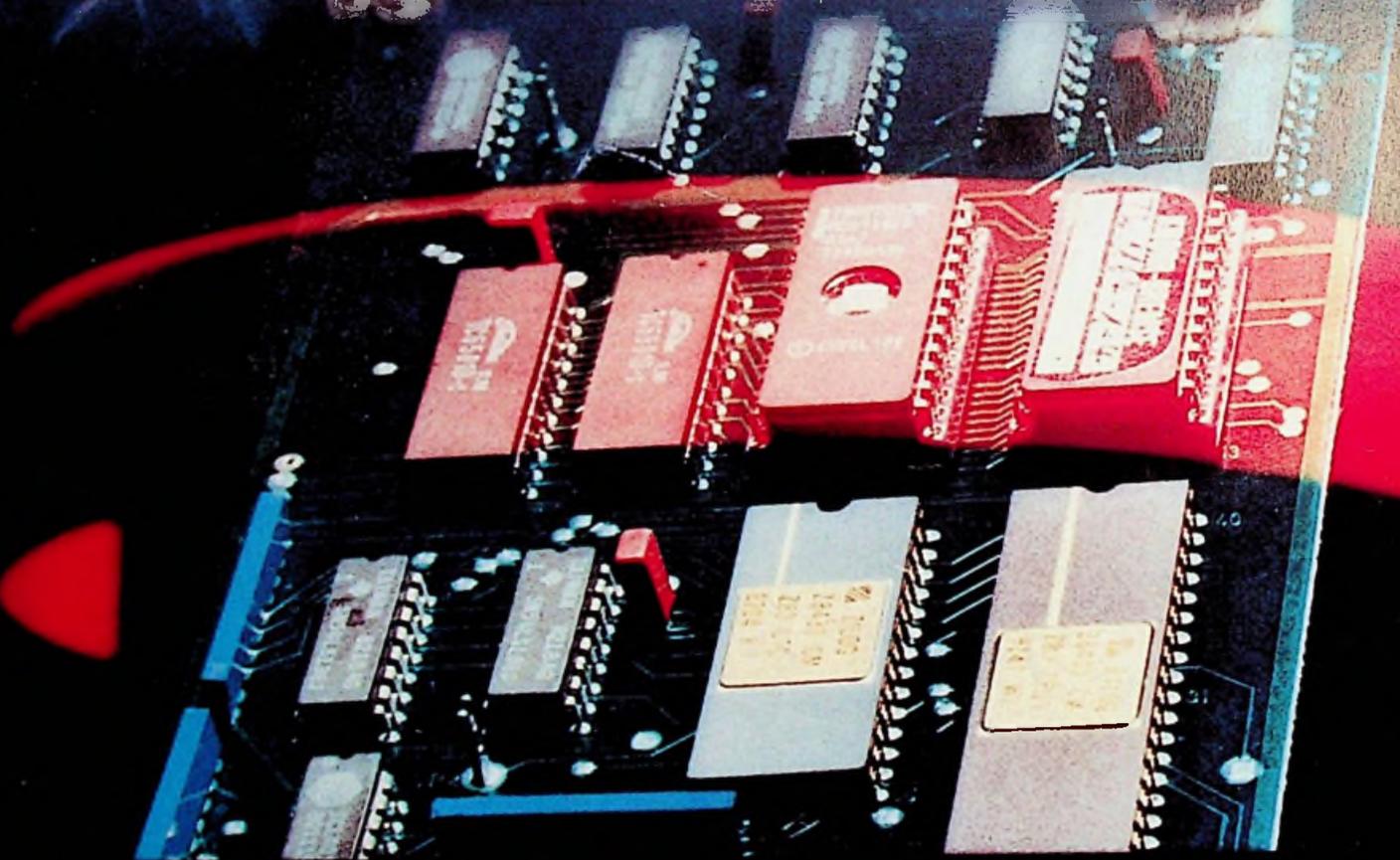


# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker und Radio-Fernseh-Techniker



September 1983 38. Jahrgang

9

Cassettenrecorder mit  
automatischem Azimutabgleich

Wirkungsweise und Anwendung  
elektronischer Steller und Schalter

Bauanleitung: Audioübertragung  
über Lichtwellenleiter

Fertigungstechnik bei temperatur-  
kompensierten Hochfrequenzkreisen

Dynamische Tonabnehmer unter  
der Lupe

Golftrainer und seine Wirkungsweise

# DIE NOTHELFER.

Welche vergleichbaren Sprays könnten Ihnen Gleiches bieten: Lösen, Umwandeln, Reinigen, Schützen? Dieser Vielfacheffekt hat sie berühmt gemacht: KONTAKT 60°, 61 und WL. Sie sprühen Schmutz-, Oxyd- und Sulfidschichten einfach weg. Dann läßt es sich wieder mühelos schalten und walten. Zusätzlich sorgt anhaltender Korrosionsschutz für einwandfreie Schaltfunktionen. Für Kanalschalter und Sensoren (Berührungsschalter) gibt es TUNER 600. Der läßt dem Schmutz keine Chance. Weil er sicher wirkt. Sogar Kontakte und Schaltanlagen, die unter Spannung stehen, können Sie jetzt im Handumdrehen reinigen. Ohne die Kapazitäts- oder Frequenzwerte zu verändern. Denn TUNER 600 leitet nicht. Außerdem trocknet er sekundenschnell ohne Rückstand. Er ist unschädlich, brennt nicht und ist durch und durch betriebssicher.

So helfen Produkte der Kontakt-Chemie Zeit und Kosten sparen. Darauf vertrauen Fachleute in aller Welt – schon seit über zwei Jahrzehnten. Gern senden wir Ihnen ausführliche Informationen. Schicken Sie uns den Coupon.

## INFORMATIONSCOUPON

FT 9/83

- Ich möchte mehr über KONTAKT 60°, 61 und WL wissen.  
 Ich möchte mehr über TUNER 600 wissen.  
 Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.

Firma \_\_\_\_\_  
 Name \_\_\_\_\_  
 PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
 Straße \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_

**KONTAKT CHEMIE KG** 7550 Rastatt  
 Postfach 1609  
 Telefon 07222 / 34296

## Ihre Fachberater

**Jahrbuch 84 für das Elektrohandwerk**

**Jahrbuch 84 für Elektromaschinenbau + Elektronik**

### Jahrbuch für das Elektrohandwerk 84

Etwa 450 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Tabellen, Diagramme und Schaltungsbeispiele, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, 13,80 DM (Fortsetzungspreis 11,— DM; siehe unten), zuzüglich Versandkosten.

Das seit vielen Jahren bekannte und bewährte Taschenbuch für die tägliche Berufspraxis soll auch in der Ausgabe 1984 dem Elektrofachmann in Handwerk, Industrie und Gewerbe wieder ein treuer Begleiter sein. Selbstverständlich wurde in der Neubearbeitung der letzte Stand der Technik und Bestimmungen, insbesondere auch der DIN 57 100/VDE 0100 berücksichtigt. Somit kann das Fachwissen entsprechend aufgefrischt werden. Jedem Kapitel sind Angaben über Fachliteratur vorangestellt. Das Kalendarium bietet genügend Raum für Notizen.

### Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 84

Etwa 400 Seiten. Mit vielen Schaltbildern, Wickeltabellen, Diagrammen, Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, DM 13,80 (Fortsetzungspreis DM 11,—; siehe unten), zuzüglich Versandkosten.

Das „Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik“ enthält alle wichtigen Unterlagen für Elektromaschinenbau und Elektronik, die man in Werkstatt und Betrieb laufend zur Hand haben muß. Die neue Ausgabe 1984 erfüllt wieder alle Ansprüche an einen modernen, praxisbezogenen Fachkalender.

### Fortsetzungspreis

Für unsere Jahrbücher bieten wir einen Vorzugspreis an, wenn Sie zur Fortsetzung bestellen. (Dann wird die Bestellung also für 1985 ff. vorgemerkt.) Wir gewähren dann einen Preisnachlaß von 20% auf den jeweils gültigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 84 also statt DM 13,80 / Fortsetzungspreis 11,—. Der Fortsetzungsauftrag kann jährlich bis spätestens 30. 6. für das folgende Jahr gekündigt werden.

## Hüthig & Pflaum Verlag

### Bestellschein

- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1984, DM 13,80  
 Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1984, Fortsetzungspreis DM 11,—  
 Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 1984, DM 13,80  
 Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik, 1984, Fortsetzungspreis DM 11,—

Vor- und Zuname \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_ Plz/Ort \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Einsenden an:  
 Hüthig & Pflaum Verlag, Postfach 102869, 6900 Heidelberg 1

## In diesem Heft:

**Ausgefeilte Techniken zum Messen von Lautsprechern** Seite 366

**Fortschritte der Technik optischer Kommunikationsnetze** Seite 375

**Fertigungstechnik bei temperaturkompensierten Hochfrequenzkreisen** Seite 377

**Golf-Heimtrainer und seine Wirkungsweise** Seite 380

**Drei neue dynamische Tonabnehmer unter der Lupe** Seite 382

**Der Multiplizierer und seine Anwendungen (III)** Seite 385

**Hoher Automatisierungsgrad sichert schwarze Zahlen und Arbeitsplätze** Seite 388

**Digitaltechnik für Radio- und Fernsehtechniker (III)** Seite 390

### Kurzbeiträge

Funkwarnung vor Erdbeben? Seite 371

Panzerschreck von oben Seite 374

Glasfaser-Übertragungssystem für Weitverkehrsnetze Seite 376

Briefmarke erinnert an Paul Nipkow Seite 393

### Rubriken

Persönliches und Privates Seite 358

Messen und Ausstellungen Seite 358

Fachtagungen und Kongresse Seite 358

Lehrgänge und Seminare Seite 359

Am Rande notiert Seite 359

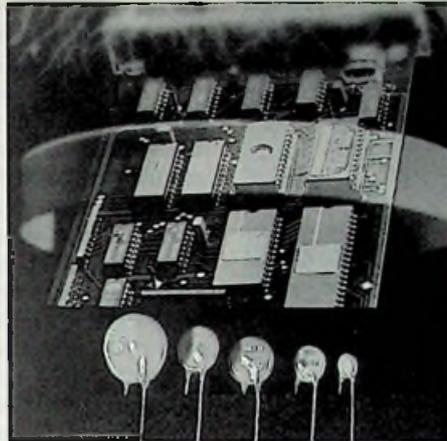
Hinweise auf neue Produkte Seite 360

Seite 394

Besprechung neuer Bücher Seite 395

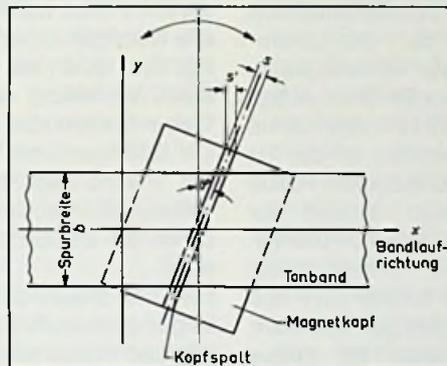
Firmendruckschriften Seite 396

**Impressum** Seite 396



### Titelbild:

Zum Schutze von Niederspannungsbaugruppen in elektronischen Geräten dient eine Serie neuer Varistoren, die in Datenverarbeitungsanlagen ebenso angewendet werden können wie in nachrichtentechnischen Geräten. Sie erhöhen die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und unterdrücken Transienten wirkungsvoll. Der Begrenzungsstrom darf bei ihnen bis auf 100 A ansteigen.  
(Nucletron-Pressbild)

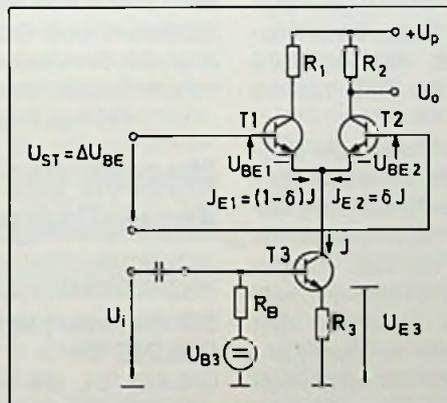


### Automatischer Abgleich des

**Azimuthfehlers im Cassettenrecorder**  
Azimuthfehler äußern sich in einer Unterdrückung hoher Frequenzen. Die Tonwiedergabe wird dumpf und unverständlich. Sie können beim Cassettenaustausch oder bei der Wiedergabe bespielter Cassetten auftreten.

Ein japanischer Cassettenrecorder stellt den Tonkopfspalt automatisch so nach, daß optimale Höhenwiedergabe garantiert ist. In diesem Beitrag wird die Wirkungsweise dieser neuartigen Justiereinrichtung vorgestellt.

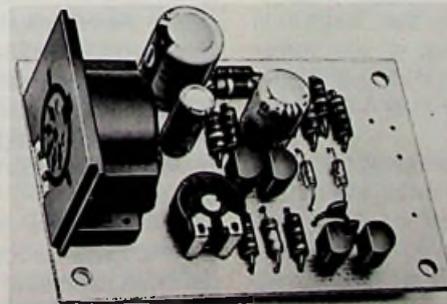
Seite 365



### Wirkungsweise und Anwendung elektronischer Steller und Schalter

Immer mehr werden mechanische Steller und Schalter durch elektronische ersetzt, bei denen die Signalspannung durch eine Steuergleichspannung verändert wird. Der Beitrag befaßt sich mit der Schaltungstechnik derartiger Steller und Schalter. Besondere Bedeutung erhalten sie im Rahmen drahtloser Fernsteuerungen.

Seite 368



### Audioübertragung mit digitalen Lichtwellenleitersystemen

Die Übertragung von Audiosignalen über Lichtwellenleiter bietet in der Praxis mancherlei Vorteile. Von diesen seien hier nur die Potentialtrennung, die fehlenden Brummschleifen und die Entbehrlichkeit des Einpegelns der Anlage genannt. In diesem Beitrag werden Aufbauhinweise für eine derartige elektro/optische Übertragungseinrichtung gegeben.

Seite 373

## Persönliches und Privates

### In Memoriam Leo Pungs – Pionier der Rundfunk-Sendertechnik

Vor 100 Jahren, am 6. August 1883 wurde Professor Dr.-Ing., Dr.-Ing. E.h. LEO PUNGS als Sohn eines deutschen Fabrikanten in Moskau geboren. 1901–1906 studierte er Elektrotechnik an der TH Darmstadt. Nach mehrjähriger Industrietätigkeit bei BBC in Baden (Schweiz) promovierte er 1911 am Hochspannungs-Institut der TH Darmstadt bei Professor W. Petersen mit einer Arbeit über „Das dielektrische Verhalten flüssiger Isolierstoffe bei hohen Wechselspannungen“.

1912 ging PUNGS als Entwicklungsingenieur zu C. Lorenz AG nach Berlin. Während des 1. Weltkrieges leitete er das Funklaboratorium für Peil- und Navigationsprobleme bei der Kaiserlichen Kriegsmarine. Danach kehrte er als Laborchef und Prokurist zur C. Lorenz AG zurück. Bereits 1913 gelang ihm durch Einbau einer nach ihm benannten „Pungs-Drossel“ in den Sendeantennenkreis die Amplituden der von einem Lichtbogen oder Maschinensender hoher Leistung gelieferten ungedämpften HF-Schwingungen mit Musik oder Sprache zu modulieren. Am 22. Dezember 1920 strahlte die Hauptfunkstelle Königs-Wusterhausen der Deutschen Reichspost mit einem 4 kW Lichtbogensender das 1. deutsche Rundfunkkonzert aus. Damals bestätigten Karlsborg in Schweden und Moskau (rund 1700 km von Königs-Wusterhausen entfernt) den guten Empfang dieses Rundfunkkonzertes. Die „Pungs-Drossel“ wurde bei einigen Lorenz-Rundfunksendern noch bis 1945 verwendet.



An den deutschen Technischen Hochschulen wurde die elektrische Fernmeldetechnik gegenüber der Starkstromtechnik stark vernachlässigt. Erst Professor Dr. BARKHAUSEN gründete 1911 das erste Nachrichteninstitut an der TH Dresden. Professor LEO PUNGS gründete sein Institut für Nachrichten- und HF-Technik an der TH Braunschweig 1927. PUNGS konnte 1977 das seltene 50-jährige Jubiläum seines Institutes im Kreise zahlreicher ehemaliger Studenten und Doktoranden feiern. Am 16. Februar 1979 ereilte ihn der Tod mit 95 Jahren.

Sein 1. Nachfolger als Institutsleiter war Professor Dr.-Ing. FRIEDRICH KIRSCHSTEIN, der im Frühjahr 1970 bereits mit 66 Jahren verstarb. KIRSCHSTEIN hatte mit KRAWINKEL sein beachtliches Lehrbuch über Fernsehentechnik veröffentlicht. Seit 1. September 1969 leitet Professor Dr.-Ing. HELMUT SCHÖNFELDER das Institut in Braunschweig; er war vorher Entwicklungsingenieur bei der Deutschen Fernseh-GmbH in Darmstadt.

Anfangs widmete sich Professor PUNGS vorwiegend Modulationsproblemen. Er entwickelte zusammen mit Dr.-Ing. H. HARBICH vom Reichspostzentramt und Dr. F. GERTH von der C. Lorenz AG eine leistungssparende Modulationsart, bei der die Trägeram-

plitude in Abhängigkeit von der Modulationsspannung gesteuert wird. Sie wurde am 120-kW-Mittelwellen-Rundfunksender Leipzig erprobt, jedoch nicht weiter verfolgt.

PUNGS untersuchte außerdem magnetische Demodulatoren und parametrische Verstärker. Ferner wurden Breitbandantennen für die Meter- und Dezimeterbereiche in seinem HF-Institut als besonderes Gebiet erfolgreich entwickelt. Als weiteres Gebiet bearbeitete er Holzspan-Verleimung und Kunststoff-Verschweißung durch Hochfrequenz. Professor LEO PUNGS wurden zahlreiche Ehrungen zuteil (z. B. Dr.-Ing. E.h. durch die TH Darmstadt, Verleihung der Gauss-Weber-Denk Münze durch die Uni Göttingen und Verleihung der Philipp-Reis-Plakette zu seinem 80. Geburtstag 1963 durch die Deutsche Bundespost).

Der hervorragende Entwicklungsingenieur Professor Dr.-Ing. LEO PUNGS wird von seinen zahlreichen ehemaligen Studenten und Doktoranden in großer Dankbarkeit und mit hohem Respekt verehrt.

Dr.-Ing. Eugen Meinel

## Messen und Ausstellungen

### Btx dominiert bei ONLINE '84

ONLINE '84, die 7. Europäische Kongreßmesse für Technische Kommunikation findet von 14.–17. 02. 1984 im Internationalen Congress-Centrum (ICC) Berlin statt. Diese Messe wechselt zukünftig jährlich zwischen Düsseldorf und Berlin hin und her.

Eine konstruktive Kritik zum Informationsangebot der letzten Kongreßmesse bestand darin, daß der technischen Kommunikation in der industriellen Produktion zu wenig Raum gewidmet wurde. Daher

wurde CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) sowohl in die Themenbereiche der Kongresse sowie in das Warenverzeichnis der Ausstellung aufgenommen.

Das Thema Bildschirmtext wird in der ONLINE-Kongreßmesse nach wie vor die dominierende Rolle spielen. Ein separater Btx-Kongreß im Rahmen von ONLINE '84 wird über die technische Entwicklung informieren, wird beim Übergang zum Praxisbetrieb Planungshilfen geben und soll allen Interessenten Gelegenheit geben, mit dem neuen Medium vertraut zu werden.

Weitere Informationen erhält man bei:

ONLINE GmbH Kongresse und Messen für Technische Kommunikation, Postfach 10 08 66, 5620 Velbert 1, Tel. (02051) 2 30 71, Telex 8 597 500.

## Fachtagungen und Kongresse

### Internationaler CAD-Kongreß in München

Das Interesse am Stand der Technik von CAD<sup>1)</sup>-Systemen und ihrem Einsatz für die verschiedensten Aufgaben im Entwicklungs- und Konstruktionsbereich hat in der letzten Zeit stark zugenommen. Das Marktangebot an CAD-Systemen ist vielfältig und unübersichtlich. Für den zukünftigen Anwender ergeben sich Probleme der Auswahl, der Einführung und des Betriebs dieser neuen Technologie.

Während der Systems 83 in München führt deshalb die VDI-Gesellschaft Konstruktion und Entwicklung vom 19. bis 21. Oktober ihre 5. Tagung zum Thema „Datenverarbei-

<sup>1)</sup> Computer Aided Design = Computerunterstützte Konstruktion

tion in der Konstruktion“ durch, die diesmal als „Internationaler CAD-Kongreß“ mit dem Untertitel „Einführungsstrategien, Integration, Wirtschaftlichkeit“ ausgerichtet wird.

Mitveranstalter sind der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (ZDB), Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Rechen- und Entwicklungsinstitut für EDV im Bauwesen (RIB), Gesellschaft für Informatik (GI), Zentralverband der Elektronischen Industrie (ZVEI) und das VDI-Technologiezentrum.

Die Kongreßsprachen sind Deutsch und Englisch. Nähere Informationen und Programme/Einladungen über die VDI-Gesellschaft Konstruktion und Entwicklung, Postfach 1139, 4000 Düsseldorf 1, Tel. 62 14-2 40.

## CAD-Nutzerarbeitskreis gegründet

Ein Arbeitskreis der Anwender von „Cadis“ (Computer aided design interactive system), des von Siemens entwickelten CAD/CAM-Systems für mechanische Konstruktion, hat sich jetzt formiert. Nach den ersten Vorschlägen will sich der Arbeitskreis mit der Erarbeitung und Rangfolge von Produktentwicklungsanträgen an Siemens befassen. Ferner soll der Erfahrungsaustausch der Benutzer im Umgang mit der modernen CAD-Technologie allgemein und mit Cadis speziell gefördert werden. Geplant ist auch eine Softwarebörse zum Austausch kundenspezifisch erstellter Cadis-Erweiterungen.

Derzeit arbeiten insgesamt über 40 Firmen und Institutionen mit Cadis. Das Einsatzspektrum erstreckt sich vom Maschinenbau bis zur Großforschung, vom Anlagenbau bis zur Küchenplanung, vom CAD-Servicerechenzentrum

bis zum Hersteller von Spezialleuchten.

## MÜNCHNER KREIS diskutiert Stellenwert der Büroarbeit

Sachbearbeiter und Assistenzkräfte verursachen heute gut 65% der Bürokosten. Hingegen liegt der größte Nutzen der Büroautomation in der Unterstützung des Managements. Diese Aussagen zeigen das Spannungsfeld auf, das auf dem Kongreß des MÜNCHNER KREISES am 3. und 4. Mai 1983 in München sichtbar wurde. „BÜROKOMMUNIKATION – Ein Beitrag zur Produktivitätssteigerung –“ lautete das Motto dieses Kongresses, zu dem rund 350 Besucher aus dem In- und Ausland nach München kamen.

Dabei wurde deutlich, daß trotz wachsenden Einsatzes von Arbeitskräften im Büro das Bewußtsein um die Produktivität geistiger Arbeit noch ausgesprochen unterentwickelt ist. Büroarbeit, die einst den Ruf genoß, die „feinere Arbeit“ zu sein, entzog sich lange Zeit jeglichen Ansätzen zu ihrer Planung und Kontrolle. Vor allem die verbreitete Ansicht, Produktivität sei in erster Linie eine Maßgröße für das mengenmäßige Verhältnis von Produktion und Arbeitseinsatz, behindert Bemühungen, auch die schwer meßbare Kreativität in die Betrachtung einzubeziehen.

Psychologische Schwierigkeiten bereitet auch die Tatsache, daß viele Büroarbeiten die Tendenz haben, sich von der eigentlichen Marktleistung des Unternehmens zu entfernen. Mit wachsender Marktfähigkeit, so stellte der Vorstandsvorsitzende des MÜNCHNER KREISES, Prof. Eberhard Witte, fest, steigen die Probleme der Produktivitätsmessung.

Als interessante Methode wurde in diesem Zusammenhang die Entbehrlichkeitsbetrach-

tung (zero-base-budgeting) zur Diskussion gestellt, die von der Frage ausgeht, ob eine bestimmte Leistung überhaupt benötigt wird und somit ihre Kosten möglicherweise entbehrlich sind. Mit dieser „Umkehrung der Beweislast“ ist der Büroangestellte gezwungen, die Zweckmäßigkeit seiner Arbeit nachzuweisen. Aus der Vielzahl der gebotenen Erkenntnisse und Denkanstöße verdienen einige besondere Beachtung:

- Büros sind unersetzliche Sozialsysteme. Das muß bei jeder Rationalisierung berücksichtigt werden.
- Nur 6% der Arbeitszeit eines Managers entfallen auf rein kreative Tätigkeiten, dagegen rund 50% auf persönliche Kommunikation. Hier können moderne Kommunikationssysteme Entlastungen schaffen.
- Die Bedienung einer Terminaltastatur gehört künftig zum Qualifikationsmerkmal des kreativen Büroarbeiters.
- Mehr als ein Drittel der Arbeitszeit des Sachbearbeiters entfällt auf das bloße Umsetzen von Informationen.
- Auch der Abbau unnötiger Arbeitsqualität kann eine besondere Form der Produktivitätssteigerung sein.
- Die Integration der verschiedenen innerbetrieblichen Informationssysteme wird zu den vorrangigen Organisationsaufgaben der Unternehmensspitze gehören.
- Die wünschenswerte Zukunft der Bürokommunikation liegt in „offenen Kommunikationssystemen“, an die Systeme verschiedener Anbieter angeschlossen werden können.

Der MÜNCHNER KREIS ist eine übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung, der Politiker, Wissenschaftler, Spitzenmanager so-

wie Kommunikationsexperten des In- und Auslandes angehören.

## Lehrgänge und Seminare

### Btx für die Ausbildung

Am 8. Juli 1983 fand die erste Fachtagung über Auswirkungen und Einsatzmöglichkeiten des Neuen Mediums Bildschirmtext im Bereich der beruflichen Fort- und Weiterbildung statt.

Bildungs- und Trainingsinstitute, Seminar- und Kongreßveranstalter, Trainer und Referenten sind durch das rasche Vordringen von Btx in mehrfacher und essentieller Weise betroffen. Bereits in wenigen Jahren werden Unternehmen und Haushalte Lehrprogramme per Btx abrufen.

Die Fachtagung in Schliersee zeigte die hiermit verbundenen Risiken und Veränderungen auf, stellt aber auch einen umfassenden Katalog neuer Leistungsbereiche und Marketingstrategien für Institute und Einzeltrainer vor, die mit Bildschirmtext möglich werden. Weitere Information durch: LEURO SEMINAR GmbH, Laplacestraße 4, 8000 München 80, Telefon: (089) 98 80 40/98 99 06

## Am Rande notiert

### Wartungsgarantie für Videorecorder

Erst vor einigen Jahren wurde der Video-Wartungsring – kurz VWR – gegründet.

Bereits in den ersten Jahren nutzten über 1000 Rundfunk- und Videofachhändler die Möglichkeit, die Wartungsgarantie für Videorecorder als zusätzlichen Service in ihr Dienstleistungsangebot aufzunehmen. Jetzt, im dritten Jahr konnten bereits über 10 000

Wartungskunden über den Fachhandel vermittelt werden. Für den Fachhändler hat das folgende Vorteil: Er bindet den VWR-Kunden durch den Wartungsgarantie-Service enger an sein Geschäft. Sowohl für den Händler als auch für den Kunden ist die Abwicklung problemlos: Aufgenommen werden alle Videorecorder der Systeme VHS, Beta und Video 2000, die nicht älter als 2 Jahre sind. Nach ausgeführter Wartung oder Reparatur überweist der VWR den Rechnungsbetrag direkt an den Fachhändler.

Detaillierte Informationen können angefordert werden beim: VWR Video Wartungsring, Breite Str. 8, Postfach 6207, 3000 Hannover 1, Telefon 0511/32 44 96

## Hinweise auf neue Produkte

### Europäische Zusammenarbeit bei Compact-Disc

Ähnlich wie auf dem Video-Sektor mit dem europäischen System 2000, gibt es auch für Digital-Plattenspieler eine Kooperation zwischen Grundig und Philips. Im Rahmen dieser europäischen Zusammenarbeit stellt Grundig die Modelle CD 30 in der Gehäusebreite von 32 cm und CD 7500 mit 45 cm, passend zu den Komponenten der

„Midi“- bzw. „Slim-Line“-Serie, vor (Bild 1).

Die Geräte bieten alle Voraussetzungen, um die hörbaren Vorzüge der Compact-Disc voll auszuschöpfen und haben – insbesondere im Hinblick auf den raschen Zugriff zum gewünschten Musikstück – eine Reihe von hilfreichen Features aufzuweisen. Die hervorragenden Daten der Compact-Disc werden optimal in Verbindung mit den HiFi-Vorverstärkern SXV 6000 bzw. XV 7500 sowie mit Grundig-Aktivboxen genutzt.

Die technischen Besonderheiten der Compact-Disc-Spieler CD 30 und CD 7500 sind:

- Vorprogrammieren von bis zu 15 Musikstücken in beliebiger Reihenfolge
- Übersichtliche Anzeige der jeweils vorprogrammierten Stücke
- Autorepeat für mehrmalige Wiederholung
- Direktes Ansteuern der Musikstücke im Vor- und Rücklauf möglich

Zusatzfunktionen bei CD 7500:

- Numerische Anzeige der Zeit des angespielten Musikstückes bzw. Totalzeit
- Raumsparende Schubladentechnologie.

Kenndaten:

Frequenzgang: 20 Hz–20 kHz  
± 0,5 dB  
Klirrfaktor: < 0,005%  
(1 kHz 0 dB)

Fremdspannungsabstand: > 90 dB

Kanalübersprechen: > 90 dB  
bei 1 kHz  
Gleichlauf: Quarzpräzise  
Quantifizierung: 16 Bits linear  
pro Kanal  
Sampling Frequency: 44,1 kHz

### CD-Plattenspieler von Mitsubishi

Der neue CD-Plattenspieler der 2. Generation von MITSUBISHI ist ein Gerät modernster Ausstattung mit höchstentwickelter Wiedergabequalität. Er ist die Feature-Version mit Zusatzausstattungen, die über die Normalfunktionen hinausgehen. Wegen seines Designs und seiner Abmessungen fügt er sich harmonisch in Komponentenanlagen ein.



Kurzbeschreibung:

- Mit 3-Strahl-Laser aus MITSUBISHI-Entwicklung
- Hochverdichtete, hochintegrierte Elektronik von MITSUBISHI
- 60 Minuten Spielzeit
- Titelvorgwahl in beliebiger Reihenfolge
- Suchlauf, vor- und rückwärts
- „Skip“, vor und rückwärts
- Pause-Funktion
- Wiederhol-Funktion
- Anzeige der Anzahl der Spuren/Titel
- Anzeige-Display für Gesamtspielzeit und abgelaufene Spielzeit
- Kopfhörer-Anschluß mit Lautstärke-Schieberegler
- Einfachste Bedienung durch Schublader-Casetteneinzug
- In Stereo-Komponenten-Anlage voll integrierbar.

### Ein Freund daheim und unterwegs

Daheim ist er ein echter Stereoempfänger mit großer Klangfülle, unterwegs ein netter „Winzling“ für den diskreten Kopfhörerempfang. Einschließlich Batterien wiegt er dann 210 Gramm (Bild 1).



Amigo 200 – ein neues ITT Audio-Portable, das zwei Produkt-Ideen – höchste Mobilität und beste Klangfülle – in praktischer Weise kombiniert. Wird das Empfangsteil in den „NF-Booster“ mit 2,5 Watt Stereoleistung eingerastet, steuert es zwei 10 cm große Breitbandlautsprecher an. Die Stromversorgung erfolgt aus vier Babyzellen oder einem extern anschließbaren Netzteil. Zusätzlich stehen in dieser Betriebsart eine Teleskopantenne für den UKW-Empfang und eine Klangtaste zur Verfügung. Auf Knopfdruck wird das Empfangsteil ausgeworfen und kann dann zusammen mit dem serienmäßigen Kopfhörer betrieben werden, dessen Anschlußkabel gleichzeitig als UKW-Antenne dient. Die Lautstärke wird über zwei getrennte Einsteller für den linken und rechten Kanal gewählt. Den Empfang von Stereo-Sendungen zeigt eine Leuchtdiode an. Die Inbetriebnahme des Gerätes sowie die Stereo/Mono- und UKW-Mittelwellen-Umschaltung erfolgt mit Schiebeshaltern.



Bild 1: CD-Plattenspieler in verschiedenen Gehäusebreiten (Grundig-Pressebild)

## RACAL stellt neuen VHF/UHF-Receiver vor

Als Ergänzung des Receiver-Programms stellte RACAL kürzlich seinen neuen VHF/UHF-Receiver RA 1795 für den Frequenzbereich 20–1000 MHz vor. Der Empfänger erhält einen in LSI-Technik gefertigten Synthesizer mit besonders hoher Zuverlässigkeit. Ein bedienerfreundliches Betriebskonzept ermöglicht die Speicherung bis zu 100 verschiedener Frequenzen mit den jeweils vorgewählten Betriebsarten. Die Abstimmung erfolgt in 10 Hz-Schritten über das gesamte Frequenzband. Mögliche Betriebsarten sind AM, LSB, USB, FM, CW und Pulsübertragung.

Das Gerät eignet sich besonders für Überwachungs- und EW-Aufgaben sowie für den Ortungseinsatz. Über die serielle Schnittstelle SCORE ist der Receiver sowohl abgesetzt als auch fernbedienbar. Durch Tastendruck lassen sich Selbsttestprogramme (BITE) und Sendersuchlauf der eingespeicherten Frequenzen auslösen. Ein vom HF-Träger geschaltetes Relais mit einstellbarem Schwellenwert ermöglicht die automatische Anschaltung externer Systeme, z. B. eines Magnetbandgerätes zur Aufzeichnung oder Verarbeitung der empfangenen Nachricht. Durch ein externes Display lassen sich Signale mit einem Spektrum von bis zu 8 MHz darstellen.

Weitere Informationen erhält man von: Racal Elektronik System GmbH, Frankenforster Straße 21, 5060 Bergisch-Gladbach 1, Telefon (022 04) 6 00 81

## Audio Digital System 2000

Außer Frage steht, daß Nordmende als Vollsortimenter auch CD-Plattenspieler als Ergänzung ins derzeitige HiFi-Angebot einbezieht. Audio Digital System 2000, das in die-

sen Tagen an den Facheinzelhandel ausgeliefert wurde, ist ein kompaktes Frontleading-System mit komfortabler Bedienung.

Mit leichtem Tastendruck öffnet sich die motorgetriebene Frontklappe, halb von oben schiebt man die Compact-Disk ein, mit nochmaligem Tastendruck schließt sich die Klappe; nach wenigen Sekunden ist die Platte spielbereit. Betätigt man erneut die Wiedergabetaste, hört man den ersten Programmtitel. Gleichzeitig zeigt die Leuchtdiodenkette an, an welcher Stelle sich der Abtastlaser befindet. Eine Anzeige informiert über die Zahl der insgesamt zu spielenden Stücke, über die bereits gehörten und wie viele Minuten/Sekunden des laufenden Stückes schon gespielt sind. Selbstverständlich sind auch die Funktionen schneller Vor- und Rücklauf. Soll beim Abhören eines Programmtitels unterbrochen werden, drückt man die Stopptaste. Später kann exakt an dieser Stelle der Titel weitergehört werden. Sagt die Reihenfolge der angebotenen Titel auf der Schallplatte nicht zu, so kann das Programm selbst in der gewünschten Reihenfolge zusammengestellt werden.

## Yacht-Boy mit Maxi-Ausstattung

Einen Reiseempfänger, der besonders beim engagierten Kurzwellenhörer viel Beifall finden wird, stellt Grundig mit dem Yacht-Boy 700 vor (Bild 1). Das neue Top-Modell dieser Serie handlicher leistungsfähiger Weltempfänger bietet – neben UKW, Mittel- und Langwelle – sechs von 1,6 bis 26,1 MHz durchgehend überlappende Kurzwellen-Bereiche.

Für beachtlichen Komfort bei der Sender-Einstellung und für möglichst störungsfreien Empfang, auch in schwierigen



Situationen, ist eine Reihe interessanter Features zu registrieren. Parallel zur Zeigerskala als übersichtliche Orientierungshilfe zeigt ein Flüssigkristall-Display die jeweilige Empfangsfrequenz digital an und ermöglicht dadurch die exakte Sender-Identifikation, z. B. anhand entsprechender Tabellen. Zur Kurzwellen-Feinabstimmung dient eine „KW-Lupe“. Als außergewöhnliches Merkmal in seiner Geräteklasse hat der Yacht-Boy 700 einen SSB-Produkt-detektor für den Empfang von Einseitenband- und unmodulierten Telegrafiesendern. Der Bandbreiten-Schalter (wide/narrow) sowie die schaltbare 5-KHz-Sperre (Notch-Filter) sind wirkungsvolle Hilfen bei sich gegenseitig störenden, eng benachbarten AM-Sendern. Für UKW- und Kurzwellen-Empfang ist die eingebaute Teleskop-Antenne zuständig, mit der Ferritantenne können Mittel- und Langwellen-Sender optimal anvisiert werden. Ein Abstimm-Anzeigeinstrument rundet den Senderwahl-Komfort ab.

Die eingebaute Digital-Quarzuhr bietet, neben der Zeitanzeige, eine Reihe von Schaltfunktionen. Sie kann zur vorgewählten Zeit für das Wecken mit Musik sowie zusätzlichem Alarmton sorgen oder

auch innerhalb einstellbarer Zeitspannen zwischen 60 und 10 Minuten ausschalten.

Seine Energie bezieht der Yacht-Boy 700 aus dem eingebauten Netzteil. Die 3,5 mm-Klinkenbuchse zum Anschluß eines Kopfhörers ist auch als Ausgang für Bandaufzeichnungen nutzbar. Den Batteriebetrieb ermöglichen fünf Babyzellen, eine Mignonzelle versorgt die Uhr.

Das kompakte gepäckfreundliche Kunststoffgehäuse mit ausklappbarer Schräggestützstütze hat Abmessungen von ca. 28 x 17 x 5,6 cm. Der Empfänger wiegt 1,4 kg (o. B.), sein Preis im Fachhandel beträgt ca. DM 380,-.

## Auto-Lautsprecher mit Flachdrahttechnik

Jetzt bringt Magnat die Vorteile der Flachdrahttechnik auch ins Auto. Diese sind: mehr Dynamik

+ besseres Impulsverhalten = präzisere Musikwiedergabe  
Der CAR 5 ist ein Einbaulautsprecher, der sowohl in der Autotür als auch im Heck eingebaut werden kann. Besonders hervorzuheben ist die geringe Einbautiefe von nur 3,5 cm (Bild 1).



Der unverbindliche Verkaufspreis beträgt DM 350,-/Paar.

Technische Daten:

System:	2-wege
Nennbelastbarkeit:	80 Watt
Musikbelastbarkeit:	120 Watt
Impedanz:	4 Ω
Übertragungsbereich:	50–22 000 Hz
Übergangsfrequenz:	1500 Hz
Einbautiefe:	3,5 cm

**Winziger Riese**

Er erreicht gerade das Format einer Zigarettenpackung und ist damit der kleinste Micro-Cassettenrecorder der Welt: Der RN-Z10 von Panasonic (Bild 1).



So bietet der Zwerg unter den Diktiergeräten eine zweistündige Spieldauer (2 Geschwindigkeiten), eine geräuschlose, vollautomatische Bandendabschaltung, Mithörmöglichkeiten bei schnellem Vor- und Rücklauf, direkte Umschaltmöglichkeit von Aufnahme auf Review, Aufnahmekorrektur durch „Follow-Up-Recording“ und Ein-Tasten-Aufnahmefunktion.

Das Gerät, das ganze 112 g (ohne Batterie) wiegt und Abmessungen von genau 5,15 x 10,2 x 1,49 cm aufweist, eignet sich so recht für die Hemd- oder Jackettasche.

**HiFi-Cassettendeck mit Sicherheitstechnik**

Wie bei allen anderen Dual-Cassettendecks ist auch bei diesem das Merkmal der Sicherheitstechnik D.L.L. unübersehbar: keine Eject-Taste, kein Cassettenschacht, kein Cassettenfester. Während des Abspielens oder Umspülens kann die Cassette direkt aus dem laufenden Gerät entnommen werden, ohne eine Stop-

taste zu drücken. Das D.L.L.-Prinzip des C 826 sichert eine definierte Positionierung der Cassette. Die Dreipunktauflage läßt keine unbeherrschte Wackelbewegung zu und schafft die Voraussetzung für den optimalen Bandtransport. Und das sind die technischen Besonderheiten: Computer-Steuerung der Laufwerkfunktion, 2-Motoren-Laufwerk mit getrenntem Antrieb für Tonwelle und Wickelfunktion, elektronische Bandlaufüberwachung, automatische und manuelle 4fach-Bandsortenauswahl mit optischer Anzeige der Bandsorten. Das C 826 ist mit dem Rauschunterdrückungssystem Dolby B und C ausgestattet. Der Music Finder dient zum automatischen Auffinden eines Musikanfangs. Die Auto-Space-Einrichtung schafft die Musiklücken dafür.



Die Peak-Level-Anzeige ist mit 2 x 16 LEDs besonders übersichtlich.

**Cassette raus, Radio rein!**

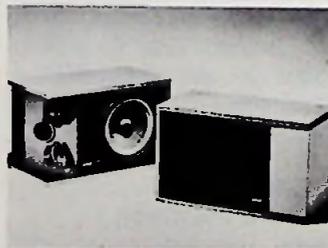
Die Palette der von FISHER angebotenen MusicWalker ist durch das Gerät PH-45 um eine interessante Komponente erweitert worden: Der MusicWalker PH-45 läßt sich mit einem Handgriff vom Cassettenrecorder in ein Cassettenradio verwandeln (Bild 1). Anstelle der üblichen Cassette



wird der sog. „Tuner Pack“ in das Gerät eingelegt und das Radiogerät im Miniformat ist spielbereit. Bei seiner Anwendung als Cassettenrecorder zeichnet sich das Gerät durch Auto Reverse-Einrichtung, Dolby-Rauschunterdrückung und zusätzlich eingebautem Lautsprecher aus.

**Neuer Regallautsprecher von Bose**

Von dem neuen Modell 301 Serie II erwartet die BOSE Corporation ähnliche Erfolge des Vorgängers, der weltweit gesehen, der meistverkaufte Marken-Regallautsprecher ist. Der neue Bose 301 hat zwei anstatt nur einem Hochtöner. Sie sind in der sog. „Free Space“ Konfiguration angeordnet, damit sich der Schall ungehindert von Gehäuse und Bespannung ausbreiten kann. Der eine strahlt indirekt nach hinten gegen die Rückwand, der andere direkt in den Raum (Bild 1). Dadurch wird die Hochtonenergie gleichmäßiger im Wohnraum verteilt. Das Klangbild gewinnt zusätzlich an Räumlichkeit.



Die neuen Hochtöner sind hoch sensitiv und daher impulsfest. Der neue Tieftöner arbeitet mit einer 6-Lagen-Schwingspule. Der Polschuh ist aus einem Stück gegossen. Damit wird ein tieferer Frequenzgang und eine große Membranauslenkung erreicht. In Verbindung mit dem aerodynamisch geformten und genau berechneten Phasenumkehrsystem werden die Verzerrungen bei hohen Pegeln stark reduziert.

**Elegante Technik**

Modifarben wie Aubergine, perlweiß oder weinrot bestimmen das äußere Bild eines neuen FISHER Stereo-Cassetten-Radiorecorders, der der gehobenen Preisklasse zuzuordnen ist und einen für diese Geräte ungewöhnlichen technischen Standard aufweist (Bild 1).

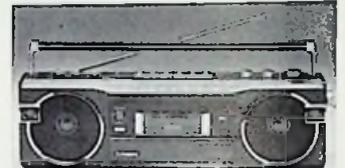


Bild 1: Eleganter Stereo-Radio-Cassetten-Recorder PH 855 L (Fisher-Pressbild)

Zweiweg-Stereo-Lautsprecher mit Keramik-Hochtöner, eine Programm-Automatik für max. 15 Musiktitel auf Cassette, sowie eine Umschaltmöglichkeit für alle Bandsorten gehören zur Ausstattung des Gerätes. Bemerkenswert ist die Empfangsleistung des für 4 Wellenbereiche ausgelegten Tunerteils. Im UKW-Bereich ist rauschfreier Stereoempfang auch unter schwierigen Verhältnissen möglich. Ein mit elektrischer Bandspreizung ausgestatteter Kurzwellenteil macht Heimatsender im fernen Reiseland klar und deutlich hörbar.

Zur Verbreitung der Stereo-Basis ist der PH-855 L mit einem abschaltbaren Expander ausgestattet. Umfangreiche Anschlußmöglichkeiten für Zubehör schließen auch die Cassetten-Überspielung von und zur vorhandenen Heimanlage mit ein. Die Stromversorgung kann wahlweise aus dem Netz oder über Batterien erfolgen. Eine gelungene Synthese aus anspruchsvoller Technik, überzeugendem Klang und einem schicken Design heben dieses Gerät über den üblichen Standard. Unverbindliche Preisempfehlung: DM 498,-.

## Luxus von Luxman

Seit jeher steht der Name Luxman neben hervorragenden klanglichen und technischen Eigenschaften auch für bemerkenswertes Styling. In einem unkonventionellen und dennoch attraktiven Design präsentiert sich die neue Luxman Contemporary Serie, bestehend aus: Receiver RX 101, Receiver RX 103, Cassettendeck KX 102, Plattenspieler PX 101.

Besonders augenfällig ist die Servo-Face-Frontplatte der Receiver und des Cassetten-decks, die beim Einschalten sanft um etwa 15 mm zurückfährt und die wichtigsten Einsteller freigibt.

Nach dem Ausschalten der Komponenten gleitet die Frontplatte wieder nach vorn. Neben den gestalterischen Besonderheiten sind es vor allem eine Vielzahl von technischen Details, die diese Geräte auszeichnen.

Im Tuner-Teil gewährleistet ein Microprozessor optimalen Empfang bei allen Empfangsverhältnissen.

Vier verschiedene Funktionen werden dabei vom Computer selbsttätig nach Bedarf geschaltet: Eingangsabschwächer, Bandbreite, Anti-Birdie-Filter und High-Blend-Einrichtung.

Zu den weiteren Ausstattungsmerkmalen zählen Speichermöglichkeit für 16 UKW und 8 Mittelwellenstationen, Memory Scan, Anschlußmöglichkeit für 2 Lautsprecherpaare, Verstärker in Duo-Beta

Technologie sowie eine Infrarot-Fernbedienung, die in Verbindung mit dem Receiver RX 103 auch eine Steuerung des Cassetten-decks KC 102 und des Plattenspielers PX 101 ermöglicht.

Als kleinerer Bruder des RX 103 hat der RX 101 eine geringere Ausgangsspannung, verfügt aber auch über die C.A.T.-Technologie (2 Funktionen) Digital Synthesizer, Empfangsteil mit 16 UKW und 8 Mittelwellen-Stationen, Memory Scan, Duo Beta Verstärker-Technologie, usw. Der Receiver ist nicht fernbedienbar. Das 3-Kopf-Kassettendeck mit Einmeß-Computer (Vormagnetisierung, Pegel, und Entzerrung) hat Dolby B und dbx-Rauschunterdrückung, programmierbares digitales Bandzählwerk, automatische Bandlauffunktionen wie Auto-Rewind, Auto-Repeat und Auto-Play, FL Aussteuerungsanzeige usw.

Sämtliche Bandlauffunktionen können über den Receiver RX 103 fernbedient werden.

Der Tangential-Plattenspieler hat leichtgängige Funktionstasten an der Gerätefront für erschütterungsfreie Bedienung. Ein hochwertiges MC-Tonabnehmersystem (High output) gehört zum Lieferumfang. Über den Receiver RX 103 ist der Plattenspieler PX 101 fernbedienbar.

Unverbindliche Preisempfehlung: RX 103 DM 2500,-, KX 102 DM 2500,-, RX 101 DM 1500,-, PX 101 DM 898,-.

## HiFi-Geräte in Profi-Qualität

Kürzlich stellte STUDER einige neue Geräte vor, darunter die A810 1/4" Master Tonbandmaschine (Bild 1). Ihre Ausrüstung umfaßt transformierlose Ein- und Ausgangsverstärker, die Möglichkeit der getrennten Aufnahme und Wiedergabe eines Zeitcodes auf Mittenspur und volle Fernsteuerbarkeit der Bandlauf- und Audio-Parameter durch einen einfachen Computer über seriellen RS 232 Daten-Bus.



Das TLS 4000 (Tape Lock System) ist ein neuer, sehr kompakter (1 3/4" = 44 mm hoch) überaus hoch entwickelter Synchronizer, der Zeitcode, Pilot-Signale und Tacho Impulse automatisch verarbeiten kann. Sämtliche Funktionen sind über einen seriellen Daten-Bus fernsteuerbar.

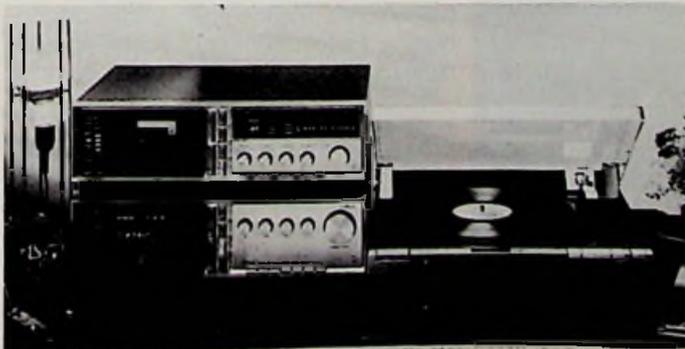
Die A710 ist die erste professionelle Cassetten-tonbandmaschine mit XLR (Cannon) Audio Ein- und Ausgangsanschlüssen und getrennten Anschlüssen für Faderstart und Fernsteuerung (Bild 2). Rauschunterdrückungssysteme Dolby B und C sowie kalibrierte Aufnahme/Wiedergabe Pegel, die sich auf Potentiometerbetrieb umschalten lassen, sind ebenso eingebaut. Die Audioschnittstelle verläuft über symmetrisch/erdfreie Ein- und Ausgangsverstärker.

Sämtliche Bandtypen (Ferroxid, Chromdioxid und Reineisen) können mit Zeitkonstanten von 70 und 120 µs verwendet werden. Die A710 ist 19"-racktauglich.

Ebenfalls 19"-racktauglich ist ein neuer professioneller VHF-FM Tuner A726 (87.5 bis 108 MHz) ausgerüstet mit XLR (Cannon) Anschlüssen, symmetrisch erdfreien Ausgangsverstärkern und kalibrierten Ausgangspegeln. Zur Standardausrüstung gehört, während Stationsfernsteuerung, MPX Ausgang und ein zweiter, schaltbarer Antenneneingang als Optionen erhältlich sind. Das Ablaufsteuergerät ECS-6000 (Event Controller System) findet seine Verwendung in einem Video-Audio Nachbearbeitungskomplex, wo einige Maschinen (entweder Audio oder Video) in einer vorprogrammierten Sequenz angesteuert werden sollen. Es können bis zu 24 Slaves mit je bis zu 8 Funktionen gesteuert werden.



Der professionelle Monitor-Lautsprecher 2706 ist als Einheit komplett von STUDER entwickelt und gebaut. Er wird durch sehr geringe harmonische Verzerrungen (THD) und einen vom Lautstärkepegel weitgehendst unabhängigen, breiten Frequenzgang ausgezeichnet. Eine exakte Wiedergabe von Transienten und ein extrem geringer dynamischer Kompressionseffekt gewährleisten eine sehr gute Tonqualität ohne jegliche Aggressivität.



Hans-Joachim Haase

Der Pegelabfall im Wiedergabe-Frequenzgang wird bei der Magnetton-Abtastung in starkem Maße vom Azimuthfehler bestimmt. Darunter versteht man die nichtparallele Stellung der Aufnahme- und Wiedergabe-Kopfspalte zueinander. Bislang konnten Azimuthfehler nur durch manuelle Korrekturen der Spaltstellungen behoben werden, waren dann aber oft gerade nur für dieses eine Gerät optimal. Eine ganz neue Lösung dieses Problems kommt nun – wiederum – aus Japan zu uns.

# Automatischer Abgleich des Azimuthfehlers im Cassettenrecorder

Die nachteilige Wirkung des Azimuthfehlers erkennt man bevorzugt beim Cassetten-Austausch und Abspielen käuflicher Cassetten, wobei man im letzten Fall eigentlich annehmen sollte, daß der Hersteller der genauen Senkrecht-Stellung des Aufnahmekopfspaltes größte Sorgfalt widmet.

Über die Abhängigkeiten zwischen Spurbreite, Bandgeschwindigkeit, Azimuthfehler und frequenzabhängige Pegelverluste wurde in der Funk-Technik bereits verschiedentlich ausführlich berichtet. Nachstehend sind die für einen Qualitätsverlust entscheidenden Fakten noch einmal kurz angedeutet.

Die geometrischen Zusammenhänge zwischen der X- und Y-Lage eines in X-Richtung bewegten Tonbandes und einem feststehenden Wiedergabe-Kopfspalt sind in Bild 1 (nicht maßstäblich) dargestellt. Der Kopfspalt, mit seiner im Falle einer Verwinkelung effektiv wirksamen Breite

$s' = s/\cos \varphi$ , schließt mit der Ordinate den (Fehl-)Winkel  $\varphi$  ein. Unter der Voraussetzung, daß die in X-Richtung orientierte Längs-Magnetisierung des Bandes bei exakt senkrecht stehendem Spalt vorgenommen wurde, ergibt sich bei der Abtastung durch einen schräg stehenden Spalt ein Dämpfungsfaktor:

$$D = \frac{\sin \frac{\pi \frac{s}{\cos \varphi}}{\lambda}}{\frac{\pi \frac{s}{\cos \varphi}}{\lambda}} \cdot \frac{\sin \frac{\pi \cdot b \cdot \tan \varphi}{\lambda}}{\frac{\pi \cdot b \cdot \tan \varphi}{\lambda}} \cdot \cos \varphi$$

Darin ist

$\varphi$  = Spaltverwinkelung;  $\lambda$  = Wellenlänge;  $f = v/\lambda$  = Aufzeichnungsfrequenz;  $b$  = Spurbreite;  $s$  = Spaltbreite;  $v$  = Bandgeschwindigkeit.

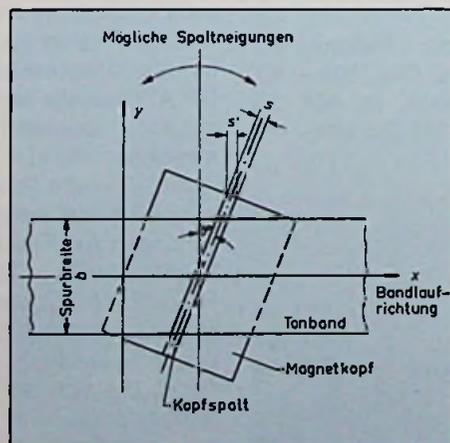


Bild 1: Die Spaltbreite eines Tonkopfes an einem in X-Richtung transportierten Tonband mit Längsmagnetisierung

Obwohl die Spaltneigungs-Dämpfung mit der Verringerung der Spurbreite  $b$  zurückgeht, bewirken auch bei Compactcassettengeräten mit ihrer geringen Bandgeschwindigkeit doch schon verhältnismäßig geringe Spaltneigungen erhebliche Pegelverluste im oberen Übertragungsbereich. So z. B. verschlechtert ein Azimuthfehler von nur  $1/5^\circ = 12'$  die Höhenwiedergabe bei 10 kHz um 3 dB. 20 kHz gehen im Rauschen unter.

Technisch versierte Qualitätsfanatiker können mit Hilfe von Bezugsbändern mit dem „Teil zur Spalteinstellung“ den Wiedergabekopf optimal einjustieren und bei Mehrkopfergeräten daraufhin auch den davor platzierten Aufnahmekopf während des Aufnahmevorganges eines Sinussignals ( $> 6$  kHz) entsprechend nachjustieren. Diese nur meßtechnisch exakt kontrollierbaren Maßnahmen (Abgleichkriterium = Pegelmaximum)<sup>\*)</sup> schließen aber nicht aus, daß sich nach dem Wenden

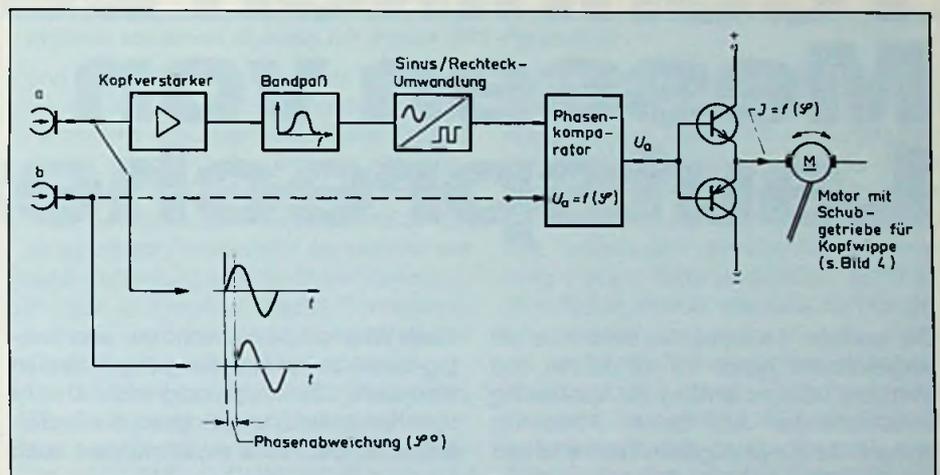
<sup>\*)</sup> Bei einer lediglich akustischen Überprüfung der Spaltstellung eines Wiedergabekopfes sollte man anstelle von Musikaufzeichnungen ein Rauschband verwenden. Rauschen klingt bei richtiger Spaltstellung sehr hell und ändert – im Kopfhörer besonders gut hörbar – seine Klangwirkung schon bei geringer Verwinkelung erheblich.

oder Austausch der Cassette dann doch wieder mehr oder weniger große Azimuthfehler einstellen und nachteilig auswirken. Der japanische Hersteller Nakamichi hat sich intensiv mit diesen Problemen beschäftigt und mit der jetzt erstmalig vorgestellten NAAC-Technik (Nakamichi Auto Azimuth-Correction) ein elektromechanisches System entwickelt, das bei Konsumgeräten unmittelbar nach der eingeleiteten Wiedergabe automatisch eine Anpassung der Spaltstellung des Wiedergabekopfes an die Stellung vornimmt, die der Aufnahmespalt bei der Aufzeichnung einnahm. Bedienungsmäßig belastet dieser Vorgang den Anwender überhaupt nicht. Nachdem die bespielte Cassette in das Cassettenfach eingesteckt ist, setzt nach dem Start zur Wiedergabe der Korrekturvorgang sofort ein und dauert – je nach Grad der Verwinkelung – etwa 5–10 s. Der in dieser Zeit innerhalb der Apparatur ablaufende elektromechanische Vorgang ist weitaus komplizierter. Praktisch verwirklicht wurde diese Lösung in dem neuen Auto-Reverse-Cassettendeck „Dragon“ (Bild 2), sowie in einem Auto-Empfänger/Cassettengerät (TD-1200), in dem es trotz des geringen Platzangebotes ebenfalls untergebracht werden konnte.

Das Funktionsprinzip zeigt Bild 3. Die für jede Spur in einem Doppelkopf in den getrennten Wicklungen a und b induzierten Spannungen, die zur eigentlichen Audio-Wiedergabe stets zusammenschaltet bleiben, werden, in einer recht aufwendigen Elektronik über zwei gleiche Signal-Übertragungsstrecken, jeweils getrennt durch einen Bandpaß geleitet, d.h. es werden die Tonfrequenzen aus dem aufgezeichneten Signalspektrum bewertet. Da sowohl tief- als auch hochfrequente Audiosignale aus einer magnetischen Abtastung mit niedriger Bandgeschwindigkeit (Gleichlaufschwankungen!) keinen zuverlässigen Phasenvergleich ermöglichen, wird hier nur das Signalspektrum des mittleren Übertragungsbereiches ( $> 3 \text{ kHz} < 10 \text{ kHz}$ ) ausgenutzt. Die durchgelassenen Teilspannungen werden kräftig verstärkt und in Rechtecksignale umgewandelt, damit der Vorgang weitgehend unabhängig von den Pegelschwankungen der Signalaufzeichnung bleibt. Ein nachfolgend angesteuerter Phasen-Komparator bewertet den vom Azimuthfehler abhängigen Phasenunterschied zwischen den beiden Teilspannungen und bildet daraus ein Steuersignal. Eine von dieser

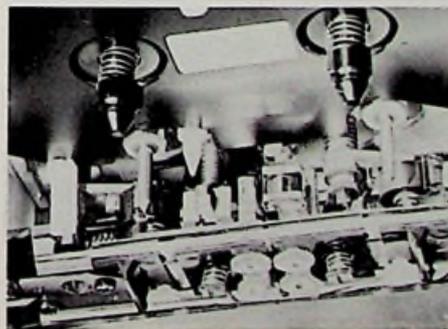


**Bild 2: Auto Reverse Cassettendeck „Dragon“ mit automatischer Anpassung des Wiedergabekopfspaltes an die Winkelstellung des zur Aufzeichnung benutzten Aufsprechkopfes (Nakamichi-Pressbild)**



**Bild 3: Funktionsschema des NAAC-Verfahrens**

Gleichspannung angesteuerte komplementäre Transistor-Gegentakt-Treiberstufe bringt – je nach der Potentiallage an den zusammengeführten Basen – den Getriebemotor zum Rechts- oder Linkslauf. Über ein sehr präzise arbeitendes Getriebe und einem 40 cm langen (!) Schubgestänge wird die Halterung des Wiedergabekopfes horizontal so verschoben, daß der Spalt in einem bestimmten Winkel um die Senkrechtstellung hin- und hergeschwenkt wird, bis die günstigste



**Bild 4: Einblick in den Cassettenschacht. (Nakamichi-Pressbild)**

Übereinstimmung (Aufnahme – Wiedergabe) erreicht ist. Diese Stellung wird apparativ blockiert und solange gehalten, bis eine der Tasten Stop, Rück- oder Vorlauf gedrückt wird. Weil diese Einstellung möglicherweise ja nur für diese eine Cassettenseite optimal ist, wird der Spalt in eine apparativ festgelegte Grundstellung zurückgeführt, von der aus der neue NAAC-Vorgang startet. Diese geräteinterne Bezugsposition ist werksseitig über eine recht komplizierte Justieranordnung (Bild 4) fest eingestellt, läßt sich aber z. B. anhand eines Bezugsbandes – jederzeit überprüfen und nötigenfalls nachstellen. Der NAAC-Vorgang ist schaltungstechnisch in den Ablauf der manuellen Pegel- und Vormagnetisierungs-Einstellung beim Dragon einbezogen, d.h., die optimale Anpassung des Arbeitspunktes an ein bestimmtes Band kann sinnvollerweise erst nach der Senkrechtstellung des Wiedergabe-Kopfspaltes erfolgen. Eine tadellose, gut durchdachte Sache, die erst der Mikrocomputer möglich machte.

Donald Aldous

Die Zeiten sind längst vorbei, wo das wichtigste Werkzeug eines Lautsprecherentwicklers der gegen die Membran schnippende Zeigefinger war. Auch akustische Spektrografen in Verbindung mit schalltoten Räumen reichen schon lange nicht mehr. Heute werden Lautsprecher mit Laserstrahlen und Hologrammen geprüft, wie dieser Beitrag zeigt.

# Ausgefeilte Techniken zum Messen von Lautsprechern

Die heutigen Lautsprecher sind biller als vergleichbare Typen vor 10 Jahren und trotzdem weniger anfällig für Verzerrung verschiedenster Art. Dieser Fortschritt spiegelt die ausgeklügelten Testverfahren wider, die im Laufe der Zeit von namhaften Konstrukteuren und Herstellern entwickelt wurden.

Der britische Hersteller B. and W. Loudspeakers<sup>1)</sup> hat erstmals die, auf frühen Experimenten der United Kingdom Atomic Energy Authority beruhende, Laser-Interferometrie zum Testen der Leistung ihrer Lautsprecher genutzt. Rank Wharfedale<sup>2)</sup> wiederum vervollkommnete eine Meßtechnik, die vor über dreißig Jahren von der BBC konzipiert wurde. Diese Methode, als „verzögerte Resonanz“ bekannt, mißt die durch unerwünschte Konuskrümmung und Vibration beeinträchtigte Leistung einer Lautsprechermembrane. Inzwischen ist diese Methode durch das 3-D-Pilot-Verfahren (technisch als kumulative Ausschwingenspektren zu bezeichnen) abgelöst worden: Hier wird eine Serie von Kurven dargestellt, die den akustischen Effekt abklingender Membranschwingungen aufzeigen.

<sup>1)</sup> B. and W. Loudspeakers, Meadow Row, Worthing, West Sussex, England.

<sup>2)</sup> Rank Radio International, Idle, Bradford, West Yorkshire, England.

Rank Wharfedale hat nicht nur eine Analog-Methode zur Erstellung dieser Kurven entwickelt, die offenkundig mehr Details über Konusverhalten bringt als die Digital-Methode; die Firma experimentiert auch seit langem mit Holographie und hat in dieser Hinsicht Pionierarbeit geleistet. Die Technik basiert auf einem Laser, der Konturbilder von einem Lautsprecher in Aktion liefert. Zerlegungsmuster erscheinen



Bild 1: Hologramm der Scanner Laser Velocity-Probe von Wharfedale (BFF-Pressbild)

als Umrißlinien und illustrieren auf diese Weise verschiedene Bewegungen aller Teile der Membrane. Wharfedale hat diese Technik verfeinert und ein „dynamisches Hologramm“ hervorgebracht, bei dem die unterschiedlichen Schwingungsmuster als bewegliches Bild erscheinen. Bei der Arbeit mit diesen Verfahren hat das Wharfedale-Labor unlängst einen neuen Weg gefunden, Konusverhalten bildhaft darzustellen. Das System nennt sich SCALP (Scanned Laser Plot/Probe). Beherrscht man den Laser-Strahl optimal, so wird es möglich anhand des reflektierten Laserlichts die Geschwindigkeit eines jeden Teils einer schwingenden Membrane zu errechnen. Das Ergebnis ist ein sehr genaues Bild der Membrane, bei dem sich die unerwünschten Schwingungen wie „Hügel“ in einem dreidimensionalen Display abzeichnen.

Rola Celestion<sup>3)</sup> hat ihre Hologramm-Testmethode ausgebaut, indem sie Bilder der Membranbewegungen in einem Computer speichert. Diese können dann in richtiger Reihenfolge wie ein Trickfilm abgespielt werden, so daß man eine genaue Wiedergabe der Konusbewegung erhält. Eine weitere Firma, die sich mit einschlägigen Meßtechniken profiliert, ist KEF

<sup>3)</sup> Rola Celestion Ltd, Dutton Works, Foxhall Road, Suffolk, England.

Electronics. Ihr Labor hat mit Erfolg das „Impulszählen“ als vollautomatisches Testsystem für Lautsprecher-Antriebssysteme adaptiert. Dieses Verfahren liefert eine Hard-Copy jeder Frequenzwiedergabe, vergleicht dieselbe mit einer computergespeicherten Standard-Kurve und erteilt dann das Urteil „akzeptiert“ bzw. „nicht akzeptiert“.

Die Mehrheit der Lautsprecher-Designer ist sich darin einig, daß es einer Kombination verschiedener Meßverfahren bedarf, um eine Lösung für die Probleme zu finden, denen man sich auf der Suche nach optimaler Klangqualität zwangsläufig gegenüber sieht. Diese Tests müssen durch Hörproben ergänzt werden, bei denen die Lautsprecher-Leistung mit dem Originalklang verglichen wird.

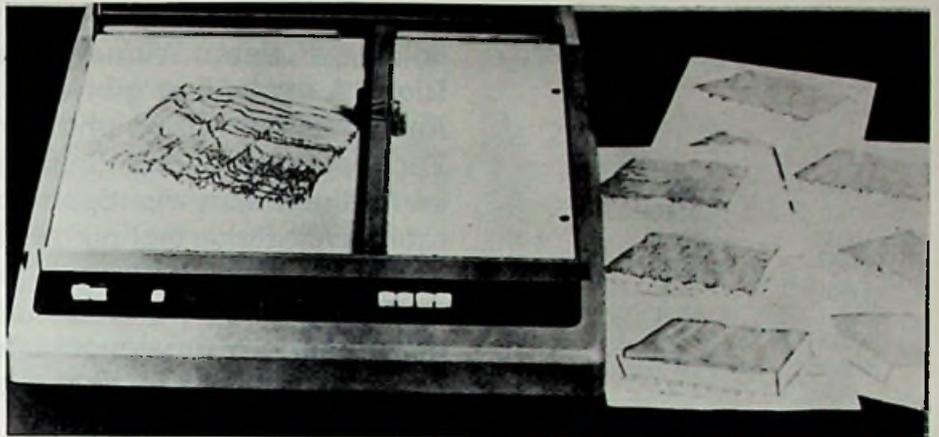
Angesichts der sehr differenzierten Methoden zur Prüfung von Antriebseinheiten bzw. kompletter Systeme, die nunmehr auf dem Markt sind, könnte es als überflüssig erscheinen, die Lautsprecherleistung mit „subjektiven“ Methoden zu bewerten. Jedoch sind letztere ein nützliches Werkzeug, um Montagefehler aufzudecken.

KEF<sup>4)</sup> beispielsweise stellt in einem Raum normaler Wohngröße ein Lautsprecher-Paar auf. Mittlere Hallzeit 0,25 s. Zunächst werden die beiden Boxen nebeneinander plazierte und mit identischen Signalen, die durch LEDs miteinander verglichen werden, gespeist. Als Schallquelle dient kontinuierliches Rosaräuschen bei Schwacheinstellung, gepulstes Rosaräuschen bei Volleinstellung. Diese Art Geräuschsignal wird vom linken auf den rechten Kanal geschaltet; daran anschließend erfolgen Sprechproben, die ebenfalls zwischen den beiden Lautsprechern ausgetauscht werden.

Als männliche Stimme „fungiert“ normalerweise ein Mitglied des Testteams – zuverlässiges Kriterium für den Faktor „Natürlichkeit“. Der reproduzierte Lautstärkepegel darf zwecks realistischer Wiedergabe weder zu hoch noch zu tief sein. Abschließend wird ein breiter Querschnitt von Musikaufzeichnungen – Streicher, Klavier, Blech- und Schlagzeug – einer Jury vorgespielt.

Labortestprogramme der namhaften Lautsprecherfabrikanten erfassen eine Vielzahl von Faktoren. Beispielsweise kann man eine Bezugskurve für die rechte

<sup>4)</sup> KEF Electronics, Eccleston Road, Tovil, Maidstone, Kent, England.



**Bild 2: Dreidimensionales Kumulatives Spektrumbild für typische Lautsprecher, aufgezogen von einem digitalen X/Y-Plotter (BFF-Pressbild)**

und die linke Box mit einem Diagramm vergleichen, das mit den von den meisten Herstellern benutzten Meßcharakteristika übereinstimmt. Dann zeigt die Vorwärtsfrequenz die Vorwärts-Abstrahlcharakteristik im hörbaren Frequenzbereich bei akzeptablem Raumwinkel an, ebenso wie auch Verzerrung (u. a. Spitzen-Klirrfaktor), Impedanz, Empfindlichkeit, Nennbelastbarkeit und konstruktionstechnische Qualität gemessen werden können.

Die KEF-Methode zur Bestimmung des Frequenzgangs einer Lautsprecher-Antriebseinheit basiert auf direkter Digitalmessung der Impulsantwort. Danach wird der passende Frequenzgang berechnet. Digitalmethoden können Antriebssysteme auf Form und Ansprechempfindlichkeit hin prüfen und aufeinander abstimmen. So ist es beispielsweise möglich, mit dem KEF-System den generellen Frequenzgang einer kompletten 3-Weg-Lautsprecheranlage innerhalb von 1 dB der vorgelegten Empfindlichkeit zu halten und bei Stereo-Boxen sogar noch ein besseres Ergebnis zu erzielen.

Interessant ist auch die Feststellung, daß die Schalldruckkurve erstmals vor fünfzig Jahren benutzt wurde. Seitdem experimentiert man mit Tone-Burst-Verhalten, Sprung- und Pulsübergangsfunktion, der Bedeutung des Phasengangs.

Celestion stellt praktisch jedes Bauteil ihrer Lautsprecher-Serie selber her. Bei der Hologramm-Technik zur Aufzeichnung von Membranbewegungen tastet der Laserstrahl die Membrane in einem Raster von 64 Zeilen ab. Je Zeile werden 64 Proben entnommen. Bei der Wiedergabe dieser Information auf einem Oszilloskop „erstarrt“ die Konusbewegung zu 4096 Bildpunkten. Durch zwölfmaliges Abtasten

des Konus und Speichern der Bilder in einem Computer kann die Bildfolge wiederholt auf einem Bildschirm wiedergegeben werden. Die Darstellung ist eine Zeitlupe-Reproduktion der ursprünglichen räumlichen Bewegung des Lautsprecherkonus. Deformation und Oberflächenverzerrung werden dabei unmittelbar sichtbar. Wharfedale wendet ebenfalls die Holographie nunmehr seit mehr als zehn Jahren an, um Konus-Schwingungen zu messen. Allerdings hat diese Technik gewisse Grenzen. So besteht z. B. keine Möglichkeit, festzustellen, ob die Konturen eines bestimmten Bereichs der Konus-Oberfläche eine Auf- oder Abwärtsbewegung darstellen, so daß die Phaseninformation entfällt. Aus diesem Grund hat Wharfedale die sogenannte „laser doppler velocimetry“ eingeführt, um dreidimensionale Bilder der „Schwingungshügel“ zu erhalten.

Statt von einem Mikrofon aus Klang in den dreidimensionalen Plotter einzugeben, werden bei dieser Methode die Signale in die firmeneigene Scanner Laser Velocity-Probe (SCALP) eingespeist (Bild 2). Das SCALP-System liefert ein Signal der Stärke, bei dem die Konusoberfläche an dem Punkt vibriert, an dem der Laserstrahl reflektiert wird.

Lautsprecher-Konstrukteure von heute mögen durchaus in der Lage sein, einen „perfekten Prototyp“ zu konzipieren, doch das Entscheidende ist, die im Labor erzielten Leistungsstandards auch dem Produktionsmodell einzuverleiben. Es geht also nicht ohne ausgefeilte Meßtechniken. Und das, was hier von den britischen Konstrukteuren berichtet wurde, gilt sicher in verstärktem Maße auch für deutsche Entwickler.

Wolfgang Eckert  
Ernst-August Kilian<sup>1)</sup>

Zur sachgemäßen Beurteilung von elektronischen Stellern sollte man deren Wirkungsweise und Eigenschaften kennen. Diese Aufsatzfolge gibt eine verständliche Erläuterung des Analogstellerprinzips und der möglichen Grundschaltungen. Zum besseren Verständnis lassen sich alle für die Applikation im Audiobereich wichtigen Schaltungsvarianten auf die Operationsverstärkertechnik zurückführen. Im 2. Teil werden die verschiedenen elektronischen NF-Steller-IC's beschrieben und einige mögliche Anwendungen diskutiert. Im 3. Teil werden integrierte Analogschalter vorgestellt und gezeigt, wie sich ein kompletter, gleichspannungsgesteuerter NF-Vorverstärker realisieren läßt.

# Wirkungsweise und Anwendung elektronischer Steller und Schalter

## Einleitung

Bei der Entwicklung von Fernseh- und Rundfunkgeräten spielt der Bedienungs-komfort eine zunehmende Rolle. Immer mehr Funktionen müssen im Audiobereich möglichst problemlos bedient werden. Die kompakte Bauweise und die Forderung nach ökonomischen Lösungen stellen wichtige Gesichtspunkte bei der Entwicklung elektronischer Geräte dar. Die durch diese Tendenzen entstehenden Probleme lassen sich mit Hilfe von gleichspannungsgesteuerten Stellern und Schaltern erheblich leichter lösen, als mit bekannten mechanischen Bauelementen. Die Verwendung elektronischer Bauelemente hat unter anderen folgende Vorteile:

- Wegfall abgeschirmter Leitungen
- Freiheit im Gerätedesign

<sup>1)</sup> Die Autoren sind Mitarbeiter des Valvo-Applikationslaboratoriums, Hamburg.

- Fortfall bzw. Verringerung der Zahl der mechanischen Verschleißteile
- einfache Realisierung einer Fernbedienung

Mit elektronischen Stellern lassen sich elektrische Signale mit Steuergleichspannungen kontinuierlich verändern. Im Audiobereich werden an die Steller folgende Forderungen gestellt:

- großer Einstellbereich (90...100 dB für die Lautstärke)
- großes Signalrauschverhältnis
- geringe nichtlineare Verzerrungen
- guter Gleichlauf beider Kanäle

Hier treten folgende Stellerfunktionen auf:

- Lautstärkesteller einschließlich der gehörlichen Frequenzgangkorrektur, auch Loudness oder Contour genannt
- Einstellen der Lautstärkebalance in den Stereokanälen
- kontinuierliche Beeinflussung des Klangbildes durch Klangsteller im Höhen- und Tiefenbereich

Elektronische Schalter lassen sich bevor-

zugt für folgende Funktionen verwenden:

- Signalquellenumschaltung
- Monitorumschaltung (Vor/Hinterbandumschaltung)
- Mono-Stereoumschaltung
- Realisierung von Filterschaltungen

Valvo stellt für die aufgeführten Funktionen mehrere integrierte Analogschaltungen her, die den unterschiedlichen Anforderungen im Audiobereich unter Beachtung der nationalen und internationalen Normen genügen.

Für die genannten Stellerfunktionen stehen folgende integrierte Schaltungen zur Verfügung:

- TDA 1074 A
- TCA 730 A, TCA 740 A
- TDA 1524

Für die Schaltfunktionen können folgende integrierte Schaltungen verwendet werden:

- TDA 1029
- TDA 1028

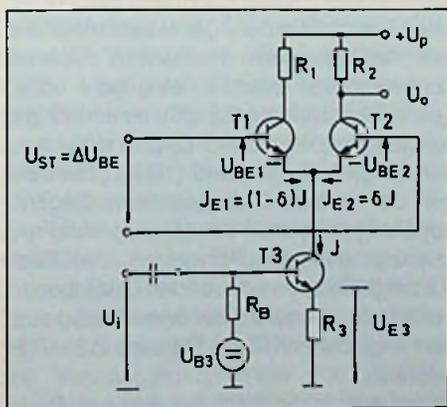
## 1 Funktionen und Grundschaltungen elektronischer Analogsteller

### Prinzip eines elektronischen Potentiometers

Das Grundprinzip eines elektronischen Potentiometers läßt sich in einfacher Weise an einer Schaltung mit Stromverteilungsregelung erläutern. **Bild 1** zeigt eine entsprechende Schaltung bestehend aus einem Differenzverstärker T1, T2 und einem den Emittterstrom liefernden Stromgenerator T3, der wiederum von einer Konstantspannungsquelle  $U_{B3}$  gespeist wird. Die Summe der Emittterströme von T1 und T2 ist gleich dem Kollektorstrom  $I$  von T3. Die Stromaufteilung zwischen den Transistoren T1 und T2 ist abhängig von der an den Basen anliegenden Spannungsdifferenz  $U_{St} = \Delta U_{BE} = U_{BE1} - U_{BE2}$  und wird beschrieben durch den Stromverteilungsfaktor  $\delta$ . Für die Emittterströme gilt:

$$I_{E1} = (1 - \delta) I, \quad I_{E2} = \delta \cdot I \quad (1)$$

Bei einer Steuerspannung  $U_{St} = 0$  wird  $\delta = 0,5$  und der Strom  $I$  teilt sich je zur Hälfte auf die beiden Transistoren auf. Sperrt man mit der Steuerspannung  $U_{St}$  den Transistor T1, so fließt der vom Stromgenerator gelieferte Strom  $I$  voll durch T2 und R2 ( $\delta = 1$ ). Wird nun die Spannungsquelle  $U_{B3}$  durch eine NF-Eingangsspannung  $U_i$  moduliert, so verursacht der ebenfalls modulierte Strom  $I$  eine Ausgangsspannungsänderung  $\Delta U_o = \delta \cdot \Delta I \cdot R2$ . Die Verstärkung der Schaltung nach Bild 1 wird durch das Verhältnis der Widerstände  $R2/R3$  bestimmt ( $\delta = 1$ ). Wird mit Hilfe der Steuerspannung T2 gesperrt, so fließt der gesamte Strom  $I$  durch T1 und R1. An R2 fällt keine Si-



**Bild 1:** Stromverteilungsregelung mit einem Differenzverstärker

gnalspannung ab, die Verstärkung ist  $V = 0$ . Diesen theoretischen Wert erreicht man zwar in der Praxis nicht. Immerhin lassen sich mit einem Steuerspannungshub von weniger als 0,4 V Signalabschwächungen über 80 dB erreichen. Der Strom  $I$  wird also zwischen den Transistoren T1 und T2 im Verhältnis der Spannungsdifferenz  $U_{St} = \Delta U_{BE}$  ihrer Basen verteilt. Der Stromverteilungsfaktor  $\delta$  läßt sich aus der Gleichung der Eingangskennlinie eines Transistors im aktiven Bereich ableiten.

Es gilt allgemein

$$I_E = I_{ES} \left( \exp \frac{U_{BE}}{U_T} - 1 \right) \quad (2)$$

Darin bedeuten:

$I_{ES}$ : Emittersättigungsstrom

$U_T$ : Temperaturspannung

$$U_T = \frac{k \cdot T}{q} = 30 \text{ mV bei } 75^\circ\text{C}$$

$k$  = Boltzmann-Konstante,

$q$  = Elementarladung,

$T$  = Temperatur in °K (Kelvin)

Wendet man Gl. (2) auf beide Transistoren des Bildes 1 an, so folgt für die Stromverteilungsfaktoren  $\delta$  bzw.  $1 - \delta$

$$\delta = \frac{I_{E2}}{I} = \frac{1}{1 + \exp \left( -\frac{U_{St}}{U_T} \right)} \quad (3)$$

$$1 - \delta = \frac{I_{E1}}{I} = \frac{1}{1 + \exp \left( \frac{U_{St}}{U_T} \right)} \quad (4)$$

**Tabelle 1: Stromverteilungsfaktor  $\delta$**   
( $U_T = k \cdot T/q = 30 \text{ mV bei } 75^\circ\text{C}$ )

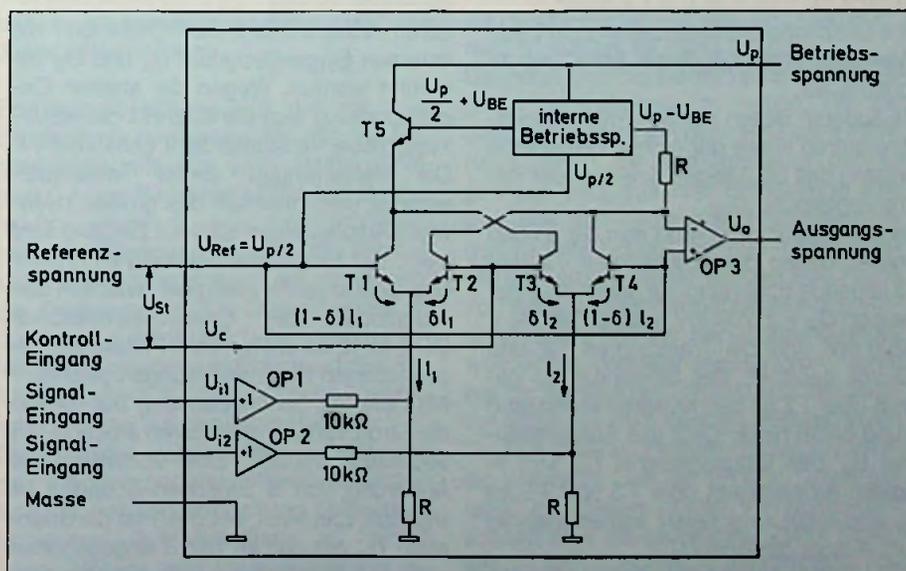
$U_{St}$ (mV)	$\delta$	$1 - \delta$
200	0,999	0,001
175	0,997	0,003
150	0,993	0,007
125	0,985	0,015
100	0,965	0,035
75	0,924	0,076
50	0,841	0,159
25	0,697	0,303
0	0,5	0,5
-25	0,303	0,697
-50	0,159	0,841
-75	0,076	0,924
-100	0,035	0,965
-125	0,015	0,985
-150	0,007	0,993
-175	0,003	0,998
-200	0,001	0,999

Aus den Gleichungen der Stromverteilungsfaktoren ist zu entnehmen, daß die Stromverteilung nicht von der absoluten Größe des Stromes  $I$ , sondern lediglich von der Steuerspannung bei konstanter Temperatur abhängt. Für die Steuerspannung  $U_{St}$  ergibt sich aus Gleichung 3 bzw.

$$U_{St} = U_T \ln \left( \frac{\delta}{1 - \delta} \right) \quad (5)$$

Die durch  $U_{St}$  vorgegebene Stromverteilung bleibt auch bei einem modulierten Strom  $I$  konstant, solange die Transistoren T1, T2 nicht übersteuert sind.

In der **Tabelle 1** sind die Stromverteilungsfaktoren  $\delta$  für eine Steuerspannung



**Bild 2:** Stromverteilungsregelung mit gekoppelten Differenzverstärkern

$U_{St} = \pm 200 \text{ mV}$  errechnet und zusammengestellt.

## Elektronische Potentiometer in integrierten Analogstellern

Die Schaltung nach Bild 1 hat den Nachteil, daß mit der Verstärkungsänderung gleichzeitig auch eine Gleichspannungsänderung am Ausgang auftritt. Dieser Nachteil wird bei der Schaltung nach Bild 2 vermieden. Hier werden zwei Differenzverstärker T1, T2 und T3, T4 so zusammengeschaltet, daß die Kollektoren kreuzgekoppelt sind.

Dieses Schaltungsprinzip kommt in den integrierten elektronischen Analogstellern zur Anwendung.

Der Gleichstrom wird in beiden Differenzverstärkern statt durch einen Stromgenerator mit einem Emitterwiderstand R eingestellt. In den gemeinsamen Emitter der beiden kreuzgekoppelten Differenzverstärker wird das den Gleichstrom modulierende NF-Signal über je einen Impedanzwandler OP1, OP2 eingeströmt. Das gemeinsame Ausgangssignal fällt am Kollektorwiderstand R der Transistoren T2 und T4 ab. Hieran ist der Ausgangs-Operationsverstärker OP3 mit seinem invertierenden Eingang angeschlossen.

Haben die Transistoren T1, T2, T3 und T4 gleiche Eigenschaften und sind die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  gleich groß ( $I_1 = I_2 = I$ ), so ist die Stromsumme der Kollektorströme von T1 und T3 bzw. T2 und T4 konstant und unabhängig von der angelegten Steuerspannung. Durch den gemeinsamen Kollektorwiderstand R fließt dann der Strom  $\delta \cdot I_1 + (1 - \delta) I_2 = I = \text{const}$ .

Eine Gleichspannungsänderung am Lastwiderstand R tritt bei dieser Schaltung also nicht auf.

Die äußeren Basen der Stromverteilungstransistoren sowie der nicht invertierende Eingang des OP3 liegen direkt an der Referenzspannung  $U_{P/2}$ .

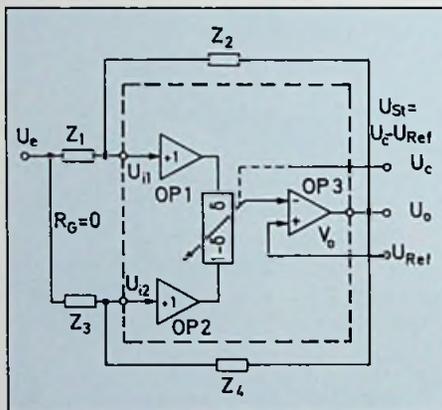
Als Steuerspannung wirkt nun die an den inneren Basen der Transistoren T2 und T3 liegende Spannung die gegen  $U_{P/2}$  gemessen  $U_{St} = \pm 200 \text{ mV}$  beträgt. Bei  $U_{St} = +200 \text{ mV}$  sind die Transistoren T2 und T3 voll geöffnet, das NF-Signal  $U_{i1}$  gelangt über T2 an den Kollektorwiderstand R und bildet hinter OP3 das Ausgangssignal  $U_o$ . Das Eingangssignal  $U_{i2}$  wird in diesem Arbeitspunkt über T3 und T5 an  $U_p$  abgeleitet und liefert keinen Beitrag zum Ausgangssignal  $U_o$ .

Bei  $U_{St} = 0 \text{ V}$  sind die Transistoren T1, T2 und T3, T4 gleich leitend und  $U_{i1}$  sowie

$U_{i2}$  sind zu gleichen Teilen am Ausgangssignal beteiligt.

Bei  $U_{St} = -200 \text{ mV}$  wird das Ausgangssignal nur von  $U_{i2}$  bestimmt,  $U_{i1}$  liefert keinen Beitrag, sondern wird über T1, T5 kurzgeschlossen.

Aus dem Bild 2 läßt sich für die weitere Anwendung eine vereinfachte Funktions-Blockschaltung nach Bild 3 ableiten. Es besteht aus den zwei Eingangsverstärkern OP1 und OP2, zwischen dessen Ausgängen das von der Gleichspannung  $U_{St}$  zu beeinflussende Stellglied liegt. Der Ausgang des Stellgliedes ist mit dem invertierenden Eingang eines Ausgangsverstärkers OP3 verbunden, der eine hohe Leerlaufverstärkung  $V_0$  besitzt.



**Bild 3: Grundschaltung eines elektronischen Potentiometers**

Bei den verwendeten Eingangsverstärkern OP1, OP2 handelt es sich um voll gegengekoppelte Operationsverstärker, deren nichtinvertierenden Eingängen die externen Eingangssignale  $U_{i1}$  und  $U_{i2}$  zugeführt werden. Wegen der starken Gegengekopplung liegt die Spannungsverstärkung dieser Verstärker sehr genau bei +1. Die Verzerrungen dieser Impedanzwandler sind innerhalb des großen zulässigen Aussteuerbereichs am Eingang sehr klein. Der Eingangswiderstand ist groß. Das elektronische Stellglied zwischen den Ausgängen der Operationsverstärker OP1, OP2 beruht auf dem Prinzip der beschriebenen Stromverteilungsregelung. Mit Hilfe der Gleichspannung  $U_{St}$  können die Stromverteilungsfaktoren  $\delta$  bzw.  $1 - \delta$  verändert werden. Eine kontinuierliche Änderung von  $\delta$  zwischen 0 und 1 ist möglich, das heißt, bei  $\delta = 1$  ist die Spannung  $U_{i1}$  mit der im Bild 3 angegebenen externen Beschaltung voll wirksam und bestimmt mit der durch  $Z_2$  und  $Z_1$  vorge-

gebenen Verstärkung die Ausgangsspannung  $U_o$ . Für den Fall  $\delta = 1$  ergibt sich also für die Verstärkung (Leerlaufverstärkung  $V_0 = \infty$ )

$$V_{u(\delta=1)} = -\frac{U_o}{U_e} = -\frac{Z_2}{Z_1} \quad (6)$$

Für den Fall  $\delta = 0$  ist die Eingangsspannung  $U_{i2}$  wirksam und die Verstärkung errechnet sich zu

$$V_{u(\delta=0)} = -\frac{U_o}{U_e} = -\frac{Z_4}{Z_3} \quad (7)$$

Für die Stromverteilung zwischen diesen beiden Grenzwerten  $\delta = 0$  und  $\delta = 1$  ergibt sich die Verstärkung zu: ( $V_u \ll V_0$ ;  $R_G = 0$ ).

$$V_u = -\frac{U_o}{U_e} = \frac{\delta \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} + (1 - \delta) \frac{Z_4}{Z_3 + Z_4}}{\delta \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} + (1 - \delta) \frac{Z_3}{Z_3 + Z_4}} \quad (8)$$

Dies ist die Grundgleichung für die Verstärkung eines elektronischen Potentiometers.

Mit dem in Bild 3 gezeigten Funktions-Blockschaltbild eines elektronischen Potentiometers und den unterschiedlichen Beschaltungsmöglichkeiten eines Operationsverstärkers, lassen sich nun die Basisfunktionen wie Lautstärke-, Physiologie-, Bass- und Höhensteller realisieren.

## Operationsverstärker-Grundschaltungen

Bei einem idealen Operationsverstärker sind die Leerlauf-Spannungsverstärkung und die Eingangsimpedanz unendlich hoch, die Ausgangsimpedanz ist Null. Diese idealen Werte können in der Praxis nicht erreicht werden. Die in den integrierten Analogstellern realisierten Operationsverstärker besitzen eine sehr hohe Leerlaufverstärkung (80 dB), eine niedrige Ausgangsimpedanz (0,5  $\Omega$ ) und einen hohen Eingangswiderstand (10 M $\Omega$ ). Mit einer der in Bild 4 dargestellten Gegengekopplungen können Verstärkung und Frequenzgang beeinflusst werden. Das Bild 4a zeigt einen invertierenden Operationsverstärker, dessen Außenbeschaltung aus den Impedanzen  $Z_1 = R_1$  und  $Z_2 = R_2$  besteht.

Durch geeignete Wahl der externen Bauelemente läßt sich nun wahlweise eine frequenzunabhängige Verstärkung mit

$R_2 > R_1$  oder eine Abschwächung mit  $R_1 > R_2$  erzielen.

Allgemein gilt für den Betrag der Verstärkung mit einer Außenbeschaltung  $Z_1$  und  $Z_2$

$$|V| = \frac{|Z_2|}{|Z_1|} \quad (9)$$

Eine Frequenzabhängigkeit der Schaltung des Bildes 4 a läßt sich in einfacher Weise durch das Hinzufügen eines Kondensators in Serie oder parallel zum Eingangswiderstand  $R_1$  oder zum Gegenkopplungswiderstand  $R_2$  erreichen (Bilder 4 b...4 e). In diesem Fall ergibt sich eine aktive Schaltung 1. Ordnung mit einem Abfall bzw. Anstieg des Frequenzganges um 20 dB/Dekade. Die damit verbundene Grenzfrequenz ( $\pm 3$  dB) sollte für eine Höhenanhebung bzw. Absenkung ungefähr eine Dekade unterhalb der höchsten NF-Frequenz, für Bassanhebung und -absenkung eine Dekade oberhalb der kleinsten NF-Frequenz liegen.

Eine Schaltung zur Höhenanhebung ist im Bild 4 b gezeigt. Die Kapazität  $C_1$  verringert mit größer werdender Frequenz zunehmend die Eingangsimpedanz  $Z_1$ . Oberhalb der Grenzfrequenz  $f_0 = 1/(2\pi R_1 C_1)$  nimmt die Verstärkung deshalb mit einer Steigung von 20 dB/Dekade zu. Eine Oktave unterhalb der Grenzfrequenz ist  $C_1$  nicht mehr wirksam. Die Verstärkung wird nur noch vom Verhältnis der Widerstände  $R_2 : R_1$  bestimmt und ist frequenzunabhängig. Werden gleichgroße Widerstände verwendet ( $R_1 = R_2$ ), so ergibt sich die Verstärkung 1.

Bild 4 c zeigt die Beschaltung eines Operationsverstärkers für eine Höhenabsenkung. Mit wachsender Frequenz muß hier die Gegenkopplungsimpedanz  $Z_2$  kleiner werden. Dies wird durch die Parallelschaltung der Kapazität  $C_2$  zum Gegenkopplungswiderstand  $R_2$  erreicht. Oberhalb der Grenzfrequenz  $f_0 = 1/(2\pi R_2 C_2)$  nimmt die Verstärkung mit 20 dB/Dekade ab. Zu niedrigeren Frequenzen hin verläuft die Verstärkung konstant und frequenzunabhängig. Sie wird durch das Verhältnis der beiden Widerstände  $R_2 : R_1$  bestimmt.

Verwendet man für die Gegenkopplungsimpedanz  $Z_2$  eine Reihenschaltung aus  $C_2$  und  $R_2$  (Bild 4 d), so vergrößert sich  $Z_2$  mit abnehmender Frequenz unterhalb der Grenzfrequenz  $f_0 = 1/(2\pi R_2 C_2)$  was eine Verstärkungszunahme von 20 dB/Dekade bewirkt. Bei Frequenzen oberhalb der Grenzfrequenz verringert sich der Einfluß von  $C_2$  auf die Gegenkopplungsim-

pedanz  $Z_2$ .  $R_2$  ist dominant und bestimmt mit  $R_1$  die Verstärkung, die dann konstant und frequenzunabhängig verläuft.

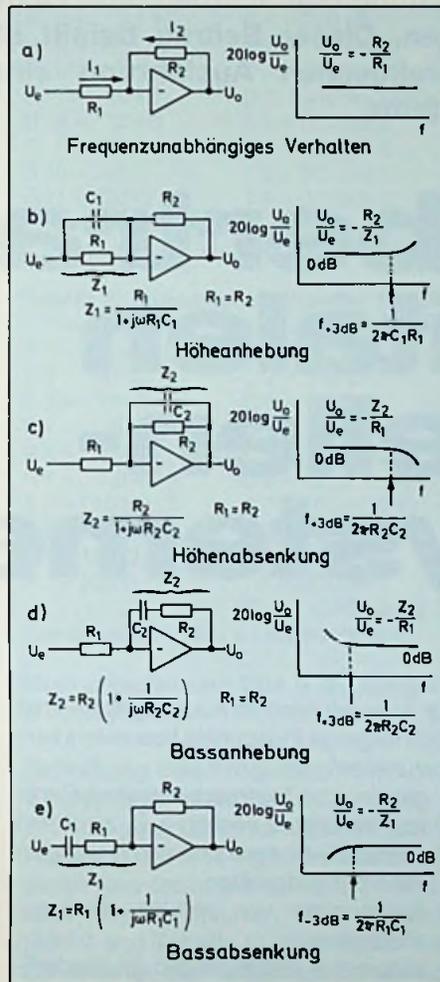


Bild 4: Frequenzgangbeeinflussung von Operationsverstärkern

Eine Bassabsenkung läßt sich mit einer Beschaltung realisieren, bei der die Eingangsimpedanz aus einer Reihenschaltung  $C_1$  und  $R_1$  besteht (Bild 4 e). Bei tiefen Frequenzen überwiegt der große kapazitive Widerstand von  $C_1$ , die Verstärkung ist gering und steigt mit zunehmender Frequenz bis zur Grenzfrequenz  $1/(2\pi R_1 C_1)$  mit 20 dB/Dekade an. Oberhalb der Grenzfrequenz begrenzt der Reihenwiderstand  $R_1$  den weiteren Verstärkungsanstieg auf den Wert  $R_2 : R_1$ .

Die in Bild 4 dargestellten Schaltungen zur Frequenzgangbeeinflussung lassen sich mit der Grundschaltung eines elektronischen Potentiometers zu einem Bass-, Höhen- oder Lautstärkesteller zusammenschalten. (wird fortgesetzt)

## Funkwarnung vor Erdbeben?

Neue Hoffnungen auf eine Möglichkeit zur Warnung vor bevorstehenden Erdbeben hat eine Beobachtung japanischer und sowjetischer Geophysiker geweckt: Vor drei Erdbeben im Jahre 1981 verzeichneten sie im Verlauf der letzten Stunde zunehmende Funkstörungen, die abrupt mit dem Ausbruch des Bebens endeten.

Die Beobachtungen gelangen in Sugadaira im nördlichen Japan. Eine Arbeitsgruppe des Weltraum-Radioobservatoriums Sugadaira und des Instituts für Geophysik der Moskauer Akademie der Wissenschaften benutzte einen Funkempfänger im Bereich der Längstwellen (VLF), in dem es keine Störungen durch technische Anlagen gibt. Die Empfangsergebnisse wurden später mit seismischen Messungen verglichen. Bei drei Gelegenheiten ergab sich ein bis zu zehnfaches Ansteigen des Hintergrundrauschens, das fünf Minuten bis eine Stunde vor dem Ausbruch eines Erdbebens begann. Exakt im Augenblick des Ausbruchs ging das Hintergrundrauschen wieder auf den normalen Pegel zurück. Ungeklärt ist vorderhand die Ursache der Erscheinung. Sie mag mit kurzen Ausbrüchen elektromagnetischer Energie zu tun haben, die beim Zerquetschen von Gesteinsproben im Laboratorium oft beobachtet werden. Allerdings können die Funkwellen der nachgewiesenen Frequenzen nur wenige Meter Boden und Gestein durchdringen. Wie sie ausgehend vom Epizentrum des Bebens, das fast 500 Kilometer tief lag, den Empfänger erreichen sollten, ist völlig offen.

Dennoch sind die Geophysiker sicher, Signale nachgewiesen zu haben, die mit dem Beben in einem direkten Zusammenhang stehen. Sie sind überzeugt, daß es gelingen wird, aus ihrer Entdeckung eine Methode für kurzfristige Bebenwarnungen zu entwickeln. Das muß indes abgewartet werden. Bisher wurden eine Reihe von Verfahren zur Erdbebenwarnung vorgeschlagen, von der Beobachtung ungewöhnlicher Verhaltensweisen von Tieren bis zur verstärkten Freisetzung radioaktiver Gase aus dem Gestein. Keines davon hat sich bislang in jedem Fall als zuverlässig erwiesen. Daß es 1976 in China gelang, ein Beben richtig vorherzusagen, scheint eher ein glücklicher Zufall gewesen zu sein. (Journal of Geophysical Research, Bd. 87/B9, S. 7824) -web-

Die optische Übertragungstechnik dringt immer weiter in neue Anwendungsbereiche vor und erschließt immer neue Möglichkeiten. So lassen sich durch geeignete Signalaufbereitung digital arbeitende Lichtwellenleitersysteme heranziehen. Dieser Beitrag befaßt sich mit dem Ausbau und der praktischen Ausführung eines solchen Übertragungssystems.

# Audioübertragung mit digitalen Lichtwellenleitersystemen

Durch das digitale Übertragungsverfahren spielen unterschiedliche Dämpfungen auf der Strecke keine Rolle. Das hat den Vorteil, daß ein Einpegeln der Anlage entfällt. Die weiteren Vorteile optischer Übertragungssysteme sind hinreichend bekannt.

Für Anwendungen im Audibereich wären noch folgende Pluspunkte besonders hervorzuheben:

- galvanische Trennung zwischen Geräten, besonders wichtig z. B. zwischen älteren FS-Chassis und den Eingängen von Tonbandgeräten
- Ansteuerung von aktiven Lautsprecherboxen
- allgemeine Verbindungen im Niederfrequenzbereich, wo Potentialfreiheit zur Vermeidung von Brummschleifen wichtig ist.

Voraussetzung für eine optische Übertragung ist, das zu übertragende analoge Signal senderseitig so aufzubereiten, daß es der TTL-Schnittstelle des optischen Übertragungssystems zugeführt werden kann. Auf der Empfängerseite muß dann das ursprüngliche Analogsignal wieder aus dem ankommenden TTL-Signal zurückgewonnen werden.

Die Umsetzung des analogen Eingangssignals  $U_e$  in ein digitales Ausgangssignal  $F_{out}$  erfolgt hier mit einem U/f-Wandler, das bedeutet, die Spannungsschwankungen des analogen Eingangssignals werden in Frequenzschwankungen um eine Mittenfrequenz umgewandelt (Pulsfrequenzmodulation). Zurückgewonnen wird das analoge Ausgangssignal vorteilhaft



Bild 2: Optisches Experimentiersystem OXE 101 (Hirschmann-Presebild)

mit einer PLL-Schaltung und nachfolgenden Siebgliedern.

Das Bild 1 zeigt das komplette Übertragungssystem mit Lichtsender und Lichtempfänger. Es verwendet dafür die Komponenten des Experimentiersystems OXE 101<sup>1)</sup>, das außer dem Lichtsender und dem Lichtempfänger 5 m Lichtwellenleiter und die dazugehörigen Stecker enthält (Bild 2). Das LWL-Kabel kann bis auf 15 m verlängert werden, wobei man Übertragungsgeschwindigkeiten von 10 MBit/s erzielt, genug um auch Audiosignale zu übertragen.

<sup>1)</sup> Hersteller: Hirschmann, Esslingen

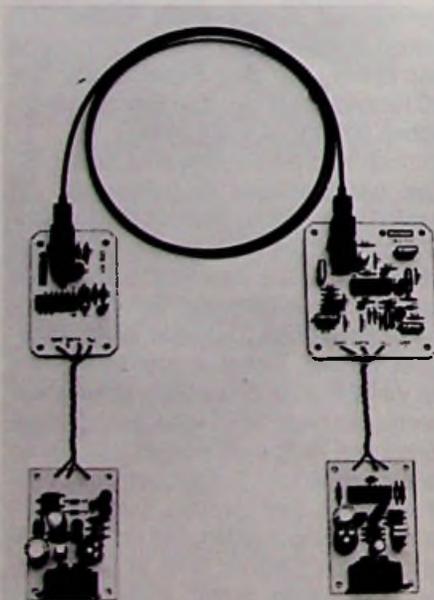


Bild 1: Komplette elektronisch/optische Übertragungsstrecke

## Schaltung des Spannung/Frequenz-Wandlers

Das Bild 3 zeigt die Schaltung des Spannung/Frequenzwandlers. Die Bauteilwerte gehen aus der Tabelle 1 hervor. Die Funktionsweise ist folgende: Die Ladeströme der Kondensatoren C3 und C4 werden mit den Widerständen R6, R7 und R8 so eingestellt, daß (bei  $U_e = 0 V$ ) die Mittenfrequenz des Multivibrators (T3, T4) etwa 138 kHz beträgt.

Eine Änderung des Potentials am Punkt (A) durch die vorangehende Impedanzwandlerstufe (T2) hat eine Änderung der Ladezeit für die Kondensatorschaltung an C3 und C4 zur Folge. Der maximal zulässige Spannungshub am Punkt (A) beträgt  $\Delta U = \pm 1 V$ , damit ergibt sich ein Frequenzhub von  $\Delta f = \pm 35 kHz$ .

Dieser maximale Wert sollte nicht überschritten werden, da anderenfalls eine starke Zunahme der Nichtlinearitäten erfolgt. Die Schottky-Dioden D1 und D2 verhindern die Sättigung der Transistoren T3 und T4.

Der Vorverstärker mit den Transistoren T1 und T2 paßt die Empfindlichkeit des U/f-Wandlers an übliche Tonsignalquellen ( $\Delta U_e \approx 250 mV$ ) an; außerdem wird dadurch ein Eingangswiderstand von etwa 47 K $\Omega$  realisiert.

Mit einem zusätzlichen Potentiometer P kann die Eingangsempfindlichkeit für Signalquellen mit höherem Pegel eingestellt werden.

Das Ausgangssignal des U/f-Wandlers  $F_{out}$  wird direkt an den TTL-Eingang des optischen Senders gelegt.

Das Bild 4 zeigt die Printvorlage für diesen Eingangswandler, das Bild 5 den Be-

Tabelle 1: Stückliste: U/f-Wandler 783-01-1

R 1 = 150 k $\Omega$	C 1 = 10 $\mu F/10 V$
R 2 = 100 k $\Omega$	C 2 = 22 $\mu F/10 V$
R 3 = 510 $\Omega$	C 3 = 220 pF
R 4 = 5,1 k $\Omega$	C 4 = 220 pF
R 5 = 560 $\Omega$	C 5 = 47 $\mu F/10 V$
R 6 = 3,9 k $\Omega$	D 1: Schottky Diode
R 7 = 18 k $\Omega$	D 2: Schottky Diode
R 8 = 18 k $\Omega$	T 1 = BC 548 C
R 9 = 220 $\Omega$	T 2 = BC 548 C
R 10 = 220 $\Omega$	T 3 = BC 548 C
R 11 = 220 $\Omega$	T 4 = BC 548 C
P = 100 k $\Omega$	

Einbaubuchse = Mab 5 SH (Hirschmann)

Tabelle 2: Stückliste: f/U-Wandler 783-01-2

R 1 = 10 k $\Omega$	C 1 = 1 nF
R 2 = 100 k $\Omega$	C 2 = 180 pF
R 3 = 10 k $\Omega$	C 3 = 1500 pF
R 4 = 3,6 k $\Omega$	C 4 = 1500 pF
R 5 = 1 k $\Omega$	C 5 = 270 pF
R 6 = 1,8 k $\Omega$	C 6 = 43 pF
R 7 = 10 k $\Omega$	C 7 = 10 $\mu F/10 V$
R 8 = 47 k $\Omega$	C 8 = 33 $\mu F/10 V$
R 9 = 100 $\Omega$	T 1 = BC 548
P = 500 $\Omega$	T 2 = BC 548
	IC 1 = 4046 (Valvo)

Einbaubuchse = Mab 5 SH (Hirschmann)

stückungsplan und Bild 6 die fertig bestückte Platine.

## Schaltung des Frequenz/Spannungs-Wandlers

Die Rückgewinnung des niederfrequenten Analogsignals aus dem frequenzmodulierten Rechtecksignal geschieht mit Hilfe einer handelsüblichen PLL-Schaltung (Bild 7 und Tabelle 2). Das digitale Ausgangssignal des optischen Empfängers  $F_{in}$  wird dazu dem Phasenkomparator der

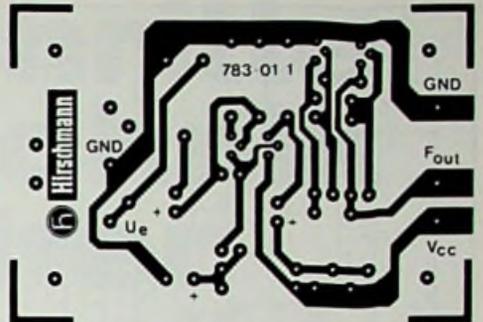


Bild 4: Printvorlage (1:1) 783-01-1 Platine U/f-Wandler

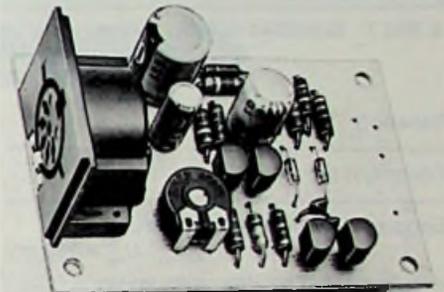
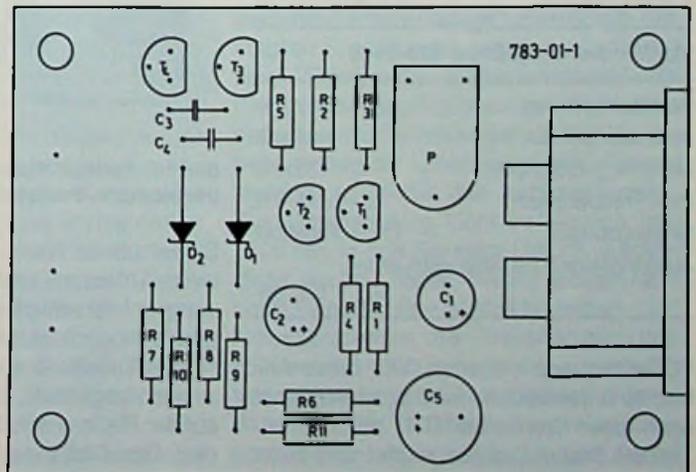
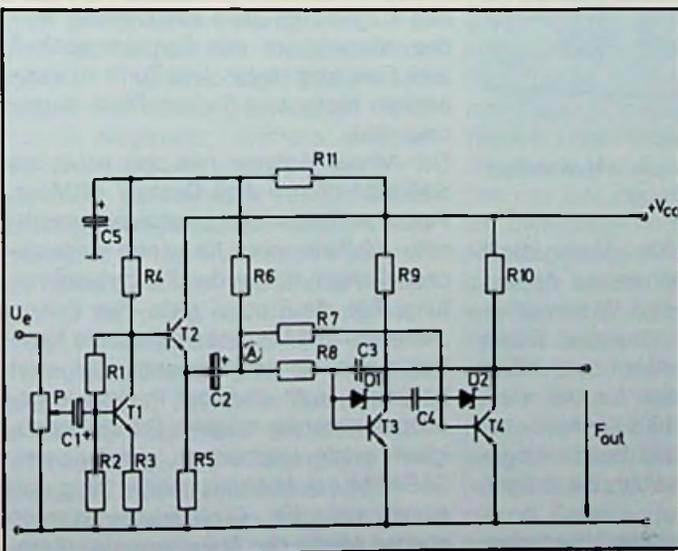


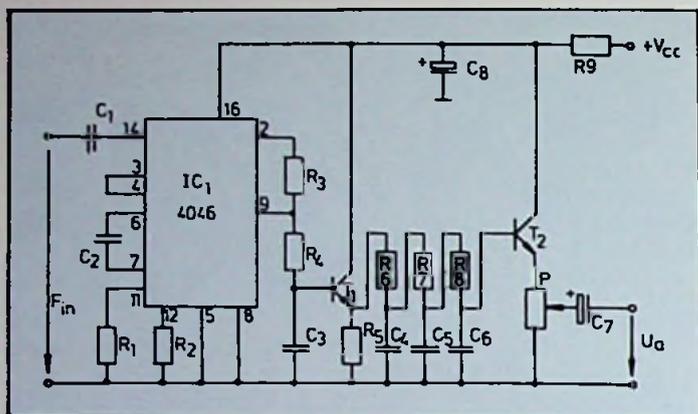
Bild 6: Fertige Platine des U/f-Wandlers (Hirschmann-Presebild)

PLL-Schaltung (Pin 14) zugeführt. Das Signal des internen spannungsgesteuerten Oszillators (VCO) wird an den zweiten Eingang dieses Komparators (Pin 3) gelegt. Mittenfrequenz und Fangbereich werden mit Hilfe der Bauteile R1, R2 und C2 eingestellt. Über den Tiefpaß (R3, R4, C3) wird der VCO (Pin 9) vom Ausgangssignal des Phasenkomparators (Pin 2) gesteuert. Dieses Steuersignal stellt bereits ein Abbild des Nutzsignals dar, allerdings sind noch Signalanteile bei der doppelten



▲ Bild 5: Bestückungsplan (Platine U/f-Wandler)

◀ Bild 3: Schaltbild U/f-Wandler



▲ Bild 7: Schaltbild //U-Wandler

Bild 9: Bestückungsplan (Platine //U-Wandler) ▶

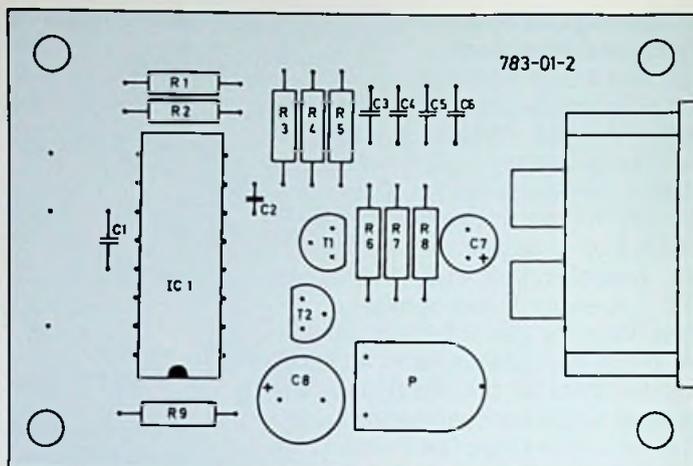


Tabelle 3: Technische Daten

**Gesamtsystem**

Eingangssignal für Vollaussteuerung:  
 $U_{e_{ss}} = 250 \text{ mV}$   
 Ausgangssignal bei Vollaussteuerung:  
 $U_{a_{ss}} = 600 \text{ mV}$   
 Frequenzbereich des Nutzsignals (-3 dB):  
 3 Hz...23 kHz  
 Nichtlinearität: < 1%

**U/f-Wandler (Sender 783-01-1)**

Betriebsspannung:  $V_{cc} = 5 \text{ V} \pm 5\%$   
 Stromaufnahme: 35 mA  
 Mittenfrequenz (Multivibrator):  $f_0 = 138 \text{ kHz}$   
 Frequenzhub bei Vollaussteuerung:  
 $\Delta f = \pm 35 \text{ kHz}$   
 Eingangssignal für Vollaussteuerung:  
 $U_{e_{ss}} = 250 \text{ mV}$   
 Anpassung an höhere Eingangspegel mit Potentiometer  
 Ausgangssignal: TTL-kompatibel

**f/U-Wandler (Empfänger 783-01-2)**

Betriebsspannung:  $V_{cc} = 5 \text{ V} \pm 5\%$   
 Stromaufnahme: 10 mA  
 Mittenfrequenz (VCO):  $f_0 = 138 \text{ kHz}$   
 max. Frequenzhub:  $\Delta f = \pm 45 \text{ kHz}$   
 Eingangspegel: TTL-kompatibel  
 Ausgangssignal bei Vollaussteuerung:  
 $U_{a_{ss}} = 600 \text{ mV}$

VCO-Frequenz enthalten. Um diese Anteile zu unterdrücken, wird das Nutzschrift nach einer Trennstufe (T 1) durch einen Tiefpaß dritten Grades geführt und steht schließlich am Emitterwiderstand (P) des Impedanzwandlers zur Verfügung. Mit dem Potentiometer am Ausgang kann der

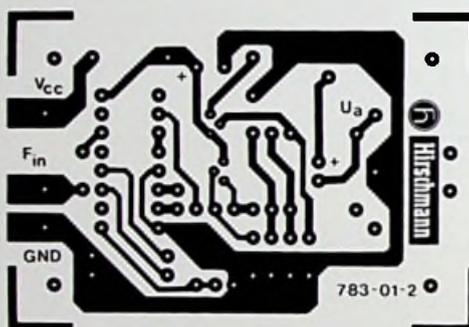


Bild 8: Printvorlage (1:1) 783-01-2 Platine //U-Wandler

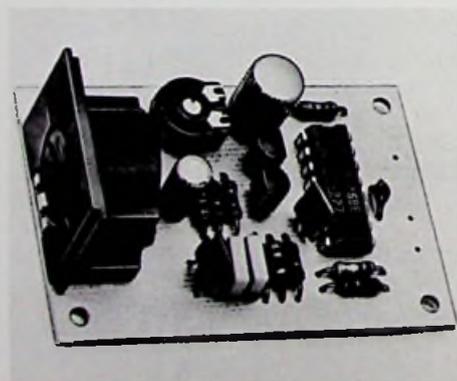


Bild 10: Fertige Platine des //U-Wandlers (Hirschmann-Presebild)

Signalhub auf Werte  $\leq 600 \text{ mV}$  eingestellt werden, womit eine universelle Anpassung an verschiedenartige Wiedergabegeräte möglich ist. Die technischen Daten sind in Tabelle 3 nochmals übersichtlich zusammengestellt. Dieser Wandler kann auf der Platine nach Bild 8 aufgebaut werden. Das Bild 9 zeigt den Bestückungsplan und Bild 10 die Ansicht des fertigen Moduls.

(nach Hirschmann-Unterlagen)

## Panzerschreck von oben

-web- Der amerikanische Aerojet-Konzern entwickelt zur Zeit eine konventionelle panzerbrechende Waffe, die die Neutronenbombe überflüssig machen könnte. Sie besteht aus einem Kanister, der von Flugzeugen abgeworfen oder von taktischen Kleinraketen und von Artilleriegeschützen verschossen werden kann. Im Zielgebiet entfaltet sich aus dem Kanister ein Fallschirm, an dem er langsam herabsinkt. Der Kanister ist mit „Millimeterwellen-Sensoren“ ausgerüstet, die das Gelände unter ihm absuchen. Es dürfte sich dabei um ein Kleinstradargerät handeln. Machen die Sensoren einen Panzer aus, wird aus dem Kanister ein panzerbrechendes Fernlenkgeschöß abgefeuert. Da das Fernlenkgeschöß von oben her einschlägt, trifft es den Panzer an seinen verwundbarsten Stellen. Den Andeutungen läßt sich entnehmen, daß Bewegungen des aufgefaßten Ziels ausgewertet werden können, um das Fernlenkgeschöß zum Einschlag hinter dem Turm zu steuern, wo Motor und Treibstofftank eingebaut sind.

Der Aerojet-Konzern hält das neue, als SADARM (Sense And Destroy ARMour: Panzer auffassen und zerstören) bezeichnete Waffensystem für einen wesentlichen Fortschritt bei der Panzerbekämpfung. Für die Truppe gelte das Prinzip „Abfeuern und Vergessen“, weil die Kanister nur in ein vorgegebenes Zielgebiet befördert, nicht aber auf Punktziele geschossen werden müssen. Die Zielgenauigkeit werde elektronisch gewährleistet. SADARM sei überdies relativ billig und eigne sich für Großserienfertigungen ebenso wie für den Masseneinsatz (Aerojet Review, Nov. 1981, S. 47).

**Künftige Kommunikationsnetze werden auch bewegte farbige Bilder übertragen, wie das Bild des Gesprächsteilnehmers beim Telefonieren, Fernsehprogramme aus benachbarten Ländern oder Filme aus Videotheken. Kabel mit Glasfasern als Lichtwellenleiter bieten die hierfür erforderliche hohe Bandbreite und niedrige Dämpfung. Hierfür entwickelten die Siemens-Laboratorien jetzt Send- und Empfangsmodule sowie wellenlängenselektive Verzweiger, die auch Breitbandsignale mit höchsten Bitraten voneinander trennen können.**

# **Fortschritte der Technik optischer Kommunikationsnetze**

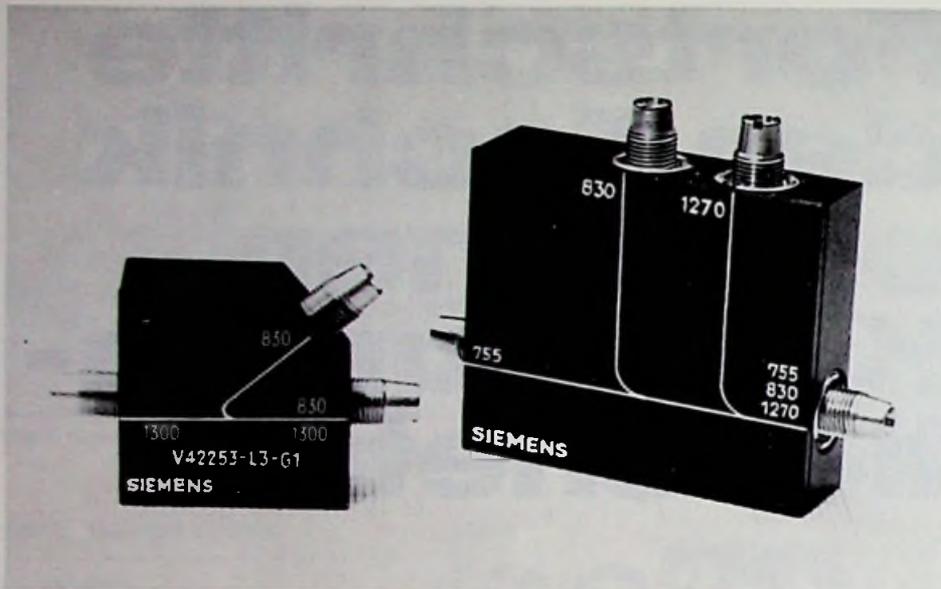
In den weltweit vorhandenen Nachrichtennetzen übertragen schon heute Glasfaserkabel auf einigen Strecken Telefongespräche, Fernschreibsignale oder Daten. Komfortables Telefonieren, neue Kommunikationsdienste wie Bildschirmtext und Teletex, Stereo-Rundfunkprogramme und vor allem Breitband-Kommunikation mit bewegten Bildern sowie den erreichten Stand der Technik bei optischen Komponenten erprobt die Deutschen Bundespost im Systemversuch BIGFON (Breitbandiges-Integriertes-Glasfaser-Fernmelde-Ortsnetz) ab 1983 in zwölf Netzsinseln; Siemens errichtet zwei davon in Berlin und München. Glasfasern haben heute schon beste Übertragungseigenschaften erreicht. Die vorwiegend für die Ortsebene vorgesehenen kostengünstigen Multimode-Fasern mit einer Dämpfung von 1 bis 3 dB/km – je nach Wellenlänge des Lichts – werden in der Regel ohne Verstärker zwischen Vermittlung und Teilnehmer auskommen. Die für die Fernebene einzusetzenden Monomode-Fasern mit Dämpfung von weniger als 1 dB/km gestatten Abstände von 20 km zwischen den Verstärkern bei einer Übertragungsrate von 565 Mbit/s;

damit lassen sich etwa 16 Fernsehprogramme oder rund 8000 Telefongespräche gleichzeitig übertragen. Bei heutigen Koaxialkabeln mit Kupferleitern ist dagegen alle 1,5 km ein Verstärker erforderlich, wenn vergleichbar viele Telefongespräche übertragen werden. In der Siemens-Forschung werden Monomode-Fasern für 1300 nm Wellenlänge reproduzierbar mit Dämpfungen zwischen 0,4 und 0,6 dB/km gezogen. Die Weiterentwicklungen an Glasfaserkabeln dienen auch dem Ziel, die Konfektionierung der Fasern zum Kabel zu verbilligen.

Weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Siemenslaboratorien haben das Ziel, neue optische Komponenten bereitzustellen und die vorhandenen noch zuverlässiger und vor allem preisgünstiger zu machen. Die Sender in Glasfasernetzen sind Laserdioden und Lumineszenzdioden. Die Wellenlänge 880 nm wurde schon zu Beginn der Arbeiten an Glasfasern ausgewählt, weil die Fasern dort relativ niedrige Dämpfungen aufweisen und weil mit GaAlAs bereits ein Halbleitermaterial zur Verfügung stand, das in diesem Bereich Licht emittiert. Die Siemens-Laboratorien erreichen mit diesen

Laserdioden eine extrapolierte Lebensdauer von mehr als 100 000 Stunden, was als internationaler Spitzenwert gilt; in diesem Zeitraum steigt die elektrische Ansteuerleistung für die spezifizierte Lichtleistung um höchstens 10%.

Da heutige Fasern bei größerer Wellenlänge noch kleinere Dämpfungen haben – was für die Fernebene ausgenutzt werden soll – ist es weiteres Ziel der Laboratorien, auch hierfür zuverlässige Laserdioden mit stabilen Spektraleigenschaften zu entwickeln. Geeignetes Halbleitermaterial ist (Ga, In) (As, P), ein quaternärer Halbleiter, der wesentlich schwieriger als GaAlAs zu beherrschen ist. Laserdioden aus diesem Material emittieren bei entsprechender Zusammensetzung Licht im Bereich um 1300 nm. In den Siemens-Labors wurden diese neuen Dioden bereits einige tausend Stunden ohne Ausfall betrieben. Lumineszenzdioden für Wellenlängen um 850 nm und 1300 nm sind fertigungsreif. Verzweiger in optischen Netzen dienen dazu, aus der Glasfaser Signale auszukoppeln, um sie einem Empfänger zuzuführen oder um in die Streckenfaser weitere Signale einzukoppeln. Für Multimode-Fasern sind Verzweiger seit mehreren



**Bild 1: Multimode-Wellenlängenmultiplexer mit Interferenzfilter für 2 oder 3 Kanäle (Siemens-Pressbild)**

Jahren realisiert; hier geht es darum, noch einfachere und damit preiswertere Lösungen zu erarbeiten. Künftig kann es wirtschaftlich sein, die Übertragungskapazität der Faser dadurch zu steigern, daß man gleichzeitig auf verschiedenen Träger-Wellenlängen jeweils ein Breitbandsignal überträgt. Für die Zusammenführung bzw. Trennung von zunächst zwei Signalen entwickelten die Siemens-Laboratorien jetzt Wellenlängen-Multiplexer für Monomode-Fasern; mit diesen können zwei unabhängige Breitbandsignale gleichzeitig in gleicher oder entgegengesetzter Richtung auf nur einer Faser übertragen werden. Mit einer Dämpfung von weniger als 1,5 dB gehören diese Multiplexer weltweit zu den derzeit besten (Bild 1).

Wesentliche Verbesserungsmöglichkeiten für die Komponenten optischer Kommunikationssysteme bezüglich Raumbedarf, Zuverlässigkeit und Kosten sehen die Siemens-Forscher in einer Integration der einzelnen optischen, optoelektronischen und elektronischen Bauelemente zu integrierten Bausteinen. Ihre ersten Schritte in diese Richtung bestätigen dieses: Für 880 nm entstand die Laborversion eines monolithischen Senderbausteins auf einem Chip. Er vereint eine Laserdiode mit einer Photodiode, die als Monitor zur Regelung der Lichtleistung dient. Als Empfängerbaustein für 1300 bis 1500 nm wurden die Photodiode aus GaAs und ein rauscharmer Feldeffekttransi-

stor aus GaAs mit weiterer Verstärkerelektronik in einer Hybridschaltung für Systeme mit 34 und 140 Mbit/s integriert (Bild 2).

Ein größerer Schwierigkeitsgrad ergibt sich, wenn verstärkt optische Wellenleiterfunktionen zur Führung des Lichts auf dem Chip einbezogen werden; Siemens erarbeitet dafür theoretische und experimentelle Grundlagen. Aus physikalischen Gründen werden integriert-optische Schaltungen aber die Bauelementedichte von integrierten Halbleiterschaltungen



**Bild 2: Gallium/Aluminiumarsenid-Laserdiode mit integrierten Monitordioden (Siemens-Pressbild)**

nicht erreichen, denn Licht läßt sich im Wellenleiter nicht so leicht um eine Ecke leiten, wie Elektronen in einer Leiterbahn. Trotzdem sind Schaltungen dieser Art erforderlich, weil sie unter anderem dazu beitragen können, mit Schaltungstechnik, wie sie auch im Hochfrequenzbereich angewendet wird, die Bandbreite der Glasfaser später vollständig auszunutzen.

## Glasfaser-Übertragungssystem für Weitverkehrsnetze

Bereits für Mitte der 80er-Jahre ist die Einführung eines Weitverkehrsnetzes mit Lichtwellenleitern und einer Bitrate von 140 Mbit/s vorgesehen. Die entsprechende Planung basiert auf Systemen mit Gradientenindex-Glasfasern und Repeater-Abständen von 18...20 km. Gradientenfasern bieten in bezug auf Lichteinkopplung sowie Stecken und Spleißen große Vorteile, die jedoch durch Dispersionsprobleme (unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Moden in der Faser) bei Systemen mit höheren Bitraten erheblich beeinträchtigt werden. Auch machen sich Modenrauscheffekte (schnelle Leistungsfluktuationen) im Zusammenhang mit bestimmten Lasereigenschaften negativ bemerkbar.

Inzwischen haben das Forschungszentrum und das Kabelwerk von SEL mit der Demonstration eines voll funktionsfähigen Systems nachgewiesen, daß alle benötigten Komponenten technisch realisierbar sind. Es weist bei 20 km Übertragungstrecke genügend Reserven für Toleranzen, Spleiße, Temperaturgang und Alterung auf. So ist u. a. auch ein variables optisches Dämpfungsglied für individuelle Streckenanpassung verfügbar.

Die in dem Experimentalsystem benutzte Gradientenfaser hat eine Dämpfung von weniger als 1 dB/km und eine Bandbreite von wesentlich mehr als 1,3 GHz · km. In der Gesamtstrecke befanden sich zehn Spleiße. Der 1300-nm-Laser des Senders hat eine spektrale Bandbreite von 5 nm und erreicht eine optische Leistung von 4 dBm in der Faser. Codiert wird mit NRZ-Signalen. Die Grenzempfindlichkeit des pin-FET-Empfängers beträgt -39 dBm bei einer Bitfehlerrate von  $10^{-9}$ .

Erich Roske

In diesem Beitrag wird die historische Entwicklung der Technik von temperaturkompensierten Hochfrequenz-Schwingstufen unter besonderer Berücksichtigung der Mengenfertigung beschrieben und die auftretenden Probleme und deren Lösungen an Hand von Beispielen erläutert.

# Fertigungstechnik bei temperaturkompensierten Hochfrequenz-Kreisen

## Ein geschichtlicher Rückblick

### 1. Problemstellung

In der Hochfrequenztechnik entstand mit fortschreitender Entwicklung ein Bedarf an frequenzkonstanten Generatoren, die zwei konträre Forderungen zu erfüllen hatten, nämlich einen gewissen Einstellbereich und eine möglichst hohe zeitliche Konstanz der eingestellten Frequenz. Sobald frei schwingende Oszillatoren ohne Temperaturkompensation mit einer Konstanz von etwa  $10^{-3} \delta f : f$  (Frequenzänderung bezogen auf die Grundfrequenz) nicht mehr ausreichten, wurden Generatoren entwickelt, deren Ausgangsfrequenz von dem Oberwellenspektrum einer quarzstabilisierten Bezugsfrequenz abgeleitet ist. Der einstellbare Frequenzraster wird von der Liniendichte des Spektrums mit einer arithmetischen Reihe aus ganzen Vielfachen bestimmt. Unharmonische Zwischenwerte können durch Frequenzsynthese aus zwei oder mehr Anteilen gewonnen werden. Die Konstanz der Ausgangsfrequenz entspricht derjenigen der Bezugsfrequenz, sofern die Ausgangsfrequenz phasenstarr mit der Bezugsfrequenz synchronisiert ist, wie beispielsweise beim PLL-Verfahren.<sup>\*)</sup> Ein Nachteil besteht allerdings darin, daß

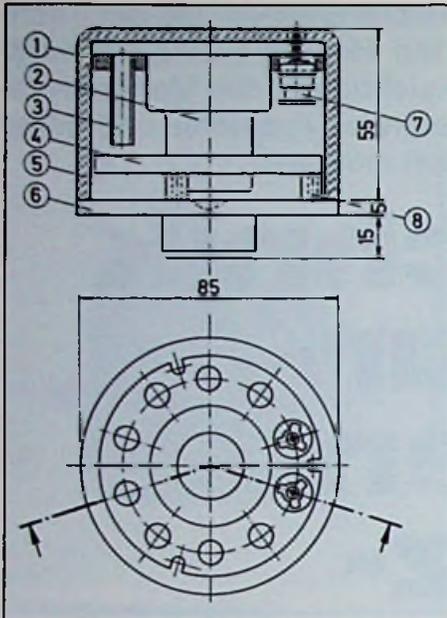
ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand wohl der Zustand der Synchronisation, nicht jedoch der Absolutwert der Ausgangsfrequenz konstant ist. Auch muß ein gewisser Anpassungsaufwand zwischen Kauf und Gebrauch in Kauf genommen werden. Der wesentliche Nachteil ist jedoch der Verzicht auf kontinuierliche Frequenzeinstellung. Inzwischen wurden frei schwingende Oszillatoren mit kontinuierlicher Einstellung und hoher spektraler Reinheit der Ausgangsfrequenz laufend soweit verbessert, bis ihre Kurzzeitkonstanz über 60 min etwa  $10^{-7} \delta f : f$  erreicht. Damit sind bereits Interpolations- und Steueroszillatoren für Meßzwecke realisierbar, beispielsweise zum Messen der temperaturabhängigen Frequenzdrift von Sendern, dem sog. Temperaturbeiwert der Frequenz  $TK_f = \delta f : f : \delta t$ . Die mittelfristige Konstanz über eine Woche kann etwa  $10^{-4} \cdot \delta f : f$  betragen, und die Langzeitkonstanz bis zu 2 Jahren erreicht erfahrungsgemäß den gleichen Wert, vorausgesetzt, die mechanische Montierung ist hinreichend stabil (Wellenlager, Feintriebe, Verschraubungen). Die bekannten konstruktiven Maßnahmen für die Problemlösung sind [1]:

- konstante Speisespannungen,
  - phasenreine Mitkopplung,
  - Kompensation der reversiblen thermischen Änderungen (Temperaturkompensation) [2].
- Hierbei setzen wir voraus, daß die angestrebte Frequenzkonstanz nicht nur an einzelnen Labormustern [3, 4], sondern auch bei der Fertigung großer Serien mit vertretbarem Aufwand erreichbar ist [5].

### 2 Historischer Rückblick

Die Entwicklung frei schwingender, temperaturkompensierter Oszillatoren wurde in Deutschland während des letzten Krieges, im Unterschied zu anderen Ländern, bevorzugt gefördert. Da die natürlichen Quarzlager in Brasilien, USA, Madagaskar und Sowjetunion unzugänglich wurden, andererseits die Mengenfertigung von Synthesquarzen technisch noch nicht befriedigend gelöst werden konnte, wurden damals für konstante Festfrequenzoszillatoren „Quarzersatz“ entwickelt. Die angewendete „keramische Temperaturkompensation“ ist lange bekannt [6] und beruht auf der Eigenschaft keramischer NDK-Kondensatoren [7], ihre Kapazität nach Maßgabe eines kennzeichnenden Temperaturbeiwertes  $TK_C = \delta C : C : K$

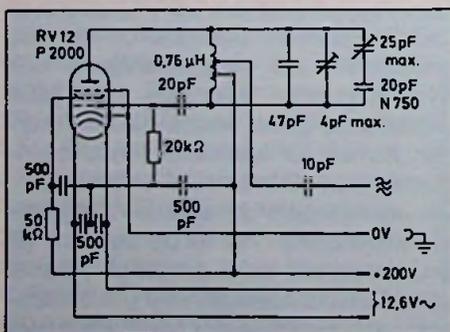
<sup>\*)</sup> PLL: Phase locked loop = Phasenregelkreis.



**Bild 1: Vollkeramischer Festfrequenzgenerator „Quarersatz“ von 1941.** 1) Montagegering für Kondensatoren, 2) Röhrenfassung, 3) Keramik Kondensator, 4) Flachspule, 5) Versilberte Abschirmhaube, 6) Bodenplatte mit Stecksockel, 7) Rohrtrimmer, 8) Distanzrolle. (Fabrikat HESCHO, Hermsdorf-Schomburg Isol. Ges. Hermsdorf-Thür.)

reproduzierbar mit der Temperatur zu ändern.

Vergleichbare Entwicklungen in USA benutzten mechanische Temperaturkompensationen, z. B. einen durch eine Bimetallspirale drehbaren Abstimming der Zylinderspulen von Frequenzmessern der Baureihe BC 221. Die damit erreichbare Frequenzkonstanz war vergleichsweise um eine Zehnerpotenz geringer, weil die Mechanik alterte und den Frequenzausgleich in kleinen Sprüngen ausführte. Das typische Beispiel eines „Quarersatzes“ aus dem Jahre 1941 mit  $23,732 \pm 0,002$  MHz ist in Bild 1 gezeigt.

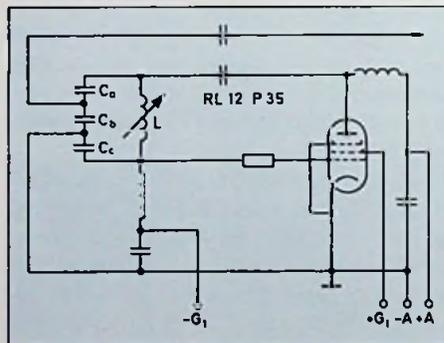


**Bild 2: Schaltung des „Quarersatzes“**

Alle Konstruktionselemente bestanden, mit Ausnahme einiger Metallarmaturen, aus feuerversilberter Keramik KER 221 nach DIN 40 685 und waren verlötet oder fest zusammen geschraubt. Die Schwingstufe in Bild 2 enthielt eine induktive Dreipunktschaltung mit keramischer Temperaturkompensation. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in [8]. Die Konstanzforderung lautete  $TK_L \leq 2 \cdot 10^{-6} \delta f : f \cdot \delta t$  im Temperaturbereich  $\delta t = -30$  bis  $+40^\circ\text{C}$  und konnte durch wechselseitiges Einstellen zweier Trimmer mit positivem und negativem  $TK_C$  in der Serienfertigung eingehalten werden.

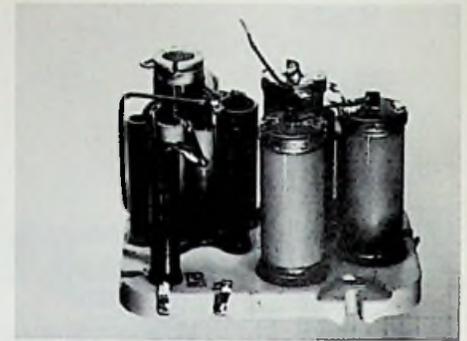
Der „Quarersatz“ wurde von der ehemaligen Firma HESCHO Hermsdorf-Schomburg Isolatoren-Ges. in Hermsdorf-Thür. entwickelt.

Für abstimmbare Oszillatoren sind Drehkondensatoren wegen der starken Abhängigkeit ihres Temperaturkoeffizienten vom Drehwinkel nicht geeignet, sofern keine zusätzliche Kompensation angewendet wird. Die Abhängigkeit beträgt bis zu  $1 : 4 \cdot C_{\min} : C_{\max}$  [9, 10]. Für hohe Konstanzforderungen hat man daher schon damals Variometerabstimmung vorgezogen [11], wobei der  $TK_L$  nur von der Änderung der Eigenkapazität geringfügig beeinflusst wird.



**Bild 3: Steuerstufe des Flugzeugsenders S 10 K (Fu G X) von 1941 mit Aufteilung der Temperaturkompensation**

Ein bekanntes Beispiel ist der in erheblichen Stückzahlen von 1941 bis 1944 gebaute Flugzeugsender S 10 K (Fu G X) für 3...6 MHz, dessen kompensierte Steuerstufe in [12] eingehend beschrieben ist. Die Konstanzforderung für 45 min lautete  $\pm 8 \cdot 10^{-5} \delta f : f$  ab Einschaltzeitpunkt, entsprach einer maximalen Frequenzabweichung von  $\pm 5000$  Hz, was damals hinsichtlich der hohen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen als sehr harte Forderung gelten konnte.



**Bild 4: Ansicht der vollkeramischen Temperaturkompensation S 10 K. (Foto: Roske)**

Das schematisierte Schaltbild dieses Senders ist in Bild 3 skizziert, die Konstruktionseinheit der Temperaturkompensation geht aus Bild 4 hervor. Die Konstruktionseinheit bestand aus 11 Einzelkondensatoren und war zu 3 Gruppen (Ca, Cb, Cc) für kapazitive Dreipunktschaltung in Serie geschaltet (Bild 4). Der dynamische Temperatureausgleich während der Einlaufzeit wurde in der Gruppe Cb durch Anteile mit erhöhtem Verlustfaktor  $\tan \delta$  erzielt, die sich zufolge der umgesetzten Verlustwärme  $P_v = U_{\text{eff}}^2 \cdot C \cdot \tan \delta$  schneller erwärmten, als verlustarme Anteile und die Frequenz nach dieser Maßgabe beeinflussten.

Die Entwicklung und Fertigung erfolgte ebenfalls bei der ehemaligen Firma HESCHO.

### 3 Neue Entwicklungen

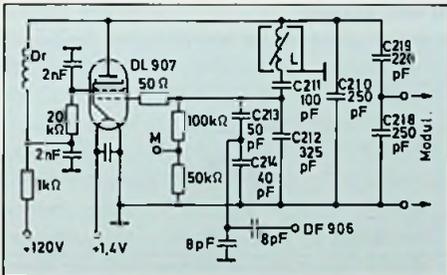
In der Nachkriegszeit standen wohl hinreichend Steuerquarze zur Verfügung, aber die Technik der Temperaturkompensation bot selbst bei Funksprechgeräten mit festem Kanalraster gewisse Vorteile. So setzte sich bei den UKW-Sprechfunkbändern die Frequenzmodulation durch, die bei frei schwingenden Oszillatoren recht einfach und klirrfarm realisierbar war. Auch erschien der wirtschaftliche Aufwand im Vergleich zu mehreren Steuerquarzen gering.

Ein Funksprechgerät dieser Konzeption wurde von TELEFUNKEN mit der Typenreihe Teleport III gebaut [13]. Es besaß einen Frequenzbereich von 156–174 MHz mit 12 Kanälen im 100 kHz-Raster. Die Langzeitkonstanz betrug  $\pm 5 \cdot 10^{-5} \delta f : f$  bei  $-20 \dots +40^\circ\text{C}$ . Hierzu mußte in der Serienfertigung der temperaturkompensierten Variometeroszillatoren ein  $TK_L = \pm 1,2 \cdot 10^{-6}$  bei  $f = 10,0-11,1$  MHz im Temperaturbereich  $-20 \dots +40^\circ\text{C}$  eingehalten werden.

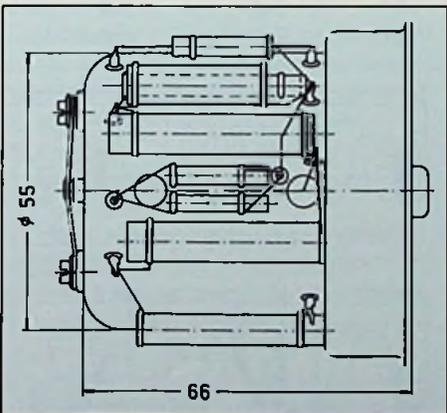
Das Schaltbild mit kapazitiver Dreipunktschaltung ist in **Bild 5** gezeigt. Modulator und Trennstufe sind zur besseren Übersicht weggelassen. Die frequenzbestimmenden Schwingkreis­kapazitäten C 210 bis C 214, C 218 und 219 wurden innerhalb einzelner Fertigungs­chargen mit eingegtem  $TK_C$  von etwa  $\pm 5 \cdot 10^{-6}$  ausgelegt, wobei sich die statistischen Streuungen teilweise gegenseitig aufhoben. Der Feinabgleich des  $TK_C$  und der Frequenz erfolgte mit C 210 auf einen resultierenden  $TK_C = -11 \pm 0,5 \cdot 10^{-6}$ .

Das Variometer besaß einen Einstellbereich von 2,95 bis 3,80  $\mu\text{H} \pm 1\%$  mit dem Gütefaktor  $Q = 120-160$  bei  $f = 10-11$  MHz. Es war als Kurzschlußvariometer [14], mit 180° Drehwinkel konstruiert und besaß keine Kontakte, wodurch die hohe Frequenzkonstanz erreichbar war. Die fertigungsmäßige Streuung des  $TK_L$  und dessen Alterung lagen unterhalb der damals erreichbaren Meßgenauigkeit von etwa  $1 \cdot 10^{-7}$ .

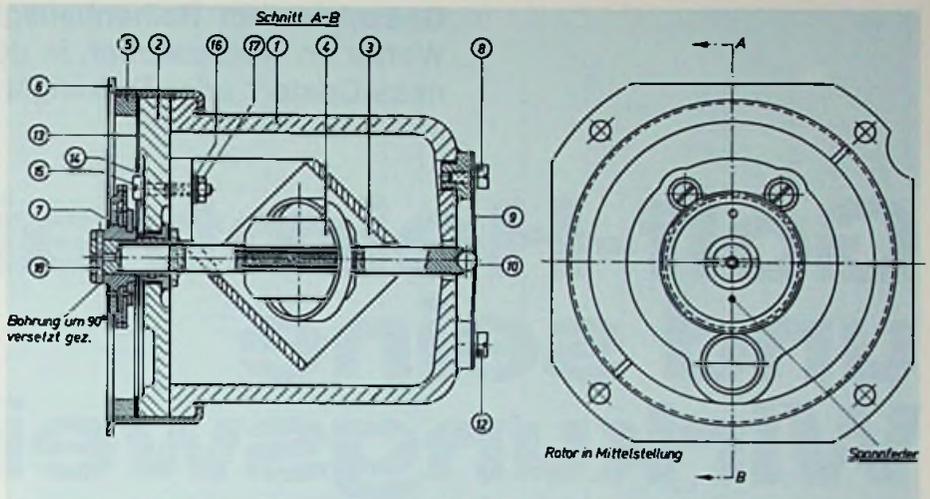
Eine Ansicht des Variometerkreises ist in **Bild 6** dargestellt. Die Fertigung der geschliffenen und feuerversilberten Keramikteile und der Abgleich der Schwingkreise erfolgte bei STETTNER & Co. in Lauf.



**Bild 5:** UKW-Funksprechgerät Teleport III – Schaltung der temperatur-kompensierten Steuerstufe 1953



**Bild 6:** Ansicht des Keramikvariometers Teleport III mit Temperaturkompensation

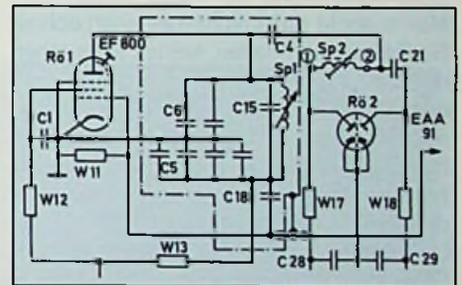


**Bild 7:** Keramikvariometer Teleport III und Fu G 7. 1) Versilberte Abschirmhaube, 2) Bodenplatte, 3) Keramikspule, 4) Rotor mit versilbertem Kurzschlußring, 5–18) Metallarmaturen. (Hersteller: ehemals STEMAG, Steatit-Magnesia AG in 8560 Lauf)

Das gleiche Keramik-Kurzschlußvariometer fand auch bei dem weiterentwickelten Funksprechgerät Fu G 7/Fu G 7a von TELEFUNKEN Verwendung [15, 16]. Es besaß 100 dekadisch schaltbare Kanäle im 50-kHz-Raster. Der Bereich war aufgeteilt in ein Unterband 75,275–77,725 MHz und in ein Oberband 85,075–87,525 MHz und erlaubte wahlweise die Betriebsart „Gegensprechen“ auf 100 Kanälen oder „Wechselsprechen“ auf 50 Kanälen mit versetzten Frequenzen, oder auch den Betrieb als Relaisstation.

Die Langzeitkonstanz betrug  $\pm 3 \cdot 10^{-5} \delta f : f$  im Temperaturbereich zwischen +20 und +60°C. Die Frequenzsynthese erfolgte durch Aufmischen von 10 geschalteten Quarzfrequenzen der Zehnerdekade 33,55; 33,80–34,55 MHz und 38,45; 38,70–39,45 MHz mit 10 mechanisch gerasteten, frequenzmodulierten Variometerfrequenzen der Einerdekade 4,0875; 4,1125–4,3125 MHz und anschließender Frequenzverdoppelung. Man benötigte demnach nur 10 Quarze für 100 Kanäle und hatte zusätzlich die Möglichkeit, die mechanisch gerasteten Frequenzen beliebig zu verschieben [17].

Das Variometer entspricht, wie erwähnt, der Type Teleport III. Sein Schnittbild ist in **Bild 7** ersichtlich. Das Schaltbild mit kapazitiver Dreipunktschaltung, Variometer Sp 1 und Reaktanzkreis Sp 2, C 21 für die Frequenzmodulation ist in **Bild 8** skizziert. Der TK-Feinabgleich wurde, ähnlich wie bei Teleport III, am Kondensator C 15 vorgenommen. Die zulässige Frequenzab-



**Bild 8:** Fu G 7 – Variometeroszillator mit Temperaturkompensation

weichung war allerdings um eine Zehnerpotenz kleiner, so daß neue Techniken für die Serienproduktion entwickelt werden mußten.

Die zulässige Frequenzabweichung ergab sich aus der Kanaltoleranz von  $\pm 2,5$  kHz. Nach Abzug der Toleranzen für Quarzablage, Quarz-TK, Röhrenwechsel und Spannungsschwankungen verblieben bei 4 MHz für die Variometerabweichung  $\pm 125$  Hz. Das entsprach dem  $TK_L$   $\pm 0,5 \cdot 10^{-6}$  bei  $\delta t = 20 \dots 80^\circ\text{C}$ . Hier ergab sich die zusätzliche Schwierigkeit, daß das schmale Toleranzrechteck mit den Seitenlängen  $\delta f$  in Hz und  $t$  in K bereits durch die Krümmung des Temperaturganges der Frequenz nahezu ausgefüllt wurde. Für den TK-Abgleich blieb entsprechend weniger Freiraum, als bei linearem Temperaturgang.

(Fortsetzung folgt)

**Golfspielen im Reihengarten? Oder unabhängig vom Wetter im Wohnzimmer, in der Garage, im Hobbyraum, „Fitness-Center“ oder Trainingsraum? Wie geht das?**

# Golf-Heimtrainer und seine Wirkungsweise

Elektronisch, wie so vieles heutzutage! Man braucht dazu nicht mal einen echten Golfball, keinen Rasen, keinen Ballsucher, nur die Originalschläger, mit denen man auch draußen spielt und so viel Platz, wie man für einen kräftigen Rundschlag benötigt. Dann kann man üben, den Schlägerkopf so zu führen, wie man das auch draußen auf dem Golfplatz tun würde. Den Rest macht die Elektronik! Der Schwung des Schlägers, des „Club“ in der Sprache des Golfers, wird elektronisch analysiert. Nur vier Größen, die berührungslos gemessen werden, genügen der Elektronik, um daraus die Flugbahn des Balles zu errechnen und alle weiteren relevanten Größen über den ausgeführten Schlag abzuleiten. Diese Daten werden dann aufgelöst, so daß sie in neun Größen auf dem Anzeigergerät leicht und einfach abzulesen sind. Das Sensorgerät erkennt mit seinen vier magnetischen Sensoren die Bewegungsgrößen, auf die es ankommt, schematisch und in Reihenfolge geordnet stellt sich das so dar, wie aus der **Tabelle 1** hervorgeht.

Was macht die Elektronik aus den gemessenen Größen und wie macht sie das? Das zu erklären, hilft die stark vereinfachte Blockschaltung nach **Bild 1**. Die Sensoren liefern im Prinzip nichts weiter als Spannungsimpulse, deren Zeitabstände gemessen werden und die dann von der Elektronik in eine vorprogrammierte, richtige Reihenfolge geordnet werden. Zunächst müssen die Impulse in einer „Analogeinheit“ soweit aufbereitet werden, daß sie als standardisierte, erkennbare

Größen dem Mikroprozessor M2 zugeleitet werden können. Dazu gehört zu jedem Sensor ein Verstärker, der den Impuls auf einen Mindestpegel anhebt. Danach kommt ein Filter, das alle Fremd- und Störsignale unterdrückt. Diese gereinigten Spannungsimpulse gelangen dann in

einen peak-hold-Speicher, an dessen Ausgang nur solche Signale stehen, die von der Bewegung des Schlägers herrühren und die „vereinheitlicht“ sind. Diese standardisierten Signale verlassen die Analog-Einheit und erreichen den Analog/Digitalwandler. Dessen Ausgangssignale

**Tabelle 1: Sensorbeeinflussung in Abhängigkeit vom Schlag**

A) Messung der Schlägerkopfgeschwindigkeit:  
Erkannt wird das Zeitintervall, das der Schläger benötigt, um vom ersten Sensorenpaar bis zum zweiten Sensorenpaar zu kommen.



B) Die Richtung des Schwunges:  
Fliegt der Club gerade, gleichmäßig und im rechten Winkel über alle vier Sensoren oder läuft seine Schwungbahn von außen nach innen oder von innen nach außen.



gerade

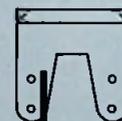


innen-außen

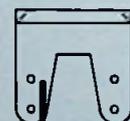


außen-innen

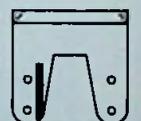
C) Wo trifft der Club den Ball?  
Trifft er „Toe“ (mit dem vorderen Teil des Kopfes), trifft er „heel“ (mit dem hinteren Teil, dem Absatz) oder trifft er „sweet“, im Zentrum, wo der Schlag landen sollte?



Sweet

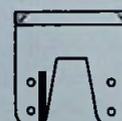


Toe

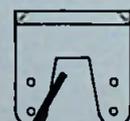


Heel

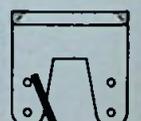
D) Messung des Anstellwinkels:  
Diese Messung entscheidet über die Richtung, die der Ball theoretisch nehmen würde. „Offen“ ist, wenn man nach außen schlägt, „geschlossen“ wenn man nach innen, zum Golfer hin schlägt.



rechtwinklig



offen



geschlossen

dienen als Daten für den Mikroprozessor M2. Der Mikroprozessor M2 verarbeitet also, wie man aus dem Blockbild erkennen kann, vorwiegend Daten, die von der Bewegung des Club ausgelöst werden und gibt diese dann, entsprechend aufbereitet, an den Mikroprozessor M1 weiter. An dessen Eingang K erscheinen die vom A/D-Wandler gelieferten Impulsketten zugleich mit den Steuersignalen vom Digital-Prozessor sowie die vom Mikroprozessor M1 rückgekoppelten „Mitteilungen“. Über die Ausgänge R triggert M2 seinerseits die im peak-hold wartenden Informationen, gibt diese an den Multiplexer weiter und ruft sie von dort in den A/D-Wandler ab. Der Mikroprozessor M2 steuert mit den aus den Primär-Informationen gewonnenen und aufbereiteten Daten den Prozessor M1, der seine Kapazität dazu braucht, um die LCD-Anzeige zu steuern. Als zusätzliche Information verarbeitet M1 noch die von dem Stufenschalter gewählten Voreinstellungen zur Wahl des Schlägers und speichert alle Anzeigen, auch die, die nicht sofort abgerufen werden. Dazu erhält er noch vom Digital-Prozessor Kontroll-Impulse, die von drei Eingangssignalen abgeleitet sind und vom M1 als Vergleichs- und Kontrollsignale benötigt werden.

Die LCD-Anzeigeeinheit ist ein vielseitiges Gerät und gleicht mehr einem verkleinerten Oszillografenschirm als einem Meßgerät. Es zeigt auf einen Blick neun Meßwerte, die dem Golfer nicht nur die erreichte theoretische Entfernung mitteilen, sondern dazu noch eine ganze Menge über seine Schlagtechnik. Da ist zunächst einmal die Schlaggeschwindigkeit. Diese erscheint im rechten Feld. Der Golfer erkennt daran, wie schnell er den Schläger führt und welche Wucht er in den Schlag speichern kann.

Drückt man den Umschalter neben dem Display, erscheint anstelle der Geschwindigkeit die Schlagweite „carry“: Sie sagt aus, wie weit der Ball geflogen wäre.

Wird der Ball so schlecht getroffen, daß er aus dem Zielgebiet rausfliegen würde, erscheint ein „E“.

Geht der Schlag völlig daneben, bleibt die Anzeige vom vorigen Schlag stehen.

Die erste Anzeige bringt also insgesamt vier Aussagen, je nachdem, wie geschlagen wird.

Der Schlägerblattwinkel zeigt an, ober der Schlägerkopf schräg zur Ziellinie fliegt. Nach innen nennt man „close“, nach außen „open“. Der Schwungwinkel zeigt an,

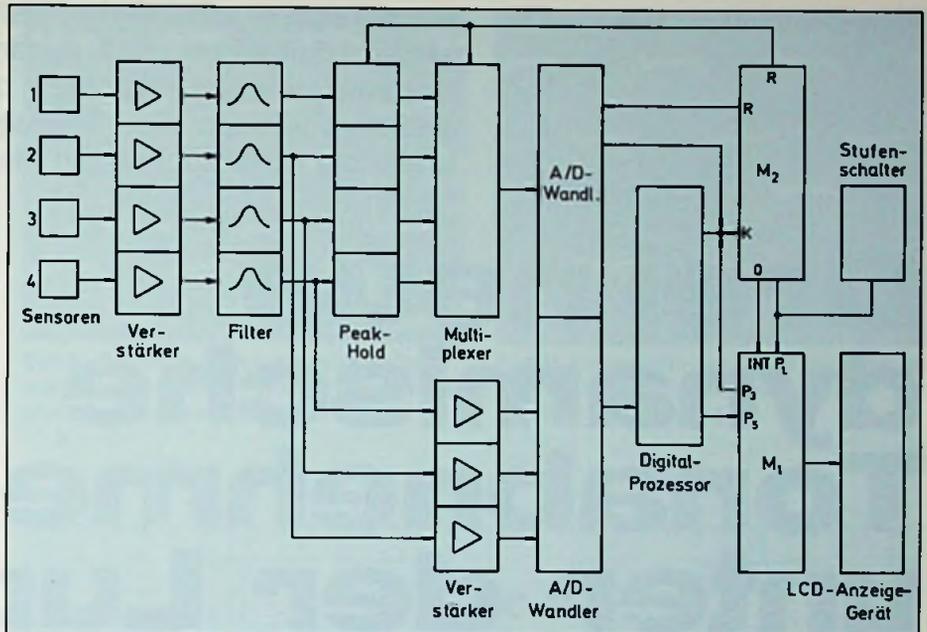


Bild 1: Blockschaltung des Golf-Trainers

ob der Schlägerkopf parallel zur Ziellinie fließt oder in einem Winkel dazu: „slice“ ist von außen nach innen und „hook“ von innen nach außen. Schließlich wird noch der Treffpunkt des Schlägerkopfes am Ball registriert. Ein Treffer in der Mitte im Zentrum ist „sweet“, am vorderen Ende ist „toe“ und am hinteren Ende ist „heel“. Bei der Flugrichtung des Balles wird die Streuentfernung in Metern oder die Abweichung des Auftreffpunktes vom idealen Ziel angezeigt.

„OB“ heißt „out of bounds“ und das erscheint, wenn das Ziel völlig verfehlt wurde.

Am Anzeigegerät (Bild 2) muß vor Trainingsbeginn eingestellt werden, welche Art von Club verwendet wird, (Holz oder Metall) und welches Gewicht er hat. Bei Holzschlägern muß eine mitgelieferte Magnetfolie untergeklebt werden. Schläger aus nicht-magnetischen Metallen oder solche mit zweifacher Metallbefestigung des Schlägerkopfes gehen nicht, weil dann die Sensoren Mehrfachsignale liefern, das Gerät damit fehl anzeigt oder den Dienst ganz weigert. Das Sensorteil (Bild 3) wird unter den „Ersatzrasen“ geschoben und der Anzeigeteil mit einem Fünfpol-DIN-Stecker verbunden. Wenn die Batterie geladen ist – Ladegerät gehört zum Lieferumfang – kann 8 Stunden lang ungestört gegolft werden!

Als Ball dient ein leichter Kunststoffball, von denen einige im handlichen Tragekof-



Bild 2: Anzeigeeinheit des Golf-Trainers (Mitsubishi-Pressbild)



Bild 3: Der Golf-Trainer im Koffer. Im Vordergrund der Sensorteil (Mitsubishi-Pressbild)

fer enthalten sind und die, wenn sie „der Schlag getroffen“ hat, keinen Schaden anrichten können. Man kann auch ganz ohne Ball schlagen; um Treffsicherheit und Schlagtechnik jedoch elektronisch kontrollieren zu lassen gibt es – nach dem Urteil von Golfern – mehr Sicherheit und mehr Ballgefühl, wenn solch ein kleiner Ball als Zielscheibe aufgelegt wird.

Hans-Joachim Haase

Ausgerechnet zum Verkaufsstart der CD-Plattenspieler präsentiert Sony drei neue dynamische Tonabnehmersysteme, die von mancher Hypothek bisheriger Systeme dieser Art entlastet wurden. Der Beitrag enthält das Ergebnis einiger kritischer Untersuchungen dieser neuen Typen.

# Drei neue dynamische Tonabnehmer unter der Lupe

Die elektrodynamische Wandlerfunktion (Moving Coil = MC) bei Tonabnehmern für die analoge Schallplatte wird traditionell als das System mit den besten Wandlereigenschaften angesehen. Die verschiedenen Hersteller auf dem internationalen Hi-Fi-Markt scheuen nicht den z. T. erheblichen fertigungstechnischen Aufwand und die Service-Probleme, verwenden sie oft, mit entsprechenden Preisen dekoriert, als Aushängeschild technologischen Know Hows. Wir haben im Heft 8/82 ausführlich darüber berichtet.

Auch Sony beteiligte sich in den vergangenen Jahren mit seinen dynamischen Stereo-Abtastern der Baureihe XL-55 an dem sicher nicht gerade lukrativen, aber nicht unwichtigen Geschäft.

Mit den Modellen XL-MC-1, MC-2 und MC-3 wurden jetzt, fast gleichzeitig zum Verkaufsstart der CD-Player, sogar noch einmal drei dynamische Stereo-Tonabnehmer auf den Markt gebracht. Mit 1/2"-Befestigung und 4-pol. Stiftanschluß läßt sich dieses Modell in jeden geeigneten Tonarmkopf problemlos montieren.

Verglichen mit den Typen der 55er-Serie ist der eigentliche Wandleraufbau auffallend klein und mit nur 3 g extrem leicht, obwohl dieser mit den gleichen, jeweils achtförmig gewickelten und einander um 45° versetzten kernlosen Ankerspulen ausgerüstet ist. Die Wandlerpatrone nach Bild 1 (rechts), läßt sich werkzeuglos aus dem Einsatz herausziehen und wird bei



**Bild 1:** Konstruktiver äußerer Aufbau der neuen dynamischen Tonabnehmer XL-MC 1, 2 u. 3  
links: 1/2"-Einsatz mit 4 Pol-Stiftanschluß;  
rechts: werkzeuglos einsetzbare Wandlerpatrone

Abnutzung der Abtastnadel als Ganzes ausgetauscht. Dabei brauchen noch nicht einmal die flexiblen Anschlußdrähte zum Tonarmkopf abgezogen werden, da die Wandlerpatrone mit Steckern versehen ist. Zweifellos ein beachtlicher Vorteil, der sinnvollerweise dazuführen kann, daß anspruchsvolle Kunden den Abschleiß der Nadel häufiger überprüfen lassen.

Die in der Tabelle 1 aufgeführten, nur teilweise unterschiedlichen technischen Daten beruhen hauptsächlich aus Aufgliederungen aus Toleranzgrenzen in Verbindung mit einem unterschiedlichen Anschliff der Abtastnadel, sowie einem besonderen Material des Nadelträgerröhrchens beim MC-3.

**Tabelle 1:** Die wichtigsten technischen Daten:

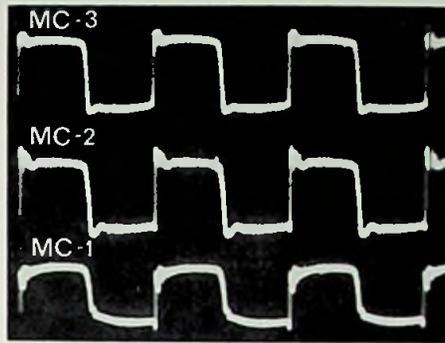
Typ	MC-1	MC-2	MC-3
Ausgangsspannung bei 5 cm/s [mV]	0,2	0,2	0,25
Übertragungsbereich [Hz]	10-30 000	10-30 000	10-50 000
Übersprechdämpfung bei 1 kHz [dB]	> 26	> 30	> 30
Kanal-Balance [dB]	< 1,5	< 1,5	< 1
FIM-Verzerrungen [%]	< 1	< 1	< 1
Hochfrequenzverzerrungen bei 8,8 cm/s [%]	0,28	0,26	0,2
Empfohlene Auflagekraft [mN]	15	15	15
Impedanz	40	40	40
Last-Impedanz	40 Ω - 100 kΩ	40 Ω - 100 kΩ	40 Ω - 100 kΩ
Compliance [mmN]	20	20	20
Nadelanschliff	elliptisch	elliptisch	super-doppel-elliptisch
Gewicht [g]	3	3	3
Preis [DM]	79,-	109,-	265,-

Für eine qualitative Aussage über das Abtastergebnis ist die Art der Anpassung an den nachfolgenden Wiedergabeverstärker nicht unwichtig. Obwohl hochwertige HiFi-Verstärker zunehmend mit MC-Eingängen versehen sind, ist es bei Verwendung eines dynamischen Abtasters meist erforderlich, zwischen Plattenspieler und Wiedergabeverstärker mit ausschließlichen MM-Eingang entweder einen geeigneten Anpaß-Übertrager [1], oder einen aktiven, netzgespeisten Vor-Verstärker zu schalten. Für diesen Test wurde der sehr hochwertige Vor-Verstärker HA-55 von Sony verwendet, der den nachfolgend vorgestellten MC-Abtastern, insbesondere im Signal/Rauschabstand optimal angepaßt ist.

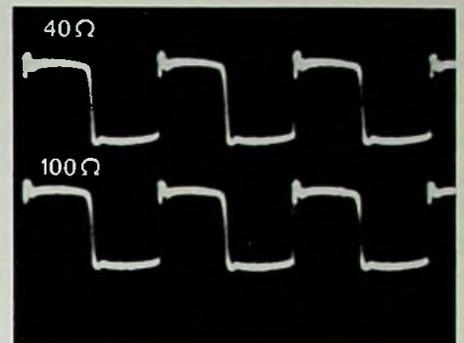
Die Oszillogramme im **Bild 2** zeigen, daß sich die Rechteckkurve des MC-3 durch die geringeren Schwingmassen am Bewegungs-Umkehrpunkt (der in die Schallplatte eingeschnittenen Dreieckamplitude [2]) am günstigsten verhält, d. h. impulsförmige Klangstrukturen werden weniger verzerrt, als es bei den anderen Typen der Fall sein könnte. Auch bei Übertrager-Anpassung ändern sich mit einer, im gewissen Rahmen geänderten Lastimpedanz, außer dem Ausgangspegel und in einem etwas geringeren Umfang damit auch der Störabstand, die Kurvenform kaum erkennbar (**Bild 3**). Voraussetzung ist, daß die Lastimpedanz nicht geringer wird als der Innenwiderstand des Abtasters.

Die Frequenzgänge der drei neuen Sony MC-Abtaster MC-1, MC-2 u. MC-3 zwischen den Eckfrequenzen 20 Hz und 20 kHz zeigt der Pegelstreifen in **Bild 4a**. Bis etwa 5 kHz sind absolut keine Unterschiede wahrnehmbar. Über 5 kHz wirken sich innerhalb typischer Resonanzbereiche die unterschiedlichen Nadelträgermassen und Dämpfungen aus. Das zeigt besonders deutlich der Pegelschreiber-Ausschnitt des **Bildes 4b**, bei dem die obere Grenzfrequenz 45 kHz betrug. Die Hersteller-Angaben „30 kHz“ für die obere Übertragungsgrenze des MC-1 und MC-2 sind voll bestätigt. Die genannten „50 kHz“ für das MC-3 kann man nur mit der Angabe des hier bereits vorliegenden Pegelabfalls von ca. 10 dB verbinden. Insgesamt gesehen muß man jedoch sowohl den erreichten Übertragungsbereich als auch den Frequenzgang des einzelnen Systems als sehr gut bezeichnen.

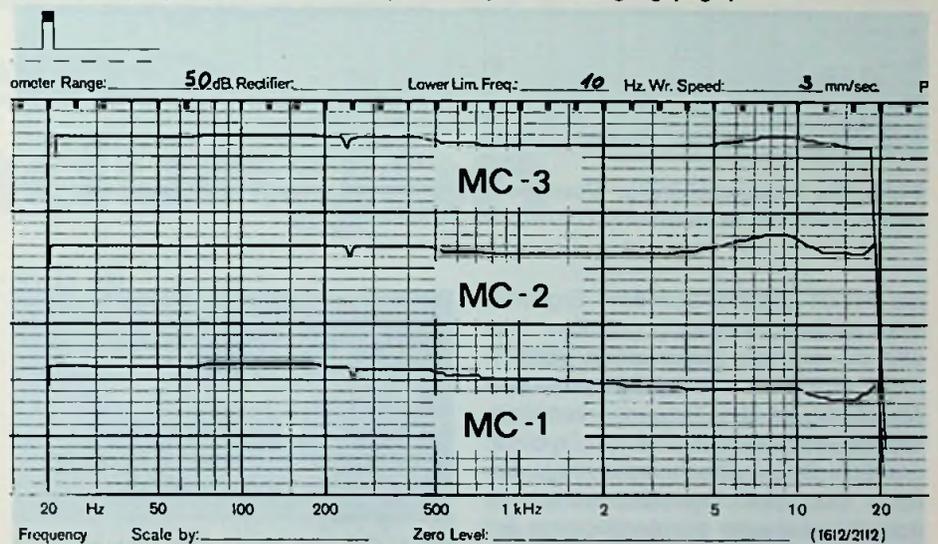
Das Übersprechen zwischen den Kanälen ist bekanntlich ein praktisch viel entscheidenderes Qualitätsmerkmal. Übersprech-



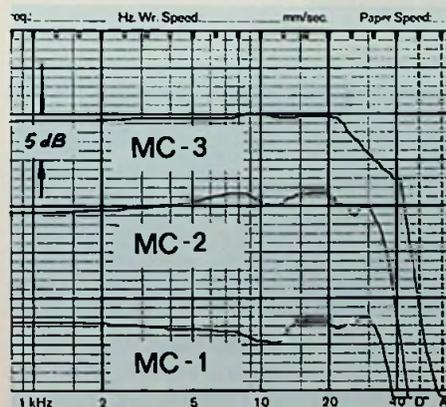
**Bild 2:** Rechteck-Übertragungsverhalten der 3 Modelle unter jeweils den gleichen Betriebsbedingungen (15 mN; 40 Ω-Last)



**Bild 3:** Kurvenform des MC-3 bei einer unterschiedlichen Lastimpedanz, (bez. auf gleichen Ausgangspegel)



**Bild 4a:** Die Frequenzgänge der MC-Abtaster im Sony-PS-X 800 an der 40 Ω-Last des PA-55

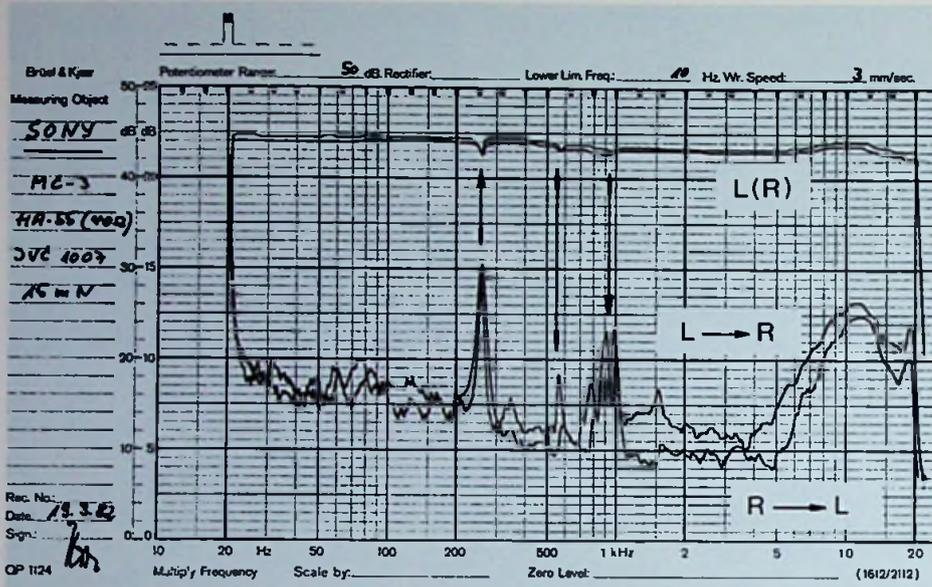


**Bild 4b:** Frequenzverlauf der einzelnen Systeme zwischen 1 u. 45 kHz

Dämpfungen von 32–34 dB (1 kHz) sind heute auch bei guten MM-Abtastern zu finden [3]. Oberhalb etwa 5 kHz scheidet sich jedoch die Geister. Hier reichen die meisten MC-Systeme an die Dämpfungen

qualitativ hochwertiger MM-Typen, wie z. B. Shure V 15/V, AKG P 25 MD und Elac 795, nicht heran. Auch die neuen MC-Typen von Sony machen da keine Ausnahme. Ab etwa 5 kHz zeigen sie einen deutlichen Rückgang der Übersprechdämpfung, die sich jedoch im Minimum in Grenzen hält und bei 12 kHz immer noch 18–19 dB beträgt (**Bild 5**). In diesem Bereich weisen auch wesentlich teure exotische MC-Abtaster oft ein weitaus schlechteres Übersprech-Dämpfungsverhalten auf.

Wie wichtig die Anpassung eines derart leichten Tonabnehmers an Masse und Steifigkeit des Tonarms ist, zeigen deutlich die sehr intensiven Tonarmresonanzen im mittleren Frequenzbereich bei ca. 260 Hz und 800 Hz, die sich sogar in Verbindung mit dem Biotracer-Tonarm des ungewöhnlich aufwendigen Plattenspielers X-800 von Sony einstellten. Hier ist eine Entwicklung offenbar mit einem für

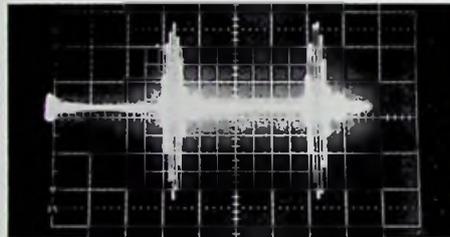


**Bild 5:** Die frequenzabhängige Übersprechdämpfung mit ausgeprägten Resonanzstellen infolge nichtoptimierter Abtaster/Tonarm-Kombination

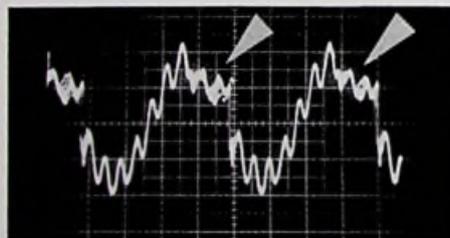
die Praxis unbefriedigendem Ergebnis, unkoordiniert zweigleisig gelaufen. Nun war die optimale gegenseitige Abstimmung (Auswahl) von separat gelieferten Abtastern und den Tonarmen von Spitzenlaufwerken schon immer ein Problem, das sich ohne meßtechnische Kontrollen kaum lösen ließ. Zumindestens könnte man aber bei einer Kombination mit Erzeugnissen aus dem selben Hause erwarten, daß sich derart negative Erscheinungen nicht ausbilden. Das läßt sich auch durch den Hinweis auf geeignetere Kombinationen nicht entschuldigen.

Die meßtechnisch feststellbaren Abtastverzerrungen (einschl. HA-55) sind gering. Bei einer gut durchdachten Wandler-Konstruktion und einer entsprechend sorgfältigen Fertigung (Selektion) stellen die derzeit angebotenen Meßkriterien kaum noch unüberwindbare Hindernisse dar. Alle drei Modelle liegen mit ihren FIM-Verzerrungen (nach DIN 45 542) deutlich unter der von DIN 45 500 geforderten 1%-Grenze und unterscheiden sich hier nur unwesentlich.

Etwas anderes ist es bei den Hochfrequenzverzerrungen nach DIN 45 549. Hier zeigt bei erhöhtem Pegel, das MC-3 deutlich geringere Verzerrungen als das MC-1 (Bild 6) was zum großen Teil auf den günstigeren Nadelschliff<sup>2)</sup> zurückzuführen ist, der sich, insbesondere bei steilerem Nulldurchgangswinkel, der eingeschnittenen Rillengeometrie besser anpaßt. Ver-



**Bild 6:** Der 250 Hz/10 kHz-Tonburst wird vom MC-3 auch bei 10 mN Auflagekraft und der höchsten Pegelstufe (14 cm/s) einwandfrei abgetastet



**Bild 7:** Beim Modell MC-1 sind 10 mN Auflagekraft besonders dann kritisch, wenn die Schallplatte einen Höhengschlag aufweist (Verzerrungseinsatz: s. Pfeil)

ringerte man bei dem MC-3 die Tonarmauflegekraft auf 10 mN, konnte bei der höchsten Pegelstufe des 400/4000 Hz-Testsignals (30 cm/s) gerade der Verzerrungseinsatz erkannt werden, der sich periodisch durch den Höhengschlag der

Meßplatte (TTR-103) oszilloskopisch angedeutete (Bild 7). Die Tonarmauflegekraft von 15 mN sollte daher (statisch exakt ausbalancierter Tonarm vorausgesetzt) nicht unterschritten werden.

Auch im Hörtest war es schwierig, artikulierbare Unterschiede zwischen diesen drei neuen MC-Modellen zu finden. Erfahrungsgemäß ist das die Regel innerhalb einer Abtaster-Serie, die der Spitzenklasse zuzuordnen ist. Die etwas besseren meßtechnischen Daten des MC-3 wirkten sich gehörmäßig nicht aus. Die Auswertung einer von mehreren, von Meßergebnissen nicht vorbelasteten Teilnehmern erstellten „Strichliste“ zeigten z. T. widersprüchliche Aussagen. Es soll daher hier auch vermieden werden, dem Interessenten die heute leider üblichen, angeblich wahrgenommenen, aber selten beweis- und reproduzierbaren akustischen Spitzfindigkeiten bei einer Tonabnehmer-Bewertung zu offerieren. Im Prinzip heißt das, daß man es sich wohl überlegen sollte, ob sich die Anschaffung des 3,4 mal so teuren MC-3 überhaupt lohnt, wenn man nicht in der Lage ist, innerhalb der eigenen vier Wände unbeeinflusst und in Ruhe einen Abhörvergleich mit den beiden anderen Sony-Modellen oder einer anderen Vergleichstypen der eigenen Wahl durchzuführen.

Die neuen dynamischen 1/2"-Tonabnehmer von Sony sind zweifellos als gelungene Konstruktionen zu bezeichnen. Auch das mit 79,- DM überraschend preisgünstige Modell MC-1 zeigt eine hohe Wiedergabequalität, vorausgesetzt, es wird – wie auch die beiden anderen Modelle – mit einem geeigneten leichten bis mittelschweren Tonarm kombiniert und brummfrei an eine optimal dimensionierte MC-Verstärker-Eingangsstufe geschaltet.

## Literatur

- [1] H. J. Haase, „Dynamische Tonabnehmer und ihre Vorteile“ Funktechnik, Heft 8/1982
- [2] H. J. Haase, „Tonabnehmerprüfungen mit Rechtecksignalen“ Funktechnik, Heft 20, 1968
- [3] H. J. Haase, „Was leisten moderne MM-Abtaster“ Funktechnik, Heft 9/1981

<sup>2)</sup> Welche genaue Schliffform sich allerdings unter dem Superlativ „Super-doppelelliptisch“ versteckt, war nicht zu erfahren. Vermutlich wird sich aber hier lediglich ein besonders günstiger Toleranzbereich des angestrebten elliptischen Schliffs präsentieren.

Dipl.-Ing. Erich Stadler

Der Multiplizierer wurde ursprünglich für die analoge Rechentechnik entwickelt. Inzwischen hat er sich vielfältige Anwendungsgebiete in der gesamten elektronischen Nachrichtentechnik als Modulator, Phasenvergleichler, Mischer, elektronischer Lautstärksteller, gesteuerter Gleichrichter, als Schalter oder Leistungsmesser erobert. Der Autor befaßt sich hier in einer Fortsetzungsreihe mit dem Grundprinzip dieser Schaltung und mit ihren wichtigsten Anwendungen.

# Der Multiplizierer und seine Anwendungen

## Teil III

Das Bild 8.3a zeigt, daß der Multiplizierer bei Ansteuerung mit zwei sinusförmigen Signalen unterschiedlicher Frequenz ein Ausgangssignal liefert, welches im Oszillogramm dem Verlauf einer Schwebung entspricht. Aus der Physik ist vom Phänomen „Schwebung“ bekannt, daß es eine Überlagerung zweier in der Frequenz eng benachbarter Schwingungen gleicher Amplitude ist. Eine Analyse des Ausgangssignals ergibt, daß in dem Beispiel die beiden Frequenzen 90 und 110 kHz enthalten sind. Da die vom Multiplizierer verarbeiteten Signale die Frequenz 10 kHz und 100 kHz haben, ist damit nachgewiesen, daß mit einer Signalmultiplikation eine Frequenzaddition sowie -subtraktion einhergeht!

Verschiebt man, wie in Bild 8.3b gezeigt, das Nf-Signal um einen Gleichanteil, dann hat der „Multiplikand“ die Form  $(U_- + \hat{u}_1 \cdot \cos \omega_1 t)$ . Ist der „Multiplikator“ das hochfrequente Signal  $\hat{u}_2 \sin \omega_2 t$ , so ergeben sich aus dem Multiplikationsprozeß die beiden Teilprodukte  $U_- \hat{u}_2 \cdot \sin \omega_2 t$  und  $\hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \cos \omega_1 t \cdot \sin \omega_2 t$ . Eine weitere Umformung des letzteren Gliedes mit trigonometrischen Formeln würde zeigen, daß dieses die Summen- und die Differenzfrequenz bestimmt. Das erste Teilprodukt  $U_- \cdot \hat{u}_2 \cdot \sin \omega_2 t$  besagt, daß die in  $\omega_2$  enthaltene Hochfrequenz auch nach der Multiplikation wieder auftritt und nur dann ver-

schwinden würde, wenn in dem Amplitudenfaktor  $U_- \cdot \hat{u}_2$  der Gleichanteil  $U_-$  des Eingangs Null gemacht würde. Im Gegensatz zu einer AM-Erzeugung mit Diode oder Röhre macht der Vierquadrantenmultiplizierer eine überaus ober-schwingungsarme AM-Schwingung, so daß auf zusätzliche Siebmittel verzichtet werden kann.

## 9. Multiplizierer als Phasenvergleichler

Als Phasenvergleichler kann bereits ein Schalter oder ein UND-Glied dienen. Der Vierquadrantenmultiplizierer ist in dieser Eigenschaft allerdings vielseitiger. Das UND-Glied als Phasenvergleichler zeigt Bild 9.1. Bekanntlich gibt das UND-Glied Signalzustand 1 nur dann ab, wenn

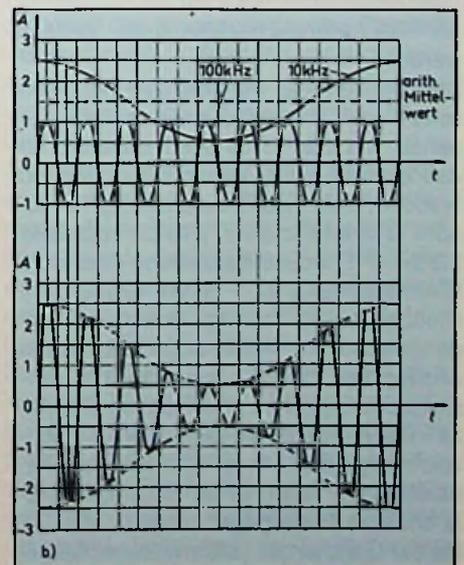
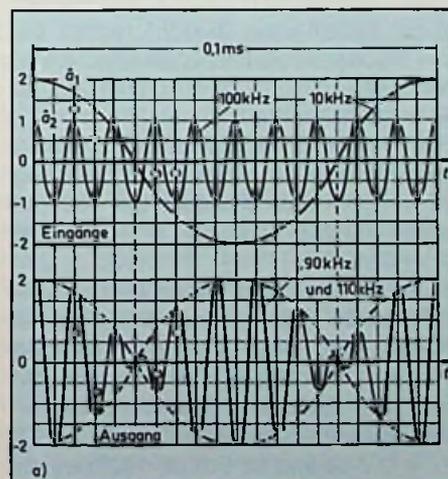


Bild 8.3: Eingangssignale und Ausgangssignale beim Multiplizierer a) reine Sinus-Signale;

b) Träger Sinus, Nf um Gleichspannungsanteil verschobene sinusförmige Schwingung

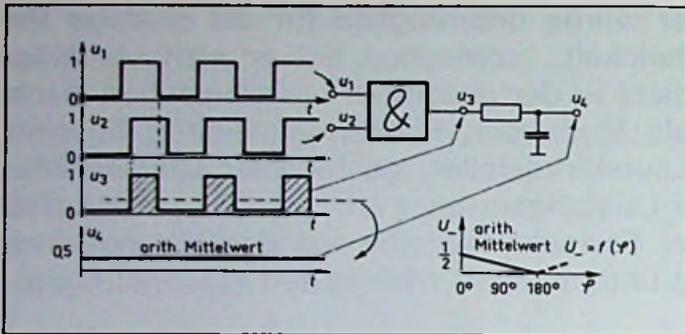


Bild 9.1: UND-Glied als Phasenvergleichler

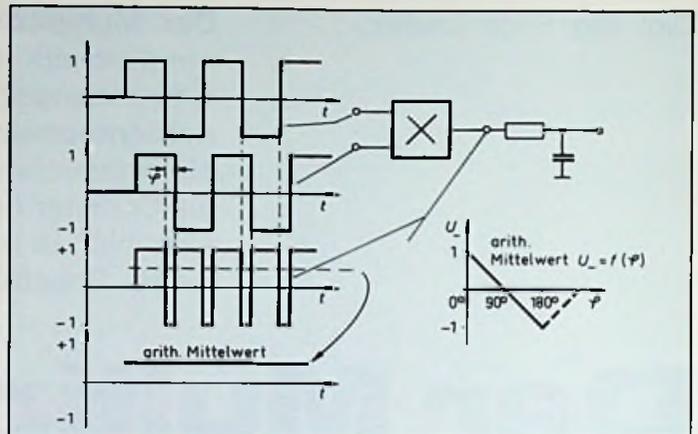


Bild 9.2: Multiplizierer als Phasenvergleichler

an den beiden Eingängen „1“ herrscht. Daher wird mit zunehmender Phasenverschiebung der im Bild dargestellten Eingangsimpulse die Zeitdauer des Zustands 1 am Ausgang immer kürzer. Es ist einleuchtend, daß der Mittelwert (nach dem Integrierglied) bei Gleichphasigkeit „1/2“ ist und mit zunehmender Phasenverschiebung bis auf „0“ abnimmt (bei 180°). Die gewonnene Gleichspannung ist ein Maß für die Phasenverschiebung.

Im Gegensatz zum UND-Glied verarbeitet der Vierquadrantenmultiplizierer als Phasenvergleichler nicht nur positive Rechteckimpulse, sondern Signalformen beliebiger Art. Wegen der auch möglichen Verarbeitung von negativen Signalen ist allerdings das Ausgangssignal im Gegensatz zu UND-Gliedern unter Umständen negativ. Das Verhalten des Ausgangssignals, insbesondere des darin für die Funktion als Phasenvergleichler interessanten Gleichanteils soll zunächst am Beispiel einer Rechteckwechselfspannung gezeigt werden.

Den trivialen Fall mit positiven Impulsen schafft der Vierquadrantenmultiplizierer genau wie das UND-Glied ohnehin, so daß er nicht weiter behandelt zu werden braucht. Eine Rechteckspannung mit einem Tastverhältnis von 2 liefert nach Bild 9.2 bei 0° Phasenverschiebung eine reine Gleichspannung  $U_-$ , deren Größe vom Produkt  $\hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2$  abhängt, sofern die Eingangrechtecke vernachlässigbar kurze Anstiegszeit haben. Bei endlicher Anstiegszeit entstehen am Ausgang „Trapeze“ mit einem etwas geringeren Gleichspannungsanteil oder Impulse mit Parabelanstieg, wenn beide Eingangssignale endliche Anstiegszeit haben.

Da der Gleichanteil (arithmetischer Mittelwert) außer vom Produkt  $\hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2$  auch von der Phasenverschiebung zwischen bei-

den Signalen abhängt, ist die Gleichspannung nach dem Integrierglied (= Tiefpaß) ein Maß für die Phasendifferenz. Allerdings gilt nicht der, vielleicht erhoffte, Zusammenhang, daß bei  $\varphi = 0$  auch  $U_- = 0$  wäre, um dann mit zunehmender Phasenverschiebung zuzunehmen, sondern gerade der umgekehrte Fall.

Bei Gleichphasigkeit tritt der größte Gleichanteil auf. Der Gleichanteil nimmt mit zunehmender Phasenverschiebung ab und erreicht bei 180° sein Minimum.

Ob der Endwert des Gleichanteils (das Minimum) Null oder negativ ist und ob der Verlauf  $U_- = f(\varphi)$  linear oder nicht ist, hängt von der Art der zu vergleichenden Eingangssignale ab:

Positive Rechteckimpulse liefern bei 180° einen Gleichanteil  $U_- = 0$  V, dazwischen ist der Verlauf linear (Bild 9.1 rechts), bei  $\varphi = 90^\circ$  liegt der entstehende Gleichanteil zwischen Minimum und Maximum und hat einen positiven Wert.

Eine Rechteckwechselfspannung liefert ebenfalls einen linearen Zusammenhang  $U_- = f(\varphi)$ . Das Minimum bei 180° ist jedoch negativ und bei  $\varphi = 90^\circ$  ist  $U_- = 0$  V.

Ist eines oder sind beide der zu vergleichenden Signale sinusförmig, so ist (Bild 9.3 und 9.4) der Zusammenhang  $U_- = f(\varphi)$  nichtlinear. Grundsätzlich gilt auch hier, daß beim Phasenvergleich reiner Wechselfspannungen bei  $\varphi = 90^\circ$   $U_- = 0$  V ist und für 90° bis 180° negativ ist.

Das Bild 9.3 zeigt den Phasenvergleich zwischen einer Sinus- und einer Rechteckschwingung. Die Eingangssinus-

schwingung ist in diesem Bild nicht eingezeichnet. Je mehr diese in Phase mit der Rechteckschwingung kommt, um so mehr bilden sich im Ausgangssignal die positiven Sinuskuppen aus. Bei Gegenphasigkeit ergeben sich negative Kuppen. Eine Besonderheit tritt bei 90°-Phasenverschiebung auf. Die Sinusperioden werden dann durch den Phasenvergleichler so geteilt und umgepolt, daß sie sich als S-förmige periodische Schwingungen wiederholen.

Den Gleichanteil in diesem Fall erhält man aus dem Flächenintegral über eine Periode, das man dann durch die Periodendauer teilt. Bei Gleichphasigkeit liefert der Multiplizierer, wie man sich leicht vorstellen kann, nur positive Sinuskuppen. Sind die Amplituden der Eingangssignale = 1, so sind auch die des Ausgangssignals = 1. Der Mittelwert ist, wie bei Doppelweggleichrichtung  $2/\pi$ . Bei Gegenphasigkeit entstehen negative Sinuskuppen und der Mittelwert ist  $-2/\pi$ . Dazwischen ist, im Gegensatz zu Bild 9.1 und 9.2 der Verlauf  $U_-$  nicht linear. Er verläuft, wie sich aus der Theorie ableiten läßt, nach einer cos-Funktion (Bild 9.3. rechts).

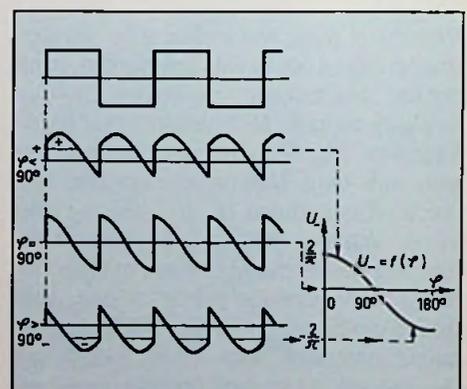


Bild 9.3: Ausgangssignal des Phasenvergleichlers

Sind beide Eingangssignale sinusförmig, läßt sich das Ausgangssignal bequem mit trigonometrischen Formeln errechnen:  
 $\hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \sin(\alpha - \varphi) \cdot \sin \alpha =$   
 $= \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot [\cos(\alpha - \varphi - \alpha) -$   
 $- \cos(\alpha - \varphi + \alpha)]$ , worin  
 $\alpha = 2\pi f \cdot t$  die Frequenz enthält und  $\varphi$  der zu messende Verschiebungswinkel ist. Da  $\cos(-\varphi) = \cos(+\varphi)$  ist, wird schließlich das Ausgangssignal

$$U_A = \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \left[ \frac{1}{2} \cos \varphi - \frac{1}{2} \cos(2\alpha - \varphi) \right]$$

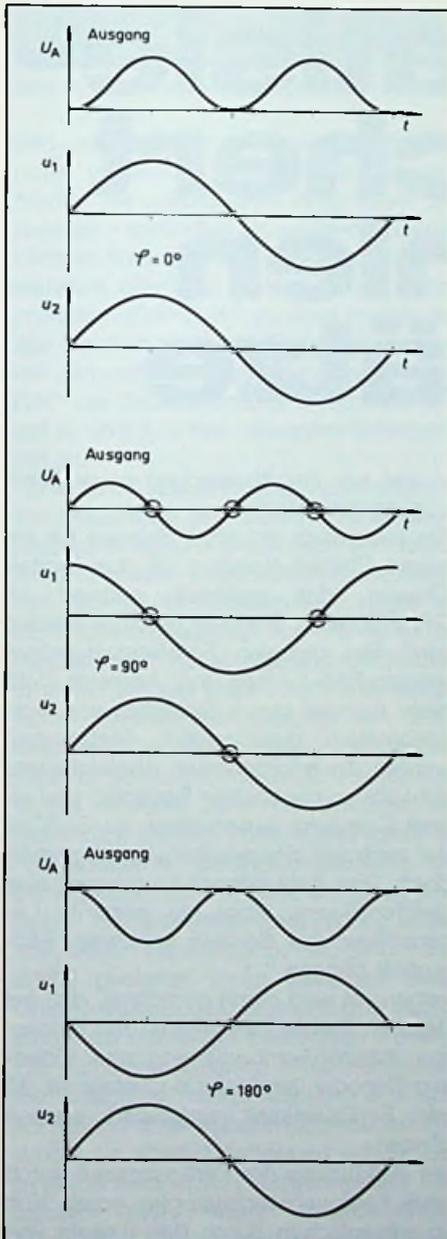


Bild 9.4: Sinusförmige Eingangssignale, Ausgangssignal beim Vierquadranten-Multiplizierer

Für  $\hat{u}_1 = \hat{u}_2 = 1$  (V) und  $\varphi = 0^\circ, 90^\circ$  und  $180^\circ$  sind in Bild 9.4 die jeweiligen Eingangssignale und das zugehörige Ausgangssignal (darüber) dargestellt. In obiger Formel ist der Anteil  $\frac{1}{2} \cos \varphi$  sowohl zeit- als auch frequenzunabhängig und gibt den Zusammenhang  $U_- = f(\varphi)$  in der Form

$$U_- = \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \frac{1}{2} \cos \varphi \text{ (V)}$$

an. Auch hier ist, wie in Bild 9.3 rechts, der Verlauf eine cos-Funktion, jedoch die Ausbeute maximaler Gleichspannung geringer (Faktor  $\frac{1}{2}$ , nicht wie dort Faktor  $\frac{1}{n}$ ).

Die Vorgänge innerhalb der Multiplizierer-Schaltung bei Phasenvergleichsbetrieb mit sinusförmigen Eingangssignalen  $u_1$  und  $u_2$  werden anhand von Bild 9.5 erläutert.

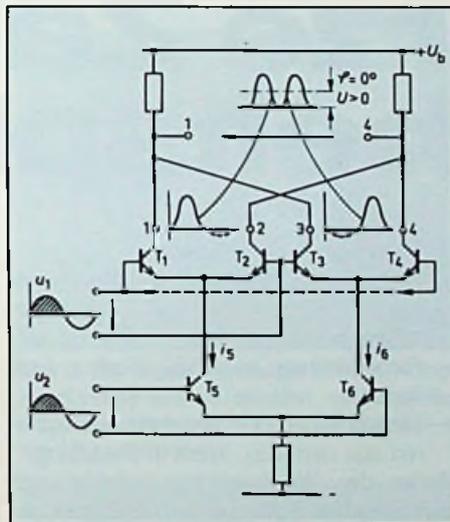


Bild 9.5: Spannungsverläufe bei  $\varphi = 0^\circ$

Während der positiven Halbschwingung von  $u_2$  wird im wesentlichen die linke Differenzverstärkerstufe T 1–T 2 mit Strom versorgt ( $i_5$ ). Ein Differenzverstärker hat bekanntlich eine um so größere Verstärkung, je größer der Gesamtstrom, (hier  $i_5$ ) ist. Da  $i_5$  jedoch nicht konstant ist, sondern als Funktion von  $u_2$  während deren positiver Halbwelle sinusförmig zunimmt, nimmt auch die Verstärkung des Differenzverstärkers zeitabhängig zu.  $u_1$  wird daher nicht konstant verstärkt, sondern zunächst nur gering, und erst, wenn  $i_5$  seinem Maximum zustrebt, besonders intensiv. Das hat zur Folge, daß die positive Halbschwingung von  $u_1$  zwar verstärkt zwischen 2 und 1, (an 2 positiv gegen 1) aber nicht mehr sinusförmig auftritt. Gleichzei-

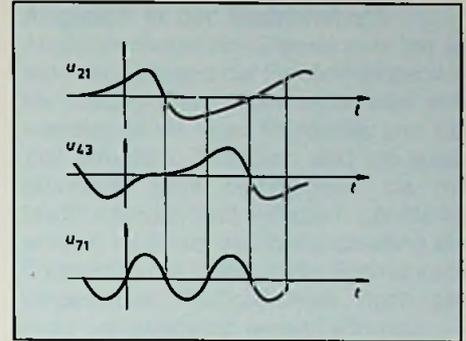


Bild 9.6: Spannungsverläufe zur Schaltung 9.5 bei  $\varphi = 90^\circ$

tig liegt  $u_1$  aber auch an der zweiten Differenzverstärkerstufe (T 3–T 4). Da aber deren Gesamtstrom  $i_6$  bei positivem  $u_2$  (an T 5) sehr stark abnimmt, wird  $u_1$  nur schwach verstärkt, und zwar ebenfalls nicht konstant: es ergibt sich an 4 gegen 3 eine nichtsinusförmig verzerrte geringe negative Spannung. Die Spannungen zwischen 2–1 und 4–3 überlagern sich. Während der positiven Halbschwingung von  $u_1$  bzw.  $u_2$  wird die resultierende Spannung zwischen 4–1 überwiegend von der linken Differenzverstärkerstufe bestimmt. Sobald  $u_1$  und  $u_2$  negativ werden, vertauschen die beiden Differenzverstärkerstufen ihre Funktion. Wegen der negativen Steuer Spannung an der Basis von T 4 wird nun der Kollektor 4 positiv in Bezug auf 3 und bestimmt im wesentlichen die Spannung zwischen 4 und 1. Das Ergebnis ist eine Spannung doppelter Frequenz und ein positiver Gleichanteil.

Problematischer ist die Darstellung der Teilspannungen bei Phasenverschiebung zwischen den Eingangssignalen. Gewählt wurde für die in Bild 9.6 gezeichneten Ausgangsteilspannungen eine Phasenverschiebung von  $90^\circ$  zwischen  $u_1$  und  $u_2$ . Die Teilspannungen zwischen 2–1 bzw. 4–3 sind tatsächlich extrem nichtsinusförmig. Zwischen 4–1 treten sie als resultierende Gesamtspannung überlagert auf und stellen in der Summe tatsächlich wieder eine Spannung doppelter Frequenz dar, jedoch wegen der Phasenverschiebung  $90^\circ$  ohne Gleichanteil.

Die Anwendung des Phasenvergleichers kann zur Messung von Phasenverschiebungen zweckmäßig sein. Sinusförmige Signale wird man erst in Rechtecke umwandeln. In Synthesizern, in Sterodecodern oder auch in Decodern der Farbfernsehtechnik findet man in zunehmenden Maße die Vierquadrantenmultiplizierer.

(Fortsetzung folgt)

Das Farbfernsehgeräte-Werk von GRAETZ in Bochum nimmt international insofern eine Sonderstellung ein, als hier – im Vergleich zu allen Werken der Mitbewerber in Europa – die höchste Zahl an Einheiten pro Tag und pro Jahr produziert wird. Das Werk ist fertigungstechnisch eines der modernsten und effizientesten Werke der gesamten Branche und zeigt, daß man weder die fernöstliche Konkurrenz zu scheuen, noch den Personalbestand reduzieren braucht, wenn man den Erlös/Mitarbeiter durch den Einsatz modernster Technik erhöhen kann.

# Hoher Automatisierungsgrad sichert schwarze Zahlen und Arbeitsplätze

Das Produktionsvolumen hat sich von 1979 bis 1983 nahezu verdreifacht. Nach der für 1983 festgelegten Planung werden in diesem Jahr ca. 1,3 Mio. Farbfernsehgeräte-Einheiten hergestellt. Das entspricht einem Ausstoß von 5000 Einheiten pro Arbeitstag.

Das Werk hat zwei Teile und zwar in Bochum und in Altena (Westfalen). Die Entfernung zwischen beiden Werksteilen beträgt 60 km. In ihnen werden insgesamt 2777 Mitarbeiter beschäftigt.

Am Standort Bochum werden Tuner, Farbdecoder, Chassis und vor allem komplette Farbfernsehgeräte in allen gängigen Bildschirmformaten produziert. Vom Standort Altena aus werden einerseits Metall-Teile andererseits vorgefertigte Baugruppen zugeliefert, die direkt in die Gerätemontage einfließen.

Typische Beispiele sind Module und Fernbedienungen. Weitere Zulieferungen erfolgen aus anderen Werken der Unternehmensgruppe und zwar

- Holzteile und Gehäuse aus Geroldsgrün (Oberfranken),
- Kunststoffteile, einschließlich kompletter Gerätefronten und Rückwände, aus Ziementshausen,

- Leiterplatten aus Pforzheim,
  - Halbleiter (Transistoren, Dioden und integrierte Schaltkreise) von ITT Intermetall in Freiburg,
  - Farbbildröhren vom SEL Werk in Esslingen,
  - Lautsprecher und Zeilentransformatoren aus dem SEL Werk in Straubing.
- Außer den Werksanlagen befindet sich am Standort Bochum das Distributionszentrum, von dem aus die weltweite Warenversorgung erfolgt.

## Fertigungszeit pro Gerät von 8 auf 2 h gesenkt

Verglichen mit dem Stand des Jahres 1975 ist die Fertigungszeit pro Farbfernsehgerät auf  $\frac{1}{4}$  gesenkt worden. Während für die Herstellung eines Standard-Farbfernsehgerätes mit 67-cm-Bildschirm im Jahr 1975 noch 8 h gebraucht wurden, kommt man 1983 für ein vergleichbares Gerät mit einer Fertigungszeit von 2 h aus.

Die Reduzierung der Fertigungszeit resultiert je zur Hälfte aus

- der Entwicklung neuer Chassis-Konzepte, die sich rationeller fertigen lassen (z. B. die weitgehende Abkehr von der Modulbauweise)

- und aus der Anwendung neuer Fertigungstechniken.

Ein besonders aktuelles Beispiel für ein neues Chassis-Konzept ist das Digital-Chassis, das erstmals weltweit im GRAETZ-Werk Bochum gefertigt werden wird. Bei digitalen Farbfernsehgeräten werden Bild-Justage und -Abgleich nicht mehr manuell durch Einstellen von Potentiometern durchgeführt. Stattdessen werden die erforderlichen Abgleichwerte mit Hilfe von optischen Sensoren und einem Computer automatisch im EAROM der zentralen Steuerschaltung abgespeichert. Dies geht schneller und wird eine gleichmäßigere, über die gesamte Lebensdauer des Gerätes konstante Bildqualität bringen.<sup>1)</sup>

Insgesamt wird damit gerechnet, daß bei digitalen Farbfernsehgeräten mit Stereoton, Infrarot-Fernbedienung und Videotext-Decoder langfristig nochmals ca. 30 min Fertigungszeit eingespart werden können.

Die Verkürzung der Fertigungszeit durch neue Fertigungstechnologien ergab sich im wesentlichen durch den Einsatz von Bestückungsautomaten (Bild 1). Dieses

<sup>1)</sup> FT 5/83, Seite 189.



**Bild 1:** Teilansicht der Automatenbestückung im Graetz-Werk Bochum

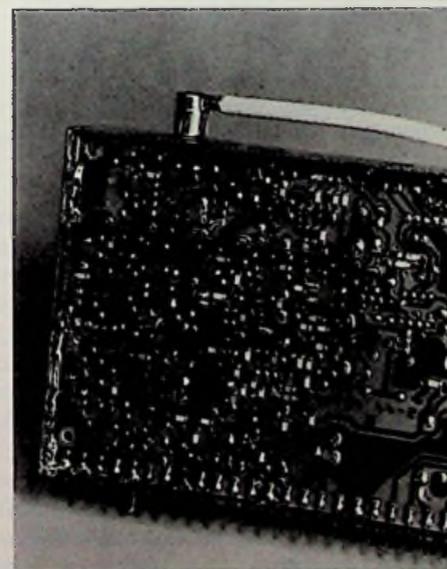
Bild zeigt Maschinen für die Einbringung radial (senkrecht) angeordneter Bauelemente. Sie werden dem integrierten Sequenzer – erkennbar als keilförmig ausgebildeter Automatenteil – entnommen und wandern über den links daneben angeordneten „Fahrstuhl“ zu dem hochpräzisen Bestückungskopf. Dieser übernimmt mit dem erforderlichen „Fingerspitzengefühl“ die Bauelemente und führt sie den auf X- und Y-Achse bewegten Leiterplatten zu.

Rund 40 000 Bauelemente kann eine dieser Maschinen pro Schicht verarbeiten. Das automatische Bestücken von radialen und axialen Bauteilen ist heute Stand der Technik. In Bochum wird heute ein Automatisierungsgrad von 75–80% der bestückbaren Bauelemente eines Chassis erreicht. Die seit über einem Jahr eingeführte Simultan-Bestückung von Flat-chips wird bei der Fertigung von HF-Modulen angewendet und erreicht sogar eine Quote von über 90%. Hinzu kommt die wesentlich höhere Leistungsfähigkeit einer simultanen Bestückungsanlage, die pro Arbeitsschicht 450 000 Bauteile verarbeitet. Bei manueller Bestückung wären nur 9600 Bauelemente möglich. Das **Bild 2** gestattet einen Blick auf diese Chip-Bestückungsanlage und **Bild 3** zeigt einen voll mit Chips bestückten Tuner. Die drahtlosen Bauteile (Chips) entnimmt die Maschine mittels Vakuum aus entsprechend angeordneten Magazinen und drückt sie absolut paßgenau auf die Leiterplatte in ein zuvor aufgebrachtes Klebebett. Nach einem anschließenden Trocknungsvorgang von etwa 20 s kann die fertigbestückte Leiterplatte durch ein nachfolgendes Lötbad laufen. Damit aber ist die Automatisierung der

Leiterplatten-Bestückung noch nicht am Ende. Bestehende Möglichkeiten zur Verbesserung werden in nächster Zeit ausgeschöpft.



**Bild 2:** Die vollautomatische Simultan-Chip-Bestückungsanlage arbeitet mit drei Bestückungsköpfen und kann 450 Bauteile in etwa 10 s setzen



**Bild 3:** Vollautomatisch mit Chipbauelementen bestückter Universaltuner

## Ableich in der Endmontage

Ableicharbeiten am Chassis oder gar an Modulen während der Farbfernsehgeräte-Herstellung sind üblicherweise sehr aufwendig, da sie teure Prüfgeräte und viel Zeit erfordern. Trotzdem sind sie qualitativ nicht befriedigend, da mit Nachbildungen und Adaptern gearbeitet werden muß, so daß beispielsweise die Toleranzen der später in der Endmontage eingesetzten Farbbildröhren noch gar nicht berücksichtigt werden können.

Daher werden in Bochum – erstmals in einem Farbfernsehgeräte-Werk – alle Prüf- und Ableicharbeiten am fertigen Gerät in der Endmontage durchgeführt. Zwischenkontrollen und die damit unvermeidlichen Bandreparaturplätze werden eingespart. Somit sind auch alle Bauelemente-Toleranzen innerhalb des individuellen Gerätes optimal berücksichtigt, es gibt keine Probleme mit Adaptern und Nachbildungen.

Der Bildschirm eines Farbfernsehgerätes – so sagen die Mitarbeiter im Werk Bochum – ist das beste Prüfgerät. Und damit er das unter allen Umständen sein kann, wurden spezielle Testbilder entwickelt, die allen Anforderungen an den Ableich gerecht werden.

## Verschiedene Typen auf gleichem Band

Besonders beeindruckend ist die flexible Anpassung der Fertigung an die typen- oder normenmäßigen Besonderheiten unterschiedlicher Geräte. Grundlage für alle ist das selbe Kompaktchassis. Erst kurz vor dessen Einbau in das Gehäuse werden an diesem Komplettierungs-Platz die typ- und funktionsbestimmenden Module aufgesteckt (**Bild 4**). Hierdurch wird die rationelle Basis-Chassis-Fertigung in großen Stückzahlen sowie eine sehr flexible Endmontage ermöglicht.



**Bild 4:** Durch Einsetzen bestimmter Module werden typeneigene und funktionelle Eigenschaften bestimmt

Vor nicht ganz zehn Jahren war die Digitaltechnik ein Spezialgebiet der Elektronik, das lediglich bestimmte Gebiete der Steuerungstechnik, der Meßtechnik oder die Datentechnik berührte. Inzwischen gibt es kaum noch ein Radio- oder Fernsehgerät, in dem die Digitaltechnik nicht eine wichtige Rolle spielen würde.

Leider hielt die Geschwindigkeit, mit der die Ausbildungspläne sich der Entwicklung anpaßten, nicht mit.

Diese Beitragsfolge will dem Praktiker Gelegenheit geben, sich in das Gebiet der Digitaltechnik einzuarbeiten.

# Digital- technik für Radio- und Fernseh- techniker

## Teil III

### 1.2 Die Schaltalgebra und ihre Regeln

Die ersten digitalen Steuerungsschaltungen waren mit wenigen elektromechanischen Relais bestückt und in ihrer schaltungsmäßigen Funktion meistens leicht zu übersehen. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß in den dreißiger Jahren von KONRAD ZUSE die erste programmgesteuerte Rechenmaschine gebaut wurde. Sie bestand nur aus elektromechanischen Relais.

In letzter Zeit ist aber die Zahl der Schaltfunktionen selbst gewöhnlicher Maschinensteuerungen derartig groß geworden, daß man sie mit der herkömmlichen Betrachtungsweise weder in der Planung, Entwicklung noch in der Wartung und bei der Reparatur übersehen kann. Das gilt für elektromechanische Schaltungen und erst recht für elektronische Steuerungsschaltungen. Man mußte eine Methode suchen, mit deren Hilfe sich Schaltfunktionen übersichtlich und systematisch darstellen lassen.

Man fand sie in der von dem Engländer GEORGES BOOL (1815–1864) geschaffenen algebraischen Betrachtungsweise. BOOL ging davon aus, daß die allgemein verwendete Algebra nicht allen praktischen Fällen gerecht wird. Vor allem dann, wenn die mathematische Aussage

nicht quantitativ sein, sondern lediglich Auskunft über bestimmte logische Zusammenhänge geben soll, ist die allgemein verwendete Algebra unbrauchbar. Es lernt zwar jedes Kind im ersten Schuljahr, daß  $1 + 1 = 2$  ist. Um so verblüffender mußte es den Zeitgenossen BOOL's vorgekommen sein, als dieser nachwies, daß diese Aussage nicht immer stimmt. Ein Haufen Sand, der einem weiteren Haufen Sand zugefügt wird, ergibt wieder *einen* Haufen Sand. Also kann, so überlegte BOOL,  $1 + 1 = 1$  sein. Aus dieser Überlegung heraus entstand eine neue Algebra, die allgemein auch als BOOL'sche Algebra bezeichnet wird. Sie ist nur deshalb unbeachtet geblieben, weil sie keine praktische Anwendung fand.

Erst in den letzten Jahren entdeckte man, daß man mit ihr Steuerungsvorgänge recht rationell kennzeichnen kann. Hier hat man den Fall, daß mehrere Kurzschlüsse in einem System von der Wirkung her letztlich ein Kurzschluß sind. Insofern gilt auch hier  $1 + 1 = 1$ . Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um elektromechanische oder elektronische Steuerungen handelt. Heute wird diese BOOL'sche Algebra in der Elektronik auch als Schaltalgebra bezeichnet.

Die einzelnen Relaiskontakte bzw. die Eingänge der Verknüpfungsglieder be-

zeichnet man mit kleinen Buchstaben (z. B. a, b, c usw.). Da sie ihren Zustand ändern, werden sie auch „Eingangsvariable“ genannt. Die Ausgänge der Glieder bzw. Steuerungsschaltungen werden mit großen Buchstaben gekennzeichnet (z. B. X, Y oder Z). Jeder dieser Buchstaben kann 0 oder 1 werden. Im vorliegenden Falle kennzeichnet die 0 den ausgeschalteten oder signallosen Zustand, während 1 den eingeschalteten Zustand bzw. das vorhandene Signal angibt. Die Spannungen, die zu den einzelnen Signalen gehören, interessieren nicht weiter. Man muß sie lediglich bei der Planung des Systems einmal festlegen. Die Eigenschaften der einzelnen Verknüpfungsglieder sind in der **Tabelle 1.2.1** zusammengestellt.

Der Ausgang des UND-Gliedes weist nur dann ein Signal 1 auf, wenn alle Eingänge das Signal 1 erhalten. Werden ein oder mehrere Eingänge 0, so wird auch der Ausgang 0. Man kann diese Eigenschaften durch folgende algebraische Formel darstellen, die der bekannten Multiplikation gleicht:

$$X = a \cdot b$$

Man liest diese Formel folgendermaßen:

**X ist gleich Eins, wenn a gleich Eins und b gleich Eins sind!**

Die UND-Funktion wird auch als Konjunktion bezeichnet. Sie läßt sich mit der Schnittmenge in der Mengenlehre vergleichen, d. h. die Gesamtmenge enthält hier alle Elemente der miteinander verknüpften Teilmengen. Die Teilmengen sind in der Schaltalgebra die Eingangsgrößen. Weil sie sich ändern können, nennt man sie Eingangsvariable und bezeichnet sie mit kleinen Buchstaben. Die Gesamtmenge ist die Ausgangsgröße und wird mit großen Buchstaben gekennzeichnet. Anstelle des Multiplikationspunktes findet man gelegentlich das genormte Symbol  $\wedge$ . Es ähnelt dem in der Mengenlehre verwendeten Zeichen  $\cap$ . Mit ihm kann die schaltalgebraische Gleichung für das UND-Glied auch wie folgt geschrieben werden:

$$X = a \wedge b$$

Bei unseren weiteren Betrachtungen wollen wir dieses genormte Symbol nicht verwenden, weil manche Regel aus der allgemeinen Algebra direkt in die Schaltalgebra übernommen werden kann, die sich auf die Multiplikationspunkte bzw. die Additionszeichen bezieht. Das ist nach Norm durchaus zulässig, wenn Verwechslungen ausgeschlossen sind. Der Punkt zwischen den Eingangsvariablen kann auch weggelassen werden.

Der Ausgang des ODER-Gliedes weist immer dann ein Signal 1 auf, wenn einem, mehreren oder allen Eingängen das Signal 1 zugeführt wird. Das Signal am Ausgang wird nur dann 0, wenn alle Eingänge 0 sind. Darstellen läßt sich diese Eigenschaft durch eine algebraische Formel, die der bekannten Addition gleicht:

$$X = a + b$$

Gelesen wird diese Formel folgendermaßen:

**X ist gleich Eins, wenn a gleich Eins oder b gleich Eins (oder mehrere Eingänge gleich Eins) sind!**

Die ODER-Funktion wird auch als Disjunktion bezeichnet. Sie läßt sich mit der Vereinigungsmenge der Mengenlehre vergleichen. Diese enthält alle Elemente die zu der ersten, oder zur zweiten Teilmenge (Eingangsgröße) oder zu beiden gehören. Anstelle des Additionszeichens gibt es das genormte Symbol  $\vee$ . Es ähnelt dem in der Mengenlehre verwendeten Zeichen  $\cup$ . Mit ihm kann man obige Formel wie folgt schreiben:

$$X = a \vee b$$

Bezeichnung (andere Bezeichnungen)	Elektromechanische Schaltung	Schaltsymbol (IEC-Norm)	Funktions-tabelle	Schaltalgebraische Verknüpfungsfunktion																
				unnegiert	negiert															
UND-Glied (Konjunktion)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	$x = a \cdot b$ $(x = a \wedge b)$	$\bar{x} = \bar{a} + \bar{b}$ $(\bar{x} = \bar{a} \vee \bar{b})$
a	b	x																		
0	0	0																		
0	1	0																		
1	0	0																		
1	1	1																		
ODER-Glied (Disjunktion)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	$x = a + b$ $(x = a \vee b)$	$\bar{x} = \bar{a} \cdot \bar{b}$ $(\bar{x} = \bar{a} \wedge \bar{b})$
a	b	x																		
0	0	0																		
0	1	1																		
1	0	1																		
1	1	1																		
NICHT-Glied (Negation, Invertierg.)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	x	0	1	1	0	$x = \bar{a}$	$\bar{x} = a$									
a	x																			
0	1																			
1	0																			
NAND-Glied (negierte Kon- junktion auch Sheffer-Funk- tion)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	$x = \bar{a} \cdot \bar{b}$ $(x = \bar{a} \vee \bar{b})$	$\bar{x} = a \cdot b$ $(\bar{x} = a \wedge b)$
a	b	x																		
0	0	1																		
0	1	1																		
1	0	1																		
1	1	0																		
NOR-Glied (negierte Dis- junktion auch Peirce-Funktion)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	$x = \bar{a} \cdot \bar{b}$ $(x = \bar{a} \wedge \bar{b})$	$\bar{x} = a + b$ $(\bar{x} = a \vee b)$
a	b	x																		
0	0	1																		
0	1	0																		
1	0	0																		
1	1	0																		
Blockier-Glied (Inhibition, Sperrgatter)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	$x = a \cdot \bar{b}$ $(x = a \wedge \bar{b})$	$\bar{x} = \bar{a} + b$ $(\bar{x} = \bar{a} \vee b)$
a	b	x																		
0	0	0																		
0	1	0																		
1	0	1																		
1	1	0																		
Exklusiv-ODER- Glied (Antivalenz, Dis- valenz, XOR- Glied)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	$x = \bar{a} \cdot \bar{b} + a \cdot b$ $(x = \bar{a} \wedge \bar{b} \vee a \wedge b)$	$\bar{x} = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$ $(\bar{x} = \bar{a} \wedge b \vee a \wedge \bar{b})$
a	b	x																		
0	0	0																		
0	1	1																		
1	0	1																		
1	1	0																		
Exklusiv-NOR- Glied (Äquivalenz)			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	$x = \bar{a} \cdot \bar{b} + a \cdot b$ $(x = \bar{a} \wedge \bar{b} \vee a \wedge b)$	$\bar{x} = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$ $(\bar{x} = \bar{a} \wedge b \vee a \wedge \bar{b})$
a	b	x																		
0	0	1																		
0	1	0																		
1	0	0																		
1	1	1																		
Implikations- Glied			<table border="1"> <tr><th>a</th><th>b</th><th>x</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	a	b	x	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	$x = a + \bar{b}$ $(x = a \vee \bar{b})$	$\bar{x} = \bar{a} \cdot b$ $(\bar{x} = \bar{a} \wedge b)$
a	b	x																		
0	0	1																		
0	1	1																		
1	0	0																		
1	1	1																		

Tabelle 1.2.1: Grundverknüpfungsglieder elektronischer Steuerungsanlagen und deren elektromechanische Parallelen

Aus oben genannten Gründen wollen wir aber auch dafür in unseren weiteren Betrachtungen das ungenormte Additionszeichen verwenden. Im Gegensatz zu der UND-Verknüpfung darf das Zeichen für die ODER-Verknüpfung nicht weggelassen werden.

Wird nun ein Signal mit einem NICHT-Glied umgekehrt (negiert), so kennzeichnet man dies, indem man es überstreicht. Die Eigenschaften des NICHT-Gliedes lassen sich mit folgender Kurzschreibweise kennzeichnen:

$$\bar{\bar{a}} = a \text{ bzw. } a = \bar{\bar{a}}$$

Gelesen werden diese Formeln folgendermaßen:

**X ist gleich Eins, wenn a nicht Eins ist bzw. X wird nicht Eins, wenn a gleich Eins wird.**

Kurz ausgedrückt kann man die überstrichenen Buchstaben auch a-nicht ( $\bar{a}$ ), X-nicht ( $\bar{X}$ ) usw. nennen.

Das NAND-Glied erhält man bekanntlich, wenn man hinter ein UND-Glied ein NICHT-Glied schaltet. An dessen Ausgang wird das Signal 0, wenn alle Eingänge des UND-Gliedes das Signal 1 erhalten. Ist das Signal an einem oder mehre-

ren Eingängen 0, so erhält man am Ausgang das Signal 1. Diese Eigenschaften lassen sich mit der folgenden Formel kennzeichnen:

$$\bar{X} = a \cdot b$$

Gelesen wird diese Gleichung wie folgt:

**X ist nicht Eins, wenn a und b gleich Eins sind.**

Man kann ihre Eigenschaften aber auch dadurch kennzeichnen, daß man sagt: X ist 1, wenn a nicht 1 oder b nicht 1 oder mehrere Eingänge nicht 1 sind (siehe auch Tabelle 1.2.1). Dies läßt sich in folgende Formel kleiden:

$$X = \bar{a} + \bar{b}$$

Schaltet man hinter ein ODER-Glied ein NICHT-Glied, so erhält man das NOR-Glied. An dessen Ausgang erhält man nur dann ein Signal 1, wenn keinem der Eingänge das Signal 1 zugeführt wird. Das Ausgangssignal wird 0, wenn an einem, mehreren oder allen Eingängen das Signal 1 liegt. Diese Eigenschaften lassen sich mit der folgenden Formel kennzeichnen:

$$\bar{X} = a + b$$

Man liest:

**X ist nicht Eins, wenn a gleich Eins oder b gleich Eins oder beide gleich Eins sind.**

Man kann aus dieser Formel aber auch heraus lesen, daß X gleich 1 ist, wenn alle Eingänge nicht 1 sind. Diese zweite Betrachtungsweise kann man mit der folgenden Formel kennzeichnen:

$$X = \bar{a} \cdot \bar{b}$$

Um nun mit diesen schaltalgebraischen Formeln echt arbeiten zu können, gibt es eine Reihe von Regeln (sog. Theoreme), die man sich einprägen oder greifbar haben sollte.

1. Regel Man kann beide Seiten einer schaltalgebraischen Formel negieren, ohne daß sich deren Bedeutung ändert.  
Beispiel:  $X = a \cdot b$  oder  $\bar{X} = \bar{a} \cdot \bar{b}$
2. Regel Doppelte Negation ergibt wieder die ursprüngliche unnegierte Größe!  
Beispiel:  $\bar{\bar{X}} = X$ ,
3. Regel Folgende Vorrangigkeit (Bindungsstärke) der Schaltfunktionen ist zu beachten:

UND-Funktion hat vor ODER-Funktion Vorrang  
Klammern haben vor UND-Funktion Vorrang  
Negationszeichen haben vor Klammern Vorrang

4. Regel Negationszeichen, die mehrere Buchstaben einer Formel überspannen, kann man nur dadurch auflösen, indem man die Funktionszeichen auswechselt. Aus  $\cdot$  wird  $+$  und aus  $+$  wird  $\cdot$ !

Regel	Formel	Elektromechanische Schaltung	Logische Schaltung
6	$a \cdot a = a$		
7	$a + a = a$		
8	$a + 0 = a$		
9	$a + 1 = 1$		
10	$a \cdot 0 = 0$		
11	$a \cdot 1 = a$		
12	$a \cdot \bar{a} = 0$		
13	$a + \bar{a} = 1$		
14	$a \cdot b + a \cdot c = a(b + c)$		
15	$(a + b) \cdot (a + c) = a + b \cdot c$		
16	$a + a \cdot b = a$		
17	$a \cdot (a + b) = a$		
18	$a(\bar{a} + b) = a \cdot b$		

Tabelle 1.2.2: Die wichtigsten Regeln (Theoreme) der Schaltalgebra, deren elektromechanische und elektronische Schaltung

Regel	Formel	Elektromechanische Schaltung	Logische Schaltung
19	$a + a \cdot b = a + b$		
20	$a + \bar{a} \cdot \bar{b} = a + \bar{b}$		
21	$\bar{a} + a \cdot b = \bar{a} + b$		
22	$\bar{a} + a \cdot \bar{b} = \bar{a} + \bar{b}$		
23	$(a + b) \cdot (\bar{a} + \bar{b}) = b$		
24	$a \cdot b + \bar{a} \cdot b = b$		
25	$(a + b) \cdot (\bar{a} + c) = a \cdot c + a \cdot b$		
26	$(a + \bar{b}) (\bar{a} + \bar{c}) = a \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot \bar{b}$		

Tabelle 1.2.2: (Fortsetzung)

Beispiel:  $\bar{X} = a \cdot b$ . Werden beide Seiten negiert, so erhält man  $X = \bar{a \cdot b}$ . Die doppelte Negation über dem X kann entfallen, und man erhält  $X = \overline{a \cdot b}$ . Will man nun die Negation der rechten Seite auflösen, so wird aus dem UND-Zeichen ein ODER-Zeichen:  $X = \bar{a} + \bar{b}$ .

5. Regel Klammern werden genauso wie in der übrigen Algebra aufgelöst! (Assoziatives Gesetz)

Beispiele:  $a \cdot (b \cdot c) = a \cdot b \cdot c$   
 $(a \cdot b) + (c \cdot d) = a \cdot b + c \cdot d$   
 $(a + b) \cdot (b + c) = b + a \cdot c$

Diese Klammern löst man auf, indem man jedes Glied der einen Klammer mit jedem Glied der anderen Klammer „multipliziert“!

$$a \cdot b + b \cdot b + a \cdot c + b \cdot c$$

Diese Formel läßt sich weiter vereinfachen. Dazu benötigt man jedoch noch weitere Regeln, die in der Tabelle 1.2.2 zusammengefaßt sind.

Wie man sieht, läßt sich das b, das in mehreren Gliedern erscheint, ausklammern. Vorher kann man aber für den Ausdruck  $b \cdot b = b \cdot 1$  setzen.

$$b(1 + a + c) + a \cdot c$$

Aus der Tabelle 1.2.2 kann man aber auch entnehmen, daß eine 1 innerhalb einer ODER-Funktion das ganze zur 1 macht. Insofern wird  $1 + a + c = 1$ .

Man erhält folglich  $b \cdot 1 + a \cdot c$ . Da aber  $b \cdot 1 = b$  ist, kommt man dann auf die Endform  $b + a \cdot c$ !

In der Praxis lassen sich Steuerungsschaltungen wahlweise für das Ausgangssignal 1 oder für das Ausgangssignal 0 planen. Man verwendet allerdings sinnvollerweise das Signal, das in der Minderzahl ist. (Fortsetzung folgt)

## Briefmarke erinnert an Paul Nipkow

Zur Internationalen Funkausstellung vom 2. bis 11. September dieses Jahres in Berlin, brachte die Landespostdirektion Berlin am 14. Juli ein Sonderpostwertzeichen zu 80 Pfennig heraus. Das Motiv, das „Nipkowsche Bildübertragungssystem“ erinnert an die geniale Ingenieurleistung von Paul Nipkow (1860–1940), der mit seiner Erfindung des „Elektrischen Teleskops“, die er vor rund 100 Jahren am 6. Januar 1884 zum Patent anmeldete, die Voraussetzungen für unser heutiges Fernsehzeitalter schuf.



## Hinweise auf neue Produkte

### Lautsprecher mit Metallmembranen

Eine Serie interessanter Hochleistungslautsprecherboxen wird von Dantax vorgestellt. Ihre Lautsprechermembranen sind aus Metall und sollen auf impulsartige Bässe wesentlich präziser ansprechen, als Lautsprecher mit der herkömmlichen Pappmembran. Das ist vor allem im Hinblick auf die bevorstehende Digitalisierung im Audiobereich wichtig. Die Tabelle gibt einen Überblick über die technischen Daten der einzelnen Typen. Im Bild 1

haben wir den hochkarätigsten dieser dänischen Spitzenprodukte herausgegriffen. Den Vertrieb in Deutschland hat die Schnepel GmbH, Ellerkampstraße 83, 4971 Hüllhorst-Oberbauerschaft, Telefon 057 41/15 98.



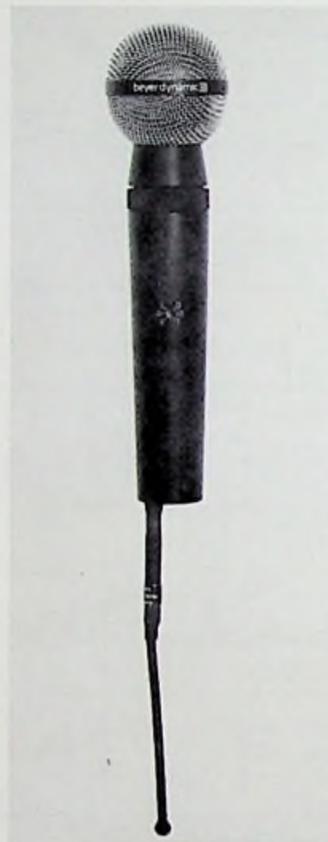
Bild 1: Lautsprecherboxen mit Metallmembranen für 300 W Musikbelastung

#### Technische Daten

Typ	MC-100	MC-150	MC-200	MC-250	MC-300
Kontinuierliche Belastbarkeit	60 Watt	80 Watt	120 Watt	180 Watt	200 Watt
Musikbelastbarkeit	100 Watt	150 Watt	200 Watt	250 Watt	300 Watt
Frequenzbereich Hz	35-20.000	35-20.000	28-20.000	25-20.000	25-20.000
Betriebsleistung (96 dB/1 m)	2.5 Watt	2.5 Watt	1.5 Watt	0.9 Watt	0.8 Watt
Impedanz	4-8 ohm				
Übergangsfrequenzen	3500 Hz	1500/6000	1200/5000	1200/5000	1500/5000
Bestückung:					
Bass	8"	8"	10"	12"	12"
Mitteltöner	-	5"	5"	5"	Horn
Hochtöner	Kalotten	Horn	Horn	Horn	Horn
Mass (H x B x T) (cm)	47-28-23	51-30-28	55-33-29	60-38-32	60-38-32
Gewicht (kg)	7.5	8.5	11.5	14.5	15.5
Preise (ca.) DM	254,-	298,-	438,-	542,-	658,-

### Wirklich drahtloses Mikrofon

beyerdynamic hat bei seinem neuen Sendemikrofon S 85 die bislang bei solchen Mikrofonen übliche Drahtsendeantenne durch eine Stabwendel-



antenne ersetzt (Bild 1). Damit wurde ein oft von Künstlern geäußerter Wunsch erfüllt, das ständig hin- und her baumelnde Kabel verschwinden zu lassen. Die nur 15,5 cm lange Antenne vermittelt dem Künstler oder Entertainer die unbegrenzte Bewegungsfreiheit und ermöglicht ihm, sich voll auf seinen Vortrag zu konzentrieren.

### Video Frontal

MITSUBISHI hat Video umgerüstet und zwar auf Frontbedienung. Damit ist der Typ HS-304 E nicht nur leichter zu bedienen, sondern auch schöner zu integrieren. Zum Beispiel ins Audio-Rack. Mit seinen Mini-Maßen paßt er in jedes 42 Zentimeter breite Rack.

Hier bildet der HS-304 E mit den Elementen Ihrer HiFi-Anlage eine gemeinsame Frontklar, übersichtlich und nicht zuletzt bequem bedienbar. Das übliche Klappe auf, Cassette rein und Klappe zu kann man sich sparen. Die Cassette wird nur noch in den Cassetenschlitz auf der Frontseite gesteckt und fährt dann automatisch mit einem „Fahrstuhl“ ins Innere des Recorders. Auch in einem tiefen Bücherregal ist der HS-304 E platzsparend aufgehoben. Dank der kompakten Bauweise und der neuen Frontbedienung paßt er fast überall hinein. Die sonstigen Kurzdaten sind:

- Insgesamt 6 Motoren für alle Funktionen
- 8 Stunden Spielzeit mit 4 Videoköpfen
- Stereo/Zweikanal-Tonwiedergabe
- DOLBY-B-Rauschunterdrückung
- 29-Funktionen-Infrarot-Fernbedienung
- Schaltuhrkapazität für 8 Ereignisse in 14 Tagen
- Schnellprogrammierung mit OTR-Taste für 30-60-90-120 Minuten
- Schaltuhrzeitspeicher bei Stromausfall
- PAL- und DDR-SECAM-Farbsystem



- Variable Zeitlupe
  - Elektronischer Schnitt
  - Standbild mit unterdrücktem Rauschbalken
  - Elektronisches Bandzählwerk mit MEMORY-Funktion
  - Mikrofoneingang für Nachvertonung
  - Testsignal-Generator
- Abmessungen: 424 x 365 x 130 mm  
Gewicht: ca. 9,2 kg.

## Besprechungen neuer Bücher

**Alarm- und Warnanlagen** von Herbert Ekerts. 112 Seiten, 111 Abbildungen, mit zahlreichen Tabellen, Aufstellungen und Listings Best.-Nr. 404, ISBN 3-7724-5404-6, Frech-Verlag Stuttgart, TOPP-Band 404, kartoniert, DM 14,80

Wohnungen und Einfamilienhäuser sind in zunehmendem Maße Ziel dreister Einbrüche. Versicherungs-Statistiken zeigen, daß Jahr für Jahr Millionenwerte und zahlreiche Menschenleben dem Feuer zum Opfer fallen. Auch Öl und Wasser richten beträchtliche Schäden an.

Alarm- und Warnanlagen können solche Schäden heute meistens verhindern helfen. Derartige Anlagen werden von der Industrie für die verschiedensten Aufgaben und Zwecke angeboten. Für den privaten Bereich sind sie allerdings oft zu teuer. Dabei besteht die Möglichkeit, mit relativ geringem finanziellem Einsatz, Alarm- und Warnanlagen selbst zu bauen. Das hat darüber hinaus den Vorteil, daß man in die Grundlagen der Elektronik eindringen und sich wichtige Kenntnisse erwerben kann.

Das Buch will beidem behilflich sein. Es bietet eine Reihe von Bauanleitungen, die zu preiswerten Alarm- und Warngeräten führen. Es erläutert aber auch die Zusammenhänge elektronischer Bauelemente und Schaltungen.

**Wir und die Japaner** von H. W. Kämmer, Verlag WZ-Media-Marketing, Verlags-Auslieferung bei modern-media GmbH, Postfach 1527, 5340 Bad Honnef 1, Tel.: 02224/8752, DM 8,30

Das ist der Titel einer Broschüre, die in diesen Tagen in den

Handel kommt. Zwei Gründe führten dazu, daß sich der Autor veranlaßt sah, im Themenbereich der neuerlichen europäischen Auseinandersetzung wirtschaftlicher und arbeitspolitischer Interessen mit Japan niederzuschreiben, was ein langjähriger deutscher Mitarbeiter eines japanischen Großunternehmens zum besseren Verständnis beizutragen hat. Als einer, der *nicht* auszog, die Japaner zu studieren, sondern schlicht zusammen mit einigen von ihnen sein Brot zu verdienen, fühlte sich der Autor herausgefordert, den Widerspruch, der sich gegen so manches, was da über „die Japaner“ geschrieben und gesagt wurde, zu artikulieren. Gesamt gesehen wird mit der Broschüre versucht, in knapper, aber informativer Form einander widersprechende Lebens- und Arbeitsgewohnheiten verständlich zu machen.

**Rundfunk-Satellitensysteme** NTG-Fachberichte Band 81 Vorträge der NTG-Fachtagung vom 19.–21. Oktober 1982 in Saarbrücken. Veranstalter: Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG7 in Zusammenarbeit mit Institut für Rundfunktechnik (ITR) Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V., 282 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Format A 4, kart., ISBN 3-8007-1279-2, ISSN 0341-0196, VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 1000 Berlin 12, Bestell-Nr. 400 641, 72,- DM. Zum dritten Mal veranstaltete die Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG) eine Fachtagung über Nachrichtensatelliten, diesmal ausgerichtet auf das Schwerpunktthema „Rundfunk-Satellitensysteme“. Im Mittelpunkt der Tagung stand dabei das deutsch-französische Projekt TV-SAT/TDF 1, das den Start je eines deutschen und eines französischen Rundfunksatelliten in 1985 vorsieht.

Auf der Tagung wurde von Fachleuten des In- und Auslandes über die Themen Systeme, Satellitentechnik, Bodenanlagen, Nachrichtengeräte und experimentelle Ergebnisse berichtet. Schwerpunkte beim Themenkreis Systeme waren die derzeitigen Planungsgrundlagen auf der Basis der WARC' 77 und analoge und/oder digitale Übertragungsverfahren für Bild- und Tonsignale sowie Hörfunkprogramme. Hauptthema des Abschnittes Satellitentechnik war die Beschreibung der nachrichtentechnischen Einrichtungen sowie der Plattform der deutsch-französischen Fernseh- und Rundfunksatelliten TV-SAT/TDF 1. Die Vorträge zum Thema Bodenanlagen behandelten Systemaspekte und Geräteentwicklungen für zukünftige Empfangseinrichtungen. Beim Themenkreis Nachrichtengeräte wurden neue Entwicklungen von analogen und digitalen Schaltkreisen sowie von Wanderfeldröhren für Bord- und Bodeneinsatz vorgestellt. Abschließend wurde über die experimentellen Ergebnisse bereits durchgeführter Übertragungsversuche und Ausbreitungsmessungen mit den Satelliten CTS, ANIK B und OTS berichtet. Die anlässlich der NTG-Fachtagung gehaltenen Vorträge sind in diesem Band veröffentlicht worden.

**Von der einfachen Logikschaltung zum Mikrorechner** von Joachim Matschke, 1982, 240 S., 200 Abb., 87 Tab., zweifarbig, kart., DM 32,80, ISBN 3-7785-0742-7, Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, 6900 Heidelberg 1. Mikroelektronische Schaltungsanordnungen, wie Mikroprozessor und Mikrorechner, tragen in vielen volkswirtschaftlichen Prozessen zur Effektivitätssteigerung bei. In anschaulicher und leicht faßlicher Form geht die Darstel-

lung vom Einfachen zum Komplizierten, von der einfachen Logikschaltung zum Mikrorechner. Es werden nur geringe Kenntnisse in Mathematik und Elektrotechnik vorausgesetzt.

Die Wirkung der einzelnen Funktionsgruppen wird vorzugsweise mit zweifarbigen Signallaßbildern und Zeitdiagrammen erklärt. Zahlreiche Bilder und Tafeln unterstützen die Wissensvermittlung.

Das Buch wendet sich an Facharbeiter, Techniker und Ingenieure aller Fachrichtungen, die sich in die Thematik von Mikrorechnern einarbeiten wollen.

**Das Stellen und Schalten von Wechselgrößen.** Wolfgang Keuter, 1982, X, 175 S., 181 Abb. und Tab., kart., Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, 6900 Heidelberg 1, DM 48,80, ISBN 3-7785-0761-3.

Die modernen Leistungshalbleiter, die durch ihre Massenfertigung immer billiger werden, können mit Vorteil zum Stellen eingesetzt werden. Elektronische Stellenglieder lassen sich sowohl für das Stellen und Schalten von Gleich- als auch von Wechselspannungen und -strömen verwenden.

Das Gebiet der einfachen Netzschalter und Stelleranwendungen für Wechsel- und Drehstrom mit Leistungshalbleitern wurde bisher nicht umfassend behandelt. Alle diese Probleme werden nach dem neuesten Stand der Technik von dem Autor erklärt, wobei besonders auch auf die neuartigen Hochspannungstransistoren eingegangen wird.

Der Autor, der selbst in der Entwicklung tätig war und heute noch als wissenschaftlicher Mitarbeiter Zugang zu den neuesten Entwicklungen hat, hat sich bemüht, den Stoff so darzustellen, daß er sowohl den Praktiker als auch den Studenten anspricht.

## Firmen-Druckschriften

### Wie baut man eine sichere Busverdrahtung?

Der Aufbau von Signalübertragungswegen für Mikrocomputer mit Taktfrequenzen bis etwa 4 MHz ist noch recht problemlos. Bei Frequenzen bis 8 MHz müssen bereits übertragungstechnische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Moderne Bussysteme wie z.B. der VME-Bus mit Taktfrequenzen bis 20 MHz erfordern jedoch eine optimale übertragungstechnische Auslegung, wenn man vermeiden will, daß die gefürchteten „spikes“ und „hazards“ das Gesamtsystem in unregelmäßigen, manchmal tagelang auseinanderliegenden Abständen stören.

Eine Druckschrift von F. Leitl und H. Binder, behandelt das Thema „Übertragungseigenschaften von Systembusstrukturen“. Die Autoren gehen es von drei verschiedenen Seiten an: von der Theorie der Hochfrequenztechnik, mit einer Rechnersimulation der Vorgänge und mit praktischen

Messungen an Busstrukturen. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß ein Bus mit idealen Eigenschaften nicht gebaut werden kann, sondern daß Kompromisse notwendig sind. Ein Optimum wird jedoch nur erreicht, wenn die gesamte Infrastruktur der Signalübertragung und Stromversorgung aufeinander abgestimmt ist. Diese Druckschrift, sollte jeder gelesen haben, der sich mit der Übertragung schneller Digitalsignale auf Busleitungen beschäftigt. Sie kann kostenlos angefordert werden bei: System Kontakt, Siemensstraße 5, 7107 Bad Friedrichshall, Telefon (071 31) 7 10 94.

### Fehlersuchanleitung für die Flußmittelentfernung

Du Pont hat eine neue sechseitige Broschüre zusammengestellt, die nützliche Hinweise auf Abhilfemaßnahmen enthält, falls die Flußmittelentfernung von gedruckten Leiterplatten Probleme aufwerfen sollte.

Die Fehlersuchanleitung gibt einen Überblick über die möglichen Ursachen dauernder oder zeitweise auftretender Rückstände, die beim Wellen-

löten oder bei der Reinigung auftreten oder durch das Fluß- oder Lösemittel verursacht werden können, und empfiehlt Abhilfemaßnahmen.

Da die Verträglichkeit zwischen Flußmittel und Lösemittel von ausschlaggebender Bedeutung ist, wurde in die Broschüre auch eine Liste der üblichen Flußmittel und des Typs „Freon“ Fluorkohlenwasserstoff-Lösemittel aufgenommen, der das jeweilige Flußmittel erwiesenermaßen erfolgreich beseitigt.

Die neue Broschüre ist erhältlich von:

Du Pont de Nemours International S.A.  
Büro N 220  
Postfach  
CH-1211 Genf 24

### Magnetische Spannungskonstanthalter

In zwei neuen Druckschriften von TWK-Elektronik werden die magnetischen Spannungskonstanthalter der Bauart REGUVOLT beschrieben. Das Modell „I“ zeichnet sich durch hohe Regelgenauigkeit (sekundär  $220\text{ V} \pm 1\%$  bei primär  $220\text{ V} \pm 15\%$ ) aus und wird für Leistungen von 60 VA bis

10 kVA geliefert. Die Modellreihe „P“ ist für besonders hohe Dämpfung von 60 dB bei einer Regelgenauigkeit von  $220\text{ V} \pm 3\%$  ausgelegt und wird mit Kabel und Steckverbinder anschlussfertig angeboten. Wegen ihrer Filterwirkung ist diese Reihe vor allem für den Einsatz im EDV-Bereich bestimmt. Weitere Informationen von TWK-Elektronik GmbH, Postfach 8040, Heinrichstraße 85, 4000 Düsseldorf 1, Telefon 02 11/63 20 67.

### bits von W & G

In der neuesten Ausgabe der Kundeninformation „bits“ 29 von Wandel & Goltermann wird die Datennetz-Diagnoseeinrichtung DNE erstmals ausführlich beschrieben. Im Spezialreport wird ein Modemtester mit Einsatzbeispielen gezeigt. Es folgen die applikative Beschreibung eines V-Schnittstellentesters und eines automatischen Meßsystems für ein Mehrpunkt Datennetz. Einige Produktpots geben Hinweise auf Verbesserungen diverser W & G-Meßgeräte.

Die „bits“ werden an interessierte Leser kostenlos abgegeben.

## FUNK-TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektronik und Radio-Fernseh-Techniker  
Gegründet von Curt Rint  
Offizielles Mitteilungsblatt der Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik  
Erscheinungsweise: Monatlich

### Verlag und Herausgeber

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 04-61 727 hueh d  
Geschäftsführer:  
Heinrich Gefers (Marketing)  
Heinz Melcher (Zeitschriften)

Verlagskonten:  
PSchK Karlsruhe 485 45-753  
Deutsche Bank Heidelberg  
0 265 041, BLZ 672 700 03

### Redaktion

Redaktionsanschrift:  
FT-Redaktion  
Landsberger Straße 439  
8000 München 60  
Telefon (0 89) 83 80 36  
Telex 05-21 54 98 hueh d

### Außenredaktion:

Dipl.-Ing. Lothar Starke  
Lindensteige 61  
7992 Tettnang  
Telefon: (0 75 42) 88 79

### Chefredakteur:

Dipl.-Ing. Lothar Starke

### Ressort-Redakteur:

Curt Rint

### Ständiger freier Mitarbeiter:

Reinhard Frank, Embühren (Hi-Fi)

### Wissenschaftlicher Berater:

Prof. Dr.-Ing. Claus Reuber, Berlin

### Redaktionssekretariat:

Jutta Illner, Louise Zafouk

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

### Vertrieb

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-280  
Telex 04-61 727 hueh d

### Vertriebsleiter:

Peter Bornscheuer

### Bezugspreis:

Jahresabonnement: Inland DM 98,- einschließlich MWST, zuzüglich Versandkosten; Ausland: DM 98,- zuzüglich Versandkosten.

Einzelheft: DM 9,- einschließlich MWST, zuzüglich Versandkosten.

Die Abonnementgelder werden jährlich im voraus in Rechnung gestellt, wobei bei Teilnahme am Lastschriftabbuchungsverfahren über die Postscheckämter und Bankinstitute eine vierteljährliche Abbuchung möglich ist.

### Bestellung:

Beim Verlag oder beim Buchhandel. Das Abonnement läuft auf Widerruf, sofern die Lieferung nicht ausdrücklich für einen bestimmten Zeitraum bestellt war.

Kündigungen sind jeweils 2 Monate vor Ende des Bezugsjahres möglich und dem Verlag schriftlich mitzuteilen.

Bei Nichterscheinen aus technischen Gründen oder höherer Gewalt besteht kein Anspruch auf Ersatz vorausbezahlter Bezugsgebühren.

### Anzeigen

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-203  
Telex 04-61 727 hueh d

### Anzeigenleiter:

Walter A. Holzapfel

### Gültige

Anzeigenpreisliste  
Nr. 14 vom 1. 1. 1983

### Druck

Schwetzingen Verlagsdruckerei  
GmbH

**Hüthig**

**Weltweiter Empfang als Hobby**

**J. Vastenhoud**

# **Kurzwellen- Empfangspraxis**

3. Aufl. 1983, X, 128 S., 1 Abb., kart., DM 26,—  
ISBN 3-7785-0816-4  
(Philips Taschenbücher)

Vielen ist es nicht bekannt, daß sich der Kurzwellenrundfunk zu weltweiter Bedeutung entwickelt hat. 20 % der verfügbaren Frequenzen im Kurzwellenbereich werden durch Rundfunkorganisationen und Amateurfunk belegt.

In den acht Wellenbereichen zwischen 10 und 50 Metern arbeiten mehr als 2000 Rundfunksender. Sie bieten rund um die Uhr eine große Auswahl an Wissen und Unterhaltung.

Daß das Abhören von Kurzwellensendungen für verschiedene Zwecke — unter anderem als Hobby — stark zunimmt, beweist die große Anzahl an Briefen, die die Kurzwellensender erreichen, der starke Mitgliederzuwachs von entsprechenden Hobby-Clubs und die Vielzahl an Zeitschriften- und Zeitungsartikeln.

Der erfolgreiche Verkauf des ersten Buches dieses Autors, das in vielen Sprachen erschienen ist, zeugt davon, daß die Kurzwelleninteressierten und die Hobbyisten sich bemühen, ihr Fachwissen auf diesem Gebiet zu erweitern.

Dieses neue Buch, das dem gegenwärtigen Stand der Technik angepaßt wurde, wird zweifellos wiederum viele Leser anziehen.

Der Autor ist seit mehr als 20 Jahren aktiv auf dem Kurzwellengebiet tätig und verfügt neben großer praktischer Erfahrung über internationale Anerkennung. Das versetzt ihn in die Lage, seinen Lesern in kurzgefaßter Form einen guten und praktischen Leitfaden anzubieten.

**Philips  
Taschenbücher**

**Dr. Alfred Hüthig  
Verlag GmbH  
Postfach 102869  
6900 Heidelberg 1**

Postvertriebsstrich  
DR. ALFRED

D 2100 F

1088001911 833809 7822327  
MICKANIG  
1255 WOLTERS DORF  
GOETHESTR. 11

# CAE JOURNAL KOMMT, die Innovation ist schon da!

CAE-Journal – die Zeitschrift für technische Datenverarbeitung, Markt und Applikation, startet!

**CAE informiert ausführlich über**

Software, Organisation, Hardware, Applikationen, Markt und Trends, Innovationen

**CAE informiert detailliert über**

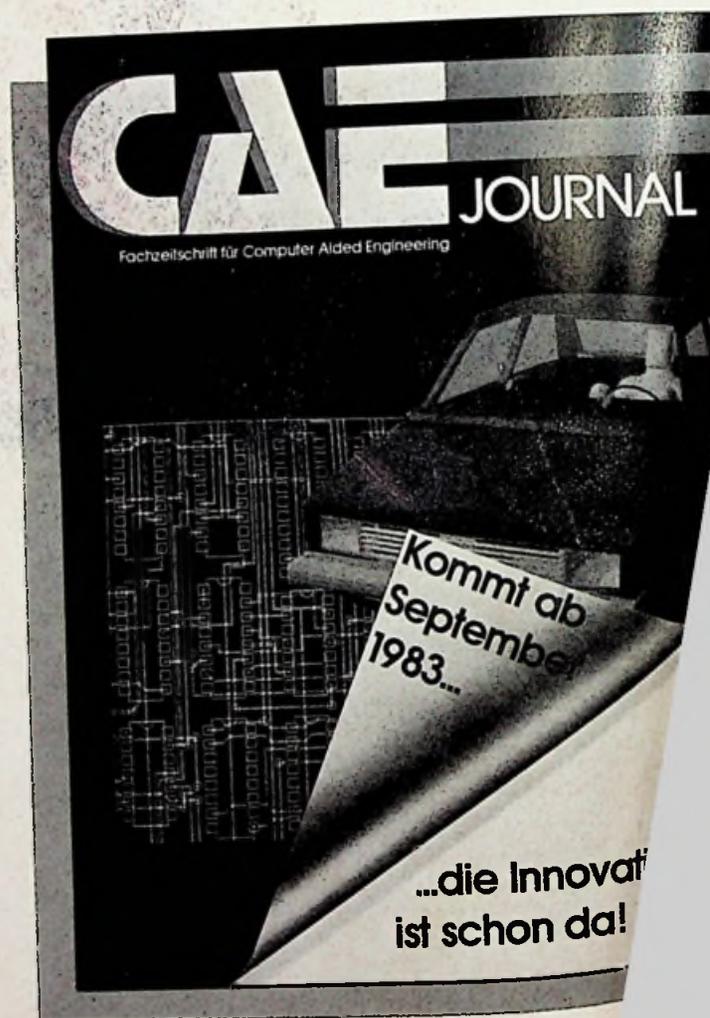
CAD (Computer Aided Design), Arbeitsplatzrechner, Computergrafik, Imaging (Bildverarbeitung), Modeling, Zeichensysteme, CAM (Computer Aided Manufacturing), Simulationsverfahren, Automatisierung, Prototyping, NC/CNC, Prozesssteuerung, Datenbanksysteme, FEM (Finite Elemente), CAP (Computer Aided Planning), Kommunikations-Systeme, Lagerhaltung, Betriebsdatenerfassung, Qualitätskontrolle, CAT (Computer Aided Testing), CIM (Computer Integrated Manufacturing), Computersysteme, Peripherie

**aus den Bereichen**

Maschinenbau, Elektrotechnik, Anlagenbau, Architektur

**CAE Leser sind**

Entwickler, Konstrukteure, Planer, Systemspezialisten, Organisatoren, Manager, Unternehmensleiter



Lesen Sie nicht 5 oder mehr Computer-Zeitschriften, lesen Sie Ihre Spezial-Computer-Zeitschrift. Das neue Medium **CAE-Journal** erscheint für Sie im September und November 1983 kostenlos.

Fordern Sie sich die beiden Leseproben an:

**CAE-JOURNAL, Vertrieb,**  
Postfach 102869, 6900 Heidelberg.

**Hüthig**  
PUBLIKATION