgegangen ist, so bedeutet das auf keinen Fall – und das wurde mit Nachdruck erklärt –, daß man im Hause *Siemens* die Absicht hat, wieder die Fertigung von Geräten aufzunehmen. Man hat vielmehr mit „Color 77“ die Absicht, als Hersteller von Bauelementen mit jedermann über dieses System zu sprechen, um in gemeinsamer Arbeit dann möglichst zu einer Lösung zu kommen, die es der deutschen oder sogar der westeuropäischen Industrie ermöglicht, dem von innen und von außen ständig steigenden Kostendruck zu begegnen und mit einer modernen Technik im internationalen Wettbewerb erfolgreich zu bestehen. Und nun mögen die Experten das Wort haben.

THE FERGUSON FAMILY.

British.  Perfect.



„In Deutschland haben wir noch keinen großen Namen.

Doch das wird sich ändern.“

Ferguson ist ein Unternehmen der Thorn-Gruppe — Englands Nr. 1 auf dem Sektor der Unterhaltungselektronik: Durch die Positionen als Marktführer im Fernsehgeräte-Bereich. Als Nr. 2 auf dem britischen HiFi-Stereo-Markt. Und durch internationale Erfolge in den bedeutendsten Ländern West-Europas.

Fairplay. Fair Preis.

Das ist unser Konzept.

Wir werden Ihnen Fachhandels-treue garantieren. Und Konditionen, die partnerschaftlich sind. Und einen Service, der seinesgleichen sucht. Wir werden alles tun, den Verkauf optimal zu unterstützen. Durch Werbung, durch Verkaufsförderungs- und durch Public Relations-Maßnahmen.

The Ferguson HiFi Family:

Das ist unser Angebot.

Ein erfolgreiches HiFi-Stereo Programm. Technisch perfekt. Ausgereift, und in millionenfachen Einheiten bewährt. Ein Programm, das in Großbritannien, Skandinavien und in West-Europa mehr als überzeugt. Und auch in Deutschland wird es nicht anders sein.

Receiver von 25 W bis 45 W Sinusbelastbarkeit. Mit dem 'Sound of Quadrophonie'. Empfangsbereiche: UKW und MW. Dazu qualitativ entsprechende Lautsprecher und Plattenspieler. Und — selbstverständlich — die Ferguson Kompaktanlage. Alle Geräte der Ferguson HiFi-Family übertreffen die DIN-Norm 45500 in sämtlichen Punkten.

The Ferguson TV Family:

S/W- und Farbfernsehgeräte, die wir Ihnen im Laufe dieses Jahres präsentieren werden. Sie können sich jetzt schon darauf verlassen, daß sie unseren HiFi-Stereo-Geräten technisch in keiner Weise nachstehen. Und auch das Design — speziell für Deutschland kreiert — ist ein weiterer Plus-Punkt für ihren Erfolg.

Fairplay. Fair Preis.

FERGUSON

Thorn Ferguson, 2000 Hamburg 50, Waldmannstraße 12d, Telefon: 0411/8501232

Phonogeräte-Neuheiten

Neu im Angebot von BSR ist der Plattenspieler „P 146 R“, der sich durch einen leichten Rohrtonarm auszeichnet. Bemerkenswert sind Antiskating-Einrichtung, großer Plattenteller mit Matte und eingelegeten Zierringen aus gebürstetem Aluminium sowie mechanische Aufsetzhilfe. In den Tonkopf kann praktisch jedes Mono- oder Stereo-Standard-Tonabnehmersystem eingesetzt werden. Die Tonhöhen-schwankungen werden mit $<0,35\%$ angegeben.

Verschiedene Neuheiten stellte Dual in Hannover vor. Das halbautomatische Plattenspielerchassis „430“ mit den Geschwindigkeiten 33 und 45 U/min hat einen gewichtsbalancierten Alurohr-Tonarm mit dem Keramik-Tonabnehmersystem „CDS 650“ (Auflagekraft 4 p), Tonarmlift und automatische Endabschaltung. Mit diesem Chassis sind die Plattenspieler-Komponenten „CS 7“ (Nußbaum) und „CS 7 W“ (Schleiflack, weiß) ausgestattet. Neu sind ferner die Hi-Fi-Automatikspieler-Komponenten „CS 22“, „CS 32“ und „CS 40“, die aus Chassis „1216“, „1218“ beziehungsweise „1229“, Konsole und Abdeckhaube bestehen. Die bereits bekannten Hi-Fi-Automatikspieler „1214“ und „1216“ werden jetzt mit dem Magnetsystem „DMS 200“ mit 2,5 p Auflagekraft geliefert.

Neuentwickelt wurde der Hi-Fi-Automatikspieler „701“ mit dem elektronisch geregelten Direkt-Antriebssystem „EDS 1000“, bei dem der Gleichstrom-Zentrilmotor den Plattenteller direkt antreibt (die Plattentellerachse ist gleichzeitig Motorachse). Das „EDS 1000“ arbeitet mit elektronischer Kom-

kleinste Drehzahlabweichungen in kürzester Zeit. Mit diesem Antriebsprinzip sind Spitzenwerte für Gleichlaufkonstanz und Rumpelfreiheit erreichbar (Gleichlaufschwankungen $\pm 0,05\%$, Rumpel-Fremdspannungsabstand >50 dB, Rumpel-Geräuschspannungsabstand >70 dB). Bemerkenswert sind der Präzisions-Alurohr-Tonarm mit sehr kleinem tangentialen Fehlwinkel und das serienmäßig eingebaute Magnet-Tonabnehmersystem Orotophon „N 20 E“ mit elliptischer Abtastnadel. Die kardanische Aufhängung des Tonarms in Vierpunkt-Spitzenlagerung läßt wegen der geringen Lagerreibung kleinste Auflagekräfte des Tonabnehmersystems zu. Die Skala für die Feineinstellung der Auflagekraft ist im Bereich 0,5 ... 1,5 p mit $1/10$ -p-Teilung und im Bereich 1,5 ... 3 p mit $1/4$ -p-Teilung ausgeführt. Die Antiskating-Einrichtung hat getrennte Skalen für sphärische und elliptische Abtastnadeln. Ferner ist ein Stroboskop für 50 und 60 Hz eingebaut. Dreh-

gestattet. Eine noch höhere Ausgangsleistung (2×30 W) liefert die mit dem Hi-Fi-Automatikspieler „1218“ bestückte Hi-Fi-Stereo-Heimanlage „HS 53“. Die zugehörigen Hi-Fi-Boxen enthalten neben dem Tiefton-Mittelton-Lautsprecher ein Kalotten-Hochtון-System. Auch diese Anlage hat die eingebaute Lautsprecher-Matrix für Quadroeck-Wiedergabe. Als Neuheit brachte Dual ferner den fahrbaren Phonotisch „PT 4“ für voll ausgebaute Hi-Fi-Stereo-Komponenten-Anlagen heraus. Hier kann man bis zu fünf Komponenten sowie etwa 200 Schallplatten unterbringen.

Das neue Hi-Fi-Phono-Komponenten-Programm (Serie „PC“) der Elac umfaßt anschlussfertige Phono-Komponenten. Sie bestehen jeweils aus einem vollautomatischen Hi-Fi-Stereo-Plattenspieler der „Miracord“-Serie und einem besonders flachen Gehäuse in Nußbaum oder Altweiß. Die Gehäusehauben aus leicht getöntem Kunstglas lassen sich aufklappen, können aber auch abgenommen werden. Das Modell „PC 625“ hat einen viertourigen Hi-Fi-Plattenwechsler mit allseitig ausbalanciertem Leichtmetall-Präzisions-tonarm. Als Tonabnehmer ist serienmäßig das Magnetsystem „STS 144-17“ eingebaut. Die Auflagekraft läßt sich stufenlos von 0 bis 6 p einstellen. Be-



Hi-Fi-Automatikspieler „701“ (Dual)



Hi-Fi-Komponente „PC 660/1000“ (Elac)



Schnittbild des Direkt-Antriebssystems „EDS 1000“ von Dual

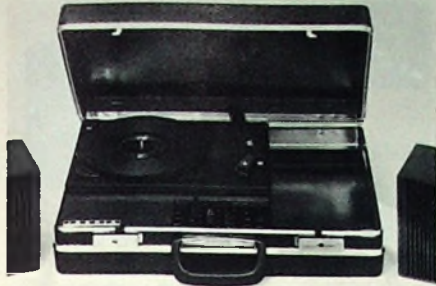
mutierungssteuerung über Hallgeneratoren und elektronischer Drehzahlregelung. Bei dem Motor handelt es sich um einen achtpoligen Scheibenläufer, der die Drehzahlen 33 und 45 U/min hat. Außerdem läßt sich die Tonhöhe für jede Drehzahl getrennt abstimmen (Regelbereich 8%). Der abnehmbare Plattenteller besteht aus nichtmagnetischem Druckguß und ist dynamisch ausgewuchtet. Die gesamte Drehmasse des Antriebssystems (Rotor und Plattenteller) hat ein Gewicht von 4,4 kg. Die elektronische Regleinrichtung korrigiert selbst

tasten erlauben eine erschütterungsfreie Bedienung des Plattenspielers. Der Tonarm-Aufsetzpunkt wird automatisch mit der Drehzahlwahl eingestellt. Das neue Hi-Fi-Automatikspieler-Chassis „701“ wird nur als aufstellungsfertige Komponente „CS 70“ mit Konsole und Abdeckhaube geliefert.

Dual brachte außerdem verschiedene neue Heimanlagen (Plattenspieler mit eingebautem Stereo-Verstärker sowie zwei Lautsprecherboxen) heraus. Einige Heimanlagen haben zusätzlich eine Lautsprecher-Matrix, die Quadroeck-Wiedergabe ermöglicht. Die Heimanlage „HS 27“ ist mit dem Plattenspielerchassis „430“ (mit dem Keramik-Tonabnehmersystem „CDS 650“) bestückt und kommt mit einem 2×6 -W-Verstärker und zwei 6-W-Lautsprecherboxen auf den Markt. Mit gleicher Ausgangsleistung und gleichen Lautsprecherboxen, jedoch mit Eingangswahlhalter für Phono, Tonband und Tuner sowie mit Kopfhöreranschluß wird die Heimanlage „HS 39“ geliefert. Eine Besonderheit ist die eingebaute Lautsprecher-Matrix für Quadroeck-Wiedergabe. Diese Einrichtung hat auch die Hi-Fi-Stereo-Heimanlage „HS 43“. Sie ist mit dem Hi-Fi-Automatikspieler „1216“ und einem 2×15 -W-Hi-Fi-Verstärker sowie mit zwei 30-W-Hi-Fi-Breitbandboxen aus-

merkwürdig sind gedämpftes Aufsetzen des Tonarms (Tonarmlift), Drucktastensteuerung, Antiskating-Einrichtung, Antrieb durch vierpoligen Asynchronmotor, Freilaufschalt und automatische Endabschaltung. Die Hi-Fi-Komponente „PC 660“ ist mit dem Hi-Fi-Laufwerk „Miracord 660“ und dem Magnetsystem „STS 244-17“ bestückt. Als Sonderausführung „PC 660/1000“ wird diese Komponente speziell für die Elac-Anlage „1000 Quadrosound“ geliefert. Während die Komponente „PC 750 II“ mit dem Hi-Fi-Laufwerk „Miracord 750 H“ auf den Markt kommt, enthält die „PC 50 H II“ das Hi-Fi-Chassis „Miracord 50 H II“. Beide Typen sind mit dem Magnetsystem „STS 344-17“ bestückt.

Iberia zeigte verschiedene interessante Phonogeräte. Die Kompaktanlage „TA-803 A“, eine Neuentwicklung, enthält in einer Konsole mit aufklappbarer Abdeckhaube einen Plattenwechsler und einen 2×8 -W-Stereo-Verstärker mit Schieberegler. Zum Lieferumfang gehören zwei Kompaktboxen. In einem Diplomatenkoffer (Abmessungen $43 \text{ cm} \times 36 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$, Gewicht 9 kg) ist die Stereo-Phonoanlage „DP-811 L“ untergebracht. Der



Stereo-Phonoanlage „DP-811 L“ (Iberia)

dreitourige Plattenspieler hat einen automatischen Tonarmlift. Der 2 × 10-W-Stereo-Verstärker ist mit Flachbahnreglern für Höhen, Tiefen, Lautstärke und Balance ausgestattet. Eine Normbuchse erlaubt den Anschluß eines Tonbandgerätes für Aufnahme und Wiedergabe.

Der neue Plattenspieler „SRP-473 E“ von JVC Nivico ist besonders für das Abspielen von Quadro-Schallplatten nach dem „CD-4“-Verfahren bestimmt. Der Riemenantrieb des 30-cm-Aluguß-Plattentellers und der vierpolige Synchronmotor sorgen für guten Gleichlauf (Tonhöhenchwankungen etwa 0,1 %). Das magnetische Quadro/Stereo-Tonabnehmersystem „4MD-20X“ von JVC Nivico zeichnet sich auch bei der Wiedergabe von Stereo-Platten durch hohe Klangreinheit aus. Der Frequenzbereich ist 20 bis 60 000 Hz und die Ausgangsspannung je Kanal 3 mV. Der Tonabnehmer arbeitet mit einer Auflagekraft von 2 bis 2,5 p. Zum Abspielen der „CD-4“-Quadro-Schallplatten ist zusätzlich ein „CD-4“-Demodulator erforderlich.

Eine Weiterentwicklung des bewährten Plattenspielers „L 75“ von Lenco, das Modell „L 78“, gehört zur Spitzenklasse der Heimstudiospieler und übertrifft die Anforderungen nach DIN 45 500. Dieser Hi-Fi-Spieler ist mit einem Vierpolmotor mit konischer Achse und mit einer mechanisch gesteuerten Endabschaltung ausgerüstet. Ein in allen Bewegungsrichtungen ausbalancierter Tonarm mit geringer Massenträgheit und reibungsarmer Lagerung durch Schneidenlager garantiert einwandfreie Wiedergabe und optimale Plattenschonung. Das Chassis ist in der Konsole mit vier viskositätsgedämpften Federn aufgehängt. Eine eingebaute Friktion sorgt dafür, daß die Abdeckhaube in jeder Lage bis zu einer Neigung von etwa 20° festgehalten wird. In den ansteckbaren Tonarmkopf lassen sich alle Abtastsysteme mit ½-Zoll-Befestigung einbauen. Der „L 78“ hat einen dynamisch ausgewuchteten Plattenteller aus Zinkspritzguß mit einem Gewicht von 4 kg sowie eine hydraulische Aufsetzvorrückung für den Tonarm. Die Antiskating-Einrichtung ist optimal auf die Tonarmgeometrie abgestimmt. Die Drehzahl läßt sich zwischen 30 und 86 U/min stufenlos einstellen. Für die Normdrehzahlen 16, 33, 45, 78 U/min sind Raststellungen vorhanden. Wow und Flutter sind nach DIN 45 507 ± 0,06 %. Der Brummanstand für Magnetsysteme ist 60 dB, der Rumpel-Fremdspannungsabstand 40 dB (nach DIN 45 539) und der Rumpel-Ge-

räuschspannungsabstand 60 dB (nach DIN 45 539). Die maximale Abweichung der Drehzahl bei Netzspannungsschwankungen von ± 10 % wird mit ± 0,27 % angegeben.

Nebengeräuschfreie Wiedergabe, optimale Schonung der Schallplatten und einfache Schallplattenpflege bietet das neuentwickelte Plattenreinigungsgerät „Lencoclean L“ von Lenco in Verbindung mit „Lencoclean Super Tonic“. Während des Abspielvorganges führt eine Bürste das Reinigungsgerät vor dem Tonabnehmer über die Schallplatte. Dabei hinterläßt es einen Feuchtigkeitsstreifen von etwa 10 mm Breite, in dem die Tonabnehmernadel läuft. Gleichzeitig entfernt die Bürste den Staub aus den Rillen der Schallplatte. Eine Füllung des Tankrohres reicht aus zum Abspielen von etwa 15 bis 20 30-cm-Plattenseiten. Durch die bei der Naßabtastung geringere Reibung zwischen Nadel und Rillenflanken und die gleichzeitige Kühlung der Berührungspunkte wird nicht nur die

Beanspruchung der Rillen erheblich verringert, sondern es werden auch Abtastverzerrungen weitgehend vermieden.

Auch der neue Hi-Fi-Plattenspieler „1400“ von scan-dyna übertrifft die Anforderungen nach DIN 45 500 in allen Punkten. Eine solide, robuste Konstruktion und das moderne Design sowie die technische Perfektion bieten hohe Wiedergabequalität. Das Laufwerk mit den Geschwindigkeiten 33 und 45 U/min hat einen 2 × 16poligen Doppelsynchronmotor. Der Rumpel-Geräuschspannungsabstand ist 65 dB. Der Ortofon-Tonarm „AS 212“ mit dem Ortofon-Tonabnehmersystem „F 150“ hat einen hydraulischen Lift und eine magnetische Antiskating-Einrichtung. Der Übertragungsbereich ist 20 bis 20 000 Hz und die Kanaltrennung besser als 25 dB bei 1 kHz. Als Ausgangsspannung werden 1 mV ± 1 dB bei 1 kHz und 1 cm/s abgegeben. Die Auflagekraft läßt sich im Bereich 0,75 bis 2 g variieren. WWD

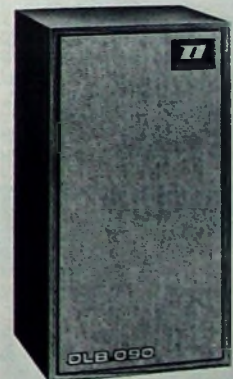
Neue Lautsprecher

Audax bietet ein umfangreiches Programm an Lautsprecherchassis, Boxen und Speziallautsprechern an. Aus dem Hi-Fi-Rundlautsprecherangebot sei auf die 10-, 15- und 20-W-Chassis „HIF 13“ (10 W), „HIF 17“ (15 W) und „HIF 20“ (20 W) hingewiesen. Die Frequenzbereiche sind 35...20 000 Hz, 35 bis 16 000 Hz beziehungsweise 30...12 000 Hz. Die Resonanzfrequenzen liegen bei 37 beziehungsweise 35 Hz. Alle Typen werden auf Wunsch mit verschiedenen Magneten geliefert. Die Membrandurchmesser dieser vorwiegend für geschlossene Boxen bestimmten Modelle sind 13 cm, 17,1 cm beziehungsweise 20,4 cm. Die Membranen sind im Lautsprecherkorb mit einem PVC-Ring aufgehängt, für dessen Verschweißen mit der Membran Audax ein Weltpatent besitzt. Bemerkenswert beim Hochtton-Chassis „TW 800“ (10,1 cm × 10,1 cm, 5000...40 000 Hz) ist die Alu-Membran mit Schutzgitter. Die Hi-Fi-Boxen-Serie „Eurythmique“ umfaßt vier Modelle für 20, 30, 40 und 60 W. Neu ist der Kugellautsprecher „Sonosphere SP 12“ für Wohnräume oder Autos (6...10 W, 4...8 Ohm, 12 cm Durchmesser). Der Typ „SP 18“ hat eine Belastbarkeit von 12 bis 20 W und 18 cm Durchmesser.

Als Neuheiten stellte die Celestion Ltd. die Tiefton-Systeme „6PL“ (Resonanzfrequenz 35 Hz, Frequenzbereich 35 bis 5000 Hz, Belastbarkeit 30 W), „8PL“ (Resonanzfrequenz 30 Hz, Frequenzbereich 30...3500 Hz, Belastbarkeit 40 W) und „10PL“ (Resonanzfrequenz 25 Hz, Frequenzbereich 25...3000 Hz, Belastbarkeit 60 W) vor. Zur Gruppe der hochbelastbaren Baß-Systeme gehört das Modell „Powercell 15“, das für 125 W, den Frequenzbereich 35...8000 Hz und Impedanzwerte von 8, 10 und 16 Ohm ausgelegt ist (Gewicht 11,8 kg). Die deutsche Vertretung von Celestion zeigte eine Hi-Fi-Lautsprecherbox für 25 W Musikleistung mit einem geschlossenen Kugelgehäuse (Frequenzbereich 40...20 000 Hz).

Auch Dual zeigte neue Lautsprecherboxen, die in den Ausführungen Nußbaum oder Schleiflack, weiß, erhältlich sind. Während die Lautsprecherbox „CL 114“ für 6 W (80...16 000 Hz) ausgelegt ist, kann das Hi-Fi-Regalmodell „CL 115“ mit 20/30 W (60...18 000 Hz) belastet werden. Eine andere Neuheit, die Hi-Fi-Lautsprecher-Buchbox „CL 133“ im Nußbaumgehäuse für 20/30 W, ist mit je einem Spezial-Tiefton- und Kalotten-Hochtton-System bestückt und hat eine nußbaumfarbene Grill-Frontverkleidung.

Hohen Anforderungen entspricht die neue für den Übertragungsbereich 30 bis 18 000 Hz dimensionierte Lautsprecherbox „DLB 090“ von Dynacord. Es handelt sich hier um eine Baßreflex-



Baßreflexbox „DLB 090“ (Dynacord)

box mit gutem Wirkungsgrad, die zwei 30-cm-Tiefton-Chassis, drei Mittelton-Hochtton-Systeme und einen Spezial-Hochtton-Kalottenlautsprecher enthält.

Interessant im Angebot der britischen Firma Fane Acoustics Ltd. sind die verschiedenen Hi-Fi-Lautsprecherchassis, die sich durch überdurchschnittliche Abstrahlleistung und Wiedergabe-

güte auszeichnen. Für den Selbstbau von Lautsprecherboxen ist der „Mod-one“-Kit bestimmt, der aus dem Tiefton-Mittelton-System „803“ (15 W), dem Hochtton-Chassis „303“ (15 W) und einer Zweig-Frequenzweiche besteht.

Bei der neuen Hi-Fi-Box „D 100“ der Heco Hennel & Co. KG ist der Wirkungsgrad mehr als doppelt so hoch wie bei konventionellen Hi-Fi-Lautsprechern. Der maximale Schalldruck von 115 dB in 1 m Abstand wird mit Verstärkern von 70 bis 100 W Sinusleistung erreicht. Die allseitig geschlossene, akustisch gedämpfte Box ist bestückt mit einem Tiefton-System (34 cm Durchmesser), vier Mittelton-Hochtton-Chassis (je 11,5 cm Durchmesser), von denen zwei nach vorn und zwei in einem Winkel von 40° abstrahlen, und einem Horn-Hochtton-Strahler (6,3 cm × 4,3 cm). Die Frequenzweiche hat die Übergangsfrequenzen 800 Hz und 8 kHz. Weitere technische Daten: Frequenzbereich 20 ... 20 000 Hz, Musikbelastbarkeit 150 W, Nennimpedanz 4 Ohm. Der neue Heco-Quadro-Set „QV 501“, ein Nachfolgetyp des 1972 erschienenen Modells „500“, besteht aus der Lautsprecher-Matrix „QR 501“ mit Quadro-Regler und zwei Quadro-Lautsprechern „QL 501“. Mit dieser Zusatzeinrichtung lassen sich übliche Stereo-Anlagen auf Quadroeffekt-Wiedergabe erweitern.

Neue Hi-Fi-Boxen mit kleineren Abmessungen, höherem Wirkungsgrad und größerer Leistung präsentiert das neue „Summit“-Lautsprecherprogramm der Hans G. Hennel GmbH & Co. KG. Die kleinste Box „XP 115“ (Übertragungsbereich 48 ... 20 000 Hz) hat 15 W Nennbelastbarkeit und ist mit einem Tiefton-System (19 cm Durchmesser) und einem Hochtton-Chassis (5 cm Durchmesser) bestückt. Die größte Box „XP 150“ wurde für eine Nennbelastbarkeit von 70 W und einen Übertragungsbereich von 26 bis 20 000 Hz ausgelegt und enthält je ein Tiefton-, Tiefton-Mittelton-, Mittelton- und Hochtton-System. Außerdem werden die Boxen „XP 130“ und „XP 135“ (je 40 W Nennbelastbarkeit, Übertragungsbereich 45 ... 20 000 Hz beziehungsweise 48 ... 20 000 Hz) angeboten. Alle Boxen sind allseitig geschlossen und haben ein Gehäuse mit Nußbaum-Dekor oder weißer Polyester-Beschichtung. Die Schallwandverklei-

dung besteht aus eloxiertem Aluminium-Lochblech. Bei diesen Boxen wird eine neue Schaltungstechnik angewendet, und zwar die kombinierte „Uniloc Twinplay“-Schaltung. „Uniloc“ ist eine passive Frequenzweiche zum Unterdrücken von Resonanz- und Störfrequenzen, die kleinere Gehäuse und höhere Belastbarkeit zuläßt. Bei der „Twinplay“-Schaltung handelt es sich ebenfalls um eine passive Frequenzweiche, die zwei parallel arbeitende Tiefton-Lautsprecher getrennt voneinander beeinflusst. Damit erreicht man saubere und kräftige Bässe sowie verfärbungsfreie Mittellagen.

Isophon gelang es, die Belastbarkeit der Spezial-Tiefton-Systeme der Serie „PSL“ erneut zu erhöhen. Sie sind zum Einbau in Hi-Fi-Kompaktboxen bestimmt und haben eine weich aufgehängte Membran. Die Nennbelastbarkeit der „PSL“-Chassis ist 20, 30, 35, 50 beziehungsweise 70 W. Da bei hohen Belastungen thermische Probleme auftreten, entwickelte Isophon speziell präparierte Schwingspulen. Ferner stellte die Firma Prototypen hochbelastbarer Lautsprecherboxen vor (Musikbelastung 70, 90 und 100 W), die zur Funkausstellung in Berlin herauskommen werden. Zu den Neuheiten gehört auch der Kugellautsprecher „Auto-Isonetta“ (Musikbelastbarkeit 8 W, Frequenzbereich 200 ... 20 000 Hz, Impedanz 4 Ohm), der speziell für die Montage im Auto bestimmt ist.

Die neue Vierweg-Baßreflexbox „5345“ von JVC Nivico enthält sechs Einzel-Lautsprecher, und zwar ein großes Tiefton-Chassis, einen Mittelton-Lautsprecher, zwei Konus-Hochtton- und zwei Kalotten-Hochtton-Systeme. Mittelton- und Hochtton-Lautsprecher sind schaltbar. Ferner ist ein Überlastungsschutz mit Schmelzsicherung vorhanden. Die Grenzbelastbarkeit der Box ist 100 W und der Übertragungsbereich 20 ... 20 000 Hz. Die Vierweg-Hi-Fi-Box „5341“ ist mit vier Lautsprechersystemen (Tiefton-Chassis, Mittelton-Lautsprecher, Hochtton-System und Super-Hochtton-System) bestückt und hat eine zur Pegelstellung der Mittel- und Hochtton-Systeme abnehmbare Frontplatte (Übertragungsbereich 20 ... 20 000 Hz, Grenzbelastbarkeit 80 W).

Aus dem sieben Typen umfassenden Hi-Fi-Boxenprogramm der Theodor Rapp KG sei das 40-W-Modell „SRB 30“ erwähnt. Mit einem Tiefton-System (24,5 cm Durchmesser), einem Mittelton-Chassis (13 cm Durchmesser) und einem Kalotten-Hochtton-System (2,5 cm Durchmesser) wird der Frequenzbereich 30 ... 20 000 Hz wiedergegeben. Weitere technische Daten: Musikbelastbarkeit 50 W, Übergangsfrequenzen 600 und 1500 Hz, Volumen 32,4 Liter, Impedanz 4 ... 6 Ohm.

Das Tiefton-Chassis der neuen Boxen der „A“-Serie von scan-dyna hat einen gesinterten Korb mit sehr niedriger Eigenresonanzfrequenz und eine Langhub-Membran mit sehr weicher Aufhängung. Ein neuartiges akustisches Ventil im Gehäuse bewirkt außerdem ein aperiodisches Schwingungsverhalten, wodurch sich eine durchsichtiger Wiedergabe ergibt und die Unterscheidung der einzelnen Instrumente besonders im Baßbereich



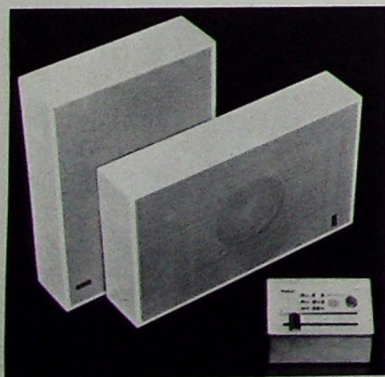
Moderne Kalottenlautsprecher von SEL

verbessert wird. Alle Lautsprecher sind mit einem 3,8-cm-Kalottensystem für den Hoch- und Mitteltonbereich bestückt. Die Spitzenbox dieser Serie, das Modell „A-30“ mit einem Volumen von 30 Liter, hat den Frequenzbereich 25 ... 20 000 Hz und eine Nennbelastbarkeit von 50 W.

Für hochwertige Hi-Fi-Lautsprecherboxen ist eine neue Kalottenlautsprecher-Generation von SEL bestimmt. Sie entsprechen in Konzeption und Technik dem neusten Stand der Hi-Fi-Technik. Das Modell „LPKH 90“ ist ein Kalotten-Hochtton-System mit neuartigem Schwingsystem (Impedanz 4,5/8 Ohm, Übertragungsbereich 4000 bis 25 000 Hz, Nennbelastbarkeit im Übertragungsbereich 3 W). Speziell für hochbelastbare Zweig-Kombinationen wurde der Kalotten-Mittelton-Hochtton-Lautsprecher „LPKM 100“ entwickelt (Impedanz 4 Ohm, Übertragungsbereich 1800 ... 20 000 Hz, Nennbelastbarkeit im Übertragungsbereich 3 W). Bei dem dritten Typ, dem „LPKM 130“, handelt es sich um einen Kalotten-Mittelton-Lautsprecher mit extrem niedriger Übernahmefrequenz (Impedanz 4 Ohm, Übertragungsbereich 360 bis 4000 Hz, Nennbelastbarkeit im Übertragungsbereich 40 W). Die wichtigsten Merkmale dieser Neukonstruktionen sind breite Abstrahlcharakteristik und ausgewogener Schalldruckverlauf sowie geringer Klirrfaktor (auch bei sehr hohen Belastungen). Beim Modell „LPKM 130“ wird außerdem durch eine spezielle Konstruktion ein Taumeln der Membran vermieden (doppelt geführtes Kalotten-Schwingsystem). Diese neuen Lautsprecherchassis sind in ihren elektrischen und akustischen Daten so aufeinander abgestimmt, daß sie je nach gewünschter Leistungsklasse mit den entsprechenden Hi-Fi-Tiefton-Chassis von SEL kombiniert werden können.

Durch sehr geringe Verzerrungen, hohe Empfindlichkeit und eine Nennbelastbarkeit von 10 W zeichnet sich der neue Hochtton-Lautsprecher „AD 2090 T“ von Valvo aus, der eine Papiermembran und einen geschlossenen Korb hat. Die Resonanzfrequenz liegt bei 1300 Hz. Er wird mit Impedanzwerten von 4, 8 oder 15 Ohm geliefert. Da das Magnetsystem praktisch kein Streufeld hat, läßt sich der „AD 2090 T“ auch in Fernsehempfängern verwenden. Zusammen mit einem passenden Tiefton-System eignet sich das neue Chassis zum Bau von Hi-Fi-Lautsprecherboxen mit 20 W Nennbelastbarkeit. Der Aufwand für die Weichenschaltung bleibt dabei gering, denn es genügt ein Kondensator zum Ankoppeln des Hochtton-Systems.

Werner W. Diefenbach



Quadro-Set „QV 501“ zur Quadroeffect-Wiedergabe mit Stereo-Anlagen (Heco)

Entwurf und Dimensionierung rausch- und klirrarmer Verstärker

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 28 (1973) Nr. 10, S. 364

8.2. Ermittlung der Rechengrößen

Die Art der Rechnung und die Bestimmung der Rechengrößen sei an Hand des Beispiels im Bild 25 (s. Heft 10/1973, S. 363) erläutert. Es handelt sich hier um einen Verstärker mit Spannungs-Seriengegenkopplung; Spannungsgegenkopplung, weil die Gegenkopplungsspannung der Ausgangsspannung proportional ist, und Seriengegenkopplung, weil die Gegenkopplungsspannung am Eingang in Serie eingespeist wird.

Nach den Regeln der Strom- und Spannungsverknüpfungen werden die bei der allgemeinen Verstärkergleichung erwähnten charakteristischen Gleichungen bestimmt. Die Rechnung erfolgt so, daß man einmal vom Eingang und einmal vom Ausgang her eine Gleichung mit U_0 , U_2 und I_G aufstellt. Die charakteristischen Gleichungen lauten (s. Bild 10), wenn $b = 1$ ist,

$$\frac{1}{v'} = k + \frac{I_G}{U_2} \cdot R$$

und

$$\frac{I_G}{U_2} (v_0 + d_0) = G$$

(die erste Gleichung ist vom Eingang, die zweite vom Ausgang her ermittelt). Durch Vergleich findet man

$$k = 2 \cdot \frac{r_1}{r_1 + r_2},$$

$$R = \frac{R_{c1} + \frac{Z_1}{2}}{1 + \beta_1} + \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2},$$

$$v_0 = \frac{\beta_1}{1 + \beta_1} \cdot \beta_2 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{c2}},$$

$$d_0 = \frac{r_1}{r_1 + r_2},$$

$$G = 2 \cdot \left(\frac{1}{r_1 + r_2} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{2 \cdot Z_2} \right).$$

Mit diesen Größen kann nun der Kehrwert der Verstärkung

$$\frac{1}{v'} = k + \frac{R \cdot G}{v_0 + d_0}$$

oder auch die Umlaufverstärkung

$$k \cdot v = \frac{k \cdot v_0}{R \cdot G + k \cdot d_0}$$

ermittelt werden.

Bei Einschränkung auf den in der Praxis wichtigen Übertragungsbereich lassen sich die Gleichungen für v' und $k \cdot v$ noch vereinfachen. Im Übertragungsbereich ist nämlich $v_0 \gg d_0$ und $R \cdot G \gg k \cdot d_0$. Daher sind folgende Näherungen zulässig:

$$\frac{1}{v'} = k + \frac{R \cdot G}{v_0}$$

und

$$k \cdot v = \frac{k \cdot v_0}{R \cdot G}$$

Betrachtet man die Stromverstärkung β und den Eingangswiderstand R_e des Transistors, so können im Übertragungsbereich meistens auch hier Vereinfachungen vorgenommen werden. Im Bereich konstanter und hoher Stromverstärkung kann man setzen

$$\beta = \beta_0, 1 + \beta \approx \beta_0 \text{ und } R_e \text{ (komplex)} \approx R_e \text{ (reell)},$$

wobei R_e (reell) = $R_{bb} + \beta_0 \cdot R_d$ ist. Da $R_d = \frac{U_T}{I_E}$ gilt, kann man auch schreiben

$$R_e = R_{bb} + \beta_0 \cdot \frac{U_T}{I_E}$$

$U_T = \frac{k \cdot T}{q}$ ist bei einer absoluten Temperatur von 300 K (27 °C) ≈ 26 mV. Setzt man I_E in mA ein, so ergibt sich R_d in Ohm.

Es ist jedoch erforderlich, wenigstens bei der oberen Grenzfrequenz des Übertragungsbereichs mit komplexen Größen zu rechnen, um zum Beispiel festzustellen, wie weit die Umlaufverstärkung schon abgefallen ist.

9. Rechenbeispiel für einen Breitbandverstärker

9.1. Forderungen

Vor der Festlegung der Schaltung und ihrer Dimensionierung müssen die Forderungen an den Verstärker genau bekannt sein. Für den hier behandelten Verstärker wird gefordert

Übertragungsbereich:	60...4700 kHz (TF-Bereich),
Scheinwiderstände:	75 Ohm,
Reflexionsdämpfung:	$a_r \geq 20$ dB,
Verstärkung:	26 dB $\pm$ 0,5 dB,
zulässiger frequenzabhängiger Fehler:	$\pm 0,2$ dB,
Aussteuergrenze:	$\geq +21$ dBm (≈ 125 mW),

Oberwellenklirrdämpfung bei Grundwellenpegel 0 dBm:

$$\begin{aligned} a_{k2} &\geq 80...70 \text{ dB} \\ a_{k3} &\geq 95...90 \text{ dB} \end{aligned} \quad \begin{aligned} &\text{linear fallend für die Klirrfrequenzen } 120...4000 \text{ kHz,} \\ &\leq 6 \text{ dB bei } 4000 \text{ kHz,} \\ &\leq 8 \text{ dB bei } 60 \text{ kHz.} \end{aligned}$$

Rauschzahl:

$$\leq 6 \text{ dB bei } 4000 \text{ kHz,}$$

$$\leq 8 \text{ dB bei } 60 \text{ kHz.}$$

Verstärkung und Aussteuergrenze sind verhältnismäßig niedrig. Man muß diese Werte jedoch in Verbindung mit den Linearitätsforderungen sehen.

9.2. Wahl der Schaltung

Auf Grund der Forderungen ist die Schaltung zu wählen. Man erkennt dabei sofort, daß die Rauschforderung zur Überträgerbrücke am Eingang und die Forderung nach Leistungersparnis zur Überträgerbrücke am Ausgang führt. Die nächste Frage ist: Ist ein zwei- oder ein dreistufiger Verstärker notwendig?

9.3. Erforderliche Klirrverbesserung

Wie viele Verstärkerstufen notwendig sind, hängt von der geforderten inneren Verstärkung ab. Die Gleichung

$$v' = \frac{v}{1 + k \cdot v}$$

kann auch geschrieben werden

$$20 \cdot \lg |v| = 20 \cdot \lg |v'| + 20 \cdot \lg |1 + k \cdot v|,$$

$20 \cdot \lg |v'|$ ist gefordert mit 26 dB. Wie groß ist jedoch die notwendige Klirrverbesserung? Um diese Frage zu beantworten, muß zunächst überlegt werden, wie groß das Eigenklirren der Transistoren ist. Dieser Wert ist für alle Transistoren ähnlich, und zwar beträgt er sowohl für a_{k2} als auch für a_{k3} an der Aussteuergrenze etwa 30 dB. Da mit regulärem Verlauf von a_{k2} und a_{k3} gerechnet werden darf, sind die Eigenklirrwerte bei 0 dBm Grundwellenpegel, sofern die Aussteuergrenze bei +21 dBm liegt,

$$\begin{aligned} a_{k20'} &= 30 \text{ dB} + 21 \text{ dB} = 51 \text{ dB,} \\ a_{k30'} &= 30 \text{ dB} + 42 \text{ dB} = 72 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Um $a_{k2} = 80$ dB zu erreichen, sind noch rund 30 dB Klirrverbesserung notwendig. Mit 30 dB Klirrverbesserung wird a_{k3} rund 100 dB, so daß die Forderung $a_{k3} \geq 90...95$ dB gut erfüllt ist. Benötigt werden zwei Verstärkerstufen, da 26 dB + 30 dB = 56 dB mit einem zweistufigen Verstärker mit Überträgerbrücken gut realisiert werden können.

9.4. Wahl der Transistoren und Übertrager

Damit ist die Schaltung ermittelt, nämlich ein zweistufiger Verstärker mit Strom-Spannungs-Serien-Parallelgegenkopplung. Bild 32 (s. Heft 10/1973, S. 364) zeigte bereits die Prinzipschaltung und die Größen aus den charakteristischen Gleichungen. Nun kann die Dimensionierung der Schaltung durchgeführt werden.

Vorstufentransistor und Endstufentransistor werden nach der oberen Grenzfrequenz, der geforderten Rauschzahl und der Aussteuerung ausgewählt. Dabei gilt folgende Faustregel: Die Transistorenfrequenz f_T der Transistoren sollte etwa 100mal größer als die obere Grenzfrequenz des Übertragungsbereiches sein, damit die Stabilitätsbedingung erfüllt werden kann und die Umlaufverstärkung an der oberen Grenzfrequenz des Übertragungsbereiches nicht zu stark abfällt. Bei der Wahl der Schaltung und der Bauelemente spielt selbstverständlich die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle. Im allgemeinen gilt: Je höher die Transistorenfrequenz eines Transistors ist, um so höher ist auch sein Preis.

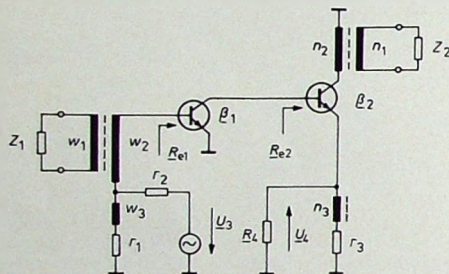
Die Übertrager werden mit Schalenkernen „S 22 x 13“ realisiert. Die Wahl der Übertrager hängt erstens von der geforderten Reflexionsdämpfung

$$\alpha_r \geq 20 \cdot \lg \frac{1}{\rho} \quad \text{ab, wobei} \quad \rho = \left| \frac{Z - W}{Z + W} \right|,$$

Z der Abschlußwiderstand am Eingang und Ausgang und W der Eingangs- beziehungsweise Ausgangswiderstand des Verstärkers ist. Die Windungszahlen w_1 und n_1 ergeben sich aus

$$\omega_1 \cdot L \geq Z \cdot \sqrt{\frac{1 - \rho^2}{2 \cdot \rho}},$$

wobei $\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot f_u$, f_u die tiefste Übertragungsfrequenz und $L = w_1^2 \cdot A_{L1}$ beziehungsweise $n_1^2 \cdot A_{L2}$ ist (A_L = Induktivitätskonstante). Zweitens ist die Wahl bestimmt durch die Forderung für die Klirrdämpfung a_{k3} des Gesamtverstärkers. Die Werte des Übertragers sollen deutlich besser sein.



$$R_4 = r_2 + \frac{R_{e1}(1 + b_1) + \left(\frac{a_1}{\bar{u}_1}\right)^2 \cdot Z_1}{1 + \frac{1}{b_1} + \frac{\bar{u}_1^2}{b_1} \cdot \frac{R_{e1}}{Z_1}}$$

$$\frac{U_4}{U_3} = k \cdot v = \frac{k \cdot v_0}{R \cdot G + k \cdot d_0}$$

$$k \cdot v = \frac{4 \cdot \beta_1 (1 + \beta_2)}{\frac{R_{e1}}{r_3} (1 + b_1) + \frac{a_1^2}{b_1} \cdot \frac{r_1}{r_3} + \left(\frac{R_{e1}}{r_1} + 1 + \frac{1}{b_1}\right) \cdot \left(\frac{r_2}{r_3} + 1 + b_2\right)}$$

Bild 33. Umlaufverstärkung beim zweistufigen Verstärker mit Strom-Spannungs-Serien-Parallelgegenkopplung

Für die Windungszahl am Eingang läßt sich $w_1 = 16$ und für die am Ausgang $n_1 = 32$ errechnen. Am Ausgang ist wegen des hohen Kollektorstroms ein Kern mit Luftspalt notwendig. Eine hohe Streuresonanzfrequenz wird durch Parallelschaltung und Dreikammerwicklung erreicht.

9.5. Dimensionierung der Eingangsstufe

Zur Aussteuerung der Endstufe ist in der Vorstufe ein Emittorstrom von 3 mA notwendig. Durch Messung ergibt sich für den verwendeten Vorstufentransistor ein günstiger Generatorwiderstand zwischen 400 und 600 Ohm, wobei die Rauschzahl im Mittel bei 4 dB liegt.

Wählt man nun $c = 1$ und $a_1 = 0,9$, so ergeben sich bei $R_G = 500$ Ohm die Werte $\bar{u}_1 = 0,39$, $r_1 = 50$ Ohm, $r_2 = 145$ Ohm, $\kappa = 1,11$ und $10 \cdot \lg \kappa = 0,5$ dB. Realisiert wird $a_1 = 0,9$ und $\bar{u}_1 = 0,4$, was zu $r_1 = 47$ Ohm führt. Die Forderung für v macht es notwendig, $r_2 = 42$ Ohm zu wählen. Das hat auf κ

jedoch keinen Einfluß; lediglich F_T wird etwas verschlechtert, da $R_G = 422$ Ohm jetzt dicht am Rand des Optimums liegt.

9.6. Dimensionierung der Ausgangsstufe

Bei der Auslegung der Ausgangsstufe ist zu beachten, daß der Ausgangstransistor sowohl die geforderte Wechselleistung von 125 mW als auch die Leistung aufbringen muß, die im Gegenkopplungsnetzwerk verbraucht wird. Damit letztere sowie auch die Steuerspannung des Transistors klein werden, muß auch r_3 klein werden. Aus der Anpassungsbedingung $r_3 = \frac{b_1}{\bar{u}_1^2} \cdot Z_2$ ergibt sich, daß b_2 möglichst klein und $\bar{u}_2$ möglichst groß zu wählen ist b_2 wird gleich $\frac{1}{11}$ und $\bar{u}_2$ gleich $\frac{8}{11}$ gewählt, wodurch sich $r_3 = 12,9$ Ohm ergibt.

Damit sind eigentlich alle Größen festgelegt, und für die Optimierung von $k \cdot v$ ist kein Freiheitsgrad mehr vorhanden. Welche Werte ergeben sich unter diesen Umständen für die Umlaufverstärkung?

9.7. Dimensionierung des Gesamtverstärkers

Zunächst ist nun die Umlaufverstärkung zu ermitteln. Bild 33 zeigt ihre Messung und Berechnung. Die Messung erfolgt so, daß man die Gegenkopplungsschleife an einer zweckmäßigen Stelle auftrennt und eine Schleifenmessung durchführt. Der Ausgang der Schleife muß mit dem Widerstand abgeschlossen werden, den man in den Eingang der Schleife „hineinsieht“. Im vorliegenden Fall ist das der komplexe Widerstand R_4 . Für genaue Messungen müßte der komplexe Eingangswiderstand R_{e1} des Transistors nachgebildet werden. Es zeigt sich jedoch, daß bei günstiger Trennstelle – der rein ohmsche Widerstand r_2 wirkt linearisierend – R_4 auch als reeller Widerstand ausgeführt werden kann, ohne daß der Meßfehler zu groß wird. Die Umlaufverstärkung $k \cdot v$ ist dann

$$k \cdot v = \frac{U_1}{U_3}$$

Für die Rechnung werden die ermittelten Größen k , v_0 , R , G und d_0 in die Gleichung für $k \cdot v$ eingesetzt, was zu der unteren Gleichung im Bild 33 führt. Man erkennt, daß β_1 und β_2 möglichst groß und R_{e1} möglichst klein gewählt werden sollte. Letzteres heißt, der Emittorstrom im Vorstufentransistor sollte möglichst hoch sein. Da das aber im Gegensatz zu einer kleinen Rauschzahl des Transistors steht, muß ein Kompromiß geschlossen werden. Ähnlich verhält es sich bei den meisten Größen dieser Gleichung.

Die Auslegung der Eingangs- und Ausgangsstufe darf nur beim ersten Entwurf unabhängig vom Gesamtverstärker erfolgen. Zum Schluß müssen oft nochmals Korrekturen vorgenommen werden, damit sich bei geforderter Verstärkung sowohl für die Rauschzahl als auch für die Umlaufverstärkung günstige Werte ergeben. Beim vorliegenden

Verstärker zeigt es sich jedoch, daß eine solche Korrektur nicht notwendig ist. Mit den ermittelten Größen ergeben sich nämlich rechnerisch für die Umlaufverstärkung bei tiefen Frequenzen rund 44 dB, bei hohen Frequenzen rund 39 dB. Das sind Werte, die sicherlich etwas zu hoch liegen, weil der Kollektorwiderstand der Vorstufe vernachlässigt wird, die aber für die Berechnung der Klirverbesserung und Verstärkerkonstanz genügend genau sind.

Es war von vornherein klar, daß aus Stabilitätsgründen der Abfall der Umlaufverstärkung bei der oberen Grenzfrequenz mehr als die berechneten 5 dB betragen würde. Aus diesem Grunde wurde zwischen Vorstufe und Endstufe eine Kollektorstufe eingeschaltet, um eine möglichst große Oberflächenklirrdämpfung a_{k2} bei hohen Frequenzen zu erhalten. (In diesem Zusammenhang sei an die günstigeren a_{k2} -Werte des Endstufentransistors bei niederohmiger Ansteuerung erinnert.) Das Einfügen der Kollektorstufe ändert an den bisherigen Überlegungen nichts, da durch sie der Wert der inneren Verstärkung praktisch nicht verändert wird.

9.8. Rechengrößen

Für die Größen der charakteristischen Gleichungen (s. Bild 32) ergeben sich für den Bereich tiefer Frequenzen folgende Werte:

$$k = \frac{1}{20,45} \quad 20 \cdot \lg \frac{1}{|k|} = 26,2 \text{ dB}$$

$$v_0 = 10^4$$

$$d_0 = -4,7 \cdot 10^{-2}, \text{ wobei } R'' = 50 \text{ Ohm}$$

$$R = 297 \text{ Ohm, wobei } R' = 574 \text{ Ohm}$$

$$G = 0,99 \cdot 10^{-2} \text{ S}$$

$$k \cdot v = 166 \quad 20 \cdot \lg |1 + k \cdot v| = 44,4 \text{ dB}$$

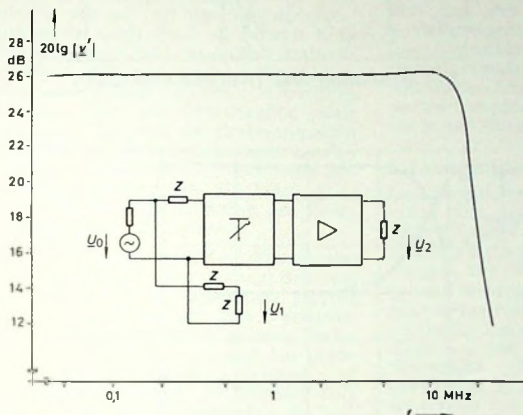


Bild 34. Verstärkung des Breitbandverstärkers

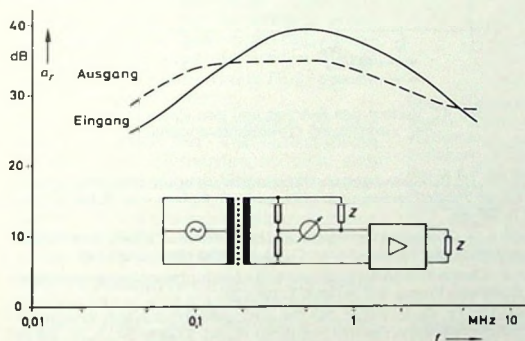


Bild 35. Reflexionsdämpfung des Breitbandverstärkers

Dieser Wert für die Umlaufverstärkung gilt, wie erwähnt, für tiefe Frequenzen und deckt sich selbstverständlich mit dem aus der unteren Gleichung im Bild 33 direkt ermittelten Ergebnis. Wie groß der Fehler ist, der durch die Näherung $v \approx \frac{1}{k}$ entsteht, geht aus der Korrekturgröße für k hervor

$$\frac{R \cdot G}{v_0 + d_0} = 0,3 \text{ ‰; bezogen auf } k \text{ sind es } 0,6 \text{ ‰.}$$

9.9. Meßwerte

In den Bildern 34 bis 38 sind die an diesem Verstärker gemessenen Werte dargestellt. Wie Bild 34 zeigt, ist die Verstärkung $20 \cdot \lg |v'|$ sehr genau 26 dB. Der Verstärker hat eine Bandbreite von 60 kHz bis über 10 MHz, wobei aber bei 10 MHz mit geringen Überhöhungen in Abhängigkeit von der Toleranz der Transistoren usw. gerechnet werden muß. Diese Änderungen liegen jedoch weit außerhalb des geforderten Bandes und haben daher keinen Einfluß auf die Qualität des Verstärkers.

Auch die Forderung bezüglich der Reflexionsdämpfung ist gut erfüllt (Bild 35); die gemessenen Werte liegen merklich über 20 dB. Die geringen Unterschiede zwischen Eingang und Ausgang sind durch die unterschiedlichen Windungs-

zahlen beziehungsweise durch Luftspalt und Gleichstromvormagnetisierung zu erklären.

Die Umlaufverstärkung (Bild 36) zeigt bei tiefen Frequenzen die erwarteten Werte, bei hohen Frequenzen fällt sie jedoch stark ab. Das ist bei Breitbandverstärkern mit hohen Grenzfrequenzen nicht zu vermeiden. Bedingt durch den Abfall der Stromverstärkung der Transistoren, den Abfall der Übertrager sowie durch den Einfluß schädlicher Induktivitäten und Kapazitäten, hat die Umlaufverstärkung bei etwa 18 MHz den Betrag 1. Die Phasensicherheit beträgt dabei 45°. Da bei Netzwerken minimaler Phase ein Zusammenhang zwischen Betrag und Phase besteht, darf der Abfall des Betrages 12 dB/Oktave über einen größeren Bereich nie überschreiten, weil sonst die Phasendrehung gegenüber der idealen Gegenkopplung 180° betragen würde, das heißt, der Verstärker pfeifen würde. Der Abfall muß deshalb möglichst flach verlaufen, teilweise auf Kosten der Umlaufverstärkung bei der oberen Grenzfrequenz. Bessere Werte wären nur durch Verschieben der ganzen Kurve zu höheren Frequenzen hin zu erreichen. Das würde aber Transistoren mit höherer Grenzfrequenz, aufwendigere Übertrager und eventuell einen komplizierteren Schaltungsaufbau, insgesamt also einen erheblich kostspieligeren Verstärker erfordern. Ein Kriterium, ob die Umlaufverstärkung ausreicht, sind unter anderem die erreichten Klirrdämpfungsgrade.

Wie die gemessenen Oberwellenklirrdämpfungen zeigen (Bild 37), sind die Forderungen trotz des Abfalls der Umlaufverstärkung gut erfüllt. Der Einfluß der Übertrager auf a_{k3} ist bei tieferen Frequenzen nicht ganz zu vermeiden; allerdings liegen die Werte immer noch gut über den Forderungen.

Auch die gemessene Rauschzahl (Bild 38) hat den erwarteten Verlauf. Sie liegt im Mittel knapp unter 5 dB. Allerdings muß mit Streuungen, die bis zu 1 dB höher liegen, gerechnet werden.

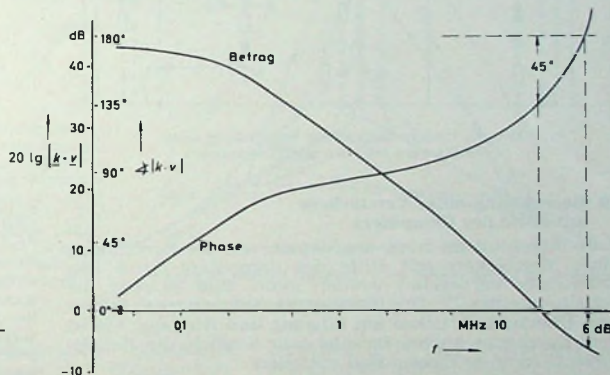


Bild 36. Umlaufverstärkung des Breitbandverstärkers

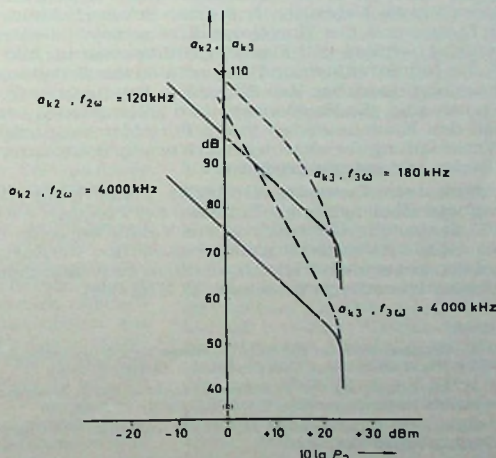


Bild 37. Oberwellenklirrdämpfung des Breitbandverstärkers

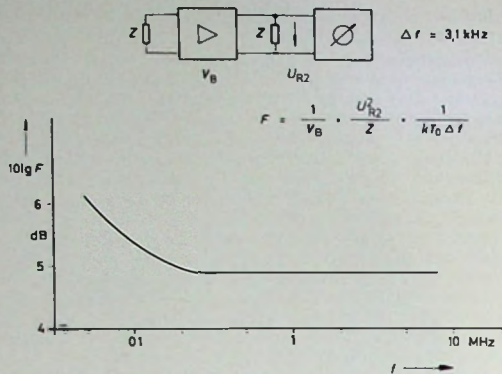


Bild 38. Rauschzahl des Breitbandverstärkers

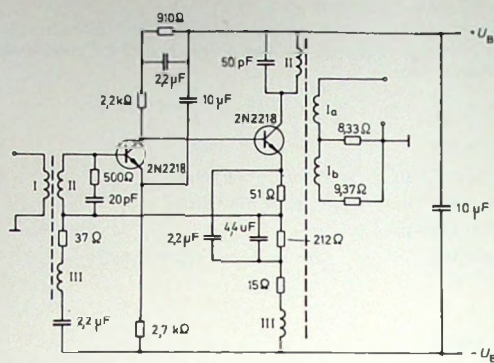


Bild 39. Schaltung eines TF-Breitbandverstärkers

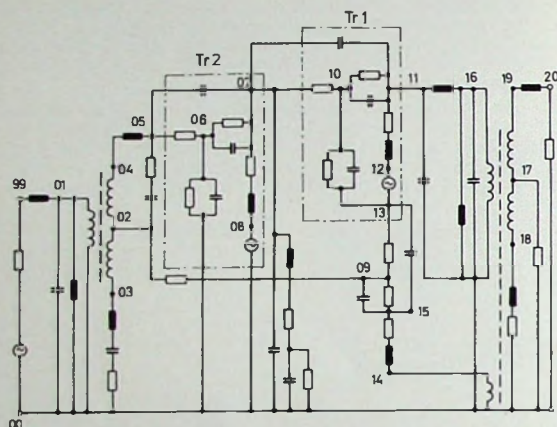


Bild 40. Ersatzschaltbild zur Berechnung eines Verstärkers mit Hilfe des Computers

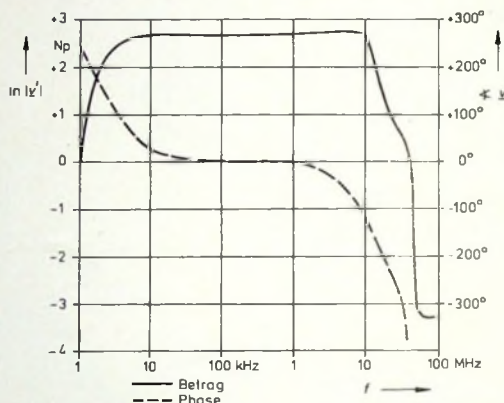


Bild 41. Verlauf des Betrags und des Phasenwinkels der Verstärkung (Breitbandverstärker)

10. Berechnung eines Verstärkers mit Hilfe des Computers

Zum Abschluß sei noch angedeutet, wie die Berechnung eines Verstärkers mit Hilfe des Computers durch den Entwickler vorbereitet werden kann. Bild 39 zeigt die Schaltung eines TF-Breitbandverstärkers mit zwei Stufen und Übertragerbrücken am Eingang und Ausgang. Sie ist dem durchgerechneten Beispiel sehr ähnlich; die Kollektorstufe kann in diesem Fall entfallen.

Zur Berechnung mit Hilfe des Computers muß die Schaltung im Bild 39 in ein Ersatzschaltbild umgezeichnet werden (Bild 40). Neben den Transistor-Ersatzschaltbildern nach Zawels und den Übertrager-Ersatzschaltbildern mit Streuinduktivitäten und Eigenkapazitäten sind im Bild 40 auch die Induktivitäten und Kapazitäten des Schaltungsaufbaus berücksichtigt. Zur Eingabe in den Rechner ist es nun notwendig, die Bauelemente und gesteuerten Quellen gemäß den Knotenpunkten in ein Formular einzutragen. Die Verknüpfung der verschiedenen Knotenpunkte ist durch das Rechnerprogramm gegeben.

Die dann vom Computer ermittelte Verstärkung nach Betrag und Phasengang als Funktion der Frequenz ist im Bild 41 dargestellt. Der beschriebene Verstärker sollte für 2,7 Np $\approx$ 23,5 dB Verstärkung ausgelegt werden. Die Kurven zeigen den erwarteten Verlauf, vor allem auch hinsichtlich der oberen Grenzfrequenz, die bei 10 MHz liegt.

Schrifttum

- Benz, W.: Ersatzschaltbilder für den als linearer Verstärker betriebenen Transistor. Nachrichtentechn. Fachberichte Bd. 18 (1960) S. 49-64
- Rupp, H.: Die Ermittlung von Transistorersatzdaten durch Analyse des Zeitverhaltens. Nachrichtentechn. Z. Bd. 18 (1965) Nr. 10, S. 598-607
- Feldtkeller, R.: Einführung in die Theorie der Spulen und Übertrager. 4. Aufl., Stuttgart 1963, Hirzel
- Nielsen, E. G.: Behaviour of noise figure in junction transistors. Proc. IRE Bd. 45 (1957) Nr. 7, S. 957-963

Spindler, K.: Berechnungen und Messungen zur optimalen Dimensionierung rauscharmer Transistorverstärker. Nachrichtentechn. Z. Bd. 12 (1959) Nr. 5, S. 250-256

Hönicke, H.: Dimensionsfragen beim Entwurf klirrarmer Transistorverstärker. Nachrichtentechn. Z. Bd. 19 (1966) Nr. 5, S. 287-299

Azar, Y.: Choice of collector load resistance for minimum harmonic distortion. Electronic Engng. Bd. 34 (1962) S. 108-110

Meyer-Brötz, G., u. Felle, K.: Die Dimensionierung von Transistor-Breitbandverstärkern. Nachrichtentechn. Z. Bd. 9 (1956) Nr. 11, S. 498-503

Hauri, E. R.: Transistorverstärker mit Gegenkopplung. Techn. Mitt. PTT Bd. 38 (1960) Nr. 6, S. 185-200, u. Nr. 7, S. 228-236

Fischer, A. I.: Transistor-Breitbandverstärker. Nachrichtentechn. Bd. 10 (1960) Nr. 2, S. 83-87

Jeschko, A.: Transistorverstärker für die Trägerfrequenztelefonie. Hasler Mitt. (1961) Nr. 1, S. 4-16

Braun, E.: Breitband-Transistorverstärker für Trägerfrequenzsysteme. Frequenz Bd. 17 (1963) Nr. 8, S. 295-301

● Bode, H. W.: Network analysis and feedback amplifier design. New York 1945, Van Nostrand

● Bartels, H.: Die Grundlagen der Verstärkertechnik. 4. Aufl., Stuttgart 1954, Hirzel

Einbruch-Alarmanlage mit integriertem Doppler-Radar

Die Mullard-Forschungslaboratorien in Salfords/England (zur Philips-Forschungsgruppe gehörend) haben ein Doppler-Radar-Modul für Einbruch-Alarmanlagen in Streifenleiter-Dünnschichttechnik entwickelt. Es ersetzt die sonst üblicherweise in Mikrowellen-Einbruch-Alarmanlagen verwendeten diskreten Mikrowellen-Bauelemente.

Das System enthält einen Gunn-Oszillator, einen Schottky-Detektor und einen Zirkulator, der die Sende- und Empfangssignale trennt und über die Auskopplung dem Detektor die Oszillatorspannung zuführt. Diese Teile sind zusammen mit den Tiefpaßfiltern für die Stromversorgung in Dünnschichttechnik auf einem nur etwa 1 cm² großen Ferritsubstrat untergebracht. Der Gunn-Oszillator ist diodenabgestimmt, und zur Stabilisierung der Schaltung ist an den Oszillator eine abgestimmte Leitung gekoppelt. Das Modul liefert eine Leistung von 5 bis 7 mW, so daß sich bei 20 dB Antennengewinn Reichweiten von 20 bis 30 m ergeben.

Über die Zukunft der elektronischen Bildwiedergabetechnik

1. Einleitung

Die Technik der elektronischen Bildwiedergabe, das heißt die Umwandlung elektrischer Signale in die bildhafte Darstellung von Vorgängen, Gegenständen und Zeichen, erweckte noch vor wenigen Jahren den Eindruck, als sei mit der Farbfernsehbildröhre nach etwa 40 Jahren Entwicklungszeit ein Abschluß erreicht worden, der nur noch geringfügige Verbesserungen zuläßt. Allerdings werden für die Wiedergabe sehr schneller Zeichen im professionellen Bereich derzeit Entwicklungen betrieben, die hauptsächlich durch neue Beschirmungstechniken die volle Ausnutzung der Möglichkeiten des Elektronenstrahls anstreben.

Für die ausschließliche Wiedergabe eines begrenzten Vorrats von Zeichen, wie Ziffern und Buchstaben, gibt es schon seit geraumer Zeit Versuche, die Nixie-Röhre durch andere Techniken zu ersetzen. Nun sind für beide Arten der Darstellung – Zeichen und bildhafte Vorgänge – in jüngster Zeit Techniken bekanntgeworden, die außer dem Erfindungsreichtum der beteiligten Wissenschaftler und Ingenieure auch das Bestreben einer Reihe von Industriezweigen dokumentieren, in den expandierenden Markt der Bildwiedergabe- oder Displayeinheiten einzudringen.

Die nachfolgenden Angaben zu den teilweise noch im Versuchsstadium befindlichen Elementen stützen sich nicht nur auf eigene Untersuchungen, sondern auch auf Arbeiten des britischen ITT-Forschungslaboratoriums *Standard Telecommunication Laboratories (STL)* in Harlow/Essex.

Alle Techniken beruhen auf der Sichtbarmachung einer Auswahl vorgefertigter Punkte oder Segmente innerhalb eines flächenhaft angeordneten Punkt- oder Segmentrasters. Für diese Auswahl muß man über die Bildfläche verteilte Elektroden mit geeigneten elektrischen Signalen ansteuern. Diese Art der Ansteuerung bedeutet eine Abkehr von der bei Elektronenstrahlröhren üblichen Praxis, die Sichtbarkeit des jeweiligen Bildpunktes durch eine analoge Signalgroße (beispielsweise als Spannungsdifferenz zwischen Katode und Wehneltzylinder) bestimmen zu lassen. Dagegen bedienen sich die neuen Bildtechniken ausschließlich der digitalen Signaltechnik.

Die Anwendbarkeit der verschiedenen Techniken hängt im wesentlichen von den Kenndaten des einzelnen Bild-

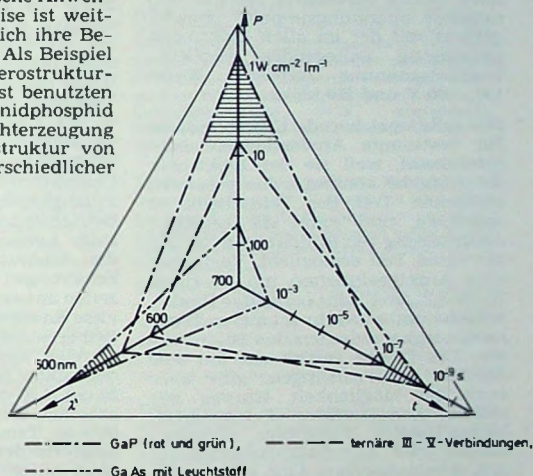
punkts ab: selbstleuchtend oder kontrastreich durch Fremdbeleuchtung, Abmessungen und Abstand zum Nachbarpunkt, Farbe und Leuchtdichte, Dauer des Ein- und Ausschaltvorgangs, Leistungsverbrauch, Temperaturbereich und Spannungsverträglichkeit mit der Schaltungsumgebung, Speichereigenschaften. Weitere wichtige Kenndaten für die Anwendung sind maximale Bildfläche, erreichbare Anzahl von Graustufen, Möglichkeiten der Farbwiedergabe, Lebensdauer und Preis der Anordnung.

2. Lichtemittierende Dioden

Lichtemittierende Dioden (LED) benutzt eine ganze Reihe von bereits eingeführten Anzeigeeinheiten hauptsächlich für alphanumerische Anwendungen. Die Wirkungsweise ist weitgehend bekannt, so daß sich ihre Beschreibung hier erübrigt. Als Beispiel sei auf die sogenannte Heterostrukturdiode aus dem heute meist benutzten Werkstoff Galliumarsenidphosphid verwiesen, in der die Lichterzeugung innerhalb einer Schichtstruktur von etwa $10\ \mu\text{m}$ Dicke unterschiedlicher

größte Helligkeit. Die kürzesten Wellenlängen bis in den blauen Spektralbereich erhält man mit phosphorbeschichteten Galliumarsenid-Dioden. Dioden aus ternären III-V-Verbindungen, wie beispielsweise GaAsP, haben die kürzesten Schaltzeiten ($10^{-8} \dots 10^{-9}$ s). Unter normalen Betriebsbedingungen ist die Temperaturabhängigkeit der Kenndaten zufriedenstellend. Die Leistungsaufnahme liegt bei etwa $1\ \text{W}/\text{cm}^2$. Die Bildinformation muß extern gespeichert werden. Chip-Größe und Leistungsverbrauch begrenzen die maximale Anzeigefläche im allgemeinen auf wenige Zeichen. Der Preis je Zeichen wird 1975 bei schätzungsweise 2 DM liegen. An Lebensdauer sind

Bild 1. Vergleich von Leuchtdioden in den Eigenschaften Wellenlänge λ , elektrische Schaltzeit t und Eingangsleistung P zur Erzeugung von 1 Lumen Lichtstrom. Die schraffierten Flächen zeigen Gebiete, in denen eine Diodegruppe die beiden anderen Gruppen übertrifft



Phosphorkonzentration stattfindet. Das Licht, das je nach Phosphorkonzentration zwischen Rot und Grün liegen kann, tritt senkrecht aus; eine Linse aus Glas oder Kunststoff erhöht die Leuchtdichte wesentlich. Typische Abmessungen sind 0,2 mm Durchmesser und 0,4...0,55 mm Abstand zwischen benachbarten Punkten, weil die Integration dieser Dioden auf einem Chip möglich ist. Die Leuchtdichte erreicht bei optimaler Phosphorkonzentration den Wert normaler Leuchtstoffröhren. Eine andere Gruppe von Leuchtdioden besteht aus Galliumarsenid (GaAs), das im infraroten Wellenlängenbereich emittiert; deshalb benutzt man zum Sichtbarmachen der Strahlung eine Phosphorschicht auf oder in der Plastiklinse. Schließlich gibt es noch Leuchtdioden aus Galliumphosphid (GaP), das vorzugsweise im Roten emittiert, jedoch bei geeigneter Dotierung auch im Grünen emittieren kann.

Wie aus einem Leistungsvergleich (Bild 1) zwischen diesen Gruppen hervorgeht, erreichen rot- und grünleuchtende Galliumphosphid-Dioden die

zwischen 10 000 und 100 000 Betriebsstunden zu erwarten. Die Leuchtdioden werden über ein Punktraster (beispielsweise 5×7) oder ein Segmentraster zu Zeichen kombiniert; dabei lassen sich nur die ternären III-V-Halbleiter auf einem Chip integrieren. Bei GaP und GaAs ist es notwendig, Einzeldioden auf einem gemeinsamen Substrat aufzubauen und zu kontaktieren.

3. Plasma-Anzeigen

Neben Halbleiterelementen für Zeichenanzeigen sind neuartige Techniken in Entwicklung, die es wahrscheinlich ermöglichen werden, sowohl Ziffern und Buchstaben als auch großflächige bildhafte Darstellungen wiederzugeben. Als erste sei die Plasmatechnik erwähnt. Plasma-Anordnungen erzeugen ebenfalls selbstleuchtende Punkte in einem Punktraster und sind deshalb den LED's bis zu einem gewissen Grad ähnlich. Bei Plasma-Anzeigen lassen sich zwischen den Stirnseiten gasgefüllter Zellen mit bestimmten elektrischen Feldstärken Gasentladungen einleiten.

Dipl.-Phys. Theo Röttgers ist Technischer Manager für Technologieverfahren bei der Zentralen Entwicklungsleitung und Leiter der Vorentwicklung in der Unternehmensgruppe Bauelemente der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart.

Nach einem Vortrag auf der SEL-Pressiskonferenz am 28. April 1973 auf der Hannover-Messe

aufrechterhalten und wieder löschen. Baut man die Plasma-Einheit aus Glasscheiben auf und bringt man auf die Außenseiten der Zellen-Stirnwände transparente Elektrodenbahnen in X- und Y-Richtung, dann ist es möglich, jede Zelle durch Adressierung des richtigen Elektrodenpaares in einen leuchtenden Punkt zu verwandeln, dessen Farbe von der Natur des Gases abhängt. Bei Gleichspannungsbetrieb dieses Bildschirms muß die Adressierung zur Vermeidung von Flimmern auch bei stehendem Bild etwa 50mal in der Sekunde wiederholt werden; das ist bei der sogenannten selfscan-Anordnung mit vertretbarem elektronischem Aufwand möglich. Bei Wechselspannungsbetrieb mit einer Amplitude, deren Wert zwischen Zünd- und Löschspannung liegt, sorgt dagegen die sich an den inneren Stirnseiten aufbauende elektrostatische Ladung dafür, daß die Zelle nach jeder Halbwelle wieder zündet, das heißt, sie hat ein „Gedächtnis“ für ihren Betriebszustand. Gezündet und gelöscht wird hier nur über richtig adressierte positive und negative Spannungsimpulse phasengerecht mit der an allen Elektroden gleichzeitig anliegenden Betriebswechselspannung (typische Werte 100...200 V und 200 kHz).

Die selbstspeichernde Eigenschaft ist für bestimmte Anwendungen recht interessant, weil sie der Elektronik die Aufgabe abnimmt, den gesamten statischen Teil des Bildinhalts zu speichern, und somit die selektive Ansteuerung von Bildpunkten für den bewegten Teil ermöglicht. Verfügbar sind Anzeigeeinheiten mit maximal 21 cm × 21 cm Fläche bei 0,4 mm Punkt-Abstand und nur sehr schmalen Trennungsstegen zwischen den Bildpunkten. Die Fläche reicht aus, um 4000 Zeichen unterzubringen, gibt aber auch die Möglichkeit, Kurven mit relativ komplizierter Feinstruktur, beispielsweise Faksimile, Straßenkarten oder Konstruktionszeichnungen, wiederzugeben. Eine prinzipielle Begrenzung der Fläche existiert nicht, und die Prognosen für die kommenden Jahre lassen bereits den berühmten Bildschirm an der Wand erwarten, zumal nach letzten Berichten auch die Wiedergabe von Grautönen durch Intensitätssteuerung und die Farbwiedergabe durch „Tripelpunkte“ aus Zellen mit unterschiedlicher Gasfüllung durchaus möglich zu sein scheinen.

Plasma-Einheiten haben eine bei Tageslicht voll ausreichende, nur bei Sonneneinstrahlung geringfügige Abschirmung erfordernde Leuchtdichte. Der Temperaturbereich ist zufriedenstellend, dagegen noch nicht die Lebensdauer; bis zu 50 000 Betriebsstunden sind gelegentlich schon erreicht worden. Ein- und Ausschaltzeiten liegen im 20...50-µs-Bereich, woraus sich die Frequenz der Betriebsspannung ergibt. Über den Preis läßt sich noch nichts sagen. Derzeit wird in den USA eine solche Einheit mit Elektronik für rund 5000 \$ angeboten, bei 4000 Zeichen also zu einem Preis von 1...2 \$ je Zeichen mit deutlich fallender Tendenz für größere Einheiten.

4. Flüssigkristall-Anzeigen

Im Gegensatz zu selbstleuchtenden Anzeigeeinheiten wirken Flüssigkristall-Anzeigen nur im Fremdlicht als Kontrastkonturen. Sie erfreuen sich seit ein bis zwei Jahren starker Beachtung, obwohl Flüssigkristalle bereits seit 1888 bekannt sind. Bei Flüssigkristall-Anzeigen befindet sich eine normalerweise transparente Flüssigkeit zwischen zwei Glasplatten, die außen mit transparenten Elektroden entweder als Segmente oder als X-Y-Linien beschichtet sind. Sobald zwischen gegenüberliegenden Elektroden eine Spannung liegt, tritt eine starke Lichtstreuung auf, die sowohl in durchscheinendem als auch bei auffallendem Licht mit reflektierender Scheibe hinter dem Kristall als Kontrast in Form der Elektrodenflächen sichtbar wird. Da die Kristallflüssigkeit unter Einfluß des elektrischen Feldes auch die Polarisationssebene des einfallenden Lichts dreht, lassen sich mit entsprechenden Polarisationsfiltern auch Grautöne und mehrfarbige Darstellungen erzeugen. Eine dritte Variante macht die Anzeige dadurch selbstspeichernd, daß statt der Glaswände Keramikplatten benutzt werden, in denen elektrostatische, durch die Spannung induzierte Ladungen ein Abklingen des Feldes in der Flüssigkeit nach Abschalten der äußeren Spannung erheblich verlangsamen.

Charakteristische Kenndaten der Flüssigkristall-Anzeigen sind niedrige Betriebsspannungen (1...5 V) und geringe Leistungen (100 µW/cm²), was die Ansteuerung durch integrierte Schaltungen erleichtert. Die Schaltzeiten zwischen 10 und 100 ms sind für viele Anwendungen zufriedenstellend. Bisher wurden nur Einheiten für die Anzeige weniger Zeichen realisiert, doch sollen japanische Stellen an einer 50 cm × 50 cm großen Anzeigeeinheit arbeiten. Der mit -10...+70 °C angegebene Temperaturbereich läßt vor allem für den professionellen Bereich noch einige Wünsche offen; das gilt auch für die Lebensdauererwartung, obwohl man schon von 10 000 Betriebsstunden spricht. Für das Jahr 1975 erwartet man einen Preis von etwa 0,50 DM je Zeichen.

5. Ferroelektrische Anzeigen

Zu den jüngsten Entwicklungen gehören die Ferroelektrika, die von der Betriebsart her Ähnlichkeit mit den Flüssigkristallen haben, jedoch reine Festkörper sind und auch deren Eigenschaften haben. Ausgangsmaterial ist eine Scheibe aus transparenter ferroelektrischer Keramik mit ebenfalls Elektrodenbahnen in X-Y-Richtung. In der Keramik sind ferroelektrische Elementarbereiche (Domänen) ähnlich wie bei ferromagnetischen Materialien durch eine Polarisation des elektrischen – nicht magnetischen – Feldes ausgezeichnet. Die normalerweise statistisch verteilten Domänenrichtungen kann man durch ein äußeres Feld mehr oder weniger parallel stellen, wobei ihre Lage auch nach Abschalten der Spannung erhalten bleibt. Legen nun Elektroden ein Feld senkrecht zu dieser Vorzugsrichtung an, so werden die Domänen im Volu-

menbereich des elektrischen Feldes umgekippt; damit ist eine Änderung der optischen Eigenschaften verknüpft. Man beobachtet entweder eine starke Zunahme der Lichtstreuung oder eine Änderung der Polarisation. Grundsätzlich bieten sich demnach ähnliche Betriebsarten wie bei Flüssigkristallen an, doch sind hier die Bildpunkte im Gegensatz zu den Flüssigkristallen selbstspeichernd, und das sogar noch bei Wegfall der gesamten Vorsorgungsspannung.

Eine Variante läßt sich als Sandwich-Struktur aus Elektroden, Keramik und Photohalbleiter bilden. Der Photohalbleiter hält das durch die Spannung an den äußeren zusammenhängenden Elektroden gegebene Feld in der Keramik auf einem Wert etwas unterhalb der Schaltschwelle. Aktiviert ein Lichtstrahl den Photohalbleiter an einer Stelle, so liegt dort die Spannung direkt an der Keramik und löst den Schaltvorgang aus. Der Werkstoff läßt Punktgrößen von etwa 10 µm zu, also unterhalb der heute verfügbaren Auflösung der Ansteuertechnik. Die Schaltzeiten in der Größenordnung von Mikrosekunden eröffnen auch einige interessante Aspekte im Zusammenhang mit der Selbstspeicherung, beispielsweise als optischer Massenspeicher (etwa 10⁶ bit/cm²).

Angaben über weitere Betriebsdaten sind in diesem sehr frühen Stadium der Arbeiten noch nicht möglich, doch lassen sich durchaus schon einige Abschätzungen aus den Materialeigenschaften machen. Der Betriebstemperaturbereich wird den der Flüssigkristalle übertreffen. Die Betriebsspannungen liegen im 80-V-Bereich, allerdings nur für kurze Impulszeiten während des Schaltvorgangs, wodurch sich ein sehr geringer Leistungsverbrauch je Zeichen ergibt (etwa 100 µW/cm²). Die hohe Punktdichte erlaubt eine Projektion auf größere Flächen. Welche Größe die eigentliche Anzeigefläche haben kann, ist noch nicht abzusehen; sie hängt weitgehend von der technologischen Möglichkeit des Zusammenbaus einer Reihe von Keramikplättchen zu einer größeren Einheit ab. Da bereits 10⁹ Schaltspiele ohne Verschlechterung der optischen Eigenschaften erreicht worden sind, darf man eine ausreichende Lebensdauer erwarten. Mehrfarbigkeit ist – ähnlich wie bei Flüssigkristallen – durchaus möglich.

6. Schlußbetrachtung

Ein kritischer Vergleich zwischen den vier neuen Wiedergabetechniken ist sehr schwierig, weil viele Daten heute noch nicht bekannt sind. Noch schwieriger fällt es, die Erfolgchancen im kommerziellen Bereich abzuschätzen. Ein Trend zeichnet sich jedoch bereits ziemlich deutlich ab: Der zunehmende Bedarf an Systemen mit Bildwiedergabeeinheiten verschärft den Engpaß an verfügbarer Frequenzbandbreite auf den Übertragungswegen, so daß eine wirtschaftliche Selbstspeicherung, verbunden mit hoher Auflösung, gutem Kontrast und der Wiedergabe möglichst vieler Graustufen den Anforderungen der künftigen Gerätetechnik weitgehend entgegenkommt.

Agfa-Gevaert. Die 1973er Frühjahrsausgabe der „Magnetband-Illustrierten“ (Nr. 35) ist erschienen. Es wird wieder über die gesamte Palette der „Tonbandelei“ informiert. Ein Bericht befaßt sich eingehend mit den neuen Professional-Bändern „PEM 368“ und „PEM 268“. Der Bericht über den „Nationalen Wettbewerb der besten Tonbandaufnahmen und Videoaufzeichnungen“ gibt dem gestaltenden Tonbandpraktiker Anregungen und Tips. Kritisch werden die Rundfunkprogrammzeitschriften durchleuchtet, die dem Tonbandfan das planmäßige Mitschneiden von interessanten Sendungen erleichtern.

all-akustik. Die in Hannover-Herrenhausen ansässige Vertretung nimmt neuerdings in Niedersachsen und Westfalen die Interessen der Firma Klein + Hummel („Telewatt“) wahr.

Blaupunkt. Der 64seitige Gesamtsortiment-Katalog „Programm 73“ offeriert 5 Farbfernsehempfänger, 8 Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger, ein VCR-Gerät, 6 Heim-Rundfunkempfänger, 4 Hi-Fi-Receiver, 5 Hi-Fi-Lautsprecherboxen, 6 Reiseempfänger, 3 Radio-Recorder, 5 Cassetten-Recorder, 11 Autoradios, 3 Cassetten-Autoradios, 4 Auto-Cassetten-Recorder sowie Zubehör.

Electronic 2000. Die 1971 in München gegründete Vertriebsfirma mit Büros auch in Stuttgart und Erlangen brachte ihren ersten Elektronik-Bauteile Katalog als Übersicht über das geführte Sortiment heraus. In neun Gruppen werden Produkte der Firmen Asternetics & Associates Inc., Boss, Data Modul, Dospa, Efco, Fairchild, Hamlin und Sprague angeboten.

Hirschmann. Im Unternehmen wurde der neue Geschäftsbereich „Hirschmann Telecommunication“ (in Form einer neuen Firma, der Richard Hirschmann GmbH & Co.) eingerichtet. Er befaßt sich mit der Projektierung und dem Vertrieb von Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen einschließlich des Schulfernsehens.

Neu im Sortiment ist der koaxiale Winkelstecker „Koswi 1“ (in Ergänzung zum geraden Stecker „Kos 1“) für den Anschluß eines Antennenkabels an einen Fernsehempfänger.

Per 1. Mai 1973 haben sich im Bereich Fernseh-Gemeinschaftsantennen die Preise geändert; eine neue Preisliste, „P 2/3“, kam heraus.

ITT Schaub-Lorenz. „Autosuper-Service / Akustische Beispiele zur Diagnose von Störungen und Störquellen“ heißt eine Tonband-Cassette, die für Autosuper-Servicetechniker von der Firma herausgebracht wurde. Beim Abhö-

ren lernt man die Ursachen von Prassel-, Knack-, Rausch- und Zwitschgeräuschen kennen, die aus gestörten Autosperren kommen können. So gibt die Cassette Diagnosen der Störgeräusche von Zündung, Lichtmaschine, Regler, Unterbrecherkontakt, Scheibenwischer, Heizgebläse, Zeituhr, Blinker, Spannungskonstanthalter für Bimetall-Anzeigegeräte usw. Die Cassette kann gegen eine Schutzgebühr von 9,80 D-Mark unter der Bestellnummer 59 970 153 bei der Abteilung Service-Teile der Firma bestellt werden.

Kathrein. Die bisherigen Ausführungen der „F III“-Antennen wurden durch eine neue Typenreihe abgelöst. Das Ziel der Änderung war, eine Verringerung der Typenzahl zu erreichen. Das ist durch eine Veränderung der Kanalgruppen-Einteilung der einzelnen Typen gelungen. Statt bisher 18 verschiedenen Typen gibt es nun nur noch 13. Mechanisch und elektrisch ist zwischen den beiden Typenreihen kein Unterschied vorhanden.

Konstruktive Verbesserungen führten zu einer Verkleinerung der Verpackungsgröße der „Olympia“-Antennen für die verschiedenen Typen um ein bis zwei Drittel. Alle Typen sind vormontiert, und die elektrischen Daten wurden beibehalten.

Die Aktivitäten der Firma bei der Entwicklung von Gemeinschafts-Antennenanlagen und Anlagen für interne, kabelgebundene Informationsübermittlung stehen außerdem unter einem neuen Signet mit dem Text „Kathrein CA, Communications-Anlagen + Antennen-Technik“.

Heft 1/73 (Nr. 86) der Kundenzeitschrift „Haus + Antenne“ informiert unter anderem über das neue Geräteprogramm „Hauskommunikation“, das Tür- und Haussprechanlagen, darunter auch „Mach' es selbst“-Sprechanlagen, umfaßt. Den Spezialfirmen für Antenneninstallation wird geraten, die Haus-Kommunikations-Anlage gemeinsam mit der Antennen-Anlage anzubieten und zu installieren.

Mallory. Die Firma reduzierte den Preis für die Alkali-Batterie „Duracell Mn 1400“ um 25%. Nach dieser Senkung des Preises für den Typ in Babygröße entfällt praktisch die bisherige Preisbarriere zwischen Zink-Kohle-Zellen der höheren Preisklasse und der „Duracell Mn 1400“.

Matronic. Die Firma ist eine neue Vertriebsgesellschaft für elektronische Bauelemente in 74 Tübingen. Sie vertritt die Firmen *Condensateurs Fribourg* (im süddeutschen Raum), *Modulohm*, *PPC Electronic*, *Sprague* (im Postleitzugsgebiet 7) und *Mostek* (im Postleitzugsgebiet 7). Geschäftsführer der GmbH ist Ingenieur Peter Matthieu.

Michael & Co. Die Schallplattenvertriebsgesellschaft hat ein neues Großraumlager der Niederlassung München, Ingolstädter Straße 55, eröffnet.

Pan Electronic. Die Taufkirchener Firma (vgl. auch FUNK-TECHNIK Heft 6/73, S. 190) eröffnete eine Vertriebsniederlassung in Stuttgart. Anschrift: 7 Stuttgart 31, Glemsgastraße 13, Telefon (07 11) 88 12 21/22; Leiter wurde G. Lang.

Gleichzeitig mit der Eröffnung dieses Büros trat ein Distributor-Vertrag mit Schlumberger in Kraft; für Baden-Württemberg wurde die Distribution der Schlumberger-Potentiometer übernommen.

In der Zentrale übernahmen A. Bierbrauer die Vertriebsleitung für Bayern und W. Stahl das gesamte Finanz- und Rechnungswesen.

Philips. Neu im Radio-Recorder-Sortiment ist „RR 522“ (UKML, Tonbandteil, 1,5 W Ausgangsleistung, Bedienung durch 11 Drucktasten, Batterie- und Netzbetrieb, Nußbaumdekor). Der Hersteller offeriert das Gerät für „gehobene Ansprüche“ und hat damit in diesem Jahre 10 Radio-Recorder-Typen auf dem Markt.

Schlumberger. Die verzollten Preise der in Großbritannien und in den USA hergestellten und in Deutschland vertriebenen Meßgeräte sind aus währungstechnischen Gründen gesunken.

Schürmanns. Die Krefelder Großhandlung übernahm die Willi Jung KG, Mainz. Geschäftsführer des übernommenen Betriebes bleibt Willi Jung. – Die Willi Jung KG, Mannheim, mit Filialen in Kaiserslautern und Saarbrücken bleibt von dieser Übernahme unberührt.

Sony. Als Nachfolgetyp des Stereo-Tonbandgeräts „TC-640“ kam das Modell „TC-640 A“ heraus. Es hat „F + F“-Ferrit-Tonköpfe, die der Hersteller wie folgt charakterisiert: „glatter und härter – leiten magnetisch besser – leiten elektrisch schlechter“.

„SS-7200“ ist eine neue Lautsprecherbox mit „ULM“-Baß-Lautsprecher zum empfohlenen Preis von 498 DM. „ULM“ heißt Ultra-Linear-Magnet und ist eine neue Technik des Unternehmens, mit der nach eigenen Worten „geringere Verzerrungen im Tieftönenbereich, besonders bei hohen Belastungen,“ erreicht werden.

syma electronic. Die Düsseldorf Vertriebsfirma offeriert in ihrer „Information T 1/1973“ die 3-Motoren-Hi-Fi-Cassettenmaschine „TCD 300 Stereo“ von Tandberg. Es handelt sich um einen Hi-Fi-Stereo-Tisch-Cassetten-Recorder, der auch für Wandmontage geeignet ist (maximale Leistungsaufnahme 34 W, empfohlener Bruttopreis: 2000 DM einschließlich Mehrwertsteuer und Gema-Gebühr).

Teldec. „Frühlese 73“ heißt ein 16seitiges Tonträgerverzeichnis mit U-Musik. Es wird darin auch ausdrücklich für das Abspielen von Musi-Cassetten und 8-Spur-Cassetten sowie für die Telefonen-Phono-Heim-Stereo-Anlage „lifo-mat S“ geworben.

Eine neue Ausgabe des Verzeichnisses „Musikfreund / Schallplatten-Neuheiten Klassik“ liegt vor. Darin wird auf 12 Seiten E-Musik offeriert, eingangs eine Studioaufnahme des „Parsifal“ (Preis: 98 DM). Auch dieses Verzeichnis wirbt für den Telefonen „lifo-mat S“.

Transonic. Die Hamburger Generalvertretung für National in Deutschland versicherte dem Fachhandel in einer Aktion, daß der gebundene Preis des Farbfernsehportables „TC-42 EU“ (1598 DM) bestehen bleibt („Unser letztes Wort“).

Diebstahl. Die nachstehenden Geräte wurden als gestohlen gemeldet.

Von der Firma Wessel, Mainz:
Grundig-Cassetten-Recorder „C 3000“ (Nr. 07 493)

Von der Firma Hertie, Bonn-Bad Godesberg:
Grundig-Cassetten-Recorder „C 3000 Automatic“ (Nr. 84 398)

Beim Auftauchen des Gerätes sollte man die Polizei verständigen.

PRODUKTIONSZAHLEN				
Geräteart	Monat	Stück	Prod.-Wert	1000 DM
Farbgeräte				
	März 1972	120 892	172 127	
	März 1973	163 858	228 792	
Schwarz-Weiß-Geräte				
	März 1972	145 089*	57 827*	
	März 1973	141 161	52 548	
	März 1972	384 271*	59 929*	
	März 1973	408 384	59 965	
	März 1972	118 252	35 999	
	März 1973	116 863	36 794	
	März 1972	23 444	12 350*	
	März 1973	27 098	12 324	
Amtliche Zahlen „Produktions-Eilbericht“ des Statistischen Bundesamtes mit Zahlen vom Berichtsvorjahr zum Vergleich; *frühere amtliche Angaben amtlich korrigiert				

TEILNEHMERZAHLEN		
Gebührenpflichtige Hörfunk- und Fernseh-teilnehmer; Stand per 1. Mai 1973 (in Klammern: Änderung gegenüber Vormonat)		
	19 262 552	(+ 6278)
	17 238 582	(+ 4984)
Per 1. April waren 1 144 843 Hörfunk- und 1 011 948 Fernsehteilnehmer gebührenfrei		

Pulscodemodulation (PCM) – ein Verfahren zur Mehrfachausnutzung von Nachrichtenkanälen

Seit einigen Jahren findet ein neues Verfahren zur Mehrfachausnutzung von Nachrichtenverbindungen immer größere Verbreitung: die PCM-Technik. In den Vereinigten Staaten (mit mehr als 1 Million entsprechend ausgerüsteten Fernsprechanaläen) und in Japan wird dieses Verfahren bereits in großem Umfang, in England, Frankreich und Italien in steigendem Maße eingesetzt. Daß man diese Technik in der Bundesrepublik Deutschland erst jetzt im öffentlichen Fernsprekdienst einführt, liegt zu einem erheblichen Teil daran, daß hier schon früh und in großem Maßstab Trägerfrequenzverfahren benutzt wurden. Die Nachrichtenwege sind hier also schon recht gut ausgenutzt, und ihre Verknappung machte sich noch nicht so stark bemerkbar wie in den erwähnten Ländern.

Gegenüber anderen Verfahren zur Mehrfachausnutzung von Nachrichtenkanälen, zum Beispiel der Trägerfrequenztechnik (Frequency Division Multiplex: FDM) und dem Zeitmultiplex-Betrieb (Time Division Multiplex: TDM) mit Pulsamplitudenmodulation (PAM) oder Pulsphasenmodulation (PPM) bietet die Zeitmultiplex-Übertragung mit Pulscodemodulation (PCM) eine Reihe von wesentlichen Vorteilen – nicht allein für Fernspreverbindungen, sondern auch für Datenübertragungen. Selbst die Meßtechnik wird heute schon von der PCM-Technik beeinflusst.

Besonders ins Gewicht fällt die bei PCM-Übertragung mögliche Regenerierung der Signale und die sich daraus ergebende Unabhängigkeit des Signal-Geräusch-Abstandes von der Länge der Übertragungsstrecke. Sehr günstig ist auch die geringe Empfindlichkeit eines solchen Systems gegen Übersprechen. Für die PCM-Übertragung eignen sich bei entsprechenden Vorkehrungen selbst alte, elektrisch ungünstige Leitungen, die einen Betrieb in Trägerfrequenztechnik nicht mehr gestatten.

Da die Signalübertragung in Form binär kodierter Impulse erfolgt, lassen sich PCM-Geräte sehr gut mit Halbleitern und integrierten Schaltungen bestücken. Für die Datenübermittlung können darüber hinaus die sonst sende- und empfangsseitig erforderlichen Digital-Analog- beziehungsweise Analog-Digital-Wandler eingespart werden, und für die vollelektronische Vermittlung und Durchschaltung ist die Digitalübertragung geradezu ideal. Damit rückt der Aufbau sogenannter „vollintegrierter“ Nachrichtennetze, die unter Einsatz von Rechnern arbeiten, in greifbare Nähe.

Ein gar nicht so neuer Gedanke

Das Grundprinzip der zeitlichen Verschachtelung mehrerer Nachrichten in einer Weise, daß sie über eine einzige, gemeinsame Leitung übertragen werden können (also des

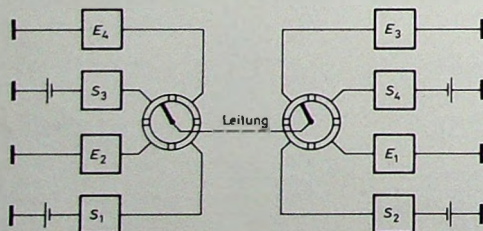


Bild 1. Prinzip der wechselseitigen Mehrfachtelegrafie

Zeitmultiplex-Verfahrens), wurde schon 1853 von dem Amerikaner M. B. Farmer vorgeschlagen. Aber erst der Franzose J. M. E. Baudot hatte 1878 mit einem nach diesen Gesichtspunkten aufgebauten Gerät einen echten Erfolg. Er konnte mit einer nach Bild 1 aufgebauten Einrichtung 4...6 Telegrafiesignale über eine einzige Leitung schicken. Sende- und empfangsseitig wurden dabei synchron umlaufende Schalter verwendet, die die zusammengehö-

renden Sender und Empfänger zum jeweils passenden Zeitpunkt zusammenschalteten.

1903 gelang es dann dem Amerikaner W. M. Miner, das Prinzip des Baudot-Telegrafen auch für die Mehrfachübertragung von Telefongesprächen auszunutzen. Bei einer Umschaltfrequenz der synchron umlaufenden Schalter von 4 kHz war die Sprachübertragung verständlich. Die Wiedergabequalität ließ sich allerdings damals nicht verbessern, weil dazu eine höhere Drehzahl der Schalter – heute würde man sagen: eine höhere Abtastfrequenz – erforderlich gewesen wäre; sie ließ sich mit den mechanischen Anordnungen der damaligen Zeit aber nicht verwirklichen.

Etwa 1936 von einer Entwicklungsgruppe bei ITT in Paris durchgeführte Untersuchungen hatten zum Ziel, für die damals aufkommende Richtfunktechnik neue Modulationsverfahren auszuarbeiten, die durch Rauschen und Nichtlinearitäten weniger stark beeinflusst werden. Ergebnisse dieser Arbeiten waren die Pulsamplituden- (PAM) und die Pulsphasenmodulation (PPM), die höhere Störsicherheit auf Kosten eines größeren Bandbreitebedarfs ergaben. Aber auch bei diesen Verfahren wächst der Einfluß des Rauschens, der Intermodulation und des Übersprechens mit der Länge der Übertragungsstrecke an.

In dieser Beziehung erhebliche Verbesserungen versprach erst die 1937/38 von A. H. Reeves in Frankreich vorgeschlagene Pulscodemodulation. Sein erstes Patent (1938) enthielt schon praktisch alle wichtigen Grundgedanken, die heute in der PCM-Technik verwirklicht sind.

Das Fehlen geeigneter schneller Schalter mit geringem Leistungsverbrauch war seinerzeit vielleicht einer der Gründe, weshalb die an sich älteren Zeitmultiplex-Verfahren zunächst mehr oder weniger in den Schatten der später aufkommenden Trägerfrequenztechnik gerieten; letztere eignete sich gut für die Verwendung der damals ausschließlich zur Verfügung stehenden Elektronenröhren. Erst der Transistor mit seinen sehr guten Schaltereigenschaften lieferte für die Entwicklung praktischer Pulsübertragungsverfahren die notwendigen Voraussetzungen, und heute lassen sich unter Verwendung integrierter Schaltungen selbst komplizierte Schaltungen mit verhältnismäßig einfachen Mitteln aufbauen.

1962 wurde von der American Telephone and Telegraph Company das „T1“-PCM-System für 24 Gesprächskanäle auf einer Leitung entwickelt. Ihm folgte in den USA das „T2“-System mit 96 Kanälen, und heute arbeitet man dort an einem „T5“-System für etwa 8000 Kanäle. Europäische Entwicklungen sind das zur Zeit in der Einführung befindliche Einheitssystem „PCM 30“ (CEPT-System, 30 Kanäle), das in Erprobung befindliche System „PCM 120“ (120 Kanäle) und ein weiteres CEPT-System für etwa 1700 Kanäle (CEPT: Conférence Européenne des Administrations des Postes et de Télécommunication). Die PCM-Technik breitet sich heute rasch aus und erreicht Zuwachsraten, die die der Trägerfrequenztechnik übertreffen.

Pulsamplitudenmodulation (PAM)

Will man bei einem Zeitmultiplex-System mehrere Signale zeitlich ineinander verschachteln, dann kann man nicht die vollständigen Signale übertragen, sondern muß auf der Senderseite jedem der Signale zeitlich begrenzte Proben entnehmen, die sich dann nacheinander übertragen lassen. Empfängerseitig müssen diese Proben die Möglichkeit bieten, das jeweilige Signal möglichst originalgetreu wiederherzustellen. Bild 2 veranschaulicht, wie dazu am Sender das ursprüngliche Analogsignal in gewissen Zeitabständen kurzzeitig abgetastet wird. Man erhält auf diese Weise eine Folge von Pulsen unterschiedlicher Amplitude, wobei die Pulsamplitude jedesmal dem Augenblickswert der analogen Eingangsspannung entspricht. Es handelt sich also um ein Ausgangssignal mit Pulsamplitudenmodulation (PAM).

Das Abtast-Theorem der Informationstheorie fordert, daß zur richtigen Wiedergabe eines Analogsignals die Wieder-

holfrequenz der Abtastpulse mindestens doppelt so hoch ist wie die höchste zu übertragende Frequenz. Für eine Fernsprechübertragung mit einer oberen Grenzfrequenz von etwa 4 kHz ist also eine Abtastfrequenz von 8 kHz erforderlich. Die im Bild 2 dargestellten Abtastpulse haben dann einen zeitlichen Abstand von $1/8000 \text{ s} = 125 \mu\text{s}$.

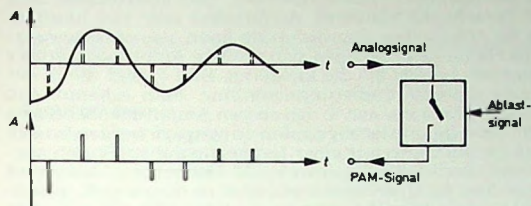


Bild 2 (oben) Abtastung eines Analogsignals zur Gewinnung eines PAM-Signals

Bild 3. Zeitliche Verschachtelung der PAM-Signale von drei Kanälen (der vierte Kanal ist der Übersichtlichkeit wegen nicht belegt) ▶

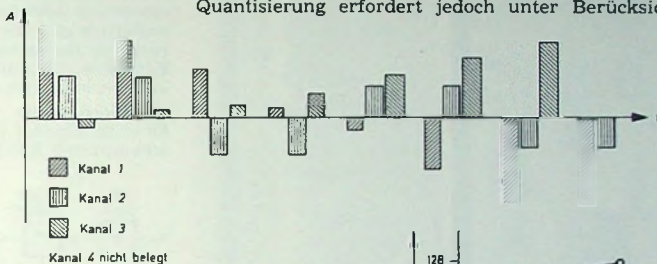
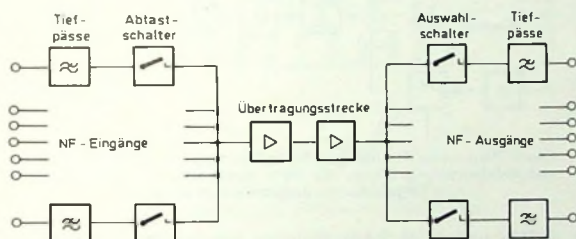


Bild 4 (unten). Prinzipieller Aufbau eines PAM-Übertragungssystems



Wie man im Bild 2 erkennt, nehmen die Pulse des pulsamplitudenmodulierten Signals jeweils nur eine sehr begrenzte Zeitdauer in Anspruch, und zwischen ihnen liegen verhältnismäßig große freie Zeitlücken. Bei einem Zeitmultiplex-Verfahren mit Pulsamplitudenmodulation kann man deshalb die Impulse der verschiedenen zu übertragenden Signale zeitlich so staffeln, daß sie sich gegenseitig nicht beeinflussen, sondern nur die sonst freien Lücken ausfüllen. Bild 3 veranschaulicht diese Verhältnisse, wie sie schon von W. M. Miner in seinem Patent von 1903 angegeben wurden, für die Übertragung von vier Kanälen; der Kanal 4 ist hier der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht belegt. Bild 4 zeigt, wie sich ein solches PAM-Zeit-

multiplex-System heute aufbauen läßt. Es hat aber noch den entscheidenden Nachteil, daß sich Störungen wie Rauschen und Übersprechen sowie der Amplituden- und der Phasengang des Übertragungssystems störend bemerkbar machen, und zwar um so stärker, je länger die Übertragungsstrecke ist.

Pulscodemodulation

Will man die Nachteile der PAM beseitigen, dann muß man Pulse konstanter Wiederholfrequenz, Amplitude und Dauer übertragen. Eine solche Möglichkeit ergibt sich, wenn die PAM-Pulse binär verschlüsselt werden, das heißt, wenn man ihren einzelnen Amplitudenwerten entsprechende Binärwörter zuordnet, die sich dann als digitale Information übertragen lassen. In diesem Sinne liegt es zunächst nahe, den erforderlichen Amplitudenbereich (bei Sprachübertragung etwa 40 dB) in gleiche Stufen zu unterteilen und diese dann binär zu verschlüsseln. Eine solche lineare Quantisierung erfordert jedoch unter Berücksichtigung

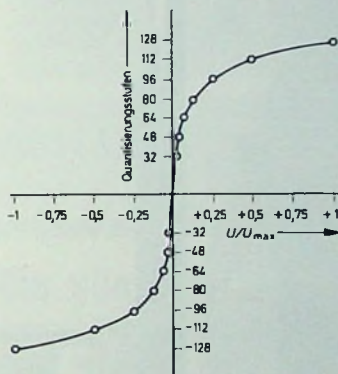


Bild 5. Nichtlineare Quantisierung (Kompression) zur Gewinnung von PCM-Signalen. Gegenüber einer linearen Quantisierung ergibt sich eine erhebliche Einsparung an Übertragungskapazität. Die Kompression muß auf der Empfängerseite durch eine entsprechende Expandierung wieder ausgeglichen werden

des notwendigen Störabstands etwa 4000 Amplitudenstufen, für deren Binärcodierung man je Abtastwert 12 bit benötigt ($2^{12} = 4096$). Das bedeutet eine erhebliche Übertragungskapazität.



Hier sind einige von vielen Hirschmann Lösungen für die Kontaktprobleme der Unterhaltungselektronik und Industrie



Hirschmann

Richard Hirschmann
Radiotechnisches Werk
7300 Esslingen/Neckar

mehr in Informationsdruckschriften, die Sie per Coupon erhalten.

Es hat sich nun aber herausgestellt, daß so viele Quantisierungsstufen nicht erforderlich sind. Einerseits verläuft nämlich die Empfindlichkeitskurve des Ohres etwa logarithmisch (Weber-Fechnersches Gesetz, das besagt, daß bei großer Schallamplitude eine bestimmte Amplitudenänderung erheblich schwächer wahrgenommen wird als bei kleinerer Schallamplitude), und andererseits sind bei Sprache die kleineren Amplituden sehr viel häufiger als die großen. Die Quantisierung kann also ohne wesentliche Nachteile so erfolgen, daß größere Amplituden größer unterteilt werden als die kleineren. Bild 5 zeigt die in der Praxis erprobte Codierungskennlinie. Man erkennt, daß durch die Kompression in den oberen Amplitudenbereichen sehr viele Quantisierungsstufen eingespart werden, so daß man für die Codierung einer Halbwellen mit 128 Stufen auskommt. Berücksichtigt man beide Halbwellen, dann sind insgesamt 256 Quantisierungsstufen zu übertragen, was je Abtastwert einem Binärsignal von 8 bit ($2^8 = 256 = 2 \cdot 128$) entspricht. Allerdings muß dann empfangsseitig bei der Decodierung eine der Kompression entsprechende Expandierung vorgenommen werden. Die ideale „Kompander“-Kennlinie, also die Übertragungskennlinie nach Durchlaufen von Kompression und Expandierung, ist eine Gerade. Im Bild 6 ist der Aufbau eines PCM-Systems dargestellt. Es unterscheidet sich vom PAM-System nach Bild 4 im wesentlichen durch die zusätzliche Einfügung der PAM/

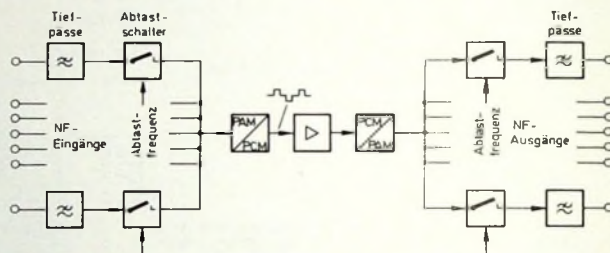


Bild 6. Prinzipieller Aufbau eines PCM-Übertragungssystems. Die Informationsübermittlung erfolgt mit Hilfe binär codierter Pulse gleicher Folgefrequenz, Amplitude und Dauer

PCM- und PCM/PAM-Wandler am Sender beziehungsweise Empfänger. Ausschlaggebend ist aber dabei, daß bei der PCM-Anlage die Leitung nur noch mit Impulsen gleicher Folgefrequenz, Amplitude und Dauer beaufschlagt wird, die das zu übertragende Signal in binär codierter Form enthalten.

Die Verarbeitung des Signals erfolgt also bei einem PCM-System in folgenden Schritten:

- Abtasten des zu übertragenden Analogsignals mit einer festen Taktfrequenz von beispielsweise 8 kHz (Abtastfrequenz doppelt so hoch wie die höchste zu übertragende Frequenz). Man erhält auf diese Weise ein PAM-Signal.
- Quantisierung über eine nichtlineare Kennlinie (Kompression entsprechend Bild 5) in 256 Amplitudenstufen.
- Codieren der Quantisierungsstufen zu binären Codewörtern. Am Ausgang erscheint das PCM-Signal.
- Übertragung des PCM-Signals, das aus Pulsen gleicher Folgefrequenz, Amplitude und Dauer besteht, über den Übertragungsweg.
- Decodierung des PCM-Signals.
- Expandierung über entsprechende nichtlineare Kennlinie, so daß am Ausgang wieder ein unverzerrtes PAM-Signal auftritt.
- Wiederherstellung des Analogsignals.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß zur Pulsübertragung auf der Leitung ein bipolarer Pulscode verwendet wird. Die Binärpulse weisen nicht nur eine Polarität (positiv oder negativ) auf, sondern der Code ist auch so eingerichtet, daß sich jeweils positive und negative Pulse abwechseln. Auf diese Weise vermeidet man die Notwendigkeit einer Gleichstromübertragung auf der Leitung und in den in den Leitungsweg eingeschalteten Regeneratoren. Außerdem werden aus Übertragungstechnischen Gründen keine Rechteckpulse, wie sie bisher hier dargestellt wurden, verwendet, sondern stark verschliffene, mehr sinusähnliche Pulsformen, wie sie beispielsweise im Bild 7a gezeigt sind.

Die Pulsfolge auf der Leitung hängt von der Abtastfrequenz, der Anzahl der verwendeten Amplitudenstufen und der Anzahl der zu übertragenden Kanäle ab. Für das CEPT-Einheitssystem „PCM 30“ mit 8 kHz Abtastfrequenz, 256 Quantisierungsstufen und 32 Kanälen (30 Sprachkanäle und 2 interne Kanäle) erhält man

$$f_{PCM} = 8 \text{ kHz} \cdot 8 \text{ bit} \cdot 32 = 2,048 \text{ Mbit/s.}$$

Bei mehr Kanälen sind entsprechend größere Bandbreiten erforderlich.

Regeneration

Bei der Übertragung über eine Leitung oder über einen sonstigen Übertragungsweg verringern sich die Amplituden, und das Signal wird verzerrt. Bild 7a zeigt ein Signal, wie es am Eingang eines Kabelabschnitts eingespeist wird, und Bild 7b das gleiche Signal am Ende des Kabelabschnitts. Die starke Verformung ist deutlich zu erkennen. Wegen des rein digitalen Charakters der Pulsübertragung besteht bei PCM nun aber die Möglichkeit, das Signal zu regenerieren, das heißt seine ursprüngliche Form praktisch voll-

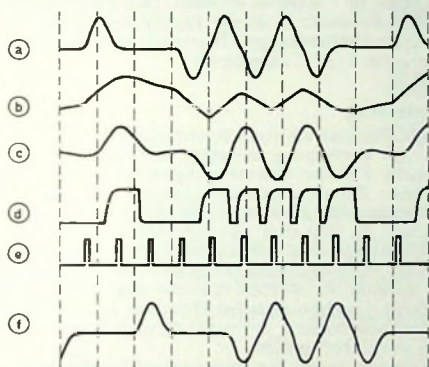


Bild 7. Zeitliche Darstellung der verschiedenen bei der Regenerierung auftretenden Signalformen

kommen wiederherzustellen. Dazu werden in den Übertragungsweg in gewissen Abständen sogenannte Regenerativ-Verstärker oder Regeneratoren eingebaut. Ihre Abstände sind so zu wählen, daß es dem Regenerator noch möglich ist, aus dem ankommenden Signal die codierte Information zu erkennen.

Zunächst wird in einem solchen Regenerator mit einem Festentzerrer und einem automatischen Entzerrer sowie einem nachfolgenden Verstärker der Einfluß der Kabeldämpfung wieder weitgehend kompensiert. Den Erfolg dieser Maßnahmen zeigt Bild 7c; das Signal hat bereits wieder weitgehend seine ursprüngliche Form. Da es aber noch von Störungen beeinflusst sein kann, wird es noch weiter regeneriert. Zunächst erfolgt jetzt eine Amplitudenentscheidung: Alle Amplituden die (unabhängig von ihrer Polarität) größer als der halbe absolute Maximalwert sind, werden auf volle Amplitude („1“) gebracht und alle, die kleiner als diese Schwelle sind, auf „0“. Eine entsprechend aufbereitete Pulsfolge ist im Bild 7d dargestellt. Darauf folgt eine zeitliche Selektion, die die taktgerechte Weitergabe der empfangenen Informationen gewährleistet und auch den sogenannten „Jitter“, also die durch die Informationsfolge selbst oder durch Störungen verursachten Schwankungen der Pulsflanken reduziert. Der dazu erforderliche Zeittakt (Bild 7e) wird entweder einem durch die Information erregten Schwingkreis oder einem gesteuerten Generator entnommen. Über Gatterschaltungen erfolgt dann die Ansteuerung der Ausgangsverstärker zu den durch die Pulse im Bild 7e gegebenen Zeitpunkten entsprechend dem Signal nach Bild 7d, und zwar unter Berücksichtigung der bipolaren Codierung. Am Ausgang erscheint schließlich das von allen Störungen befreite Ausgangssignal nach Bild 7f, das in seinem zeitlichen Verlauf dem Eingangssignal nach Bild 7a entspricht. Dem nächsten Kabelabschnitt wird also wieder ein einwandfreies Signal zugeführt. Durch an den richtigen Stellen eingeschaltete Regeneratoren läßt sich deshalb ein PCM-Signal über praktisch beliebige weite Entfernungen über-

Kerne aus Ferrit und Carbonylisen

Bandfilter- und Spulenbausätze auch einbaufertig

UKW-Variometer

HF- und Störschutzdrosseln

Spulenkörper und Kunststoff-spritzteile

VOGT & CO KG

FABRIK FÜR ELEKTRONIK-BAUTEILE
D-8391 ERLAU ÜBER PASSAU (BRD)
Telefon: 08591/333* Tx.: 57869

Die günstige Einkaufsquelle für Büromaschinen

Electronic-Rechner

ab **DM 499,-**

Fabrikneu-Garantie

Fordern Sie Katalog II/907

NÖTHEL AG Deutschlands großes Büromaschinenhaus

34 Göttingen · Postf. 601 · Ruf 6 20 08

WERSI.

ein Zauberwort für Elektronik-Organisten und Bastler.

Leichtverständliche Baupläne und elektronische Elemente in vorgefertigten Bausätzen machen den Bau der Wersi-Orgeln einfach. Durchdachte, elementare Spielanleitungen bringen Musik in Ihre Freizeit. Sie sparen eine Menge Geld, darum sollten Sie sich schnellstens informieren. Fordern Sie unsere Gratis-Unterlagen an. Wir liefern Ihnen Ihr Instrument auch betriebsfertig ins Haus.

5401 Halsenbach/Hunsrück, Industriestraße 0/8

tragen, ohne daß sich das Signal-Geräusch-Verhältnis verschlechtert.

Quantisierungsgeräusch

Zunächst könnte man annehmen, daß eine PCM-Übertragung praktisch geräuschfrei durchzuführen wäre. Ganz so ideal sind die Verhältnisse aber leider nicht. Durch die nicht beliebig feine Quantisierung bei der Bildung des PCM-Signals entsteht ein Geräusch, das nach der Art seiner Entstehung „Quantisierungsgeräusch“ genannt wird. Der Vorteil des PCM-Verfahrens besteht nun darin, daß sich der dadurch gegebene Signal-Geräusch-Abstand nicht wie bei allen anderen Übertragungsverfahren – mit der Länge des Übertragungsweges ändert.

Zum Verständnis der Entstehung des Quantisierungsgeräuschs dient Bild 8. Hier ist der Übersichtlichkeit wegen jedoch eine lineare Codierung mit nur sieben Quantisierungsstufen dargestellt. Dabei ist es im allgemeinen nicht möglich, jeweils den exakten Wert einer Amplitudenprobe zu codieren, sondern alle Augenblickswerte des ursprüng-

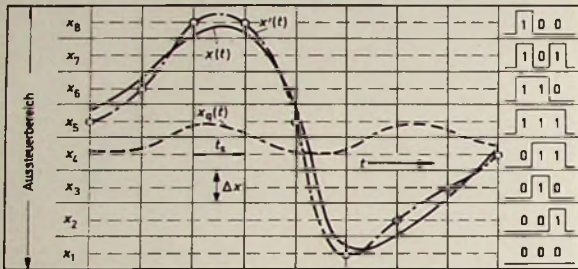


Bild 8. Durch die statistischen Unsicherheiten bei der Codierung mit endlicher Stufenzahl ergeben sich Abweichungen zwischen dem Eingangssignal $x(t)$ und dem Ausgangssignal $x_q(t)$ eines PCM-Systems, die sich als Geräusch $x_q(t)$ bemerkbar machen

lichen Signals $x(t)$, die in eine bestimmte Amplitudenstufe fallen, werden mit dem Wert dieser Stufe codiert. Das am Ausgang des PCM-Systems nach der Decodierung auftretende Signal $x_q(t)$ wird also gegenüber dem Eingangssignal $x(t)$ gewisse Abweichungen oder Verzerrungen aufweisen, die sich durch punktweise Differenzbildung zwischen $x(t)$ und $x_q(t)$ als ein ursprünglich nicht vorhandenes Signal $x_q(t)$ darstellen lassen. Diese „Quantisierungsverzerrungen“ haben wegen der zufälligen Art ihrer Entstehung – je nachdem, ob der Augenblickswert des ursprünglichen Signals im Augenblick des Abtastens gerade noch in die eine oder schon in die andere Quantisierungsstufe fiel – statistischen Charakter. Sie haben also die Eigenschaften eines Geräusches. Die Quantisierungsverzerrungen sind um so geringer, je mehr Quantisierungsstufen verwendet werden.

Begrenzungsgeräusch

Während bei einer Analogübertragung übermäßig hohe Signalpegel nur ein mehr oder weniger starkes Ansteigen

des Klirrfaktors verursachen, tritt bei der PCM-Übertragung in diesem Fall eine sehr plötzlich einsetzende starke Verschlechterung des Signal-Geräusch-Abstandes auf. Dieses Verhalten ist durch das Prinzip des Verfahrens bedingt. Für Amplitudenwerte, die das vorgegebene Maß überschreiten, gibt es keine Quantisierungsstufe mehr, und diese Amplitudenwerte werden daher mit dem Code für die höchste Quantisierungsstufe übertragen. Dadurch steigt dann das Quantisierungsgeräusch bei Übersteuerung unverhältnismäßig stark an, und der Signal-Geräusch-Abstand wird entsprechend ungünstiger.

Bit-Fehlerrate

Es ist einleuchtend, daß bei einer digitalen Signalübertragung ein verlorengegangener oder durch Störungen hinzugekommener Impuls einen Übertragungsfehler bedeutet. Solche Einflüsse sind aber weit weniger stark bemerkbar, als man zunächst annehmen sollte. Eine Bit-Fehlerrate (also die Anzahl der fehlerhaften Bit, bezogen auf die Gesamtzahl der gesendeten Bit) von 10^{-4} (das heißt auf je 10 000 bit ein falsches) bedeutet noch keine wesentliche Beeinträchtigung der Sprachwiedergabe. Erst bei Fehleraten von etwa 10^{-3} wird es kritisch. Das CEPT-Einheitensystem „PCM 30“ weist in dieser Beziehung große Sicherheit auf. Für ein 2500 km langes Übertragungssystem werden Fehlerraten von $3 \cdot 10^{-7}$ angestrebt.

Zusammenfassung

Mit der PCM-Technik steht ein Nachrichten-Übertragungsverfahren zur Verfügung, bei dem der Signal-Geräusch-Abstand nicht von der Übertragungsentfernung abhängt. Übersprechen, Temperaturabhängigkeit und Restdämpfungsschwankungen haben nur geringen Einfluß auf seine Eigenschaften. Es läßt sich gut mit Halbleitern und integrierten Schaltungen aufbauen und benötigt keine komplizierten Filter. PCM-Systeme erfordern keine Einpegelung und sind einfach zu warten. Da die Signalübertragung digital erfolgt, ergeben sich im Hinblick auf Datenübertragung, vollelektronische Vermittlung und Durchschaltung erhebliche Vereinfachungen.

Diesen Vorteilen stehen der höhere Bandbreitebedarf (der 10mal größer ist als bei entsprechenden Trägerfrequenzeinrichtungen), die unvermeidlichen, aber tragbaren Quantisierungsverzerrungen und der scharf begrenzte Aussteuerbereich gegenüber. Außerdem erfordert eine PCM-Übertragung im allgemeinen mehr in den Übertragungsweg geschaltete Zwischenstellen (hier Regenerativ-Verstärker) als ein TF-System. Berücksichtigt man jedoch den verhältnismäßig einfachen Aufbau eines PCM-Systems aus verhältnismäßig wenigen Grundschaltungen und die Tatsache, daß auch elektrisch ungünstige Leitungen, die teilweise schon seit Jahrzehnten liegen und die nur mit sehr hohem Kostenaufwand ersetzt werden können, für PCM-Übertragungen zu verwenden sind, dann überwiegen die Vorteile der PCM-Technik ihre Nachteile bei weitem.

HPS

(Nach Unterlagen der Firmen Wandel u. Goltermann und AEG-Telefunken)

Elkoflex
Isolierschlauchfabrik
gewebte, gewebte, Glas-
seldensilicon- und Silicon-Kautschuk-
Isolierschläuche
für die Elektro-,
Radio- und Motoranindustrie
Werk: 1 Berlin 21, Hufstr. 41-44
Tel: 0311 / 391 7004 — FS: 0181 885
Zweigwerk: 8192 Gerahsdorf 1
Rothkehlchenweg 2
Tel: 081 71 / 600 41 — FS: 0526 330

Ich möchte Ihre überzähligen
**RÖHREN und
TRANSISTOREN**
in großen
und kleinen Mengen kaufen
Bitte schreiben Sie an
Hans Keminsky
8 München-Solln - Spindlerstr. 17

● **BLAUPUNKT**
Auto- und Kofferradios
Neueste Modelle mit Garantie. Ein-
bauszubehör für sämtliche Kfz.-Typen
vorrätig. Sonderpreise durch Nach-
nahmeversand. Radiogroßhandlung
W. Kroll, 51 Aachen, Postfach 865,
Tel. 7 45 07 — Liste kostenlos

Elektronik-
Bastelbuch gratis!
für Bastler und alle, die es werden
wollen. Viele Bastelvorschläge, Tips,
Bezugsquellen u. s. m. kostenlos von
TECHNIK-KG, 28 BREMEN 33 BG 26

Wir liefern: 2 m Bd. Empfänger 140 DM, IR-
Nachrichtengeräte 2250 DM, Subminiatur-Casset-
tenrecorder 265 DM, Kugelschreibermikrofone
50 DM, UKW-Subminiaturempfänger 395 DM,
Körperschall-Abhöreinrichtung 255 DM, Mini-
sender-Aufspürer 395 DM u. v. m. Katalog
gegen Rückporto. Herstellung und Vertrieb
Emil Hübner, Import-Export, 405 München-
gladbach-Hardt, Postf. 3, Tel. 0 21 61 / 5 99 03

Preiswerte Halbleiter 1. Wahl

AA 116	DM —,50
AC 187/188 K	DM 3,45
AC 192	DM 1,20
AD 133 III	DM 6,95
AF 139	DM 2,80
AF 239	DM 3,60
BA 170	DM —,25
BAY 18	DM —,60
BC 107	DM 1,— 10/DM —,90
BC 108	DM —,90 10/DM —,80
BC 109	DM 1,05 10/DM —,95
BC 170	DM —,70 10/DM —,60
BC 250	DM —,75 10/DM —,65
BF 224	DM 1,50 10/DM 1,40
BF 245	DM 2,30 10/DM 2,15
ZF 2,7 ... ZF 33	DM 1,30
1 N 4148	DM —,30 10/DM —,25
2 N 708	DM 1,75 10/DM 1,60
2 N 2219 A	DM 2,20 10/DM 2,—
2 N 3055 (RCA)	DM 6,60

Alle Preise inkl. MWST. Bauteile-
Liste anfordern. NN-Versand
M. LITZ, elektronische Bauteile
7742 St. Georgen, Gartenstraße 4
Postfach 55, Telefon (07724) 71 13

Interessiert Sie die Technik der modernen Luftfahrtelektronik?

**Wir suchen für unser Prüffeld:
Radio- und Fernseh-Techniker,
Elektrotechniker und
Elektromechaniker**

**Auch sind wir bereit, fähige
Funkamateure einzuarbeiten.**

Haben Sie Lust, zu uns zu kommen? Wir bieten leistungs-
gerechte Bezahlung, Umzugsvergütung und sind Ihnen
bei der Wohnungssuche behilflich.

Schreiben Sie uns oder rufen Sie uns einfach an.



BECKER
AUTOTELEFON



BECKER
AUTOFUNK



BECKER
FLUGFUNK

BECKER Flugfunkwerk GmbH 7570 Baden-Baden-Oos, Flugplatz Telefon 07221/*61008
Ein Unternehmen der BECKER-GRUPPE

Wir sind ein

Berliner Fachliteraturverlag

der seit mehr als 25 Jahren technische und
technischwissenschaftliche Fachzeitschriften mit
internationaler Verbreitung herausgibt.

Genauso interessant und vielseitig wie Berlin
mit seinem technisch-wissenschaftlichen und
kulturellen Leben sowie den Steuerpräferenzen
sind auch unsere Zeitschriften.

Zur Mitarbeit in unserem Redaktionsteam
suchen wir einen Hochschul- oder Fachschul-
ingenieur als

Technischen Redakteur

Bewerbungen mit Lebenslauf, Tätigkeitsnach-
weis und Gehaltsanspruch erbeten unter
F. A. 8542

Berlin

**Zur Ergänzung unserer Redaktion
suchen wir einen**

jüngeren Mitarbeiter

der Fachrichtung Hochfrequenztechnik.

Herren mit praktischen Erfahrungen in Wirt-
schaft oder Presse, die an einer entwicklungs-
fähigen Dauerstellung interessiert sind, bitten
wir um eine ausführliche Bewerbung mit Lebens-
lauf, Tätigkeitsnachweis und Gehaltsanspruch
unter F. B. 8543

Heinz Gietz, 48, Komponist,
Arrangeur und Musik-Produzent,
erfolgreich seit über 20 Jahren.
Musik hören mit kritischem Ohr
ist sein Beruf.

»Mein ELAC CD 400 eröffnet
der Compact-Cassette
neue Klang-Dimensionen —
echte High Fidelity!«



Kritische Ohren hören ELAC

Z 95496

E.-Th. Immann-Str. 56



generator
geregelten
Studio-Gleich-
strommotor. Gleich-
laufschwankungen 0,13%.
■ Automatische Band-End-
abschaltung.

■ Einschaltbare automatische Pegel-
begrenzung (Limiter).

■ Bandartenwahlschalter für Normal- und
Chromdioxid-Band.

■ Umschalter für Anpassung an verschiedene Aus-
gangsspannungen (DIN oder USA-Norm) von Receivern
oder Verstärkern.

Heinz Gietz besitzt das neue ELAC Hi-Fi-Cassetten-
Tonbandgerät CD 400. Für ihn und viele Musikexperten
ist der Name ELAC die Garantie für vollendete
High Fidelity. Wer mit kritischem Ohr hört, entscheidet
sich für ELAC — Pionier der Hi-Fi-Technik, von
Experten weltweit anerkannt.

Die neue Hi-Fi-Klasse

ELAC — bekannt als Lieferant hochwertiger Hi-Fi-
Geräte — präsentiert mit dem CD 400 ein Hi-Fi-
Cassetten-Tonbandgerät in Kompakt-Bauweise, das die
Forderungen der DIN 45 500 erfüllt. Viele technische
Vorzüge, die bisher nur Spulen-Tonbandgeräten
vorbehalten waren, machen das ELAC CD 400 zu
einem vollwertigen Baustein für jede Hi-Fi-Anlage.

■ Mit Chromdioxid-Compact-Cassetten (Cr 02) ergeben
sich optimale Werte. Geräuschspannungsabstand 50 dB,
Frequenzgang 20 — 15.000 Hz.

■ Hohe Gleichlaufgenauigkeit mit einem durch Tacho-

Die neue Preis-Klasse

Maßstäbe setzt die ELAC aber nicht nur in der Technik.
Auch im Preis. Das Hi-Fi-Cassetten-Tonbandgerät
ELAC CD 400 kostet einschl. einer Stereo-Cr 02-
Vorführ-Cassette und einer Überspielleitung 548,— DM.
Wenn Sie und Ihre Kunden mehr über das neue ELAC
Hi-Fi-Cassetten-Tonbandgerät und über das
umfangreiche ELAC Hi-Fi-Programm wissen wollen,
schreiben Sie an

ELAC ELECTROACUSTIC GMBH, 23 Kiel, Postfach.

