



# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker und Radio-Fernseh-Techniker

Mobile Antenne  
für 1,5 bis 30 MHz

Sensoren - Sinnesorgane  
der Mikroelektronik

Digitale Filter

Quarze im TTC - Schnitt

4

April 1982 37. Jahrgang

# Alle Zuschauer sehen ein gleich gutes Bild mit dem Fernseh-Großbildprojektor von General Electric

Der professionelle Großbildprojektor von General Electric macht die Darstellung über Vortragsbilder noch eindringlicher, effektvoller und vor allem für alle gut sichtbar. Dieses speziell für diesen Einsatz von General Electric entwickelte System bietet Ihnen helle, scharfe Bilder bis 6 m Breite.

Ob es sich um Videoaufzeichnungen, Live-Sendungen, Fernsehprogramme jeder Art oder Computerdaten handelt, die projizierten Bilder können von allen Personen im Raum gleichzeitig gesehen werden. Bei angepaßter Raumbeleuchtung können sogar während der Projektion Notizen gemacht und Unterlagen eingesehen werden.

Die von General Electric entwickelte Technik umgeht das Problem der Farbdeckung. Den tragbaren und flexiblen Projektoren von General Electric bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Fragen Sie unsere Fachleute, ob die nachfolgende Liste von Einsatzmöglichkeiten noch um Ihren Verwendungszweck erweitert werden kann.

**Ausbildung:** Unterweisung auf medizinischem, zahnmedizinischem, technischem und Rechnergebiet.

**Wirtschaft:** Verkäufertreffen, Industrieausbildung, Produktvorstellung, Realzeitanzeige von rechnererzeugten Daten, Telekonferenzen

**Luftüberwachung u. Verteidigung:** Situationsdarstellung, Simulatortraining

**Unterhaltung:** Fernsehtheater, Übertragung für den Bereich Angewandtes Fernsehen, Mitschau außerhalb des Auditoriums, Trickeffekte, Rückprojektion bei Showsendungen

**Fernsehproduktion:** Hintergrund für Nachrichtensendungen, Trickeffekte, Datenanzeige, Programmorschau

Rufen Sie an oder schreiben Sie an: General Electric Company, Video Display Equipment Operation, Electronics Park 6-206, Syracuse, NY 13 221, Tel. (315) 456-2152.

**Alleinvertrieb für die Bundesrepublik Deutschland:**

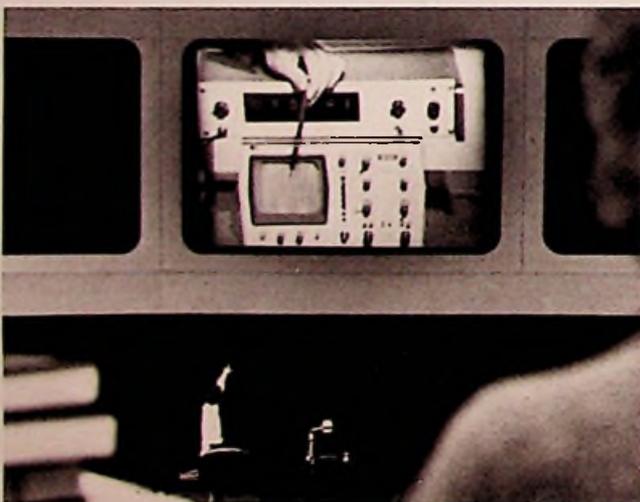
Robert Bosch GmbH, Geschäftsbereich Fernsehanlagen Postfach 429, Robert-Bosch-Str. 7, 6100 Darmstadt, Tel. (06 151) 808-561



Direktübertragung einer NASA-Sendung mit einem Großprojektor von General Electric im Fiske-Planetarium von Boulder.



Ein stark vergrößertes Demonstrationsobjekt wird mit Hilfe des General Electric Projektors 150 Studenten des Upstate Medical Centers, Syracuse erläutert.

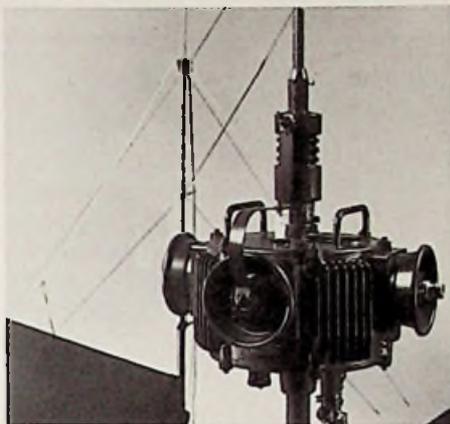


Technische Unterweisung mit Hilfe eines Projektors von General Electric in dem 820 Personen fassenden Auditorium der Universität von Cincinnati.

GENERAL  ELECTRIC

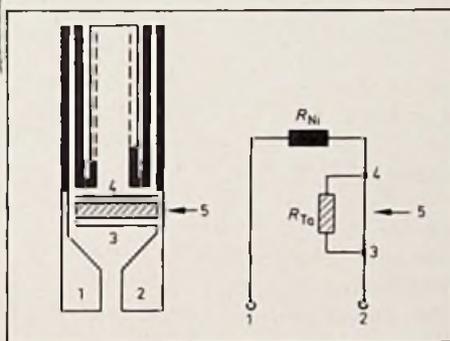
## In diesem Heft:

Lichtwellenleiter in der Unterhaltungselektronik	Seite 137
Digitale Filter	Seite 139
Leistungs-Operationsverstärker TCA 365	Seite 142
Technik eines Videorecorders mit 5-Motoren-Antrieb	Seite 149
Quarzresonatoren mit Kristallen im TTC-Schnitt	Seite 152
Berechnungsgrundlagen für Wechselstromkreise	Seite 156
<b>Kurzbeiträge</b>	
Sitzung der Bundesfachgruppe Radio- und Fernsehtechnik	Seite 130
Zweifach-Analog-Kompander	Seite 136
Information aus dem All	Seite 138
Hochverstärkende Video-ZF-Schaltung mit AFC	Seite 148
Professor Dr. M. Grützmaker 80 Jahre	Seite 151
<b>Rubriken</b>	
Kurse und Schulungen	Seite 128
Persönliches und Privates	Seite 128
Verbände und Organisationen	Seite 128
Technische Neuerungen	Seite 129
<b>Kurzberichte über</b>	
Unternehmen	Seite 129
Neue Meßgeräte	Seite 158
Neue Produkte	Seite 160
Bauelemente	Seite 161
Besprechung neuer Bücher	Seite 162
<b>Impressum</b>	Seite 162



### Titelbild:

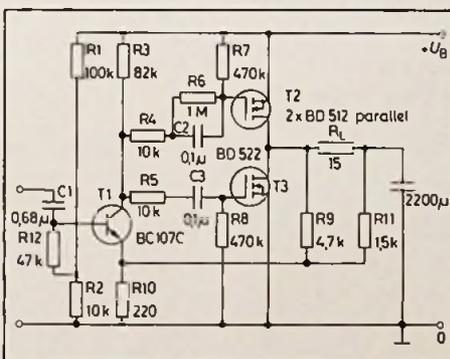
Optimale Ausbreitung im Frequenzbereich zwischen 1,5 MHz und 30 MHz sowie große Mobilität sind die herausragenden Eigenschaften der neuen Antennenanlage AK 501. Sie ist eine Kombination aus Steil- und Vertikalstrahlern, die über einen fernbedienbaren Umschalter (im Vordergrund) angewählt werden. Die Anpassung übernimmt ein Anpassgerät innerhalb von Sekunden und zwar unabhängig von der Strahlungscharakteristik (Foto: Rohde & Schwarz)



### Sensoren – Sinnesorgane der Mikroelektronik

Sensoren sind wichtige Informationsgeber für die Steuerung von Mikrocomputern. Erst durch sie können letztere mit ihrer Aufgabenstellung kommunizieren. In diesem und den folgenden Beiträgen gibt Claus Reuber einen Überblick über die Wandlungsverfahren der Sensoren, deren Eigenschaften und Anwendungsgebiete.

Seite 132



**NF-Verstärker mit VMOS-Transistoren**  
VMOS-Transistoren sind leistungslos steuerbar und können bedenkenlos parallel geschaltet werden. Sie erlauben damit vorteilhafte Schaltungsvarianten in Niederfrequenzverstärkern. In diesem Beitrag wurden Empfehlungen von ITT-Intermetall verwendet, um eine Reihe von praktisch erprobten Verstärkerschaltungen vorzustellen.

Seite 135



### CX-Expander gemessen und getestet

Die analoge Schallplatte ist zum Schicksalskampf gegen die Digitalplatte angetreten. CX-Kompression heißt das Verfahren, mit dem CBS die Analogplatte in Zukunft konkurrenzfähig machen will. Zum Abspielen wird aber ein Expander benötigt, den unser Mitarbeiter H. J. Haase näher untersucht hat.

Seite 145

# Neu: Ein grosser Europäer von Revox Format.

*Neu und hochentwickelt - von Studer Revox.*

*Der Audio Processor B780 vereint nicht nur zwei hochwertige  
Revox-Komponenten, Synthesizer-Tuner und Verstärker.  
Eine wegweisende Micro-Computer-Konzeption macht ihn zum völlig neuen,  
äusserst vielseitigen,  
für europäische Verhältnisse ausgelegten Spitzengerät.*

Im Blickpunkt:  
Der Revox B780 Digital  
FM Audio Processor



STUDER REVOX

# Der B780 Digital FM Audio Processor bietet beides: Totalen Bedienungskomfort mit einfacher Tastenautomatik. Sowie Zugriff zu vielfältigen Möglichkeiten der Abstimmung, Programmierung und Speicherung.

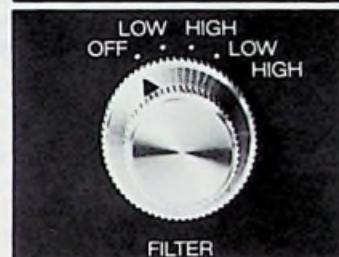
**Das Neueste in der HiFi-Spitzenklasse: STUDER REVOX hat den Empfänger geschaffen, der auf kompaktem Raum hochwertige Komponenten mit einer Vielzahl von Funktionen vereint:**

- Trennscharfer Digital-Tuner mit computer-gesteuertem Frequenz-Synthesizer für quatzgenauen UKW-Empfang im 25-kHz-Raster. Exakte Abstimmung auf Kanalmitte, Genauigkeit 0,0025 Prozent.
- Einfach programmierbarer elektronischer Speicher für 18 Stationen, die auf Tastendruck abgerufen werden können. Speicherinhalt durch Akkumulator vor unbeabsichtigtem Löschen bei Netzunterbrechungen gesichert.
- Vielfältige Abstimm-Möglichkeiten: Sender-Suchlaufautomatik vor- und rückwärts mit vorwählbarer Empfangsqualität, numerischer Direkteingabe der gewünschten Frequenz sowie elektronischer Tiptasten-Abstimmung.
- Vorverstärker mit kontaktloser, computer-gesteuerter Eingangswahl, wobei gleichzeitig zwei verschiedene Schaltungen erstellt werden können (Lautsprecherwiedergabe einer Quelle sowie davon unabhängige Aufnahme- oder Überspielungsschaltung).

● Kühle, symmetrische Endstufe mit 2 x 140 Watt Musikleistung und aufwendigem Sicherheitskonzept. Vorverstärker und Endstufe sind auftrennbar und können separat oder kombiniert mit einem einschlaufbaren Equalizer benutzt werden.

## 10 Eingabetasten mit Keyboard-Funktion...

Anstelle des guten alten Abstimmknopfes besitzt der B780 zehn Eingabetasten, die durch Druck auf «TUNING MODE», unter der Frontklappe, für zwei völlig verschiedene Abstimmfunktionen benutzt werden können. Leuchtet das «F» für Frequenzeingabe, kann die gewünschte Senderfrequenz - z.B. 102,40 - eingetippt werden. Mit der Eingabe der letzten Ziffer wird die Stummschaltung aufgehoben. Fehleingaben werden durch Blinken angezeigt; Korrektur durch einfaches Nachtippen. Durch weiteren Tastendruck lässt sich die eingegebene Frequenz schrittweise oder fließend erhöhen oder vermindern. Anstelle dieser manuellen, elektronisch gesteuerten Abstimmung kann die Sender-Suchlaufautomatik mit einstellbaren Ansprechschwellen (Signalstärke sowie nur Stereo) gewählt werden.

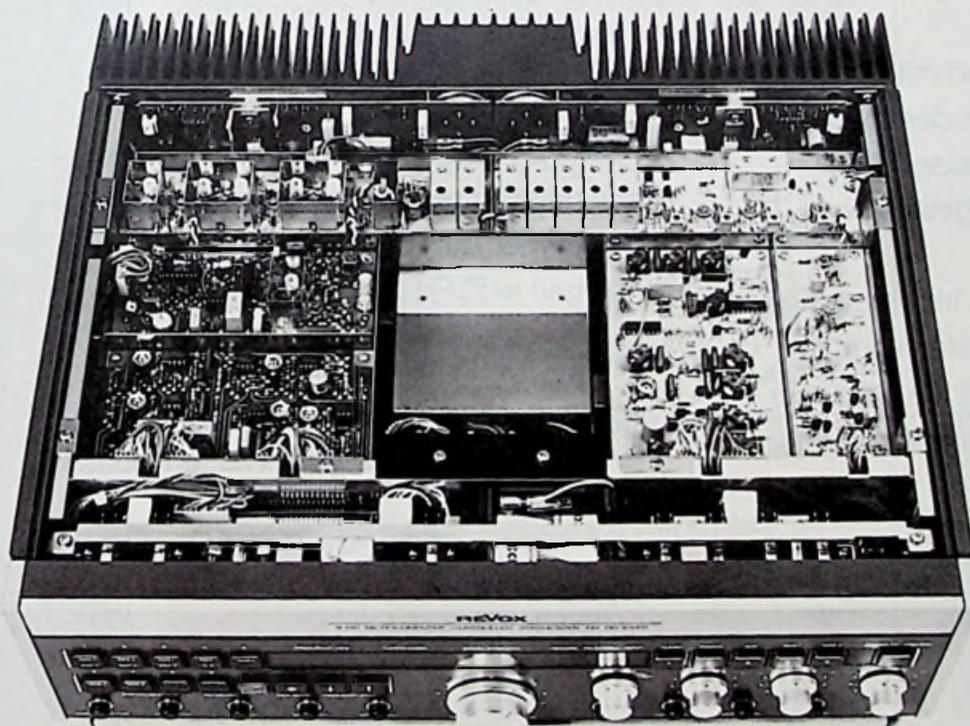


## ... und Speicherfunktion für 18 Stationen

Durch einfachen Tastendruck lässt sich eine gewählte Frequenz ins elektronische Memory eingeben. Bis zu 18 Stationen können auf diese Weise gespeichert und durch Knopfdruck quatzgenau abgerufen werden. Speicherbar ist zudem die Position einer Rotorantenne (mit Zubehör Antennenrotator-Steuerung anschliessbar).

## Symmetrischer, multifunktionaler 2 x 140 W Verstärker

- 5 Tiptasten für computer-gesteuerte Eingangswahl von fünf Quellen. Davon unabhängig kann jede der fünf Quellen auf die beiden TAPE-Ausgänge für Tonband- oder Cassettengeräte geschaltet werden.
- Vorverstärker und Endstufe auftrennbar
- Überspielungen mit oder ohne wirksame Filter/Klangregler
- LOUDNESS-Taste mit gehörrihtiger Lautstärkekorrektur
- MINUS 20 dB-Taste für Feinregulierung bei leisem Hören
- Stufenlose Klangregler für BASS, TREBLE, PRESENCE
- Linearschaltung durch Taste TONE DEFEAT
- Filter LOW und HIGH
- Höchste Freiheit von Impulsverzerrungen (TIM)
- 2 x 110 Watt Sinus an 4 Ohm (DIN)
- Musikleistung 2 x 140 Watt (4 Ohm)
- Frequenzgang 20 Hz ... 20 kHz,  $\pm 0,7$  dB
- Kühler, symmetrisch gebauter Verstärker mit aufwendigem Sicherheitskonzept für Endstufen und Lautsprecherboxen.
- Anschlüsse und Wohlschalter für 2 Boxengruppen.



# Revox B780. Empfang und Komfort auf höchster Ebene.

## Revox bis ins Detail

- STAND BY-Schaltung
- vorbereitet für Empfang rauschunterdrückter UKW-Sendungen
- 840 Abstimmsschritte im 25-kHz-Kanalaraster
- Frequenz- und Stationsanzeige mit LED-Leuchtziffern
- Stummschaltung, Stereo High Blend
- Empfangsbereich 87,50 ... 107,975 MHz

- Trennschärfe 80 dB. Fremdspannungsabstand 75 dB, Frequenzgang 30 Hz ... 15 kHz,  $\pm 1$  dB.
- Geeichtes Messinstrument für effektive Antennenspannung, Instrument für Anzeige der exakten Sendermitte.

## Gutschein für neueste Revox-Dokumentation

Bitte an die Landesvertretung einsenden.

41-8

Vorname, Name: \_\_\_\_\_

Strasse, Nummer: \_\_\_\_\_

Postleitzahl, Ort: \_\_\_\_\_

# ABONNIEREN STATT FOTOKOPIEREN

Zeitschriften-Beiträge sind mit Sachverstand und Sorgfalt aus dem großen Berg von Informationen ausgewählt, geschrieben, zusammengestellt . . .

. . . ergeben zielgerechte Informationen: Erfahrungen, die man kaufen kann. Denn uns liegt daran, daß Sie als Leser mit erweitertem Wissen und vermehrten Einsichten gut gerüstet sind.

Dies ist in Gefahr, wenn Zeitschriftenaufsätze kopiert werden!

Fotokopien werden nicht abonniert . . .

. . . und das bedeutet langfristig, daß Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Zeitschriften die wirtschaftliche Basis entzogen wird.

Und außerdem: Sie als Leser sollen immer ein komplettes Heft in die Hand bekommen, damit Ihr Wissen nicht einseitig wird . . .

. . . und damit IHRE ZEITSCHRIFT auch künftig für Sie da ist.

G. Boggel

## Antennentechnik

### Empfangsanlagen für Ton- und Fernseh-Rundfunk

1978, VIII, 123 S., 92 Abb., 19 Tab., kart., DM 26,—  
ISBN 3-87145-419-2  
(Philips Taschenbücher)

Störungsfreier Empfang von Ton- und Fernseh-Rundfunksendungen ist nur dann möglich, wenn die Empfangsgeräte mit einer leistungsfähigen Antenne betrieben werden. Die Antenne kann als Einzel- oder Gemeinschafts-Antennenanlage aufgebaut sein. Bei schlechten örtlichen Empfangsbedingungen, aber auch aus wirtschaftlichen, städtebaulichen oder architektonischen Gründen sind häufig Groß-Gemeinschafts-Antennenanlagen für Siedlungen, Stadtteile oder ganze Ortschaften zweckmäßig.

Dieses Taschenbuch macht den bereits mit Theorie und Praxis vertrauten Antennenfachmann, aber auch den mit Ausschreibungen und Angebotsausarbeitungen beschäftigten Mitarbeiter von Ingenieur- und Beratungsbüros bzw. Bauträgerfirmen mit dem neuesten Stand der Empfangsantennentechnik bekannt.

J. Vastenhoud

## Kurzwellen- Empfangspraxis

### Weltweiter Empfang als Hobby

2., neubearb. und aktualisierte Aufl., 1979,  
X, 128 S., 70 Abb., kart., DM 24,—  
ISBN 3-87145-409-5  
(Philips Taschenbücher)

#### Aus dem Inhalt:

Wellenlängen und Frequenzen · Kurzwellen gestern und morgen · Kurzwellenausbreitung und Ionosphäre · Störungen des Kurzwellenempfangs · Antennen und Speiseleitungen · Empfänger · Selbstbau von Zusatzgeräten · Praxis des Kurzwellenempfangs



Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Postfach 102869  
D-6900 Heidelberg 1

**Hüthig**

## Kurse und Schulungen

### Schulungen für Video-Techniker bei MITSUBISHI

Ab März laufen bei MITSUBISHI die Techniker-Schulungen wieder an, die bereits im vergangenen Jahr von vielen Radio- und Fernseh Technikern wahrgenommen wurden. Fest eingeplant sind in der ersten Jahreshälfte acht Tageslehrgänge, mit denen MITSUBISHI in die Werkstätten geht. Diese Lehrgänge werden in verschiedenen Städten der Bundesrepublik abgehalten. Weiterhin laufen sechs Intensivlehrgänge in Ratingen, die dann drei Tage dauern und nicht nur die Reparatur- und Servicetechnik behandeln, sondern darüberhinaus Wissensstoff aus der Videotechnik bieten. Durchgeführt werden diese Lehrgänge nur für das Service-Personal der MITSUBISHI-Servicewerkstätten und der MITSUBISHI Fachhandelspartner.

### Seminar für $\mu$ P-Entwicklungssysteme

Die Nutzung der Möglichkeiten moderner  $\mu$ P-Entwicklungssysteme sind in vielen Entwicklungsbereichen heute die Voraussetzung für die Konkurrenzfähigkeit von morgen. Zu diesem Themenkreis werden von TEKTRONIX folgende Seminare angeboten:  
Assembler und Linker ab 8. März in Köln, ab 21. Juni in Karlsruhe. Einführung in das  $\mu$ P-Entwicklungssystem 8550 ab 15. April in Karlsruhe. Einführung in die Hochsprache Pascal auf Anfrage. Ausführliche Seminarunterlagen erhalten Sie auf Wunsch von TEKTRONIX GmbH, Fr. Krämer Sedanstr. 13-17, 5000 Köln 1, Tel. 02 21/7 72 22 59

### Seminar „Funkanlagen“

Bei einem Seminar der Technischen Akademie Wuppertal vom 13. bis 14. Mai 1982 in Wien über nicht öffentlichen beweglichen Landfunkdienst werden unter Mitwirkung der Post- und Telegraphendirektion, Wien, die neuesten Postbestimmungen über die Bewilligungsregelung für die Zulassung von Funkanlagen behandelt.

Moderne Funkgeräte und Systeme, z. B. u. a. Gleichwellenfunk werden ebenso behandelt wie die Fernsteuerung von Fahrzeugen (Kran, Lok) mit Hilfe des Funks. Die Datenübertragung per Funk und der Einsatz von Funkanlagen sind weitere Themen.

Ort: Bundes-Versuchs- und Forschungsanstalt Arsenal Geotechnisches Institut Franz-Grill-Straße A-1030 Wien

Nähere Angaben auf Anfrage durch die Technische Akademie Wuppertal Postfach 10 04 09 D-5600 Wuppertal 1 Telefon: 0202/7 49 51

## Persönliches und Privates

### Karl-Heinz Schmidt 60 Jahre

Karl-Heinz Schmidt, Sprecher der Grundig-Unternehmensgruppe, begeht am 14. 3. 1982 seinen 60. Geburtstag. Seit 1948 ist „Charly“ Schmidt, wie ihn viele seiner Freunde nennen, aktiv im Journalismus tätig.

Durch sein journalistisches Wirken und zahlreiche ehrenamtliche Tätigkeiten hat sich „Charly“ um die Wirtschaft verdient gemacht, was 1978 mit der bayerischen Staatsmedaille offiziell honoriert wurde. Seit 1980 ist Karl-Heinz Schmidt der Sprecher der Grundig-Unternehmensgrup-



pe sowie Beauftragter der Geschäftsleitung für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit.

## Verbände und Organisationen

### Neue Meister

An den Vorbereitungslehrgängen auf die Meisterprüfung 1981 der Elektro-Innung München haben 23 Radio- und Fernseh Techniker teilgenommen. Außerdem nahmen 88 Elektroinstallateure, 32 Elektromechaniker und 20 Fernmeldemechaniker ihre Meisterbriefe in Empfang. Die Innungsbesten dieser Meisterprüfung erhielten für ihre Leistungen eine Anerkennungsurkunde und wurden außerdem mit dem bayrischen Löwen aus der Porzellanmanufaktur Nymphenburg ausgezeichnet. Besonders gewürdigt wurde die Leistung von Dipl. Kfm. Ludwig Stock, dem Leiter der Meisterprüfungsabteilung der Handwerkskammer für Oberbayern.

### Veränderungen im EDG-Vorstand

Der Aufsichtsrat der EDG Reparaturversicherung AG, Hannover, hat den 35jährigen Versicherungsfachwirt Wilhelm Wackerbeck mit Wirkung vom 1. Januar 1982 zum Vorsitzenden des Vorstandes berufen. Er tritt damit die Nachfolge des

EDG-Gründers Kurt Jodexnis an, der weiterhin im Vorstand der Gesellschaft bleibt.

Nähere Informationen dieser Versicherung von:  
EDG Elektro Dauer Garantie Reparaturversicherung AG Hannover  
Georgstraße 19  
3000 Hannover 1  
Telefon 05 11/1 26 14

### Solidarität der Handwerker

Zur Aufklärung der Kunden und zum Abbau von Vorurteilen diente eine Anzeigenaktion, die von der Fachgruppe Radio- und Fernseh Technik der Elektro-Innung Oberland Ende 1981 veranstaltet wurde. Die Beteiligung der 170 Mitgliedsbetriebe war außergewöhnlich groß und verdient Beachtung.

Das Ziel war einmal Solidarität unter Kollegen zu beweisen und den Verbraucher über Stundenverrechnungssätze und Lehrlingsausbildung aufzuklären und damit die Kalkulationen transparenter zu machen.

(Peter Schwarz)

### Werbung mit Bezeichnung „Meisterbetrieb“

Die Führung des Meistertitels in Verbindung mit einem Handwerk ist durch die Handwerksordnung geschützt. Dennoch sind Verstöße gegen das Recht zur Führung des Meistertitels nicht selten. Unklarheit über die Berechtigung besteht in vielen Fällen auch bei Inhabern von Handwerksbetrieben, die über eine Ausnahmegewilligung in die Handwerksrolle eingetragen sind. Diese dürfen ihren Betrieb trotz Eintragung nicht als Meisterbetrieb bezeichnen. Das gilt auch dann, wenn in einem solchen Betrieb ein Meister beschäftigt ist. Bereits in einem Urteil aus dem Jahre 1972 (Az 2 U 19/72) hat das Oberlandesgericht (OLG) Düs-

seldorf die Entscheidung gefällt, daß eine Kommanditgesellschaft, deren persönlich haftender Gesellschafter nicht selber Meister war, nicht die Bezeichnung „der erfahrene Meisterbetrieb“ führen durfte, obwohl einem Meister die Oberleitung der handwerklichen Leistungen übertragen war. Das OLG gab der Meinung der Klägerin recht, die dahin ging, daß die verkehrswesentlichen Kreise sich unter der Angabe „der erfahrene Meisterbetrieb“ bei einer Kommanditgesellschaft vorstellten, daß der persönlich haftende Gesellschafter, der den Betrieb führt, selber Meister ist. Das OLG bestätigte, daß es sich bei einem „Meisterbetrieb“ bereits nach der eigentlichen Wortbedeutung um den Betrieb eines Meisters handelt. Bei einer Personengesellschaft wie der Kommanditgesellschaft bedeutet dies, daß zumindest ein persönlich haftender Gesellschafter in dem von der Gesellschaft betriebenen Handwerk die Meisterprüfung abgelegt hat.

Eine unberechtigte Bezeichnung als Meisterbetrieb kann aber auch dann vorliegen, wenn der Inhaber eines Handwerksbetriebs zwar Meister ist, diesen Meistertitel jedoch zu Werbezwecken für die Ausübung eines anderen Handwerks mißbraucht. Dazu ein Beispiel: Ein Elektroinstallateurmeister ist Inhaber eines Radio- und Fernsehhandelsgeschäfts mit angeschlossener Werkstatt. Auf Firmenfahrzeugen verwendet er die Aufschrift „Radio- und Fernsehen, Meisterbetrieb“. Auch dabei handelt es sich um eine unzulässige Werbung. Es wird der Anschein erweckt, als handele es sich um einen Betrieb, dessen Inhaber Radio- und Fernsehtechniker-Meister ist. Der Inhaber führt unberechtigt den Meistertitel in diesem Handwerk. Nach §51 der Handwerksordnung darf die Be-

zeichnung „Meister“ in Verbindung mit einem Handwerk nur führen, wer für dieses Handwerk die Meisterprüfung bestanden hat. Das Bestehen der Meisterprüfung in einem anderen Handwerk berechtigt den Betriebsinhaber also nicht zur Führung des Meistertitels im Zusammenhang mit dem Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk.

Assessor Karl Münstermann

## Technische Neuerungen

### Bildschirmtext im fahrbaren Rechenzentrum

Berlin und Düsseldorf sind die zwei Pilotstädte in denen das System „Bildschirmtext“ von der Bundespost getestet wird. Hier konnte man bisher, außer auf stationären DV-Anlagen, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und den wirtschaftlichen Nutzen des neuen Mediums „Bildschirmtext“ praxisnah testen und kennenlernen (Bild 1).

Mit dem erstmals in Berlin vorgestellten Siemens-D-Mobil wird das zukünftig an jeden Ort der Bundesrepublik und im Ausland sein. Auch auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1982 werden hiermit Anwen-



Bild 1: Beispiel einer Bildschirmtext-Seite (Foto: Ernst Schwahn)



Bild 2: Innenausstattung der rollenden Bildschirmtextstation (Foto: Ernst Schwahn)

dungsprogramme vorgeführt (Bild 2).

Das rollende Rechenzentrum – das D-Mobil der Siemens AG. Mit 12 m Länge, 2,70 m Breite und 4,70 m Höhe ist mit standortunabhängiger Rechnerleistung, Peripheriegeräten, Betriebssystemen, systemnaher Software und Bildschirmtextanwendungen ausgerüstet (Bild 3).



Bild 3: Siemens-D-Mobil zur Demonstration von Bildschirmtext

## Kurzberichte über Unternehmen

### Neues Akai-Zentrum in Egelsbach

Das Domizil der Akai Deutschland GmbH befindet sich seit August 1981 in Egelsbach, etwa 10 km nördlich von Darmstadt und 15 km südlich von Frankfurt. Das 4geschossige Hauptgebäude beherbergt Konferenz- und Schulungsräume, Audio- und Video-Vorführstudio, Kantine sowie Verkaufsräume. In den oberen Stockwerken sind Verwaltungsabteilungen, die Vertriebs- und die Geschäftsleitung untergebracht. Die neue Anschrift lautet:

Akai Deutschland GmbH  
Kurt-Schumacher-Ring 15  
6073 Egelsbach



### Computershop in Markdorf

Die COMPUTERSHOP GMBH unter folgender Adresse: COMPUTERSHOP GMBH 7778 Markdorf, Mangoldstraße 10, Tel. 075 44-3058. Telexanschluß: 734 628 msb d. Der Filialbetrieb in Eschborn wurde zum Jahreswechsel geschlossen. Dafür kam ein neues Ladengeschäft hinzu, und zwar in 6306 Niederkleen, Mühlenweg 1, Tel. 064 47-6631.

## Sitzung der Bundesfachgruppe „Radio- und Fernsehtechnik“

Mit einem umfangreichen Programm zog sich Anfang März die Bundesfachgruppe „Radio- und Fernsehtechnik“ auf die Fähre zwischen Kiel-Oslo zurück. Die Sitzung stand unter der Leitung von Bundesfachgruppenleiter Alfred Fritz. In seinem Tätigkeitsbericht erläuterte Alfred Fritz organisatorische Maßnahmen, die in Zukunft die Effizienz der Verbandsarbeit wesentlich verbessern können. Er regte z. B. an, daß Bundesfachgruppen in Bundesinnungen umgewandelt werden sollen. Des weiteren wäre es sinnvoll, wenn einige bisherigen Ausschüsse aufgelöst und deren Tätigkeit durch Bundesbeauftragte der Bundesinnungen mitversehen werden. Besondere Aufmerksamkeit widmete der Bundesfachgruppenleiter den Bestrebungen der Bundespost, die Errichter von Gemeinschaftsantennenanlagen, die ja im Zuge der Verkabelung immer mehr auch mit Einrichtungen der Deutschen Bundespost zusammenwirken, einer Prüfung zu unterziehen. Sowohl die Radio- und Fernsehtechniker als auch die Elektrotechniker besitzen genügend qualifizierte Ausbildung, um derartige Anlagen fachgerecht zu errichten. Eine Schulung der Meister beider Berufsgruppen durch die Deutsche Bundespost kommt deshalb überhaupt nicht in Frage. Besonders kritisch ist hier, daß die Deutsche Bundespost diese Schulung und Prüfung nicht auf die Angehörigen dieser beiden Berufsgruppen beschränken will, sondern sie auch anderen Berufen, den „im Rahmen der Unerheblichkeit Tätigen“ und nicht in die Handwerksrolle eintragungsfähigen Betrieben zugänglich machen möchte. Überhaupt müsse das Radio- und Fernsehtechnikerhandwerk sehr wachsam sein, damit neue Technologien, die diesem Handwerk auf Grund seiner Qualifikation zuständen, nicht an andere Berufsgruppen abgegeben werden. Ein typisches Beispiel für derartige Bestrebungen ist das Berufsbild des Elektromechanikers, das in einer Nachwuchs-Werksbroschüre zu finden ist und in das man maßgebliche Tätigkeitsmerkmale des Radio- und Fernsehtechnikers hineinzupacken versucht hatte.

### Gebührenpflicht für Vorführautoradios weiter umstritten

Alfred Fritz ging dann auch auf einige Gerichtsurteile ein. Über die Gebührenbefrei-

ung von Antennenmeßgeräten wurde bereits in der Funk-Technik berichtet. Nicht hinnehmen will dagegen Alfred Fritz den Gerichtsbeschuß, daß Autoradios im Geschäftswagen von Radio- und Fernsehtechnikern nicht als Vorführgeräte gelten könnten und damit gebührenpflichtig seien. Das Oberverwaltungsgericht Hamburg hat jetzt eine Entscheidung gefällt, nachdem Kraftfahrzeughändler und -handwerker ihre Autoradios in Vorführwagen gebührenfrei betreiben können. Diese Entscheidung wird zum Anlaß genommen, die Gebührenbefreiung auch für Vorführgeräte des Radio- und Fernsehtechnikerhandwerks durchzusetzen. Ein weiteres, recht interessantes Urteil kommt aus Köln. Danach sind Mietzinsermäßigungen bei nichtfunktionierenden Gemeinschaftsantennenanlagen rechters.

### Bundespost konsequent?

Für den Anschluß von Antennenanlagen an Breitbandnetze der Deutschen Bundespost wurde vermerkt, daß der Anschluß mit 40 dB entkoppelt werden muß. Bei den bisherigen Pilotprojekten hat sich aber herausgestellt, daß die Post ihre eigenen Vorschriften recht oberflächlich kontrolliert. So bleiben, beispielsweise in alten Anlagen Dosen montiert, die eine Entkopplung von nur 22 dB aufweisen. Auch ist entsprechend einer Verlautbarung der Deutschen Bundespost die „do it yourself“-Methode durchaus möglich. Darauf angesprochen, antwortete die Post lakonisch, sie könne den Personenkreis nicht vorschreiben, der den Anschluß vornimmt. Ob diese Aussage in Zukunft wohl auch für Fernsprechanlüsse gilt? In verschiedenen Oberpostdirektionen wird sie jedoch nicht geteilt. So wird in der OPD Düsseldorf eine Verplombung der Anschlüsse zugesagt, die nur von einem beauftragten Radio- und Fernsehtechniker entfernt werden darf. Ähnlich wird in dem Bereich der OPD Frankfurt verfahren.

### Neue technische Vorschriften

In seinem Tätigkeitsbericht ging Beiratsmitglied Karl Wegener auf die neue VDE-Vorschrift 0855 ein. Sie existierte zu jener Zeit noch als gelbe, also vorläufige Version, erschien aber Ende März als endgültige Ausgabe im Weißdruck. Die wichtigsten Änderungen gegenüber früher befas-

sen sich mit dem Potentialausgleich und der Gestaltung der Erdleitungen. Diese dürfen z. B. in Zukunft unter Putz verlegt werden, müssen aber dann den nächstgrößeren Querschnitt aufweisen. Sie brauchen ferner nicht mehr als NYY-Leitungen ausgeführt werden, sondern dürfen auch NYM-Leitungen (Farbe: grün/gelb zulässig) sein.

Bereits früher wurde darauf hingewiesen, daß leitende Rohrleitungen, z. B. Regenfallrohre und Heizungsrohre als Erdleitungen wieder zugelassen sind. Ein weiterer wichtiger Punkt war die Strahlungsdichtigkeit von Hochfrequenzkabeln. Die Zunahme von Gemeinschaftsantennenanlagen wirft hier ziemliche Probleme auf, sofern die Hochfrequenzkabel selbst als Antennen wirken und verstärkte Signale abstrahlen. Deshalb waren Meßmethoden zu entwickeln, die die diesbezügliche Qualität der Kabel ermitteln. Nach der Methode von Prof. Möller von der TH Aachen verwendet man zwei leitende Platten, zwischen denen eine bestimmte Anzahl von Kabelbindungen auf elektrostatischem Weg gemessen werden. Diese Methode ergibt etwa 20 dB schlechtere Werte, als das von der Industrie kreierte und vom VDE übernommene Zangenmeßverfahren. Herr Wegener machte darauf aufmerksam, daß die für alte Antennenanlagen erteilte Sondergenehmigung 1982 abläuft und auch nicht mehr verlängert wird, wenn die aktiven elektronischen Baugruppen den neuesten Bestimmungen der Deutschen Bundespost nicht entsprechen. So müssen unter allen Umständen die alten Verstärker gegen moderne S-Verstärker ausgetauscht werden. Dort, wo das nicht geht, müssen solche S-Verstärker 10 m vor die alten Verstärker vorge-setzt werden.

### Wichtige Ausbildungsfragen

Einen breiten Rahmen nahmen bei der Fachgruppensitzung Ausbildungsfragen ein. Beiratsmitglied Rudolf Haselmaier berichtete über die Vereinheitlichung der Ausbildungsrichtlinien aller Handwerke, die auch das Radio- und Fernsehtechnikerhandwerk nicht unberührt läßt. Angestrebt wird eine Gleichwertigkeit der Handwerksausbildung mit schulischen Abschlüssen. So werden Überlegungen angestellt, daß in allen Handwerken die Gesellenprüfung einem allgemeinbild-

den Abschluß der Mittleren Reife und die Meisterprüfung dem allgemeinbildenden Abschluß einer Fachhochschulreife entsprechen könnten. Dem Handwerk selbst obliegt aber nach wie vor die praktische Ausbildung. Deshalb können Vornoten der Berufsschulen auch keinesfalls bei der Gesellenprüfung mit berücksichtigt werden. Ebenfalls unzulässig ist es, daß Gesellenprüfungskommissionen von *sich aus Gewichtigungen* einführen, die sich nicht mit den einheitlichen Richtlinien des Zentralverbandes, bzw. der Bundesfachgruppe decken. Herausgestellt wurde ferner die wichtige Arbeit des Lehrlingswartes. Er müsse aber in seinem Bereich noch verstärkte Aktivitäten entwickeln. Wie vom Gesetzgeber gewünscht, sollen die Ausbildungsordnungen in allen Elektrohandwerken in diesem Jahr neu vorgelegt werden. Im Mai 82 ist eine Besprechung über die Ausbildungsordnung im Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk im Bundesinstitut für Berufsbildung vorgesehen. Für das in verschiedenen Bundesländern eingeführte Berufsgrundbildungsjahr, das als erstes Lehrjahr gelten soll, wurde von Bundesfachgruppenleiter Alfred Fritz mit Rudolf Haselmaier und kompetenten Vertretern des Berufsschulwesens ein ausführlicher Lehrplanentwurf für dieses 1. Jahr ausgearbeitet. Er enthält in sehr gut gegliederter Form die Grundlagen, bei denen auch die Digitaltechnik z. B. nicht fehlt. Allerdings schließt dieser Lehrplan jede Kombination mit denen anderer Berufsgruppen aus. Der Lehrplan wurde von der Bundesfachgruppe einstimmig verabschiedet und soll überall dort angewendet werden, wo das erste Ausbildungsjahr in der Schule durchgeführt werden muß.

Um die negativen Auswirkungen des Haushaltsstrukturgesetzes auf die Meisterausbildung etwas zu mildern, wurde hier eine Neuordnung beschlossen. Danach kann der gesamte Fachteil aus zwei Kursen bestehen, und zwar einem Grundkurs mit 440 h und einem Hauptkurs mit 900 h. Meisteranwärter, die bereits überdurchschnittliches Wissen mitbringen, können sich dann auf den Hauptkurs beschränken. Fehlen diese Voraussetzungen, so müssen sie im Grundkurs hergestellt werden. Dieser kann aber dann ein Abendlehrgang sein. Die Einstiegsvoraussetzungen für den Hauptkurs müssen durch Eingangstests festgestellt werden. Die vorgelegten Stoffpläne für die Meisterprüfungsvorbereitung wurden von der

Bundesfachgruppe Radio- und Fernseh-technik einstimmig verabschiedet.

Ein besonderer Tagesordnungspunkt befaßte sich mit den Werkstattmindestausrüstungen für Ausbildungsbetriebe. Diese mußten dem heutigen Stand der Technik angepaßt werden. So gehören heute ein Zweistrahl-Oszilloskop mit mindestens 15-MHz-Bandbreite und Zeitverzögerung zu der Standardausrüstung. Hinzu kommen Gleichlaufmeßgeräte, Frequenzzähler, Digitalmultimeter und unbedingt ein Stereowattmeter. Ergänzt werden sollte die Ausrüstung ferner durch ein Meßgerät für Fernbedienungen. Dafür sind Röhren- oder Transistorvoltmeter und Gleichspannungsmillivoltmeter mit Analoganzeige heute ebenso entbehrlich wie Wobbelgeneratoren. Diese Mindestausrüstungsrichtlinien gelten in vollem Umfange auch für rft-Betriebe.

## Neue Lehrgänge

Nach einigen Ergänzungen (z. B. Farb-streifentechnik, CCD-Technik) erhielt der von der Bundesfachlehranstalt Lauterbach durch Herrn Kaufmann geplante und durch andere Bundesfachlehranstalten überarbeitete überbetriebliche Lehrgang „Videotechnik“ seine Absegnung. Weiter wurde angeregt, daß die Innungen und Landesverbände ihre Unterlagen über Fort- und Ausbildungsmaßnahmen an die Berufsfachgruppe Radio- und Fernseh-technik übersenden, um einen besseren Überblick und Durchblick zu erhalten. Ferner sollten überbetriebliche Ausbildungsmaßnahmen einheitlich interpretiert sein. Die Bundesfachgruppe will die neuen überbetrieblichen Lehrgänge „Videotechnik, Digitaltechnik und Sensoren“ zur Genehmigung einreichen. Die Bundesfachgruppe warnt ferner die Handwerksbetriebe davor, mit Berufsfachschülern Vorverträge abzuschließen. Angeregt wurde außerdem, die Meisterprüfungskommissionen zu einheitlichen Prüfungsrahmen zu veranlassen. Vor allem sollte, um Verfahrensfehler zu vermeiden, bei den einzelnen prüfenden Stellen gleiches Niveau angestrebt werden.

Beschlossen wurde ebenfalls eine Neuauflage des in Zusammenarbeit mit dem ZVEI geschaffenen Kundendienstausweises, der für die Ersatzteilbeschaffung für Radio- und Fernbetriebe von großer Wichtigkeit ist. Die jährliche Erneuerung dieser Karte, die vom ZVEI verlangt wird, gilt nicht für rft-Betriebe des Radio- und Fernsehtechnikerhandwerks.

## Kabelpilotprojekt

Ein besonderer Tagesordnungspunkt war dem Kabelpilotprojekt Ludwigshafen gewidmet. Hier verlangte die Landesregierung Rheinland-Pfalz 100 000 Anschlüsse; die Deutsche Bundespost will aber nur 20 000 Anschlüsse hersteilen. Dem Radio- und Fernsehtechniker- und dem Elektroinstallations-Handwerk fällt damit die Aufgabe zu, die restlichen 80 000 Anschlüsse zu errichten. Der dafür erforderliche Kapitaleinsatz wird z. Zt. zwischen den Verbänden und der dafür gegründeten Kabelgesellschaft geklärt. Bevor das Handwerk aber ein Angebot in dieser Sache abgeben kann, muß die Post erst die Kosten für die höherwertigen Übergabepunkte, die im Gespräch sind, bekanntgeben.

## Mehr Rationalisierung

Zur Rationalisierung der Handwerksbetriebe wurde in letzter Zeit die EDV-Abrechnung in erhöhtem Maße forciert. Um sie reibungsloser zu gestalten, wurde von den Herren Krüger und Rippberger, beide vom Landesinnungsverband Niedersachsen, ein neues Formular mit verbessertem Abrechnungscode und neuen Tätigkeitschlüssel vorgestellt. Von den Teilnehmern wurde nochmals vorgeschlagen, der Zentralverband der Elektrohandwerke möge die verschiedenen Ausschüsse, speziell den Ausschuß Technik und den Ausschuß Öffentlichkeitsarbeit, auflösen und dafür für bestimmte Aufgaben Beauftragte bestimmen, deren Aufgabenstellung dann aber fest umrissen sein muß. Für fachliche Belange ist die jeweilige Bundesfachgruppe allein verantwortlich.

Als erfreulich wurde verzeichnet, daß die Arbeitsunterlagen für Radio- und Fernseh-techniker (Stickel-Liste) weite Verbreitung gefunden hat. Diese Liste enthält Kalkulationsbeispiele und entsprechend gestaffelte Ersatzteilpreise.

Ein weiterer Punkt widmete sich Fortbildungsmaßnahmen des Managements im Handwerk. Wie Beiratsmitglied Hans Schneider mitteilt, hat der Landesinnungsverband von Hessen innerhalb seines Antennenausschusses einen Arbeitskreis zur Hilfe für Hochhausgeschädigte installiert. Eine lebhafte Diskussion und der Hinweis auf den bevorstehenden Zentralverbandstag, der vom 8. 6. bis 11. 6. 82 in Garmisch-Partenkirchen stattfindet, beendeten die Arbeitssitzung.

Prof. Dr.-Ing. C. Reuber

Mit der elektronischen Messung nichtelektrischer Größen begann um 1955 in Deutschland ein beachtlicher Aufschwung der Elektronik. Die Energiewandler nannte man damals „Geber“ oder „Fühler“. Später hießen sie „Meßwert-aufnehmer“ oder nach Norm „Meßgrößenumformer“. Im Zeitalter der Mikroelektronik änderten sie ihren Namen erneut und heißen heute „Sensoren“. Mit ihren Eigenschaften befaßt sich dieser Bericht.

# Sensoren – Sinnesorgane der Mikroelektronik I

In der aktuellen Entwicklung der Elektronik waren die 70er Jahre zweifellos die Dekade der immer höher integrierten Bauelemente und speziell der Mikroprozessoren. Fachleute prophezeiten schon damals, daß die 80er zur Dekade der Programme – der Software – und der Sensoren werden und auch werden müßten, um so manchen Vorsprung der Bauelemente-Technologie einzuholen. Ein Mikrocomputer an sich ist schließlich ebenso unbrauchbar und wertlos wie ein Empfangsgerät, das keine Sendungen empfängt. Den Kontakt mit der Umwelt vermitteln den Empfängern eingangsseitig die Antennen und am Ausgang Lautsprecher und Bildschirm. Ebenso brauchen Mikrocomputer Eingangsgrößen, um Ausgangssignale erzeugen zu können. Stehen sie in Wechselwirkung mit dem Menschen, so wird die Verbindung z. B. durch Tasten und Anzeige dargestellt (Bild 1). Ist der Mikrocomputer Teil eines Systems, so braucht er Sensoren als Sinnesorgane für die Eingangsverbindung zur Umwelt, auf die er dann mit Aktoren einwirkt.

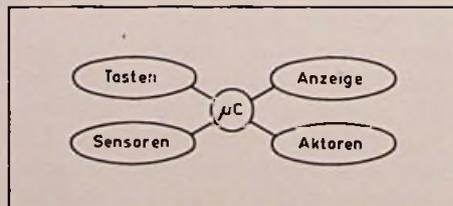
Eigentlich ist das Wort „Sensor“ ein ziemlich großzügig ungenauer Name, denn der Sensor ist eigentlich ein Fühler. Er führte sich mit den „Berührtasten“ (Touchcontrol) in die Elektronik ein. Präziser wäre es, von Meßgrößenumformern zu sprechen. Diese Bezeichnung ist zwar genormt aber im Zusammenhang mit der Mikroelektronik heißen die nun einmal Sensoren. Man braucht sie heute in der Kon-

sum- wie Industrieelektronik ebenso wie für hochprofessionelle Aufgaben. Je nach dem Anwendungsgebiet ergeben sich erst einmal ganz verschiedene Fertigungszahlen, dann aber auch unterschiedliche Bedingungen. Dabei sollte man aber nicht annehmen, Sensoren für die Konsum-Elektronik dürften weniger zuverlässig sein als diejenigen für andere Gebiete. Kraftfahrzeugtechnik von heute oder morgen verlangt z. B. extrem robuste Bauelemente für ihren Betrieb in einem weiten Temperaturbereich mit einer Zuverlässigkeit, bei der auch ein Nichtfachmann diese Bauelemente vergessen darf. Welcher Automechaniker will oder könnte denn Elektronik reparieren? – Was heute bei den Sensoren für die Mikroelektronik besonders aktuell ist, ist in den beiden Teilen dieses Beitrages zusammengestellt. Weitergehende Einzelheiten erfährt man aus der Spezial-Literatur [1].

Bei Sensoren kann man nach der Wirkungsweise zwei Arten unterscheiden und

zwar die aktiven und die passiven Sensoren. Die aktiven verwandeln nichtelektrische Meßleistung am Meßobjekt in ein elektrisches Signal, eine Spannung, eine Ladung oder einen Strom, ohne dazu eine Hilfsenergie zu benötigen. Wird dagegen durch die nichtelektrische Meßgröße im Sensor ein elektrischer Parameter, also ein Widerstand, eine Kapazität oder eine Induktivität geändert, so braucht der Sensor eine elektrische Betriebsleistung. Man nennt ihn dann einen passiven Sensor.

In der Praxis darf der Sensor das Meßobjekt keinesfalls stören, weil er sonst die Meßgröße verändern und damit das Resultat verfälschen würde. Derartige Rückwirkungen auf das Meßobjekt sind beim passiven Sensor einerseits durch die zugeführte Betriebsleistung und andererseits auch durch den Sensor und seine Anschlüsse möglich. Bei dynamischen Meßaufgaben darf auch die Trägheit des Sensors durch seine Masse oder Volumen nicht vernachlässigt werden.



**Bild 1: Sensoren sind die Sinnesorgane der Mikrocomputer, damit sie über Aktoren auf die Umwelt wirken können**

## Widerstands-Sensoren

Im Zusammenhang mit Mikroelektronik werden heute vor allen Dingen Widerstands-Sensoren verwendet, die man auch als Resistanz-Sensoren bezeichnen kann. Eine klassische Anordnung, die Widerstands-Änderung meßtechnisch zu verfolgen, ist die Wheatstone-Brücke. In elektronischen Meßsystemen wird diese normalerweise nicht von Hand abgeglichen. Hier werden entweder die Diagonal-

größe ausgewertet oder der Abgleich automatisch durchgeführt.

Digitale Signale, wie sie zur Mikroelektronik besonders gut passen, lassen sich aus normalen Widerstands-Sensoren kaum ableiten. Aber der Widerstands-Sensor kann Teil eines frequenzbestimmenden Netzwerkes an einem Oszillator sein, so daß ein frequenzanaloges Signal entsteht. Dergleichen ist bekanntlich besonders gut übertragbar und läßt sich bequem in der Digitaltechnik weiterverarbeiten.

In der Gleichung für den Widerstand

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

können alle drei Größen der rechten Seite, also der spezifische Widerstand  $\rho$ , die Länge  $l$  oder auch der Querschnitt  $A$  von der zu messenden nichtelektrischen Größe abhängig sein und so die Sensorwirkung ergeben. Dabei ist zu bedenken, daß sich der spezifische Widerstand als Reziprokwert der Leitfähigkeit  $\delta$  aus Elementarladung  $e$ , Beweglichkeit  $\mu$  und Konzentration  $n$  der Ladungsträger ergibt:

$$\rho = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{e \cdot n \cdot \mu}$$

Alles in allem bieten sich also beim Widerstands-Sensor vier Größen für den Meßeffect an, zwei geometrische – Länge und Querschnitt – und mit der Ladungsträger-Konzentration und der Ladungsträger-Beweglichkeit zwei Materialdaten. Deshalb können Widerstands-Sensoren für eine Vielzahl von Größen verwendet werden, von denen Temperatur, mechanische Beanspruchung, Feuchte, Beleuchtung, Magnetfeld und Stellung die wichtigsten sind.

## Widerstands-Thermometer

Thermometrie mit elektrischen Widerständen wurde bereits 1878 von Callendar vorgeschlagen, und zwar mit Platin als Widerstandsmaterial, das sich auch heute noch für präzise Temperaturmessung bei vielen Aufgaben bewährt. Hier und bei allen anderen metallischen Widerstandsthermometern wird die Abhängigkeit der Ladungsträger-Beweglichkeit von der Temperatur ausgenutzt; sie verringert sich durch wachsende Wechselwirkung zwischen Elektronen und Gitterbausteinen mit steigender Temperatur. Das führt zu dem bekanntlich positiven Widerstands-Temperaturkoeffizienten der metallischen Widerstandsthermometer. Der Tempera-

turgang läßt sich durch die Näherungsgleichung

$$R = R_0 (1 + A \cdot T + B \cdot T^2)$$

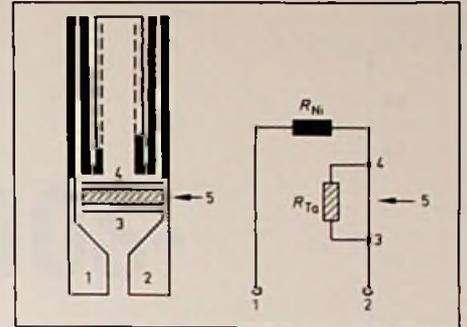
beschreiben, in der die Temperatur  $T$  in °C gemessen ist und  $R_0$  den Bezugswiderstand bei 0°C bezeichnet. Die nach dem mit der Temperatur quadratischen Glied abgebrochene Potenzreihe enthält also zwei Temperaturkoeffizienten, den linearen  $A$  und den quadratischen  $B$ . Damit ist  $A$  der relative Temperaturkoeffizient des Widerstandes mit einem Wert von 0,0039 K<sup>-1</sup> oder 0,39% K<sup>-1</sup> bei Platin und 0,006 K<sup>-1</sup> = 0,66% K<sup>-1</sup> für Nickel.

Für Widerstandsthermometer ist Platin nicht nur als das edlere und damit beständigere Metall zu bevorzugen, sondern auch deshalb, weil sein quadratischer Temperaturkoeffizient  $B$  mit  $-0,59 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-2</sup> deutlich kleiner ist als beispielsweise der für Nickel von  $+7,9 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-2</sup>. Einzelheiten der Widerstandsthermometrie findet man im Norm-Blatt DIN 43 760.

Außer den weit verbreiteten 100-Ohm-Widerstandsthermometern aus Platindraht (Pt 100) verwendet man heute vermehrt Platinschicht-Widerstände als genaue und stabile Temperatur-Sensoren. Ein solcher Dickschicht-Sensor läßt sich durch Einbrennen einer Platinpaste, ein Dünnschicht-Sensor mittels Aufdampfung oder Katodenzerstäubung (Sputtern) eines Platinfilmes herstellen. Mit allen drei Techniken können bei sorgfältiger Fertigung die Normdaten nach DIN 43 760 eingehalten werden. Offene Flachmeß-Widerstände brauchen z. B. in Dünnschicht-Technik nur etwa 5 mm · 1 mm groß zu sein bei einer Dicke von etwa 0,5 µm. Derart kleine Widerstandsthermometer sind durch ihre geringe Wärmekapazität verständlicherweise wesentlich schneller als größere Drahtwiderstände. Sie werden mit einer einfachen Abdeckschicht versehen oder in Transistorgehäuse eingebaut. Sonderausführungen werden statt mit 100 Ohm mit 1000 Ohm Bezugswiderstand hergestellt.

Klassische Platin-Widerstandsthermometer lassen sich sicher und problemlos von tiefen Temperaturen ab etwa -250°C und bis, je nach Ausführung ihres Isolierkörpers, +500°C oder +1000°C verwenden. Platindünnschicht-Sensoren, die auch als Konkurrenz zu NTC-Thermometern gedacht sind, werden für unterschiedliche Maximaltemperaturen bis +600°C angeboten.

Die moderne Aufdampftechnik kann Nik-



**Bild 2:** Kombination eines Nickel-Widerstandes als Widerstandsthermometer mit einem Tantalwiderstand zum Abgleich. (Nach H. Gruner, Robert Bosch GmbH)

kelwiderstände erzeugen, die sich auch als Widerstandsthermometer eignen. Dafür kommt z. B. das Doppelschicht-System aus etwa 50 nm Tantal von 70 Ohm/□ Flächenwiderstand und 300 nm Nickel von etwa 0,5 Ohm/□ Flächenwiderstand infrage. Diese Schichtenfolge ist deshalb interessant, weil im Prozeß auf der Tantal-schicht eine etwa 5 nm dicke Tantal-Oxid-Nitrid-Schicht entsteht, die bei Temperaturen zwischen 0°C und +100°C einen Temperaturkoeffizienten von etwa  $-80 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup> aufweist. Durch geeignete Strukturierung der Doppelschicht können so auf einem Substrat Widerstandsthermometer mit abgeglichenem Temperaturkoeffizienten und außerdem – wo nur das Tantal bleibt – Dehnungsmeßwiderstände erzeugt werden.

Für schnelle Nickel-Dünnschicht-Widerstandsthermometer wird die Doppelschicht verwendet und das Nickel bestimmt den Temperaturkoeffizienten. Doch ist bei einer Kombination von Nickel- und Tantalwiderstand nach Bild 2 ein Feinabgleich von Widerstandswert und Temperaturkoeffizient möglich. Nach Bild 3 streuen die Widerstandswerte der temperaturabhängigen Tantal-Nickel-Widerstände bei der Fertigung um  $\pm 5\%$  vom Nennwert und damit ihr Temperaturkoeffizient um  $\pm 4\%$ . Durch Laser-Abgleich läßt sich die Widerstandsstreuung auf  $\pm 0,1\%$  verringern.

Wird bei einer Kombination nach Bild 2 mit anfangs, kurzgeschlossenem Tantalwiderstand der mittlere Temperaturkoeffizient des Nickel-Widerstandes durch Messung bei zwei Temperaturen bestimmt, so läßt sich daraus der Anteil des Nickel- und des Tantal-Widerstandes am Gesamt-Soll-Wi-

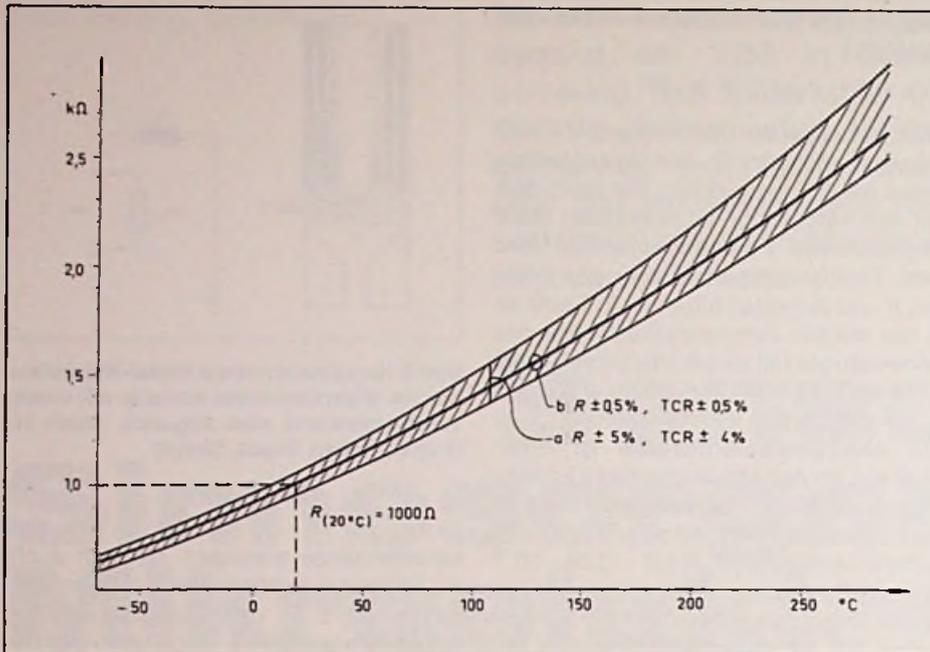


Bild 3: Streubereich der Dünnschicht-Nickelschicht als Widerstandsthermometer, a) ohne Abgleich, b) nach Abgleich. (Nach H. Gruner, Robert Bosch GmbH)

derstand von 1000 Ohm bestimmen, wenn gleichzeitig der Temperaturkoeffizient auf einen vorgegebenen Wert abgesenkt wird. Dazu wird dann bei fester Abgleichtemperatur erst der Nickelbereich auf seinen Wert gebracht, dann der Kurzschluß aufgetrennt und der Tantalwiderstand ebenfalls auf Soll-Wert abgeglichen. Derartige kompensierte Nickel-Widerstandsthermometer können die Meßgenauigkeit der Platin-Widerstandsthermometer übertreffen und sind außerdem noch billiger. Entwickelt wurde diese Technik primär, um robuste, schnelle und genügend billige Widerstandsthermometer für die Kraftfahrzeug-Technik zu schaffen.

Seit einiger Zeit werden auch kleine Silizium-Chips als Widerstandsthermometer mit positiven Temperaturkoeffizienten ausgenutzt. Ein Punktkontakt auf einem Silizium-Chip gegenüber einer voll metallisierten Unterseite gibt die Geometrie des „Ausbreitungswiderstandes“ und erweist sich als sehr gut unabhängig von Toleranzen. Allerdings ergibt ein Punktkontakt gegenüber dem Flächenkontakt eine unsymmetrische Anordnung, das läßt sich nach Bild 4 mit zwei Punktkontakten auf einer Seite vermeiden. Der Temperaturkoeffizient von  $0,0075 \text{ K}^{-1} = 0,075\% \text{ K}^{-1}$  entsteht durch die Temperaturabhängigkeit der Ladungsträgerbeweglichkeit bei Fremdleitung.

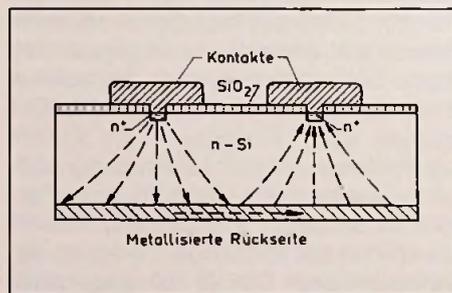


Bild 4: Silizium-Widerstandsthermometer in der Ausbreitungs-Konfiguration

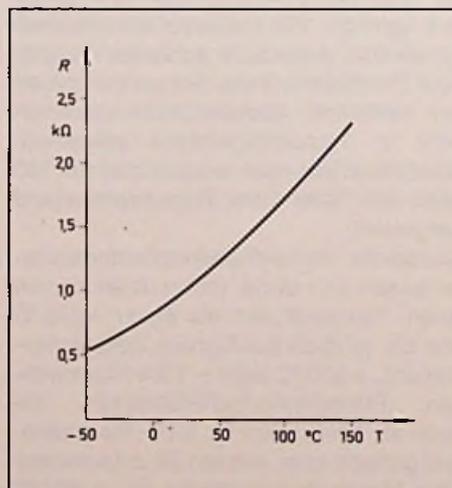


Bild 5: Kennlinie eines Widerstandsthermometers nach Bild 4 (Valvo KTY 81)

Allerdings ist der Temperaturgang des Si-Widerstandes nach Bild 5 verhältnismäßig unlinear. Wie andere Silizium-Halbleiterbauelemente sind diese Widerstandsthermometer eigentlich für Temperaturen bis  $150^\circ\text{C}$  bzw.  $175^\circ\text{C}$  geeignet. Neuerdings gibt es Ausführungen, die durch spezielle Präparation des Halbleiter-Materials auch für Temperaturen bis  $+300^\circ\text{C}$  verwendbar sind.

Um etwa eine Größenordnung höhere Temperaturkoeffizienten weisen die schon lange bekannten NTC-Thermometer auf, die aus polykristalliner Halbleiter-Keramik bestehen. Doch ist ihr Temperaturkoeffizient negativ, denn er entsteht durch die Abhängigkeit der Trägerkonzentration von der Temperatur, was einen positiven Temperaturkoeffizienten der Leitfähigkeit, also einen negativen für den Widerstand ergibt. Außerdem ist er deutlich nichtlinear, also selbst von der Temperatur abhängig und zwar nach folgender Gleichung:

$$\frac{dR}{dT} \cdot \frac{1}{R} = - \frac{B}{T^2}$$

Die Größe  $B$  ist eine vom Material abhängige Konstante. Je nach interessierendem Temperaturbereich kann sie durch die Materialmischung gewählt werden.

NTC-Thermometer sind so klein wie die modernen Dünnschicht-Thermometer, haben ihnen gegenüber aber noch höhere Nennwiderstände. Vorteilhaft ist auch ihr Temperaturkoeffizient in der Größenordnung von einigen Prozent pro Grad, doch haben sie normalerweise wesentlich größere Toleranzen als metallische Widerstandsthermometer. Andererseits können NTC-Sensoren so billig hergestellt werden, daß man sie z. B. für medizinische Zwecke als Wegwerf-Sensoren nutzen kann, was sich in manchen Fällen als entscheidender Vorteil erweist.

Polykristalline Halbleiter-Keramik kann im PTC-Widerstand auch für Widerstandsthermometer mit positivem Temperaturkoeffizienten verwendet werden. Diese auch als Positor oder Kaltleiter bezeichneten Bauelemente nutzen die ferroelektrischen Eigenschaften von passend dotiertem Barium-Titanat. Ein solches Material verliert oberhalb der ferroelektrischen Curie-Temperatur seine ferroelektrischen Eigenschaften, und das bedeutet einen steilen Abfall der Dielektrizitätszahl. Dadurch wird die Aktivierungsenergie für Ladungsträger reduziert und ihre Konzentration deutlich erhöht. (wird fortgesetzt)

Schaltungstechnik

# NF-Verstärker mit VMOS-Transistoren

MOS-Feldeffekt-Transistoren erlauben wegen ihrer leistungslosen Steuermöglichkeit vorteilhafte Schaltungsvarianten in Niederfrequenzverstärkern. Die Eigenschaften der herkömmlichen MOS-FET-Ausführungen waren allerdings nicht so ideal, daß sie einen generellen Durchbruch gebracht hätten. So besitzen sie zunächst im durchgeschalteten Zustand einen recht großen ON-Widerstand, hohe Kapazitäten und mit diesen langen Schaltzeiten sowie niedere Grenzfrequenzen. Diese Nachteile werden bei MOS-Transistoren mit vertikaler Struktur vermieden, denn hier können die elektrischen Eigenschaften durch die Diffusionstiefe weitgehend beeinflußt werden. Diese VMOS-Transistoren haben ein sehr gutes Hochfrequenzverhalten ( $f_T > 400$  MHz), eine gute Kennlinienlinearität und eine Steilheit, die sich oberhalb bestimmter Betriebsströme nicht mehr ändert. Damit eignen sie sich besonders gut für lineare Verstärker mit hoher Ausgangsleistung und großer Bandbreite. Da aber auch ihre Schaltereigenschaften recht ideal sind, können mit ihnen auch Pulsverstärker, wie man sie für den sogenannten D-Betrieb benötigt, realisiert werden. Diese werden beim derzeitigen Trend zur Digitalisierung in Zukunft schon aus Gründen der Energieeinsparnis immer wichtiger werden. Der folgende Beitrag wurde nach Unterlagen von ITT-Intermetall zusammengestellt und will mit Schaltungsmöglichkeiten, die die neuen Bauelemente bieten, vertraut machen. Sofern keine Bauteildimensionierungen angefügt sind, sollen sie die Kreativität des Lesers anregen und können den jeweiligen Anforderungen angepaßt werden.

## 1. A-Verstärker

Die grundlegende A-Verstärkerstufe in Bild 1 hat einen hochohmigen Vorspannungsteiler (R1 und R2). In Verbindung mit der hohen Ausgangsimpedanz des VMOS-Transistors bedeutet dies, daß die Stufenverstärkung einfach als  $y_{fs} \cdot R_L$  angenommen werden kann. In der Praxis wurden Stufenverstärkungen von über 30 dB erzielt, wobei diese Verstärkung bis in den Megahertzbereich hineinreicht. Durch einen Widerstand in der Source-

Leitung läßt sich der Einfluß der Parameterstreuungen des VMOS-Transistors auf die Schaltung verringern. Wegen der thermischen Stabilität wäre dieser Widerstand aber nicht erforderlich. Eine weitere Möglichkeit, den Einfluß der Streuungen der Gate-Schwellenspannung auf die Schaltung zu verringern, zeigt das Bild 2. Der Arbeitspunkt des VMOS-Transistors wird mit einer Spannungsgegenkopplung stabilisiert, die vom Drain zum Gate führt.

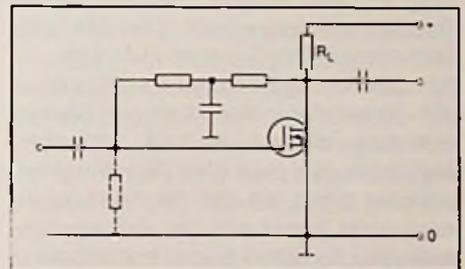


Bild 1. Grundsaltung eines A-Verstärkers

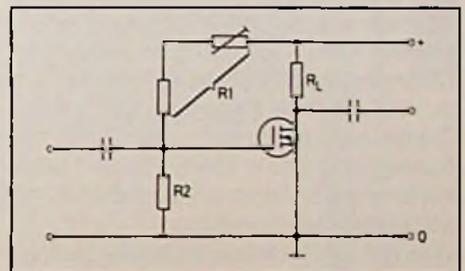


Bild 2. A-Verstärker mit Spannungsgegenkopplung

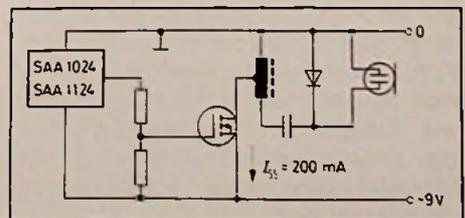


Bild 3. Treiber für Ultraschallsender

Das Bild 3 zeigt die Anwendung eines VMOS-Transistors als Treiber für einen Ultraschallsender, wie er für Fernsteuerzwecke benutzt wird. Das Widerstandsnetzwerk am Gate des VMOS-Transistors bestimmt den Spitzenstrom in der Spule. Im Interesse kleiner Produktionsstreuungen kann auch noch ein Widerstand in die Source-Leitung eingefügt werden.

## 2. ABC-Verstärker mit komplementären VMOS-Transistoren

Diese Überschrift enthält keinen Druckfehler. Obwohl es sich im Grunde um einen B-Verstärker handelt, arbeitet einer der Transistoren doch mehr in Klasse A, während beim anderen definitiv C-Betrieb vorliegt. Es gibt AB-Verstärker – warum also nicht auch ABC-Verstärker?

Die Schaltung in Bild 4 wurde für nicht sehr hohe Anforderungen ausgelegt, und aufgrund der kleinen Zahl benötigter Bauelemente interessant. Der Klirrfaktor kann dadurch nicht extrem klein sein.

Ein ziemlich ungewöhnliches Merkmal ist die Anwendung der Common-Source-Schaltung. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß man eine Spannungsverstärkung erhält, so daß die Treiberspannung nicht höher als die Versorgungsspannung zu sein braucht. Von Vorteil ist ferner, daß die Leistungsverstärkung von VMOS-Transistoren beinahe unendlich groß ist und die Ausgangsleistung durch die Parallelschaltung von Transistoren ohne Änderung der Treiberschaltung erhöht werden kann. Ein weiterer Vorteil der Common-Source-Schaltung besteht darin, daß die Drain-Elektroden der VMOS-Transistoren galvanisch miteinander verbunden sind. Damit können beide Transistoren ohne Isolation auf denselben Kühlkörper geschraubt werden.

Was den ON-Widerstand und die Steilheit anbelangt, sind P-Kanal-VMOS-Transistoren nur halb so „gut“ wie N-Kanal-Transistoren. Das liegt daran, daß die Beweglichkeit der Löcher (die Majoritätsträger bei P-Kanal-Bauelementen) nur halb so groß ist wie die der Elektronen bei N-Kanal-Bauelementen. Dies bedeutet, daß man doppelt soviel P-Kanal-Transistoren wie N-Kanal-Transistoren braucht, um den Unterschied auszugleichen. Da die Schwellenspannung bei VMOS-Transistoren nicht physikalisch bestimmt ist, sondern von der Herstellung abhängt, ist zum Aus-

gleich unvermeidlicher Streuung eine Gegenkopplung erforderlich.

In Bild 4 arbeitet die erste Stufe (T1) mit kleinem Kollektorstrom und hoher Verstärkung, was auch günstige Rauscheigenschaften zur Folge hat. Der Eingangswiderstand hat einen Wert von etwa 50 k $\Omega$ . Er kann jedoch erhöht werden, indem man den Wert des Widerstandes R12 erhöht. Der Transistor T1 ist ein bipolarer Typ und arbeitet in Emitterschaltung. Sein Kollektor ist auf etwas merkwürdige Weise mit dem Gate des Transistors T2 verbunden. Der Kondensator C2 überbrückt den Widerstand R6 für Wechselstrom, da sonst

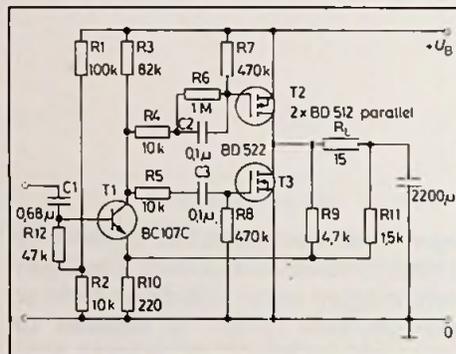


Bild 4. Komplementärer ABC-Verstärker

am Gate des T2 nur ein schwaches Signal erscheinen würde. Dieselbe Wechselspannung wird über Kondensator C3 an das Gate des Transistors T3 gelegt. Die Widerstände R4 und R5 dienen lediglich dazu, wildes Schwingen zu verhindern. Der Arbeitspunkt des Verstärkers wird durch die Gate-Vorspannung des Transistors T2 eingestellt und durch Gleichstromgegenkopplung konstant gehalten. So erübrigt es sich, auch an das Gate von T3 eine Vorspannung anzulegen. Bei dieser Betriebsart entstehende Verzerrungen werden durch Gegenkopplung unwirksam gemacht.

Die Last ist auf etwas ungewöhnliche Weise angeschlossen. Dadurch ist es möglich, Gleichstrom- und Wechselstromgegenkopplung in unterschiedlicher Stärke auf den Emitter von T1 zu geben. Es wird eine Wechselstrom- und eine Gleichstromgegenkopplung über R9 und R10 an den Transistor T1 gelegt; eine stärkere Gleichstromgegenkopplung erfolgt jedoch über R11 und R10. Gleichzeitig wird die Ruhegleichspannung stabilisiert wie aus den Diagrammen in Bild 5 hervorgeht. Die Schaltung ließe sich noch weiter verbes-

sern, indem T1 durch einen kleinen VMOS-Transistor ersetzt würde. Das Rauschen wäre wahrscheinlich reduziert. Außerdem könnten wesentlich hochohmigere Vorspannungswiderstände eingesetzt werden. (wird fortgesetzt)

## Zweifach-Analog-Kompander

Bei dem Valvo Schaltkreis NE 572 handelt es sich um einen neu konzipierten Dual-Kompander (Kompressor-Expander) in Ergänzung zum bekannten NE 570/571 für die professionelle bzw. semi-professionelle „High-performance“ NF-Technik. Die wichtigsten Vorzüge sind:

- Extern einstellbarer Grad der Kompression bzw. Expansion pro Kanal.
  - Unabhängig voneinander wählbare Werte für Ansprech- und Erholzeit.
  - Frei wählbarer System-Normpegel durch externe Beschaltungen.
- Mit diesen Vorteilen eröffnen sich vielfältige Anwendungen in der NF-Technik wie
- Rauschunterdrückung für Aufzeichnungs- und Übertragungssysteme,
  - Dynamik-Kompressoren,
  - spannungsgesteuerte Verstärker u. a.
- Auch zum Abspielen der neuen aufnahmekomprimierten Schall-Platten läßt sich der Baustein verwenden. Das Bild 1 zeigt ihn in einer Schaltung als Kompressor.

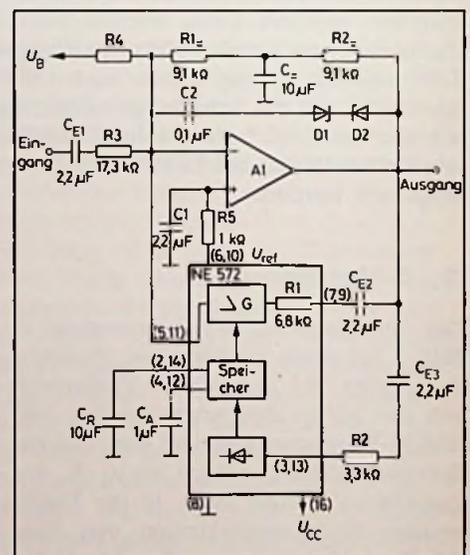


Bild 1. Schaltungsbeispiel des NE 572 als Kompressor

# Lichtwellenleiter in der Unterhaltungselektronik

## ITT entwickelt neuartiges Signal-Verteilersystem

Die von ITT angekündigte Verwendung von Lichtwellenleitern im Bereich der Unterhaltungselektronik umfaßt – wie auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin bekannt wurde – auch wirtschaftliche Verteilersysteme, die innerhalb von Gebäuden sowohl Audio- und Videosignale als auch Textinformationen übertragen.

Wenn Bild-, Ton- und Textinformationen innerhalb eines Gebäudes in viele Räume gleichzeitig übertragen werden müssen, ergeben sich neue Nutzungs- und Einsparungsmöglichkeiten, sobald alle Programmquellen in einer Zentrale zusammengefaßt sind. Dann brauchen in den übrigen Räumen nämlich nur technisch weniger aufwendige Mehrzweck-Monitore installiert zu werden. Erfolgt die Übertragung zwischen Zentrale und Monitoren darüber hinaus mit Lichtwellenleitern, stehen störungsfreie und qualitativ hochwertige Übertragungskanäle zur Verfügung. Zunächst für die Anwendung in Hotels gedacht, entwickelt ITT derzeit ein solches Signal-Verteilersystem. Es besteht aus

- einer Zentrale, die beispielsweise in der Hotel-Rezeption installiert ist (Bild 1)
- und sogenannten Mehrzweck-Monitoren, die im Hotelzimmer vom Bett aus fernbedient werden können (Bild 2).

### Die Zentrale

Die Zentrale ist in ihrer Konfiguration außerordentlich flexibel. Sie kann mehrere Fernsehempfangsteile enthalten. Die empfangenen Programme werden nach dem derzeitigen Stand der Überlegungen über je einen Lichtwellenleiter analog als FBAS-Signal zu den Mehrzweck-Monitoren in den einzelnen Hotelzimmern übertragen.

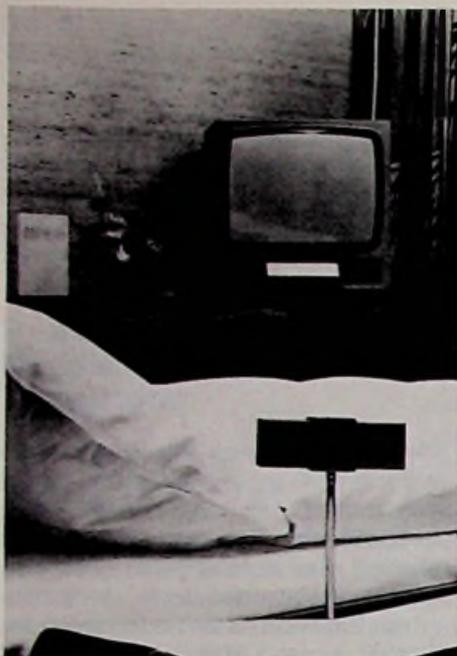
Für die Übertragung von sechs Stereo-Tonkanälen und Texten ist dagegen nur ein Lichtwellenleiter erforderlich. Bei den Texten kann es sich um Nachrichten für einen Hotelgast handeln, die während seiner Abwesenheit eingegangen sind, oder um spezielle Hinweise des Hotels. Hierbei wird ein modifiziertes Bildschirmtext-Verfahren angewendet.

Die Tonübertragung erfolgt pulscodemoduliert mit einer Auflösung von 12 Bit. Alle digitalen Signale der sechs Tonkanäle und des Datenkanals für Texte werden sequentiell in den Lichtwellenleiter eingespeist. Der Beginn jedes Übertragungszyklus ist durch einen Framingcode markiert. PCM- und Datencoder sowie alle erforderlichen elektrooptischen Wandler sind integrierter Bestandteil der Zentrale. Sie enthält Empfangsteile für Fernsehen und Hörfunk, zwei Stereo-Cassetten-Decks als zusätzliche Tonquelle, Coder für PCM-Tonübertragung und Texte sowie ein Keyboard für die Texteingabe. In dieser Zentraleinheit befinden sich außerdem



Bild 1. Kommunikationszentrale in der Hotel-Rezeption

(ITT-Pressbild)



**Bild 2. Mehrzweckmonitor mit Bedienungsteil und integriertem Lautsprecher im Hotelzimmer (IIT-Pressbild)**

die elektrooptischen Wandler zur Einspeisung der Signale in die Lichtwellenleiter. Zur Bild-, Ton- und Textkontrolle wird der gleiche Mehrzweck-Monitor verwendet wie in den einzelnen Hotelzimmern.

## Mehrzweck-Monitore

Der für die einzelnen Hotelzimmer vorgesehene Mehrzweck-Monitor ist mit einer 51-cm-Farbbildröhre ausgestattet. Er enthält außerdem ein LC-Display für die Darstellung der Texte sowie Lautsprecher für die Tonwiedergabe.

Die zugehörige Bedieneinheit wird in Doppelzimmern so installiert, daß sie – an einem Schwanenhals befestigt – wahlweise zum einen oder anderen Bett hin geschwenkt werden kann. Ein zusätzlicher kleiner Lautsprecher in der Bedieneinheit kann die Funktion eines „Kissenlautsprechers“ übernehmen.

Das Signalverteilersystem trägt die Bezeichnung BigIn (Breitbandiges internes Glasfaser Interkommunikationsnetzwerk). Diese Entwicklung steht in engem Zusammenhang mit der ITT Projektstudie zum Einsatz von Lichtwellenleitern in der HiFi-Technik.

## Fernsehen

### Information aus dem All

Hörfunk- und Fernsehempfang aus dem Weltraum sind für Sendeanstalten bereits feststehende Tatsachen. Das Zweite Deutsche Fernsehen (ZDF) hat Untersuchungen abgeschlossen, in denen die Grundzüge künftiger Satellitenprogramme bestimmt werden. 1984 wird der erste deutsche Rundfunksatellit, TV-Sat, in seine Umlaufbahn befördert. 1985 soll sein französischer „Zwilling“ TDF-1 folgen. Beide Satelliten sind für die Übertragung von fünf Fernsehkanälen eingerichtet, nutzen aber wegen vorderhand begrenzter Energieversorgung nur drei Kanäle. Während die Deutsche Bundespost derzeit lediglich an Versuchssendungen denkt und den Normalbetrieb frühestens 1986 aufnehmen möchte, wollen die Franzosen schnellstmöglich eine vollwertige Fernsehversorgung aus der Umlaufbahn sicherstellen.

Frankreich steht damit nicht allein. In den Vereinigten Staaten hat die Satellite TV Corporation die Genehmigung für einen Satellitendienst beantragt, der 1985 beginnen soll. Gedacht ist an ein Programm ohne Werbung, das sich auf populäre Unterhaltung, Sport und Bildungssendungen konzentriert und durch Gebühren finanziert wird. Von den großen amerikanischen Senderketten hat CBS die Einführung neuer Fernsehverfahren mit sehr hoher Auflösung im Satellitenrundfunk beantragt. Das läuft darauf hinaus, daß Fernsehsatelliten dem Zuschauer eine überlegene Bildqualität bieten sollen.

Erfahrung mit direkt empfangbaren Rundfunksatelliten gibt es schon. Seit 1976 sendet der kanadische Satellit Hermes im 12-GHz-Bereich Fernsehprogramme für verstreute Siedlungen in Nordamerika. An den Empfangsversuchen beteiligten sich nicht nur die Vereinigten Staaten, sondern auch die japanische Rundfunkgesellschaft NHK. Der zweite Direktsatellit war der japanische BS 1, der seit 1978 zufriedenstellend arbeitete, bis seine Transponder 1980 ausfielen. Der Start von BS 2 ist für 1984, der von BS 3 für 1985 geplant. Beide sollen mit je zwei Fernsehprogrammen das japanische Mutterland und die japanischen Pazifik-Inseln versorgen. Allerdings sind die Senderfeldstärken am Boden geringer als bei TV-Sat und TDF-1. Dahinter

verbirgt sich die derzeit weltweite Führung deutscher Hersteller von Senderröhren für Satelliten. Wie lange sie gehalten werden kann, ist ungewiß. Auch Japan plant für 1988 oder 1989 den Start eines Satelliten, der im Frequenzbereich 20 GHz hochauflösende Fernsehbilder ausstrahlen soll. Im Rahmen der europäischen Weltraumagentur ESA setzen sich vor allem Großbritannien und Italien für den direkt empfangbaren Rundfunksatelliten L-Sat ein, dessen Entwicklung von der Bundesrepublik und Frankreich für unnötig gehalten wird. Auch zwischen den Regierungen der skandinavischen Staaten haben Verhandlungen über die gemeinsame Einrichtung des Satellitensystems Nordsat begonnen. In der Schweiz arbeitet die Basler Tel-Sat AG auf einen schweizer Fernsehsatelliten hin. Bekannt ist, daß auch Radio Luxemburg sich auf die Ausstrahlung von Programmen aus der Umlaufbahn einrichtet, die aber über den deutsch/französischen Satelliten laufen.

Der Wettlauf der Amerikaner, Europäer und Japaner hat einen handfesten Hintergrund. Auf den internationalen Funkverwaltungskonferenzen sind die Plätze auf der erdsynchronen Umlaufbahn für Rundfunksatelliten bereits verteilt worden. Insgesamt stehen 60 Positionen in jeweils sechs Grad, d. h. 4000 km, Abstand zur Verfügung. Weil Rundfunksatelliten wesentlich billiger sind als erdgebundene Rundfunkverteilnetze, ist eine starke Nachfrage nach entsprechenden Satelliten zu erwarten. Hersteller, die sich auf das schwierige Geschäft des Baus starker Rundfunksatelliten verstehen, können mit großen Aufträgen rechnen. Das britisch-italienische Beharren auf dem Projekt L-Sat trotz der Entwicklung von TV-Sat und TDF-1 hat letztlich darin seine Ursache.

Zu den Voraussetzungen des kommerziellen Erfolgs gehört auch das Angebot des Starts in die Umlaufbahn. Hier ordnet sich die Entwicklung der europäischen Trägerrakete Ariane ein. Dem Zwang zum Angebot des Satellitenstarts können auch die Japaner sich nicht entziehen. Sie haben eine Lizenz auf die amerikanische Thor-Delta-Rakete, das einstige Arbeitspferd der Weltraumbehörde NASA, erworben.

Walter Baier

Herkömmliche Filter sind bei tiefen Frequenzen und geringer Bandbreite nur mit großem Aufwand zu realisieren. An ihre Stelle sind heute häufig Digitalfilter, auch kommutative Filter genannt, getreten. Dieser Beitrag gibt einen kurzen Einblick in deren Technik und enthält Beispiele für praktisch aufgebaute Ausführungen mit TTL- und ECL-Bausteinen.

# Digitale Filter

## Einführung

Die konventionelle Filter-Synthese führt oft zu physikalisch schwer zu realisierenden Schaltungen, wenn Bandpässe mit niedriger Frequenz und hoher Güte benötigt werden. Kommutative Filter bieten hier einen möglichen Ausweg. Sie verfügen zusätzlich über eine ausgezeichnete Temperaturstabilität, da ihre Mittenfrequenz nur von einer externen Taktfrequenz abhängt. Alle Änderungen der verwendeten Bauteile beeinflussen lediglich die Form der Durchlaßkurve, nicht aber die Resonanz-Frequenz, die zwischen einigen Hz und mehreren MHz verändert werden kann. Dadurch läßt sich beispielsweise ein abstimmbares Bandfilter mit konstanter Bandbreite realisieren. Eine Möglichkeit zur Variation der Bandbreite besteht aber auch durch Änderung der Anzahl der geschalteten Stufen. Dadurch ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten im Bereich der Nachrichtentechnik und Meßtechnik. Die prinzipielle Arbeitsweise eines digitalen Filters beruht auf der Umschaltung zwischen N identischen Tiefpaßfiltern mit einer Taktfrequenz, die das N-fache der gewünschten Mittenfrequenz ist. Die Umschaltung bewirkt eine „Spiegelung“ des Tiefpaßverlaufs an der Umschaltfrequenz, wodurch eine Bandpaß-Charakteristik erzeugt wird. Die Bandbreite des in Bild 1 gezeigten Filters ist das 2/N-fache der Bandbreite des ursprünglichen Tiefpaßfilters. Diese Bandbreite erhält man auch bei der „Spiegelung“ einer Tiefpaßcharakteristik mit der 1/N-fachen Originalbandbreite. Das kommutative Filter verfügt zusätzlich über Durchlaßbereiche bei 0 Hz

und bei Harmonischen der Umschaltfrequenz, jedoch sind diese ohne praktische Bedeutung.

Die Arbeitsweise eines kommutativen Filters ist relativ einfach zu verstehen, wenn man sich das einstufigen Tiefpaßfilter nach Bild 2 als Integrator mit der Zeitkonstante  $\tau = R \cdot C$  vorstellt. Schaltet man mehrere dieser Filter mit Hilfe eines geeigneten Umschalters in Kaskade, wie es

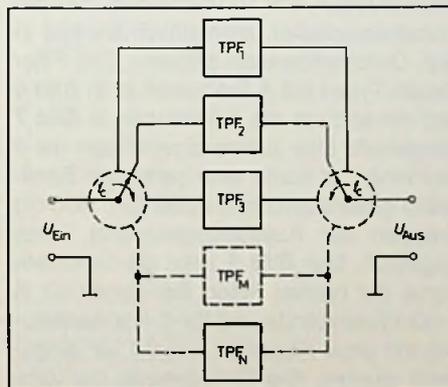


Bild 1: Kommutatives Filter mit N Sektionen

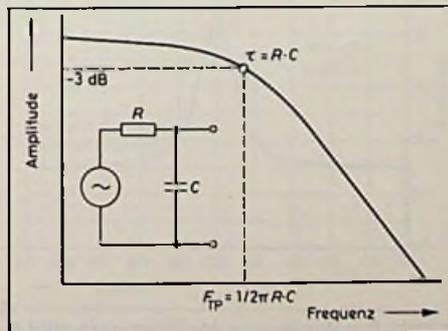


Bild 2: Einfaches, einstufiges Tiefpaßfilter

Bild 3 zeigt, erhält man die Grundstruktur eines digitalen Filters. Der Umschalter „rotiert“ dabei mit  $f_c$  Umdrehungen pro Sekunde. Da jeder Kondensator nur für 1/N der Gesamtzeit eines Umlaufes mit dem Eingang verbunden ist, wird seine Zeitkonstante um den Faktor N auf  $\tau = N \cdot R \cdot C$  erhöht. Die Zeitkonstante der in Kaskade geschalteten Filtergruppe beträgt ebenfalls  $N \cdot R \cdot C$ , wobei die Grenzfrequenz bei

$$f_{TP} = 1/2 \cdot \pi \cdot N \cdot R \cdot C \text{ liegt.}$$

Das Ausgangssignal des kommutierten Tiefpaßfilters ist stufenförmig, da sich jeder Kondensator auf die durchschnittliche Spannung auflädt, die während seines 1/N-ten Zeitsegmentes des Eingangssignals an ihm anliegt. Wird ein Signal mit der Umschaltfrequenz  $f_c$  an den Filtereingang gelegt, „sieht“ ein einzelner Kondensator, wenn er eingeschaltet wird, jedesmal die gleiche mittlere Spannung. Er sieht damit sozusagen ein stationäres Signal und lädt sich rasch auf die mittlere Spannung auf. Werden die einzelnen Kondensatoren nacheinander umgeschaltet, so erhält man am Ausgang eine stufenförmige Reproduktion des Eingangssignals. Sobald alle Kondensatoren aufgeladen sind, ist die restliche Dämpfung des ankommenden Signals gering. Sie hängt im wesentlichen von der Anzahl der Stufen und der Ausgangsbelastung ab. Ein Signal, das von der Resonanzfrequenz einen Abstand  $f_s$  hat (d. h. die Signalfrequenz kann  $f_c - f_s$  oder  $f_c + f_s$  sein), entspricht einem Signal der Frequenz  $f_s$  eines Tiefpaßfilters. Somit entsteht ein Band-

paßverhalten mit dem Durchlaßkurvenverlauf des kommutierten Tiefpaßfilter (Bild 3). Weitere Durchlaßbereiche entstehen bei Harmonischen von  $f_c$ , wodurch das in Bild 4 gezeigte „Kammfilter-Verhalten“ erzeugt wird. Der Einfügungsverlust steigt für die verschiedenen Harmonischen an und zwar auf Grund der relativen Verringerung der Anzahl der Sektionen und der Mittelwertbildung der Kondensatoren.

Das „Kammfilter-Verhalten“ ist bei den meisten Anwendungen nicht erwünscht, so daß gewöhnlich auf das digitale Filter eine mehr konventionelle Ausführung folgt. Es kann sich dabei um einen Band- oder Tiefpaß handeln, der gleichzeitig den treppenförmigen Verlauf der Filterausgangsspannung beseitigt. Ein Bandpaß geringer Güte reicht dafür meistens aus und läßt sich auch bei niedrigen Frequenzen ohne größere Probleme realisieren. Da für ein digitales Filter somit zusätzlich ein weiteres Filter für den gleichen Frequenzbereich benötigt wird, erhebt sich die Frage nach der Zweckmäßigkeit kommutativer Filter und ihrer Vorteile. Einer der Vorzüge des digitalen Filters besteht darin, daß die Güte und die Anforderungen an die Bandbreite des zweiten Filters

erheblich reduziert werden können. Häufig ist ein Filter bei tiefen Frequenzen auf Grund der Dimensionen der benötigten passiven Bauelemente kaum zu realisieren. Darüber hinaus werden die Mittenfrequenzen der üblichen Filter durch diskrete Komponenten festgelegt, so daß ihre Stabilität geringer als bei kommutativen Filtern ist. Ein weiterer entscheidender Vorteil besteht darin, daß ein digitales Filter, mit entsprechendem zusätzlichen Schaltungsaufwand so erweitert werden kann, daß es einer bestimmten Signalfrequenz nachläuft, was bei den meisten anderen Verfahren kaum zu realisieren ist. Der mögliche Einsatzbereich digitaler Filter liegt bei Frequenzen zwischen einigen Hz und etwa 10 MHz.

### Beispiel:

Kommutative Filter lassen sich leicht und preiswert aufbauen, seitdem es integrierte Digitalschaltungen gibt, die den mechanischen Umschalter ersetzen können. Üblicherweise werden ein Schieberegister oder ein Zähler, die mit einer Taktfrequenz von  $N \cdot f_c$  arbeiten, zur Steuerung einfacher Transistor-Schalter verwendet. Derartige Filter reichen aus, sofern die Anforderungen an die Dämpfung im Sperrbereich nicht zu hoch sind. Das Eingangssignal darf einige hundert Millivolt nicht überschreiten, um zu vermeiden, daß die Transistorschalter unerwünschterweise in den Durchlaßbereich geraten. Ein Filter dieses Types mit 4 Sektionen ist in Bild 6 und ein solches mit 8 Sektionen in Bild 7 dargestellt. Das aufwendigere Filter mit 8 Sektionen ist durch eine geringere Bandbreite gekennzeichnet, außerdem sind die Treppen der Ausgangsspannung feiner abgestuft. Das Bild 5 zeigt die Durchlaßkurve der beiden Filter. Bei denen für R 1-k $\Omega$ -Widerstände und für C Kondensatoren mit einer Kapazität von 0,1  $\mu$ F eingesetzt wurden. Die Dekodierung der Zäh-

lerausgänge erfolgt über die Gatter MC 7403, die über Ausgänge mit offenem Kollektor verfügen. Damit sind die 8 Kondensatoren und der Widerstand R die einzigen diskreten Komponenten, die für das Filter benötigt werden. Abhängig von der Übereinstimmung der Sättigungsspannung der einzelnen Schalt-Transistoren wird von dem Filter ein mehr oder weniger starkes, zusätzliches unerwünschtes Signal bei Harmonischen von  $f_c$  erzeugt. Die Anpassung kann durch Verwendung von Transistoren im inversen Betrieb, bei dem Kollektor und Emitter vertauscht sind, verbessert werden. Der Betrieb mit invers angeschlossenen Transistoren erfordert allerdings diskrete Bauelemente und bedeutet daher einen nicht unbeträchtlichen zusätzlichen Aufwand. Werden bessere Ergebnisse benötigt, als sie mit dem einfachen integrierten Schalter möglich sind, müssen diskrete Bauelemente eingesetzt werden. Mit einem Transistor pro Sektion kann beispielsweise ein Schalter aufgebaut werden, der größere Eingangssignale zuläßt, wobei allerdings die gleiche Fehlanpassung der Sättigungsspannungen bestehen bleibt. Der absolute Pegel der unerwünschten Signale sinkt dadurch zwar nicht ab, aber er verringert sich relativ zur Höhe des Nutzsignals. Die entscheidendste Abweichung von der Theorie, die das Filter zeigt, besteht im Hinblick auf die Dämpfung im Sperrbereich, die bei der Schaltung nach Bild 5 nur knapp -35 dB beträgt. Die Ursache dafür ist vor allem, daß ein Teil des Signalstroms über die Transistoren kurzgeschlossen wird. Dieser Strom ändert die Sättigungsspannung und wird somit durch das Filter übertragen. Der Einfluß dieses Stroms kann durch einen Gleichspannungs-Vorstrom durch das Filter, der größer als der Signalstrom ist, beseitigt werden. Ein geeignetes Netzwerk, das größere Signale zuläßt und Gleichstrom durch das Filter liefert, wurde zusätzlich in der Schaltung nach Bild 7 vorgesehen. Das Bild 8 zeigt die endgültige Ausführung. Die zusätzlichen Transistorstufen ermöglichen Eingangssignale mit Spannungen von  $U_{ss} = 5$  V und liefern für die Dauer der Einschaltzeit einen Strom durch das Filter. Die Widerstandswerte sollten so gewählt werden, daß der Gleichstrom größer als der höchstmögliche Strom durch den Eingangswiderstand R des Filters ist. Das Bild 9 zeigt den gemessenen Verlauf der Filter-Durchlaßkurve. Die Bandbreite entspricht der des einfacheren Filters nach Bild 7, jedoch kann-

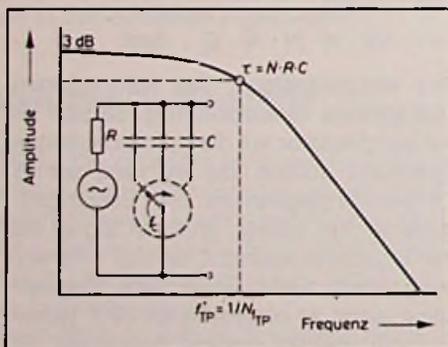


Bild 3: Kommutiertes Tiefpaßfilter

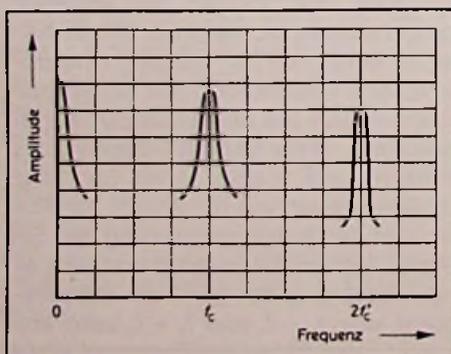


Bild 4: Durchlaßbereiche des Kammfilters

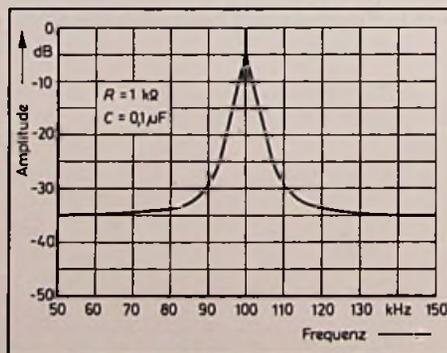


Bild 5: Durchlaßkurve der Filter nach Bild 6 und 7

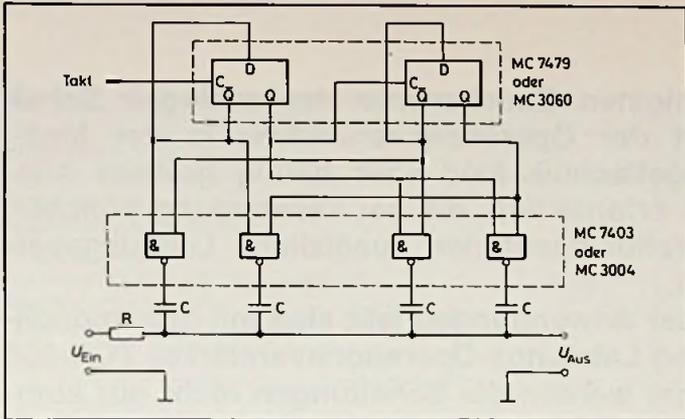


Bild 6: Kommutatives Filter mit 4 Sektionen

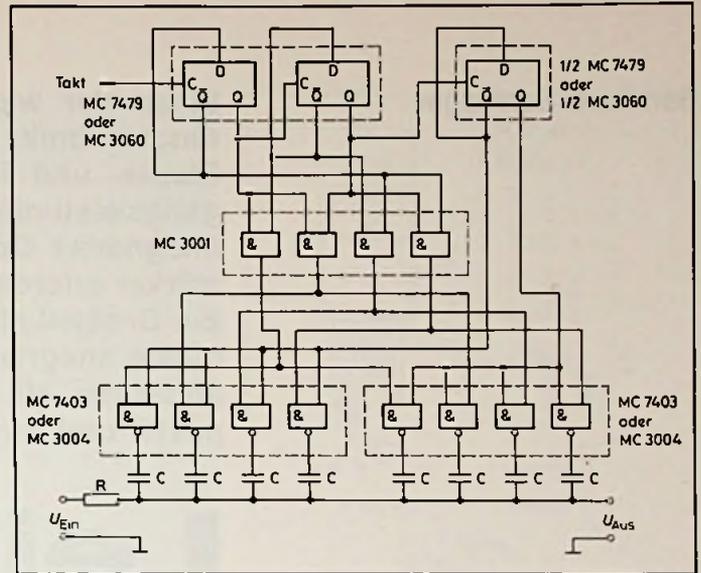


Bild 7: Kommutatives Filter für größere Signale mit 8 Sektionen (Prinzip)

te die Dämpfung im Sperrbereich beträchtlich verbessert werden.

Im Bild 10 haben wir die Durchlaufkurven eines ähnlichen, mit MECL-II-Bausteinen aufgebauten Filters für verschiedene Bandbreiten.

Das Filter mit der geringeren Bandbreite hat einen höheren Eingangswiderstand, der die Größe des Signalstromes verringert. Der Unterschied hinsichtlich der Unterdrückung im Sperrbereich zeigt deut-

lich, wie vorteilhaft es ist, den Signalstrom so weit wie möglich zu reduzieren. Der Maximalwert des Widerstandes R wird in der Praxis durch das nachfolgende, konventionelle Filter festgelegt, das für das digitale Filter eine Belastung darstellt.

Für den Betrieb bei höherer Frequenz sind die hohen Schaltgeschwindigkeiten von MTTL- und MECL-Schaltungen unbedingt erforderlich, da sich die Dämpfung im Sperrbereich in hohem Maße proportional

zu der Zeit verhält, die der Schalter zum Ein- und Ausschalten benötigt. Diese Zeit beträgt bei MTTL-Schaltungen etwa 10 ns und ermöglicht bei einem achtstufigen Filter eine maximale Mittenfrequenz von 1 MHz. Die höchsten noch möglichen Filterfrequenzen von etwa 10 MHz können nur mit sehr schnellen, synchron arbeitenden Schaltern erzielt werden. (Aus Feltron „Elektronik-Applikationen.)

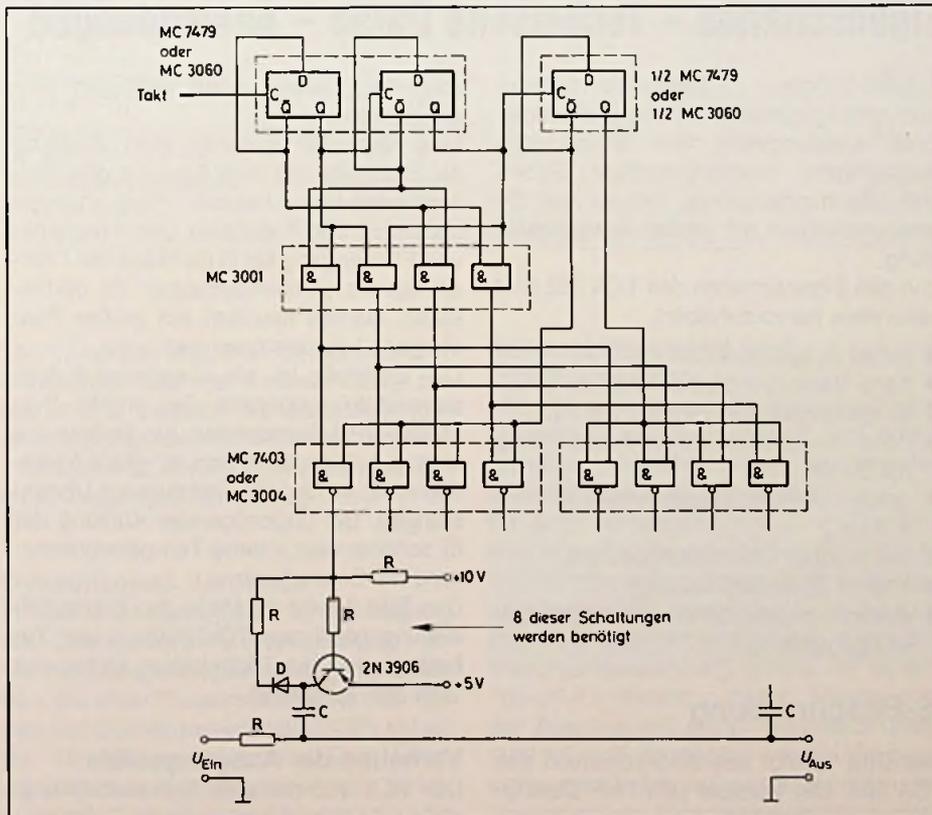


Bild 8: Kommutatives Filter für größere Signale (endgültige Ausführung)

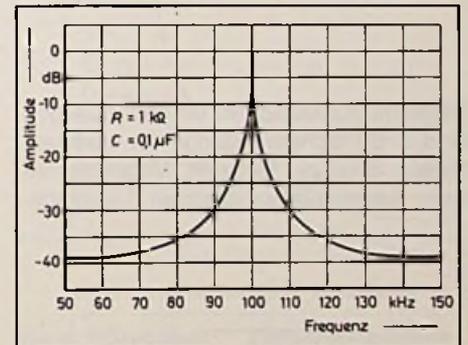


Bild 9: Gemessener Verlauf der Durchlaufkurve nach Bild 7

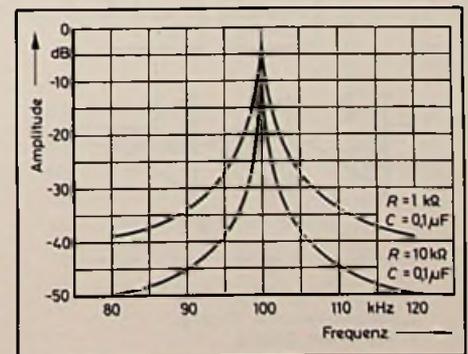


Bild 10: Durchlaufkurven eines mit ECL-II-Bausteinen bestückten Filters

Bernhard Schwager

Eines der wichtigsten Bauelemente der analogen Schaltungstechnik ist der Operationsverstärker. In der Meß-, Steuer- und Regeltechnik sind aber häufig größere Ausgangsleistungen erforderlich, die bei Verwendung üblicher, integrierter Operationsverstärker zusätzliche Leistungsverstärker erfordern.

Ein Großteil dieser Anwendungen läßt sich mit dem monolithisch integrierten Leistungs-Operationsverstärker TCA 365 abdecken. Mit ihm werden die Schaltungen nicht nur kompakter und wirtschaftlicher, sondern auch zuverlässiger.

# Leistungs-Operationsverstärker TCA 365

## Eigenschaften – Technische Daten – Anwendungen

Mögliche Applikationen für den TCA 365 sind z. B.: Schaltverstärker für Lampen, Relais, Schütze, Motoren, Magnetventile usw., Leistungskomparatoren, Leistungs-

Schmitt-Trigger, Leistungs-Interface, Drehzahlregelungen von Gleichstrommotoren, Leistungsteile von Schrittmotorsteuerungen, programmierbare Strom- und Spannungsquellen, Impuls- und Signalgeneratoren mit großer Ausgangsleistung.

Von den Eigenschaften des TCA 365 sind besonders hervorzuheben:

- hoher Ausgangsstrom von 3 A,
- hohe Versorgungsspannung bis 36 V,
- Eingangsgleichtaktbereich bis  $-U_s$ ,
- hohe Leerlaufspannungsverstärkung mit 90 dB,
- große Anstiegsgeschwindigkeit mit 4 V/ $\mu$ s
- thermischer Überlastungsschutz,
- interne Strombegrenzung,
- einfach montierbares Kunststoff-Leistungsgehäuse.

(bis  $-U_s$ ), sowie einen niedrigen Eingangsstrom.

Eine Kapazität zwischen dem Ausgang der Endstufe und dem Eingang des Treiber-Verstärkers bewirkt Frequenzkompensation und linealisiert den Frequenz- und Phasengang bis in die Nähe der Transitfrequenz (Amplitudenabfall: 20 dB/Dekade). Daraus resultiert ein großer Phasengang bei Verstärkungen  $> 10$ .

Die Endstufe ist als Gegentakt-B-Ausgangsstufe ausgeführt. Sie enthält Darlingtong-NPN-Transistoren für Ströme bis max. 3 A. Der „SOA-Schutz“ (safe operation area) schützt die Endstufe vor Überlastungen. Bei ungenügender Kühlung der IS schaltet eine interne Temperatursicherung die Endstufe ab.

Das Bild 2 zeigt die Maße des Kunststoffleistungsgehäuses TO-220/5. In der Tabelle 1 sind die Technischen Daten des TCA 365 aufgeführt.

### IS-Beschreibung

Das Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des TCA 365. Die Vorstufe (ein PNP-Darlington-Differenzverstärker) gewährleistet einen großen Eingangsgleichtaktbereich

### Verhalten der Ausgangsstufe

Der TCA 365 hat eine Schutzschaltung, die die Sperrschichttemperatur  $T_j$  der integrierten Schaltung nicht größer als etwa

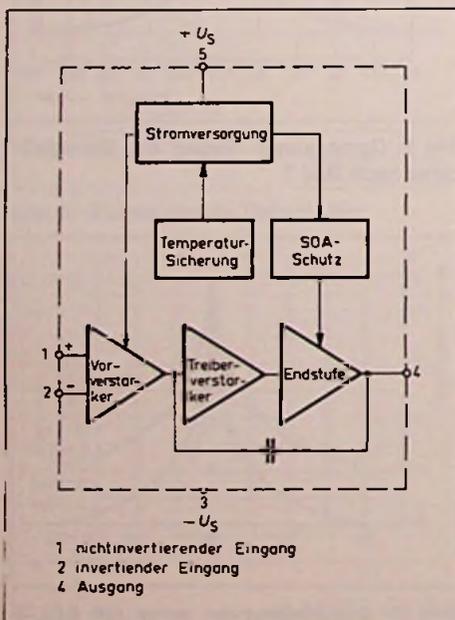


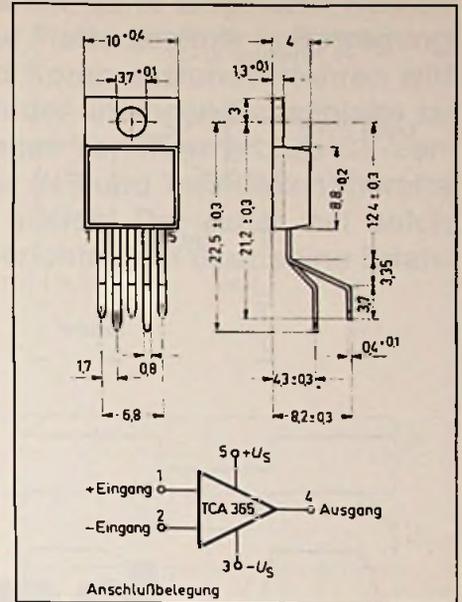
Bild 1: Blockschaltbild des TCA 365

**Tabelle 1: Technische Daten des TCA 365**

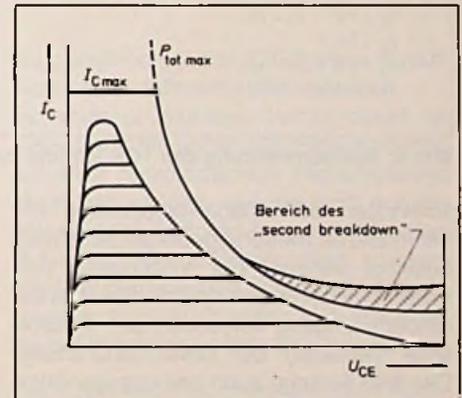
Grenzdaten			
Speisespannung	$U_s$	$\pm 18$	V
Differenzeingangsspannung	$U_{ID}$	$\pm U_s$	V
Ausgangsspitzenstrom	$I_Q$	3,0	A
Wärmewiderstand (System-Gehäuse)	$R_{chSG}$	4	K/W
Sperrschichttemperatur	$T_j$	150	°C
Lagertemperatur	$T_s$	-40 bis 125	°C
Verstleistung (bei $T_c = 90$ °C)	$P_{tot}$	15	W
Funktionsbereich			
Betriebsspannung	$U_s$	$\pm 4$ bis $\pm 18$	V
Umgebungstemperatur im Betrieb	$T_u$	-25 bis +85	°C

**Kenndaten ( $U_s = \pm 15$  V,  $T_u = 25$  °C)**

		min	typ	max	
Leerlaufstromaufnahme	$I_s$		20	40	mA
Eingangsnulspannung	$U_{IO}$	-10		10	mV
Temp. Koeffizient d. $U_{IO}$ ( $R_G = 50$ $\Omega$ )	$a_{UIO}$		10		$\mu V/^\circ C$
Eingangsnulstrom	$I_{IO}$	-200		200	nA
Temp. Koeffizient d. $I_{IO}$ ( $R_G = 50$ $\Omega$ )	$a_{IIO}$			0,1	$nA/^\circ C$
Ausgangsspannung ( $R_L = 470$ $\Omega$ )	$U_{OSS}$	$\pm 13,0$	$\pm 13,2$		V
( $R_L = 4,7$ $\Omega$ )	$U_{OSS}$	$\pm 11,7$	$\pm 12$		V
Eingangsstrom	$I_i$		0,2	1	$\mu A$
Leerlaufspannungsverstärkung ( $f = 100$ Hz)	$A_{uo}$		90		dB
Eingangsgleichaktbereich ( $R_L = 470$ $\Omega$ )	$U_{IC}$	+13,4/-15	+13,5/-15		V
Gleichtaktunterdrückung ( $R_L = 470$ $\Omega$ )	$K_{CMR}$	75	83		dB
Speisespannungsunterdrückung ( $A_u = 100$ , $f = 20$ Hz)	$K_{SVR}$	50	62		dB
Anstiegsgeschwindigkeit von $U_Q$ ( $A_u = 6$ )	$\frac{dU_Q}{dt}$		4		V/ $\mu s$



**Bild 2: Kunststoff-Leistungsgehäuse TO 220/5 mit Kühlfläche und fünf Anschlüssen. Wärmewiderstand (Sperrschichtgehäuse)  $R_{thjG} = 4$  K/W**



**Bild 3: SOA-Schutz (Verlustleistungsbegrenzung). Eine Schutzschaltung bewirkt, daß die Verlustleistung innerhalb der Grenzen des gerasterten Bereichs, der „safe operation area“ bleibt**

150°C werden läßt. Bei Überlastung oder Kurzschluß wird die Verlustleistung begrenzt und dadurch die Zerstörung der Ausgangstransistoren verhindert. In **Bild 3** ist dieser SOA-Schutz verdeutlicht. Der max. Ausgangsstrom beträgt 3 A.

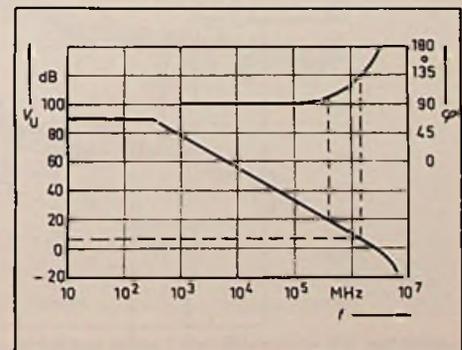
### Dynamisches Verhalten

In **Bild 4** ist der typische Frequenzgang der Leerlauf-Spannungsverstärkung sowie der dazugehörige Phasengang zu sehen. Bei einer Phasenreserve von 45° läßt sich der Operationsverstärker (OP) auf etwa 10 dB gegenkoppeln. Das Überschwingen der Ausgangsspannung im Impulsbetrieb ist ab einer Verstärkung von 20 dB minimal (Phasenreserve  $\approx 70^\circ$ ).

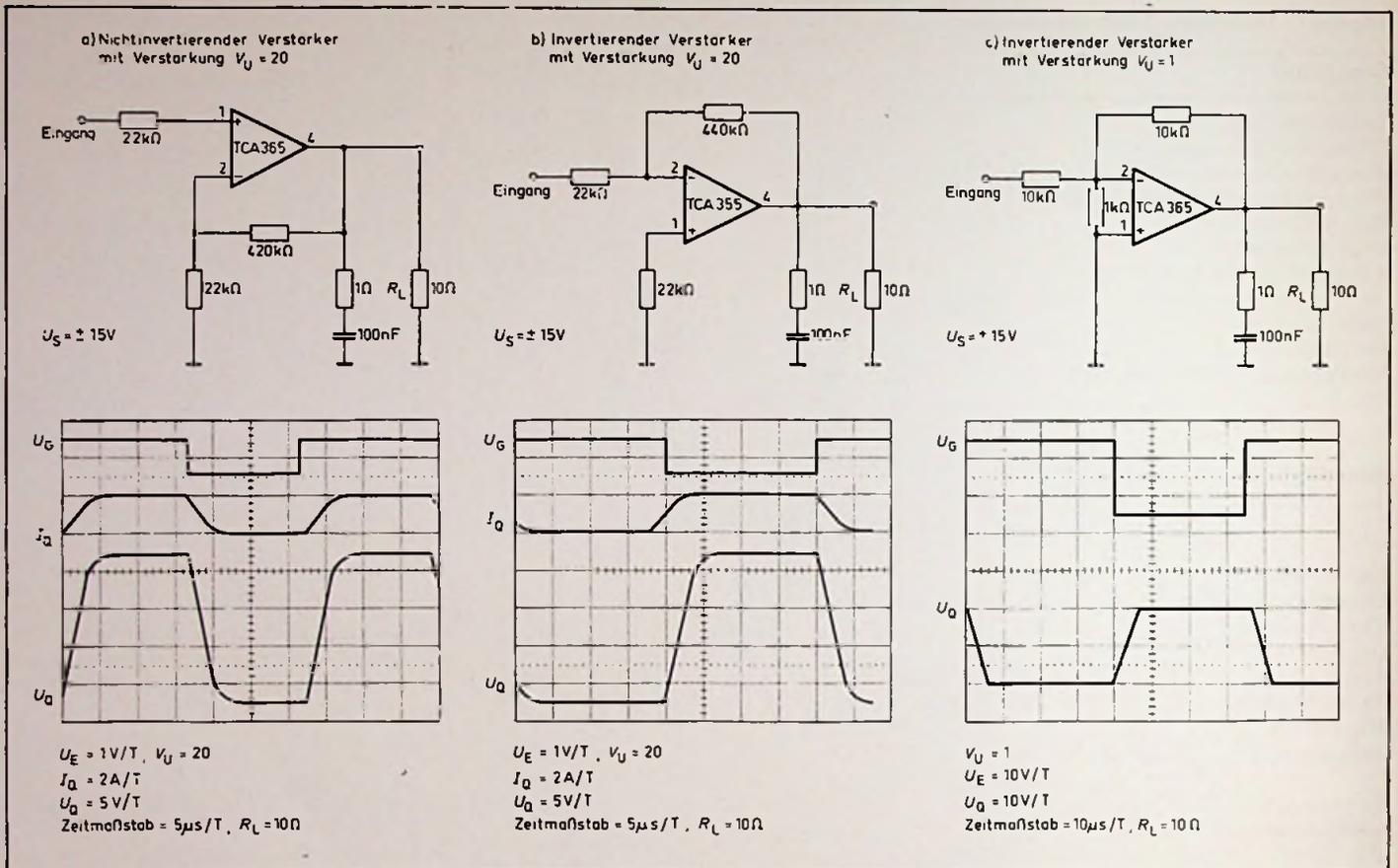
### Basisapplikationen und Impulsverhalten

Messungen mit den Basisapplikationen nichtinvertierender Verstärker und invertierender Verstärker zeigen das Impulsverhalten des TCA 365 (**Bild 5**).

Bei einer Verstärkung von  $V_u = 20$  ergibt sich sowohl im invertierenden als auch im nichtinvertierenden Betrieb eine Anstiegsgeschwindigkeit (slew rate) von 5 V/ $\mu s$ . Der Verstärker arbeitet stabil, wenn die Versorgungsspannung jeweils mit einem 100- $\mu F$ -Kondensator gegen Masse und der Ausgang mit einem Boucherot-Glied (100 nF, 1  $\Omega$ ) beschaltet werden. Es zeigt sich auch für den Ausgangsstrom 2 A ein aperiodisches Einschwingverhalten. Bei Verstärkungen  $V_u < 10$  kann das Über-



**Bild 4: Leerlaufverstärkung  $V_u$  und Phasengang  $\phi$  des TCA 365**



**Bild 5: Basisanwendung des TCA 365 und zugehöriges Impulsverhalten**

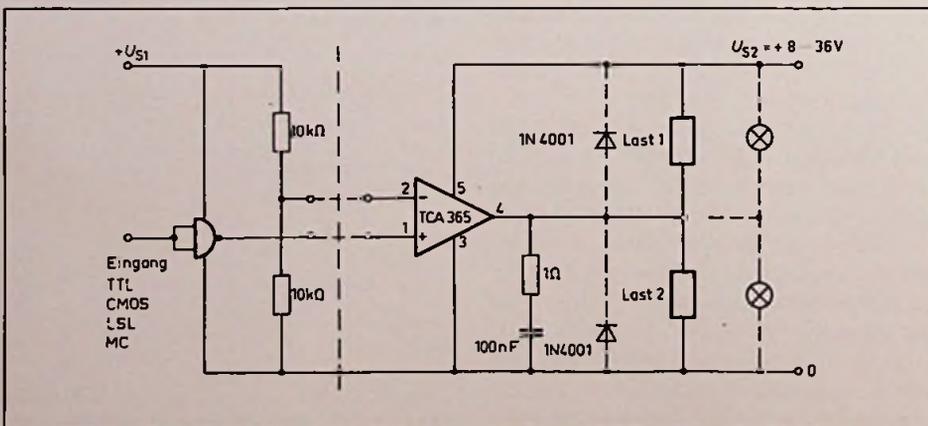
schwingen der Ausgangsspannung mit der in Bild 5c wiedergegebenen Schaltung beseitigt werden. Der Widerstand zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang verbessert das dynamische Verhalten der Gesamtanordnung. Das Bild 5c zeigt auch das dazugehörige Impulsiagramm des invertierenden Verstärkers mit einer Spannungsverstärkung  $V_U = 1$ .

## Anwendungen des TCA 365

### Interfaceschaltungen

Interfaceschaltungen haben u. a. die Aufgabe, mit Signalen von Logikbausteinen (LSL, TTL, CMOS) und Mikrocomputern (MC) größere Lastströme zu schalten und Lampen, Schütze, Relais, Magnetventile und Motoren zu steuern. Als Leistungsschalter hierfür ist der Leistungsverstärker

TCA 365 mit seinem Darlington-Eingang, sowie mit seiner gegen Kurzschluß und Überlastung geschützten Endstufe und seinem großen Ausgangsstrom von 3 A hervorragend geeignet. Die Leistungs-Interfaceschaltung (Bild 6) mit dem TCA 365 kann von allen gängigen Logikbausteinen gesteuert werden. Der Versorgungsspannungsbereich liegt zwischen +8 und +36 V.



**Bild 6: Schaltverstärker TTL-, CMOS- und MC-Signale ( $U_{s2} \geq U_{s1}$ )**

### Lampenansteuerung

Für viele Leistungsschaltglieder ist das Schalten von Glühlampen problematisch, da deren niedriger Kaltwiderstand zur Überlastung führt. Durch die Strom- und Verlustleistungsbegrenzung ist der Typ TCA 365 in der Lage, auch Glühlampen zu schalten. Wie im Bild 6 angedeutet, können die Lampen wahlweise nach Null oder nach der Betriebsspannung geschaltet werden. Damit können sie mit L- oder H-Pegel am Eingang eingeschaltet werden. (wird fortgesetzt)

Hans-Joachim Haase

Die Digitalerschallplatte, die bald am Markt eingeführt werden soll, hat auch die herkömmliche Plattentechnik in Bewegung gebracht. Mit Expansions- und Kompressionsverfahren will man dem Hintergrundgeräusch der analogen Schallplatte zu Leibe rücken. Ein neu entwickeltes Verfahren ist das CX-Verfahren, zu dem einige Hersteller (NS und Telefunken) bereits geeignete ICs zur Verfügung stellen. Der Autor hat solch einen Expander getestet und berichtet hier über seine Erfahrungen.

# CX- Expander gemessen und getestet

Es ist eigentlich erstaunlich, daß die Phonindustrie so lange brauchte, um die leidigen Störgeräusche bei der konventionellen Schallrillenabtastung durch ein Kompander-System herabzusetzen. Vielleicht lag es einfach daran, daß sich hier – im Gegensatz zu den Rauschunterdrückungsverfahren bei Cassettenrecordern – die Schallplatten-Hersteller mit den Apparatebauern auf ein geeignetes System zu einigen hatten, denn eine einheitliche Kompressor-Funktion muß hier bereits beim Schnitt der Platte aktiviert sein.

Wie bereits in FT 10/81 berichtet hat nun der amerikanische Platten-Hersteller CBS mit dem CX-System (Compatible Extension) ein Störgeräusch-Unterdrückungsverfahren für die Schallplattenwiedergabe entwickelt, von dem auf der IFA 81 gemunkelt wurde, daß es 20 dB Expansion schafft. Schon damals hieß es unter den Kennern der Materie spontan, daß das nun endlich ein akzeptables System wäre, das den in letzter Zeit immer lauter werdenden Ruf nach der digitalen PCM-Platte zunächst zum Verstummen bringen könnte. CBS-Chefingenieur L. A. Abbagnaro meint, daß bei der Wiedergabe einer CX-Platte die „typischen Störgeräusche fehlen und die Tonqualität von Live-Musik erreicht“ wird. Ein gewagter und erstaunlich selbstsicherer Ausspruch!

## Welcher Störgeräuschabstand ist nötig?

Wo der Störgeräuschabstand bei einer optimalen Schallplatten-Wiedergabeanlage liegt, zeigt die obere Kurve in Bild 1. Im Vergleich zur Cassettenband-Wiedergabe über das einfache Dolby-B-System, fehlen tatsächlich diese 20 dB und – um es anhand der darunterliegenden Kurve vor-

wegzunehmen – das CX-System schafft diese zusätzlichen 20 dB tatsächlich.

Ein weiterer wichtiger Vorteil steckt im CBS-Verfahren selbst. CX-Platten können auf allen herkömmlichen Plattenspielern abgespielt werden, weil sie nicht nur genau so aussehen und hergestellt werden wie konventionelle Schallplatten, sondern auch mit den üblichen Tonabnehmern abzutasten sind. Auch sollen sich laut CBS bei der Wiedergabe über eine normale Hi-

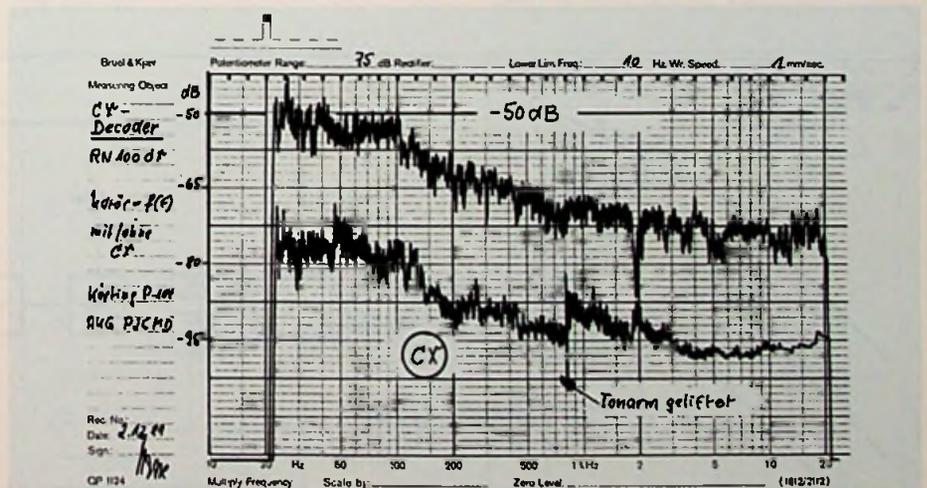


Bild 1: Terzanalyse des Störgeräusches beim Abtasten einer Leerrillenplatte mit betragsmäßiger Entzerrung der linearisierten Meßapparatur; oben: ohne, unten: mit CX-Decoder (Laufwerk: Körting P 104, Abtaster: AKG P 25 MD)

Fi-Anlage keine Klangunterschiede erkennen lassen. Aber gerade das bestreitet man bei Polygram in Hannover, wo man sich sehr genau mit dem CX-Verfahren beschäftigt hat und es „nicht für zukunfts-trächtig“ hält.

Bei CBS ging man davon aus, daß sich bei der Abmischung über ein 24-Kanal-Mischpult die bei der Magnet-Aufzeichnung ursprünglich erreichte Dynamik von 95 dB pro Kanal zwar auf  $95 - 10 \log 624 = 81$  dB verringert, damit aber immer noch um etwa 20 dB größer ist, als der bei der Abtastung herkömmlicher Schallplatten erreichte Fremdspannungsabstand. Obwohl die bei der Schallplattenabtastung meßtechnisch, etwa durch eine Terzanalyse feststellbaren Störspannungen nicht ausschließlich der Platte anzulasten sind (die Rumpelstörungen bei vielen Plattenspieler sind oft erheblich höher!), hat man bei der CBS mit Hilfe eines Kompan-der-Verfahrens – unter Einbeziehung der Schallplatte selbst – versucht, durch Absenkung aller Störgeräusche bei der Abtastung diese 20 dB für die Erweiterung der akustisch feststellbaren Dynamik auszunutzen.

Wie praktisch bei allen Kompan-der-Systemen muß man zunächst mit einem Kompressor bemüht sein, das Nutzsignal durch pegel- und gegebenenfalls durch frequenzabhängige Anhebung schon beim Plattenschnitt in der Dynamik so zu komprimieren, daß wiedergabeseitig durch das Wieder-Rückgängig-Machen über einen Expander mit spiegelbildlichen  $U_e/U_a$ -Kennlinien das Störgeräusch des Tonträgers möglichst im gesamten Hörbe-

reich um den Grad der Absenkung abge-senkt werden kann.

Hier ging man davon aus, daß der in Bild 1 erkennbare Störgeräuschverlauf etwa der Ohrempfindlichkeitskurven für geringe Lautstärken entspricht und der resultie-rende Geräuschpegel bei der Wiedergabe nahezu frequenzlinear ist. Das CX-Kom-pander-System ist daher nach den in Bild 2 gezeigten Kompressor/Expander-Kennlinien als Breitband-Kompan-der konzipiert. Diese jeweils im Coder und Deco-der enthaltenen Kennlinien verlaufen für Pegel bis  $-40$  dB im Verhältnis 2:1, bzw. 1:2, ab  $-40$  dB mit 1:1. Das heißt, alle Eingangssignale im Bereich von  $< 0$  dB bis  $-40$  dB werden bei der Überspielung kräftig angehoben und bei der anschlie-ßenden Wiedergabe gegenseitig wieder abgesenkt. Ein auf dem Band weitgehend störungsfrei aufgezeichnetes Pianissimo von  $-50$  dB würde auf der CX-codierten Schallplatte auf  $-30$  dB angehoben.

### Eichschallplatte erforderlich

Bei der Rückbildung im Decoder wird es wieder auf  $-50$  dB heruntergedrückt, gleichzeitig mit ihm aber auch die sich bei der Abtastung bildenden Störgeräusche. Das funktioniert in der Praxis aber nur, wenn zuvor eine 0-dB-Eichung stattfindet. Man kann diese mit Hilfe einer, mit dem justierbaren Decoder mitgelieferten Pegelplatte ( $17 \text{ cm}/45 \text{ min}^{-1}$ ) erreichen. Eine Nacheichung ist dann nur beim Wechsel des Tonabnehmersystems erforderlich. Zur Steuerung des gewünschten Verhal- tens auf der Wiedergabeseite benutzt

man das vom Abtaster erzeugte Tonfre- quenzsignal. Da auf einer Schallplatte nun natürlich keine stationären Sinustöne auf- gezeichnet sind sondern ein breitbandi- ges, im Pegel ständig schwankendes Klangbild, wird der Verstärkungsfaktor des Wiedergabeverstärkers dauernd ver- ändert. Damit sich das aber nicht durch hörbare Regelschwingungen bemerkbar macht, muß die aufbereitete Steuerspan- nung für den Verstärker einer frequenzab- hängigen Zeitfunktion entsprechen.

Das Bild 3 zeigt das vereinfachte Block- schaltbild des Expanders. Das vom Pho- noentzerrer ankommende Eingangssignal wird über einen Verstärker V pro Kanal auf einen regelbaren Wiedergabeverstärker WV und, gleichzeitig nach je einem 100- Hz-Hochpaß HPF, zusammengefaßt in ei- nen Gleichrichterkreis GI geleitet. Das in GI entstandene DC-Signal dient grund- sätzlich zur pegelabhängigen Verstär- kungsregelung der beiden Wiedergabe- verstärker. Es bewirkt die hier erforderliche Expansion des Tonsignals. Ist das DC-Signal größer als eine anliegende Re- ferenzspannung  $U_{Ref}$ , ändert sich das steuernde Signal direkt mit der NF-Ein- gangsspannung. Ein- und Ausgangsspan- nung des Wiedergabeverstärkers verhal- ten sich wie 1:2. Ist die DC-Spannung kleiner als  $U_{Ref}$ , verhält sie sich wie 1:1. Diese Steuerspannung wird zuvor jedoch über den Regelbaustein RB geführt, der die Steuerspannung mit 2 Zeitkonstanten verknüpft, d.h. die Ansprechzeit wird hier auf 1 ms, die Abfallzeit auf 10 ms festge- legt. So relativ schnell angesteuert könnte der Wiedergabeverstärker aber erkennba-

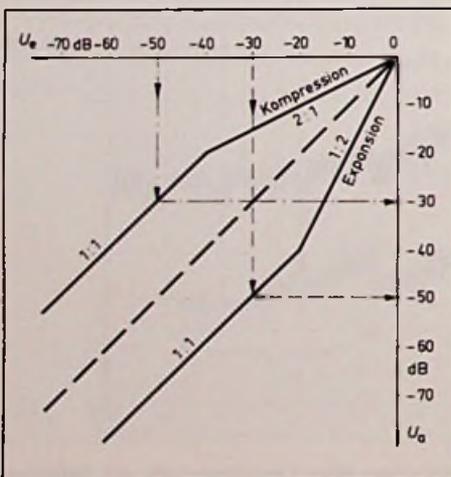


Bild 2:  $U_e/U_a$ -Kennlinien des CX-Kompressors/Expanders

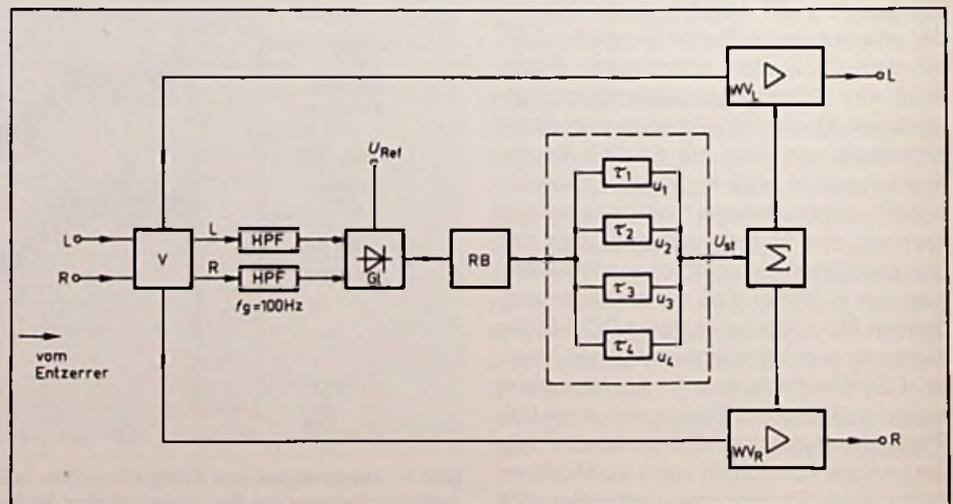


Bild 3: Blockschaubild des CX-Expanders

re Veränderungen der Dynamik, insbesondere aber ein hörbares Pumpen hervorrufen. Daher wird dem Baustein RB ein weiterer Baustein nachgeschaltet, in dem eine nochmalige Bewertung der zugeführten Steuerspannung nach vier verschiedenen Ansprech- und Zeitkonstantenschwellen stattfindet. Die Bereiche  $\tau_1$  und  $\tau_3$  sind für Pegel von kurzer und mittlerer Dauer optimiert, wobei  $\tau_3$  mit Hochpaß-Charakteristik die Durchschaltung nach  $\tau_3 = 30$  ms begrenzt. Länger anhaltende Signale übernimmt dann  $\tau_1$ , d.h. bei sprunghaftem Signalanstieg ist der Bereich  $\tau_1$  für die ersten 30 ms unwirksam. Die Strecke  $\tau_4$  wird zur Steuerung des Expanders bei plötzlichem Pegelabfall verwendet. Dabei wirkt sich die zugeordnete Regelzeitkonstante von 200 ms so aus, daß sich die Steuerspannung und damit die Signalverstärkung innerhalb 200 ms rasch ändert, darüber hinaus (wo das Ohr ein Abklingen störend empfinden würde) übernimmt die weitere Steuerung der Bereich  $\tau_2$ , in dem ein zugeordnetes Tiefpaßverhalten kleine und anhaltende Pegel mit einer Zeitkonstanten von 2 s bewertet werden. Das resultierende Steuersignal  $U_{St.}$ , das gleichwertig über die Stufe  $\Sigma$  auf beide Wiedergabeverstärker verteilt wird, entsteht also aus der Summe der einzelnen, zeitgeprägten Steuersignalen  $U_1$  bis  $U_4$  aus den 4 Bereichen. Man kann durch diese Maßnahme sowohl den Atmungseffekt als auch die nichtlinearen Verzerrungen des Expanders klein halten. Da sich dieses bei tiefen Frequenzen nur mit erheblich größerem Aufwand realisieren läßt (s. High-Com-Verfahren), sind die 100-Hz-Hochpaßfilter in den Steuerkreis eingefügt.

separaten Baustein RN 100 CX (Bild 4) an. Dieser netzbetriebene Zusatz kann ohne schaltungstechnische Schwierigkeiten in eine vorhandene HiFi-Anlage zwischen Plattenspieler und Wiedergabeverstärker eingefügt und auf 2 verschiedene Arten betrieben werden (Bild 5). Benutzt man das am RN 100 CX einseitig verdrahtete Kabel K, ist dieses in die AUX-Buchse am Wiedergabeverstärker zu stecken und dementsprechend der Betriebsarten-Wahlschalter S bei der Schallplattenwiedergabe auf AUX zu schalten. Die CX-Funktion kann dann wahlweise am Decoder über Taste „CX“ in Betrieb genommen werden. Wer diese Funktion am Wiedergabeverstärker anwählen und den Decoder vielleicht nicht sichtbar irgendwo hinter den Bausteinen oder im HiFi-Turm verstecken möchte, muß ein Zusatzkabel ZK verwenden (eines der typischen Verbindungskabel mit beidseitig montierten 5-Pol.-DIN-Steckern). Dieses wird dann in die Buchse BA am RN 100 CX und in die Phonobuchse (MM) am Vorverstärker gesteckt. Nun kann wahlweise mit dem Betriebsarten-Wahlschalter S (zwischen

Phono und AUX) die CX-Funktion benutzt werden, wenn die CX-Taste am Decoder gedrückt ist. Besonders günstig ist diese Art der Verwendung, wenn der Wiedergabeverstärker eine geschaltete Netzsteckdose NS besitzt.

Der Eingang des RN 100 CX ist den Betriebsbedingungen des Magnet-Tonabnehmers (MM) angepaßt. Wer einen dynamischen Abtaster (MC) verwendet, muß einen Übertrager oder Vorverstärker vorschalten. Wichtig für eine exakt spiegelbildliche Kompandereffekte ist natürlich, daß die absoluten Pegelwerte stimmen, d.h. daß die 0-dB-Kompression gleich der 0-dB-Expansion ist. Mit der erwähnten Pegelplatte wird die Verstärkung jeder der beiden Stereokanäle eingangsseitig so eingeppegelt, daß eine LED gerade aufleuchtet. Das ist dann der Bezugspegel, der nur nachjustiert werden muß, wenn der Tonabnehmer gegen einen solchen mit anderem Übertragungsfaktor ausgetauscht wird. Eine Anpassung an die Eingangsempfindlichkeiten der Phono- und oder AUX-Eingänge am Wiedergabeverstärker ist durch 2 weitere Pegelsteller ( $\pm 3$  dB) möglich, (Output level). Mehr als es die Meßkurven beweisen, zeigte die praktische Erprobung die Wirksamkeit des CX-Systems. Schon beim Absetzen der Nadel in der Einlauffrille „vermißt“ man das übliche Poltern, Knistern und Rauschen. Während der Wiedergabe geht diese frapante akustische Wirkung durch das Verdecken mit Nutzsignalen zurück, weil CBS mit den derzeit zur Verfügung gestellten Plattentiteln (natürlich) zunächst noch keine ausgesprochen anspruchsvolle klassische Aufnah-



Bild 4: CX-Decoder-Baustein (Telefunken RN 100 CX)

### Expandierung mit Vorsatzgerät

CBS beabsichtigt, den Anteil von CX-Platten kontinuierlich zu erhöhen, bis die CX-Codierung vollständig eingeführt ist. Angeblich wollen sich u.a. auch die Großkonzerne Capitol/EMI und MCA beteiligen. In Deutschland hat die Teldec ihr Interesse bekundet. Die ersten mit CX-Decodern ausgerüsteten Phono-Bausteine dürften im Sommer auf dem Markt erscheinen. Wichtigstes Bedienelement daran wird jedoch der Schalter für den Bypass sein, der die CX-Expander-Funktion beim Abspielen normaler nicht CX-codierter Schallplatten umgeht.

Telefunken hat die Fabrikation des von CBS entwickelten CX-Decoders übernommen und bietet diesen fest eingebaut in einem Plattenspieler (RS 300 CX) und als

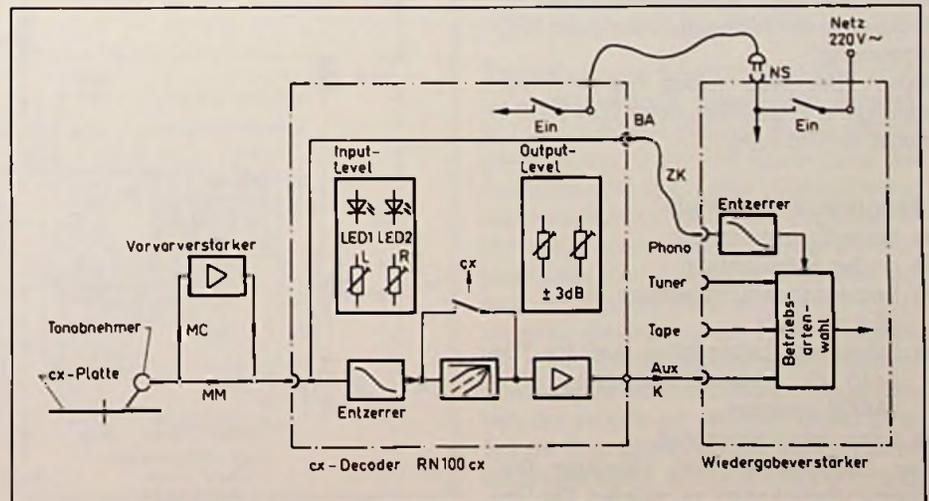


Bild 5: Blockschaubild und Anschlußschema des CX-Decoders in einer HiFi-Anlage

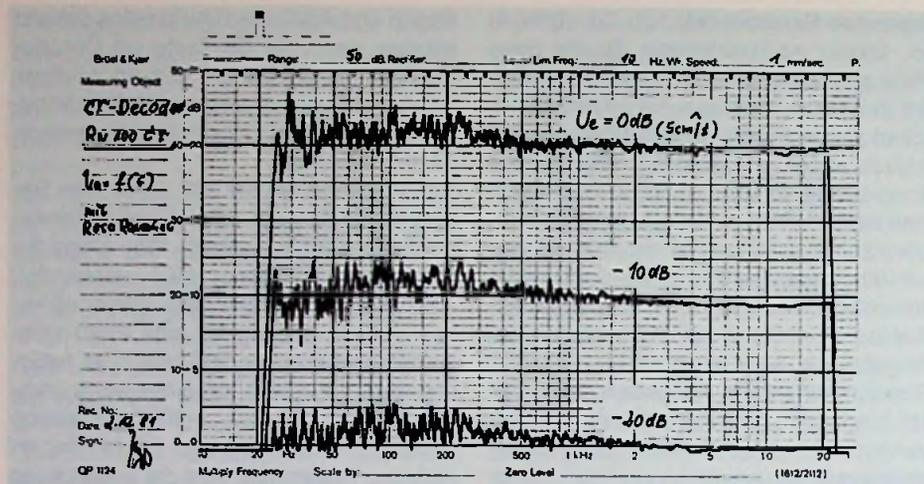


Bild 6: Frequenzgänge des mit rosa Rauschen angesteuerten CX-Decoders RN 100 CX in Abhängigkeit vom Eingangspegel ( $0 \text{ dB} \pm 5 \text{ cm/s}$ )

men mit extremen Pianissimo-Passagen anbot und dieselben Titel für einen direkten Vergleich auch nicht in unkomprimierter Pressung vorlagen. Doch auf Antrieb erkennbar kommen die leisen Passagen der CX-Platte bemerkenswert klar, das

Rauschen ist praktisch verschwunden. Die Frage, ob CX-Platten „besser klingen“, kann man so eigentlich nicht stellen. Wenn der Decoder exakt eingepegelt ist, dürften weder die Dynamik, noch der Frequenzgang verändert werden. Das Bild 6

zeigt die Frequenzgänge des CX-Decoders, gemessen mit rosa Rauschen. Sie sind praktisch unabhängig vom Eingangspegel über den gesamten Audio-Bereich linear. Klangverfälschung aufgrund pegelabhängig veränderter Frequenzgänge bewirkt das CX-System damit nicht. Die Frage, ob durch das Zusammenwirken unterschiedlicher Zeitkonstante bei der Bildung des Steuersignals  $U_{ST}$  ein „Verschmieren“ des Klangbildes auftritt, ließ sich nur durch Umschalten mit /ohne CX wegen der dann unterschiedlichen Pegelverhältnisse (Anhebung leiser Passagen) nicht beantworten. Vermutlich sind hier aber auch keine Verfälschungen zu befürchten. Wie aus Bild 1 zu erkennen war, wird das Laufwerkkrumpeln, das auch bei Spitzenlaufwerken mehr oder weniger stark vorhanden ist, fast um 30 dB reduziert. Das ist ein wichtiger Beitrag zur wirklich störgeräuschfreien analogen Schallplattenwiedergabe. Durchsetzen wird sich das Verfahren allerdings erst dann, wenn sich möglichst viele Schallplatten-Produzenten dem CX-Pool anschließen.

## Hochverstärkende Video-ZF-Schaltungen mit AFC

Die Bausteine TDA 5600 und TDA 5610 von Siemens sind hochverstärkende, geregelte Video-ZF-Verstärker mit gesteuertem Demodulator sowie niederohmigen Video-Ausgängen für positiv und negativ gerichtete Signale. Neben der getasteten Regelung ist ein AFC-Ausgang und eine verzögerte Tunerregelspannung vorhanden. Die beiden Typen unterscheiden sich lediglich in der Wirkungsrichtung der AFC-Spannung:

Beim TDA 5600 erfolgt der AFC-Nulldurchgang in positiver, beim TDA 5610 in negativer Richtung.

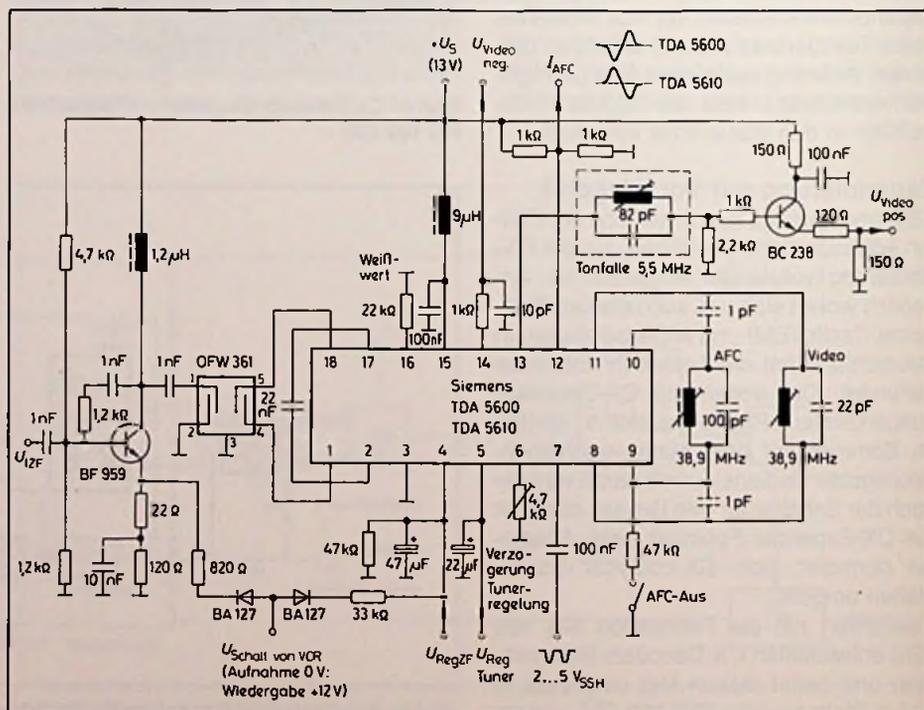
### Besondere Merkmale

- Hohe Empfindlichkeit,
- großer Regelumfang,
- Betriebsspannungsbereich von 10,5 bis 15 V.
- Layout der Leiterplatten auch für TBA 1440 G (Video-ZF-Schaltung ohne AFC) geeignet,
- hoher Integrationsgrad.

Der Baustein wird im 18poligen DIL-Kunststoffsteckgehäuse geliefert. Die Umgebungstemperatur darf im Betrieb zwi-

Bild 1: Video-ZF-Verstärker mit integrierter Schaltung

schen  $-25$  und  $+70^\circ\text{C}$  schwanken. Das Bild 1 zeigt den Baustein mit seiner äußeren Beschaltung. Der Typ OFW 361 ist ein auf die Zwischenfrequenz abgestimmtes Oberflächenwellen-Filter.



Video-Technik

Die Videorecorder der 300er-Serie von MITSUBISHI waren die ersten japanischen Geräte, die auf ein vollelektronisches Konzept aufbauten. Der Mechanismus enthält einen Mikro-Prozessor, der es erlaubt, die Funktionen Aufnahme, Wiedergabe, sowie schnellen Vor- und Rücklauf über leichtgängige elektronische Tipptasten völlig unabhängig voneinander zu steuern. Zusätzlich kann eine drahtlose Infrarot-Fernbedienung angeschlossen werden. Fünf voneinander unabhängige Motoren ermöglichen einen schnellen Bandsuchlauf bei gleichzeitiger Bildwiedergabe, eine Eigenschaft, die es erstmals bei VHS-Recordern gab. Der folgende Beitrag wurde von Masami Itopa und Yutaka Tahata 1980 in der Zeitschrift ADVANCE veröffentlicht und von Wolfgang Ophoven ins Deutsche übersetzt.

# Video-recorder mit elektronisch geregeltem 5-Motoren-Antrieb

## Die Funktionen

Das Bild 1 zeigt den mechanischen Aufbau des Antriebs und die Anordnung der fünf Motoren. Kopftrommel, Capstanwelle, die Auf- und Abwickelspule sowie das Cassettenfach werden jeweils von einem separaten Motor angetrieben. Die Motoren für die wichtigen Bandlauffunktionen treiben direkt, so daß Antriebsriemen überflüssig werden.

Zwei Steuermagnete bewegen und stoppen die Andruckrollen, so daß der mechanische Teil des Gerätes vollelektronisch geregelt und gesteuert wird. Der Recorder ist auf einem Hauptchassis aufgebaut, ein weiteres Chassis aus Aluminiumguß trägt die Kopftrommel, sowie Capstan, Audio-

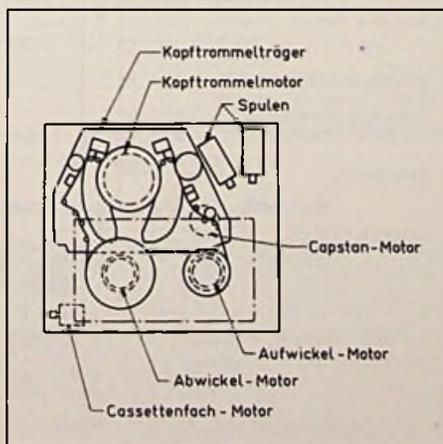


Bild 1: Anordnung der Motoren beim Video-Recorder HS-300

Tonkopf und die Bandführungs-Elemente, mit Ausnahme der eigentlichen Bandteller. Dadurch wird präziser Bandtransport gewährleistet. Durch die Anwendung des 5-Motoren-Prinzips, des Direktantriebs und des denkbar einfachen Lademechanismus konnte die Anzahl der Bauteile gegenüber den bisherigen Modellen auf rund 60 Prozent reduziert werden. Das steigerte gleichzeitig die Zuverlässigkeit. Die Kopftrommel wird von einem bürstenlosen Dreiphasen-DC-Motor angetrieben, der so klein ist, daß er in den unteren Teil der Trommel eingebaut werden konnte. Dieser Motor ist nur 8 mm hoch, was durch die Entwicklung eines speziellen Regel-Sensors möglich wurde. Dieser be-

steht aus einem Permanentmagneten sowie besonders geformten magnetfeldabhängigen Bauteilen und kann gleichzeitig Position und Geschwindigkeit des Rotors erkennen. Das Ergebnis: Der Motor kann in eine Kopftrommel üblicher Größe montiert werden (Bild 2).

Der Capstan zum Antrieb des Bandvor-schubes wird durch einen Gleichstrom-Motor angetrieben. Unten am Motor ist ein vom Magnetfeld abhängiger und am Umfang messender Geschwindigkeits-Sensor angebracht. Dessen Ausgangsspannung kontrolliert die Bandgeschwindigkeit und erhöht die Laufgenauigkeit bei niederen Geschwindigkeiten. Die Bandwinkel werden unabhängig voneinander durch trägheitsarme, gehäuselose Gleichstrom-Motoren, die jeweils direkt mit der Auf- bzw. Abwickelscheibe verbunden sind, angetrieben. Diese Motoren verleihen dem Band entsprechend den verschiedenen Betriebsarten die jeweils erforderliche Geschwindigkeit und Straffe. Bei Aufnahme und Wiedergabe wird die Bandspannung durch einen Spannungsfühler stabilisiert, der aus einem Photo-Unterbrecher besteht. Es gibt bei Bedarf ein Signal an den Abwicklungsmotor und damit den Befehl, das Band wieder zu spannen. Schneller Vor- und Rücklauf sind wesentlich schneller als bei Videorecordern der ersten Generation. Die Umspulzeit wird somit beträchtlich verkürzt. Bei diesen Betriebsarten wird die Bandgeschwindigkeit durch die Rückkopplung eines Signals geregelt, das aus der Gegen-EMK des Bandwickelmotors abgeleitet wird. Dieses Signal wird aufbereitet und den anderen Motoren zugeführt. Es hilft u.a. den Einfluß der Masse-trägheit des Systems (Spulen-, Band-, Motoren) beim Bremsvorgang einzuschränken. Dies war eine der Voraussetzungen für schnelleres Umspulen. Mit ihr konnte der Durchlauf eines 180-Minuten-Bandes von 5 auf 3 Minuten reduziert werden. Der Recorder wird von einem 4-bit-Ein-Chip-Mikroprozessor entsprechend dem, in einem 2-Kbyte-ROM gespeicherten Programm gesteuert. Das Bild 3 zeigt das Blockdiagramm der Kontrolschaltung für die Laufwerke.

### Schneller Suchlauf

Beim schnellen Suchlauf ist es angenehm, wenn gewünschte Szenen schnell und leicht gefunden werden. Das ist hier möglich, weil das Bild ständig zu sehen ist. Diese Einrichtung hat MITSUBISHI erstmals für VHS-Recorder entwickelt. Die

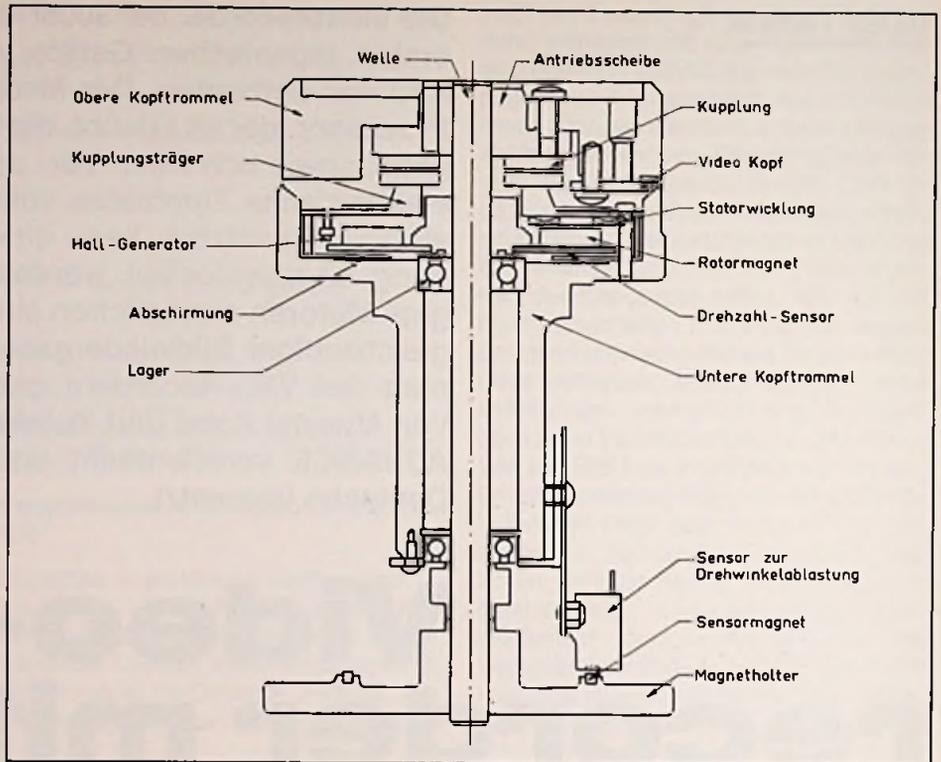


Bild 2: Schnitt durch die Kopftrommel mit eingebauten Antriebsmotoren

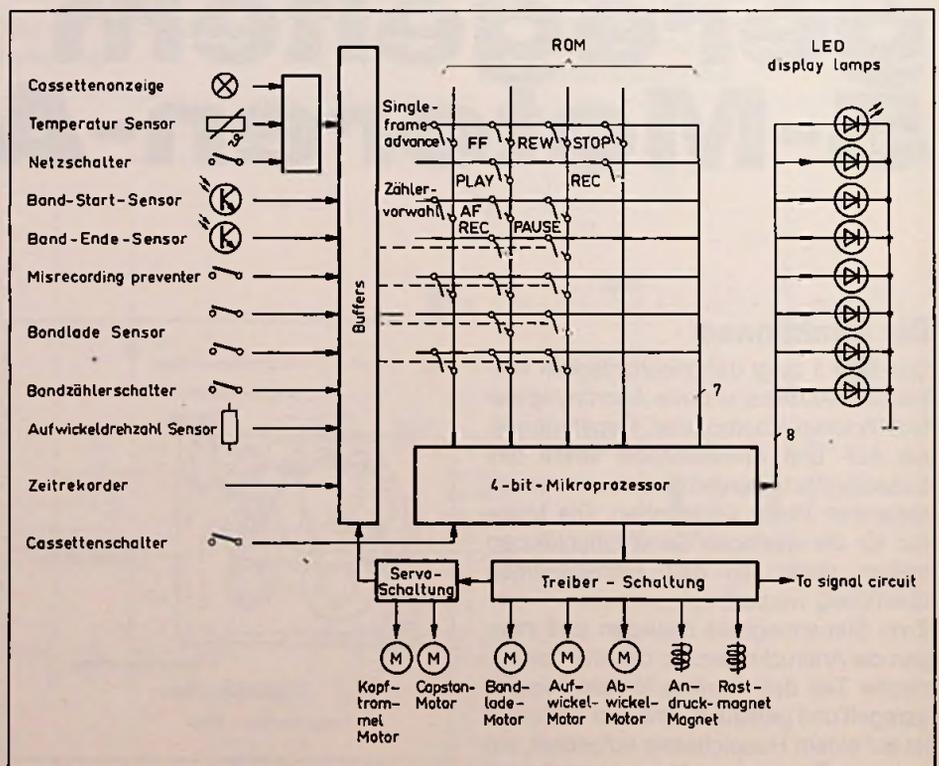


Bild 3: Blockschaltbild der Antriebsregelung

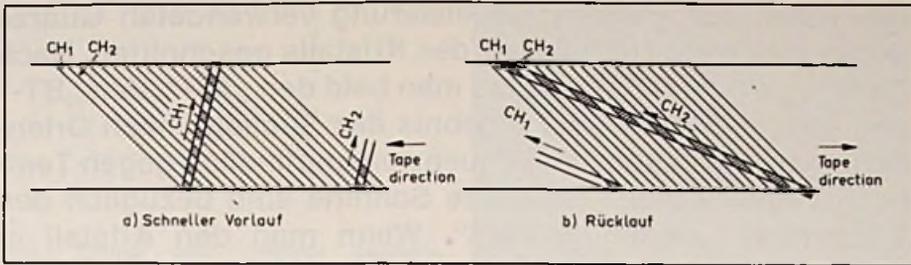


Bild 4: Spurlage des HS-300 bei schnellem Vorlauf und beim Rücklauf

Suchgeschwindigkeit ist beim amerikanischen NTSC-Verfahren 15mal höher als bei normaler Wiedergabe, beim PAL-System ist sie 7mal höher. Das Bild 4 zeigt die Stellung des Videokopfes bei schnellem Vorlauf

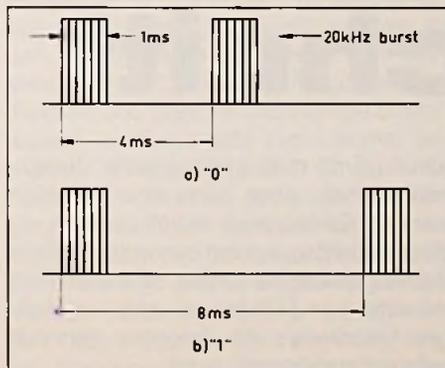
(a) in Wiedergaberichtung und (b) in der Gegenrichtung.

Ein Feld in Bild 4 besteht bei NTSC aus 15 Teilen und 15 Feldern bzw. aus 7 Teilen und Feldern beim PAL-System. Das zeigt, warum der schnelle Suchlauf um den Faktor 15 höher ist als die normale Wiedergabe. Der „Spleiß“ der 15 Felder erscheint normalerweise auf dem Bildschirm als Störimpuls. Er konnte hier aber reduziert werden, weil der Videokopf geringfügig breiter ist als die Videospur auf dem Band. Das HS-300 verwendet den Capstan-Antrieb, der das Band genau wie bei einem Audio-Cassetdeck transportiert. Der Hauptvorteil dieses Antriebes ist, daß die Bandgeschwindigkeit unabhängig vom Durchmesser des Bandwickels immer auf einem konstanten Wert gehalten werden kann. Das setzt voraus, daß der Capstan-Motor immer von einer konstanten Spannung versorgt wird (Tabelle 1). Das 5-Motoren-Direktantriebssystem liefert diese Voraussetzung und gestattet unabhängige Kontrolle jeglicher Umdrehungsbewegung und der Mechanik, was sich besonders beim schnellen Suchlauf bezahlt macht. Dieser saubere Suchlauf wird durch individuelle Anwendung der richtigen Gegenspannung erzielt, so daß es am Bandlauf weder zu extremer Band-

spannung noch zu Schlaufenbildung durch Lockerung kommen kann.

### Drahtlose Fernbedienung

Der Typ HS-300 verfügt über eine drahtlose Fernbedienung mit 15 Funktionen bei NTSC bzw. 13 Funktionen bei PAL. Infrarot-Licht mit einer Wellenlänge von 910 nm überträgt die Steuerbefehle zum Fototransistor, der daraus Code-Signale erzeugt (Bild 5). Die Fernbedienung arbeitet bis zu einer Distanz von etwa zehn Metern.



Rücklauf	000010	Einzelbildwiedergabe	101010
Wiedergabe	100010	Aufnahme	011010
Schneller Vorlauf	010010	Netz ein	111010
Stop	110010	Kanalwahl, aufwärts	000110
Pause/Standbild	001010	Kanalwahl, abwärts	100110
Schneller Suchlauf (▶)	011110	Langsame Bewegung (1/10)	110110
Schneller Suchlauf (◀)	111110	Langsame Bewegung (1/3)	001110
		Normalgeschwindigkeit	101110

Bild 5: PCM-Code zur drahtlosen Übermittlung der Steuerbefehle

Tabelle 1. Die Motor-Spelsespannung bei Vorwärts- und Rücklauf-Suchbetrieb

Betriebsart des Motors	Capstan	Aufwickelmotor	Abwickelmotor
Vorwärtssuchlauf	8 V	3,5 V	Durch Motorelektronik geregelt
Rückwärtssuchlauf	8 V	3,5 V	6 V
Normale Wiedergabe	Durch Motorelektronik geregelt	3,5 V	Durch Motorelektronik geregelt

## Professor Dr. M. Grützmaker 80 Jahre

Am 10. November 1981 vollendete Professor Dr. Martin Grützmaker, dessen Name und technisch-wissenschaftliche Arbeiten mit der modernen Akustik unlösbar verbunden sind, das achtzigste Lebensjahr. Sein wissenschaftlicher Lebensweg begann 1930 im Akustischen Laboratorium der Reichspost. 1934 wurde er Mitglied der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Dort richtete er moderne akustische Forschungsstätten ein, die bald über die Grenzen Deutschlands hinaus hohes Ansehen genossen. Nach dem Zweiten Weltkrieg ist es Grützmakers Initiative zu verdanken, daß sich die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig etablieren konnte. Bis 1966 leitete er dort die Abteilung Akustik. Die TH Braunschweig ernannte ihn 1948 zum Honorarprofessor. Außerdem ist er Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Von Professor Grützmakers Forschungsergebnissen seien hier nur die Arbeiten über Brückenschaltungen für die Messung von Wechselstromwiderständen nach Betrag und Phase, ferner ein Verfahren zur trägheitsfreien Aufzeichnung von Melodiekurven, ein mechanischer Kurvenanalysator, seine Untersuchungen an Glocken und das für die Bundesregierung erstellte Gutachten über Fluglärm erwähnt.

Er bemühte sich um die Zusammenarbeit der verschiedenen akustischen Gesellschaften des In- und Auslandes und gründete die „Akustische Zeitschrift“.

Sie hat nach dem Kriege in der dreisprachigen „Acustica“ ihre Fortsetzung gefunden. Professor Grützmaker war Gründer des Fachnormenausschusses „Akustik und Schwingungstechnik“ (PANAK) im Deutschen Institut für Normung (DIN), ist erster Vorsitzender des internationalen Komitees „Ultraschall“ in der International Electrotechnical Commission (IEC).

Seine Verdienste sind mit dem DIN-Ehrenring, mit der Großen Silbermedaille der Groupement des Acousticiens de Langue Française (GALF) und mit dem Bundesverdienstkreuz ausgezeichnet worden. Ihm zu Ehren veranstaltete die Physikalisch-Technische Bundesanstalt an seinem Geburtstag ein Kolloquium mit dem Festvortrag von Professor Dr. Lothar Cremer über „Die Physik des Geigenkörpers“.

-th

J. C. Brice und W. S. Metcalf<sup>o)</sup>

Die ersten zur Frequenzstabilisierung verwendeten Quarze waren senkrecht zur  $y$ -Achse des Kristalls geschnitten. Nach diesem „Y-Schnitt“ entdeckte man bald den „AT-“, den „BT-“ und andere Schnitte, als Ergebnis des Suchens nach Orientierungen, bei denen die Frequenz unempfindlich gegen Temperatureinwirkungen ist. Diese Schnitte sind bezüglich des Y-Schnittes „einmal gedreht“. Wenn man den Kristall in „zweimal gedrehter“ Orientierung schneidet, können auch noch andere Forderungen erfüllt werden. Der TTC-Schnitt der in diesem Artikel besprochenen Schwingquarze ist „zweimal gedreht“. Die Autoren zeigen, wie man bei diesen Quarzen auch mit einfachen Mitteln und unter sehr unterschiedlichen Verhältnissen die Frequenz noch gut stabilisieren kann.

# Quarzresonatoren mit Kristallen im TTC-Schnitt

## Einleitung

In vielen elektronischen Systemen wie z. B. Uhren, Zählern, Rechnern, Rundfunk- und Fernsehgeräten werden Quarze verwendet, um die Frequenz von Oszillatoren und Filtern festzulegen. Als Quarze in den zwanziger Jahren zum erstenmal zu diesem Zweck benutzt wurden, erreichte man mit ihnen eine Genauigkeit von  $10^{-4}$  oder  $10^{-5}$ . Das war eine oder zwei Größenordnungen besser, als man sie mit konventionellen LC-Kreisen realisieren konnte. Seither sind Quarzresonatoren ständig weiter verbessert worden: Genauigkeiten von  $10^{-8}$  sind heutzutage unter günstigen Bedingungen leicht zu erreichen. Eine Uhr mit dieser Genauigkeit läuft drei Jahre lang bis auf eine Sekunde

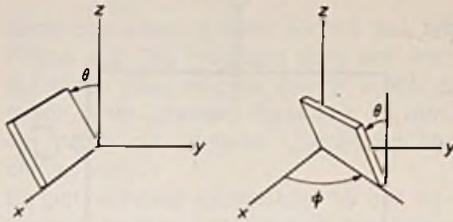
genau. Trifft man umfangreiche Zusatzmaßnahmen, dann kann eine erheblich bessere Genauigkeit erzielt werden. In diesem Beitrag werden besonders solche Schwingquarze behandelt, mit denen man mit einfachen Mitteln und unter ungünstigen Umständen die Frequenz dennoch sehr gut stabilisieren kann.

Ein Schwingquarz legt die Frequenz eines Oszillators auf die Resonanzfrequenz des Quarzkristalls fest. Die Genauigkeit, mit der dieses innerhalb kurzer Zeit geschieht, wird durch den Gütefaktor  $Q$  des Schwingquarzes bestimmt; die Frequenzänderungen verhalten sich dann umgekehrt proportional zu  $Q$ . Für die Langzeitstabilität ist die Konstanz der Resonanzfrequenz selbst aber wichtiger. In diesem Punkt erzielte man in den letzten zehn Jahren große Fortschritte.

Eine Änderung der Resonanzfrequenz wird oft durch Änderung der Temperatur verursacht. In den dreißiger Jahren fand man heraus, daß die Empfindlichkeit der Frequenz gegen Temperatureinwirkungen von der Orientierung abhängt, unter der ein Quarzplättchen aus dem Kristall geschnitten wird. Von den vielen seither untersuchten Schnitten ist der AT-Schnitt der

gebräuchlichste. Bei Zimmertemperatur ist nämlich der Temperaturkoeffizient erster und zweiter Ordnung für seine Resonanzfrequenz gleich Null. Die Frequenz eines AT-geschnittenen Kristalls ändert sich dadurch in einem Bereich von 30 K um Zimmertemperatur herum nur um ungefähr  $4 \times 10^{-6}$ . Für viele Anwendungen ist dies aber nicht gut genug. Ein modernes Mobilfunkgerät muß z. B. sowohl im kanadischen Winter bei  $-30^\circ\text{C}$  als auch mittags in der Sahara bei  $+50^\circ\text{C}$  gut funktionieren können. Die Frequenz eines AT-Kristalls ändert sich in einem so großen Temperaturbereich um mehr als  $10 \times 10^{-6}$ , und andere Schnitte sind in diesem Punkt nicht besser. Man muß also entweder die Temperatur messen und auf dieser Grundlage eine Frequenzkorrektur durchführen oder eine Temperaturänderung des Kristalls verhindern. Das letztere ist am einfachsten. Ein viel gebrauchtes Mittel ist ein Thermostat, der den Schwingquarz auf einer Temperatur hält, die oberhalb der höchsten zu erwartenden Temperatur liegt, z. B. auf  $90^\circ\text{C}$ , mit einer Genauigkeit von  $\pm 4^\circ$ . „Angepaßte“ AT-Schwingquarze werden in dieser Weise oft benutzt. Man weicht dabei etwas vom

<sup>o)</sup> J. C. Brice, M. A., Ph. D., Mitarbeiter der Philips Research Laboratories (PRL), Redhill, Surrey, Großbritannien; W. S. Metcalf, M. A., B. Sc., Mitarbeiter von Cathodeon Crystal Ltd, Linton, Cambridge, Großbritannien. Veröffentlicht in Philips Technical Review 40 (1982) Nr. 1, nach der niederländischen Originalfassung bearbeitet von Dipl.-Phys. Annegret Hoyer.



**Bild 1:** Einmal und zweimal gedrehte Schnittebenen für Schwingquarze.

idealen AT-Schnittwinkel ab, und zwar so, daß der Temperaturkoeffizient erster Ordnung z. B. bei 90 °C Null wird. Der Temperaturkoeffizient zweiter Ordnung ist dann jedoch bei dieser Temperatur nicht Null. Viel geeigneter zur Verwendung in einem Thermostat bei ungefähr 90 °C ist der TTC-Schnitt (TTC: thermal transient compensated). Er ist eng mit dem SC-Schnitt verwandt (SC: strain compensated). Quarz ist heutzutage ein so gut untersuchtes Material, daß die Eigenschaften neuer Schnitte berechnet werden können. Computerberechnungen, die an den Philips Research Laboratories in Redhill durchgeführt worden sind, offenbaren nicht nur schon früher vorhergesagte, sondern auch neue Vorteile.

Diese Vorteile liegen, kurz gesagt, darin, daß sich die Frequenz um 90 °C herum sowohl bei Temperaturänderungen als auch mechanischer Verformung sehr wenig ändert. Als Folge dieser letzten Eigenschaft führen die thermischen Spannungen, die während der kleinen periodischen Temperaturschwankungen in einem Thermostat auftreten, nicht mehr zu Frequenzänderungen. Ein TTC-Resonator unterscheidet sich aber auch in vielerlei anderer Hinsicht von einem AT-Resonator, z. B. in seinen elektrischen Eigenschaften und in den Auswirkungen, die Sägen, Läppen und Ätzen auf den Kristall haben und darin, wie er mechanisch schwingt. Es stellte sich am Anfang die Frage, ob solche Unterschiede die vorhergesagten Vorteile nicht aufheben würden. Bei der Untersuchung darüber, einem gemeinsamen Projekt der Philips Research Laboratories, Redhill, und der Cathodeon Crystals Ltd., Linton, unterstützt von der britischen Regierung, hat sich herausgestellt, daß die erwarteten günstigen Eigenschaften alle realisiert werden konnten. Die Untersuchung begann im April 1978. Anderthalb Jahre später konnte mit der Herstellung von verschiedenen Arten von TTC-Oszillatoren und -Filtern begonnen werden.



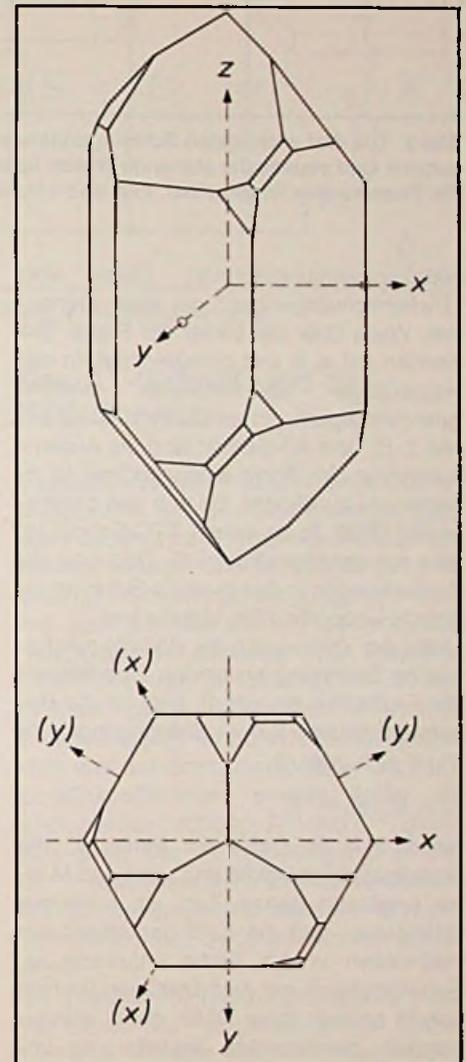
In dieser Untersuchung gingen Experiment und Technologie Hand in Hand. Um sinnvolle Experimente durchführen zu können, mußten erst die TTC-geschnittenen Resonatoren hergestellt werden. In der Anfangsphase hat Cathodeon Crystals mehr als 500 Kristalle hergestellt, um die dafür erforderliche Technologie zu entwickeln. Im Gegensatz zum „einmal gedrehten“ AT-Schnitt (**Bild 1**) ist der TTC-Schnitt ein „zweimal gedrehter“ Schnitt. Dies bedeutet, daß nach Ausrichtung der Kristallachsen statt eines Winkels ( $\Theta$ ) zwei Winkel ( $\Phi$  und  $\Theta$ ) eingestellt werden müssen, bevor die Plättchen gesägt werden. Dazu mußte die Einspannvorrichtung der Sägeapparatur völlig neu entworfen werden.

Bevor die Ergebnisse betrachtet werden, sei kurz auf Schwingquarze im allgemeinen und auf den AT- und den TTC-Schnitt im besonderen eingegangen.

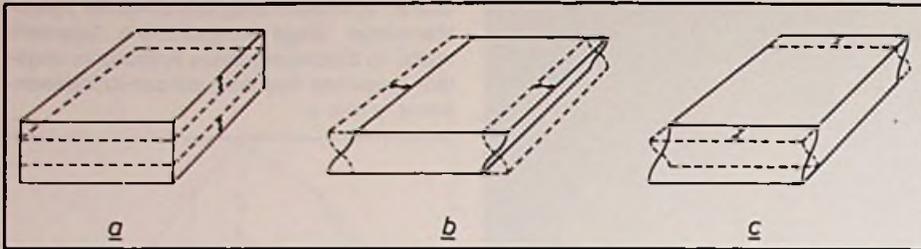
## Schwingquarze

Die beiden Haupteigenschaften eines Quarzes sind die Piezoelektrizität des Materials, wodurch mechanische mit elektrischen Schwingungen gekoppelt werden können, und die sehr geringe Dämpfung mechanischer Schwingungen. Die Piezoelektrizität hängt direkt mit der Kristallstruktur zusammen. **Bild 2a** zeigt einen „hydrothermal“ gezüchteten Kristall und **Bild 2b** eine Zeichnung mit den gebräuchlichen Achsen. Die z-Achse ist eine dreizählige Achse, die x-Achse eine von drei

**Bild 2:** a) (links) Fotografie eines auf hydrothermale Weise hergestellten Quarzkristalls. b) Zeichnung eines Kristalls in ungefähr derselben Position, mit den Kristallachsen x, y und z.



äquivalenten zweizähligen Achsen. Da die z-Achse nur dreizählig ist, hat die Struktur kein Symmetriezentrum, so daß z. B. die + x-Achse und die - x-Achse nicht äquivalent sind. Diese Unsymmetrie ist die eigentliche Ursache der Piezoelektrizität. Wenn der Kristall in einer Richtung verformt wird, die nicht zur z-Achse parallel ist, werden die Atomkerne und die sie umgebenden Elektronen etwas getrennt; der Kristall wird polarisiert, auf einigen Flächen entstehen Oberflächenladungen. Umgekehrt wird der Kristall innerhalb eines elektrischen Feldes verformt. Bei flachen Kristallplatten gibt es drei



**Bild 3:** Die drei wichtigsten Schwingungsformen in einer dünnen Quarzplatte. Die Schwingungen sind akustische stehende Wellen über die Dicke der Platte; in der Form a verlaufen die Bewegungen longitudinal, in b und c transversal (Scherung).

Hauptschwingungsformen. Diese sind „Dickenschwingungen“ mit einer stehenden Welle über die Dicke der Platte. Sie werden mit a, b und c bezeichnet, in der Reihenfolge abnehmender Wellengeschwindigkeit. In einfachen Schnitten wie z. B. dem AT-Schnitt sind die Auslenkungen in der Form a longitudinal (d. h. senkrecht zur Platte), die in b und c transversal (**Bild 3**). In einem TTC-Schnitt ist dies nur annähernd der Fall. Dort sind die Auslenkungen in den b- und c-Schwingungen zu ungefähr 10% longitudinal.

Unter der Voraussetzung, daß die mechanische Spannung an beiden Oberflächen der Platte Null sein muß, folgt für die Resonanzfrequenz für die Schwingungsform m (= a, b oder c)

$$f_m = M \cdot v_m / 4 \cdot h$$

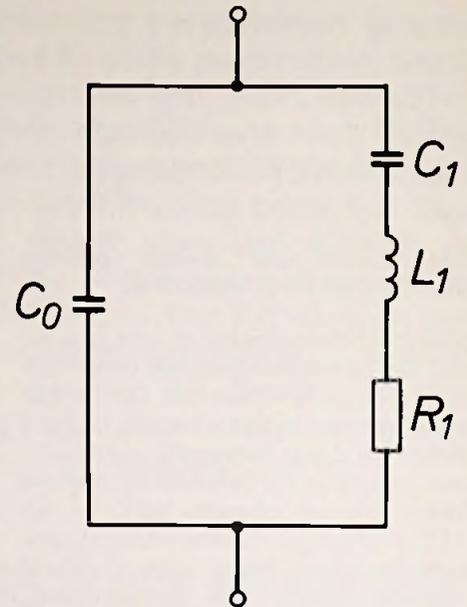
wobei  $2 \cdot h$  die Dicke der Platte,  $v_m$  die Schallgeschwindigkeit im Quarz und M eine ungerade ganze Zahl ist. Letzteres drückt aus, daß die Zahl der stehenden Halbwellen in der Platte ungerade ist. Schwingungen mit geradzahigen Werten von M spielen keine Rolle; dabei würden nämlich gleichnamige anstelle von ungleichnamigen Ladungen auf den Flächen erscheinen. Dadurch können diese Schwingungen elektrisch nicht angeregt werden. In einem AT-Kristall kann überdies nur die c-Form angeregt werden: die „piezoelektrischen Kopplungsfaktoren“  $k_a$  und  $k_b$  sind dort Null. Demgegenüber können in einem TTC-Kristall alle drei Formen angeregt werden.

Ein Schwingquarz enthält eine Quarzscheibe mit Elektroden auf beiden Flächen. Die elektrische Impedanz eines Schwingquarzes wird stark von seinen mechanischen Resonanzen beeinflusst. Das hat folgende physikalische Ursache. Bei einem gegebenen Wechselstrom i durch den Schwingquarz ist die Spannung zwischen den Elektroden die Summe aus

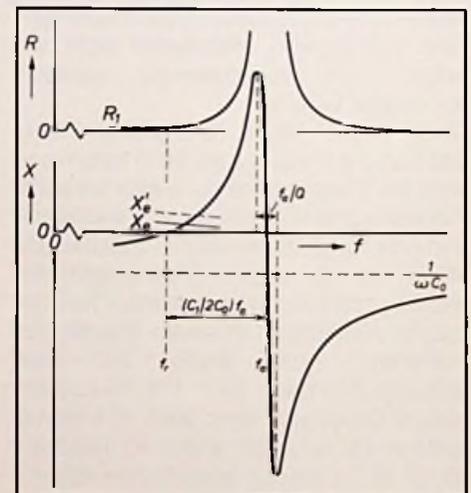
der üblichen „dielektrischen“ Spannung  $u_d$ , und einer „piezoelektrischen“ Spannung  $u_p$ , die eine Folge der Verformung ist. Weit entfernt von einer Resonanz kann  $u_p$  vernachlässigt werden. Wenn sich aber die Frequenz einer Resonanz nähert, induzieren die mechanischen Schwingungen größere  $u_p$ -Werte. Vor einer Resonanzstelle befinden sich  $u_p$  und  $u_d$  in Gegenphase. Wenn sie einander gerade kompensieren, ist die Impedanz gleich Null (Resonanz). Mechanische Schwingungen mit der zugehörigen piezoelektrischen Spannung  $u_p$  können aber auch ohne einen „Speisestrom“ i zustande kommen, sofern die Dämpfung vernachlässigbar klein und damit die Impedanz unendlich groß ist. Die zugehörige Frequenz wird als Antiresonanzfrequenz bezeichnet. Hinter der Resonanzstelle sind  $u_p$  und  $u_d$  in Phase.

Dieses elektrische Verhalten wird, nach Einfügen der Dämpfung, durch die Ersatzschaltung in **Bild 4** nachgebildet.  $C_0$  ist hier die statische Kapazität,  $C_1$  und  $L_1$  hängen mit den mechanischen Eigenschaften (Verformungsfestigkeit  $c_m$ , Dichte  $\rho$ ) und dem piezoelektrischen Kopplungsfaktor  $k_m$  für die Schwingungsform m zusammen;  $R_1$  steht für die Verluste. Das **Bild 5** zeigt den Real- und Imaginärteil  $R$  und  $X$  der Impedanz  $Z$  als Funktion der Frequenz  $f$  in der Nähe einer Resonanz.  $|Z|$  hat ein Minimum bei „Resonanz“ ( $X = 0, f = f_r$ ), und ein Maximum bei „Antiresonanz“ ( $f = f_a$ ). Die Kurven und die Ersatzschaltung gelten nur in der Nähe einer einzelnen Resonanz und weit entfernt von anderen Resonanzen. Bei jeder von ihnen ist das Verhalten qualitativ gleich.

Ein Schwingquarz kann in einer Reihen- oder Parallelschaltung verwendet werden (**Bild 6**). Der Lastkondensator  $C_L$  kann ein Bestandteil der Quelle S sein und dazu verwendet werden, um die Frequenz noch etwas nachzujustieren oder den Kopp-



**Bild 4:** Ersatzschaltung eines Schwingquarzes bei einer seiner Resonanzfrequenzen.



**Bild 5:** Der Realteil  $R$  und der Imaginärteil  $X$  der Impedanz  $Z$  für die Ersatzschaltung (**Bild 4**) als Funktion der Frequenz im Resonanzbereich.

lungsgrad zu verändern. Um die Verhältnisse deutlich zu machen, betrachten wir zunächst die Reihenschaltung. Darin wird der Quarz, zusammen mit einer Quelle niedriger Impedanz, in Resonanz ( $f \approx f_r$ ) benutzt. Die Schaltung kann als eine Rückkopplungsschleife angesehen werden. Wenn die Schleife z. B. bei A unterbrochen wird, müssen Amplitude und Phase des Signals an beiden Seiten der Unterbrechung gleich sein, um die Oszillatorbedingung zu erfüllen. Wenn der Gütefaktor groß ist, übt eine kleine Frequenz-

änderung einen großen Einfluß auf die Phase aus. Die Frequenz stellt sich also auf einen Wert ein, bei dem  $X$  in Bild 5 gleich einer (kleinen) Reaktanz  $X_e$  wird, die durch die „externe“ Schaltung bestimmt wird.

Es gibt nun zwei „Gütemaße“ für den Resonator. Erstens den üblichen Gütefaktor

$$Q = \omega_r L_1 / R_1 = 1 / \omega_r R_1 C_1, \quad \omega = 2\pi f_r$$

der die Genauigkeit bestimmt, mit der der Schwingquarz die Oszillatorfrequenz konstant hält und der durch die Verluste bestimmt wird. Wenn die innere Reibung der einzige Verlustposten wäre, läge  $Q$  in der Größenordnung von  $10^7$ . Es kann aber auch ein Energieübertrag zum Gas im Gehäuse, zur Halterung und zu anderen Schwingungsformen stattfinden. Für einen guten Schwingquarz muß das Gehäuse deshalb evakuiert sein; es darf keine Kopplung zwischen Resonator und Halterung und ebensowenig zwischen der verwendeten und einer anderen Schwingungsform vorhanden sein.

Ferner ist die Empfindlichkeit der Oszillatorfrequenz gegen Änderungen externer Schaltelemente (z. B. durch Temperaturänderungen) umso kleiner, je steiler die  $x, f$ -Kurve (Bild 5) bei  $f_r$  ist und je näher  $f_r$  an  $f_a$  liegt. Aus dem Ersatzschaltbild folgt:

$$(f_a - f_r) / f_r = C_1 / 2C_0$$

$$(dX/d\omega)_{\omega = \omega_r} = 2 \cdot L_1$$

Diese Größen hängen direkt miteinander zusammen ( $L_1 C_1 = 1/\omega_r^2$ ). Deshalb ist  $C_0/C_1$  (oder  $C_0 L_1 \omega_r^2$ ) ein gutes Maß für die Unempfindlichkeit gegen externe Änderungen. Mit den physikalischen Größen aus Bild 4 gilt:

$$C_0/C_1 = \pi^2 M^2 / 8 k_m^2$$

Unter diesem Gesichtspunkt sind Schnitte mit dem kleinsten piezoelektrischen Kopplungsfaktor zu bevorzugen.

Das Bild 7 zeigt schematisch eine Quarzscheibe mit Elektroden. Die Frequenz wird hauptsächlich durch die Dicke der Scheibe bestimmt, durch die Masse der Elektroden aber etwas erniedrigt. Der Mittelteil hat deshalb eine andere Resonanzfrequenz als der äußere Teil. Dies verringert die Kopplung des Mittelteils mit der Halterung; die Energie wird im Mittelteil festgehalten („energy trapping“). In der Praxis kann diese Entkopplung noch verstärkt werden, indem man die Quarzscheibe zum Rand hin dünner macht.

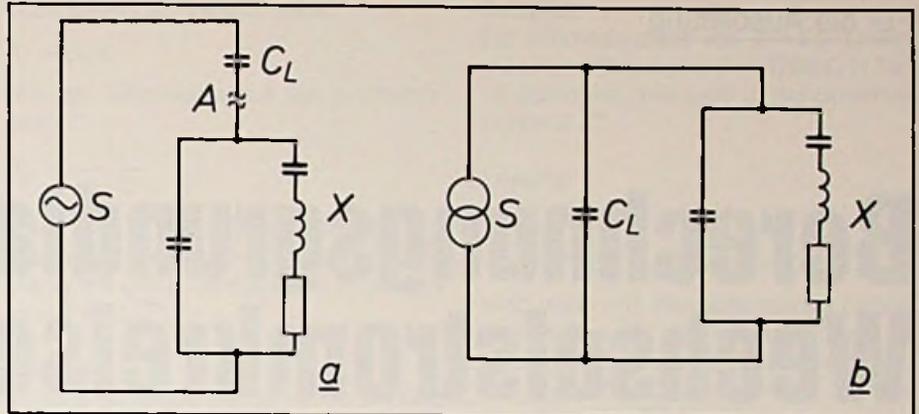


Bild 6: Oszillatorschaltungen. a) Reihenschaltung b) Parallelschaltung.

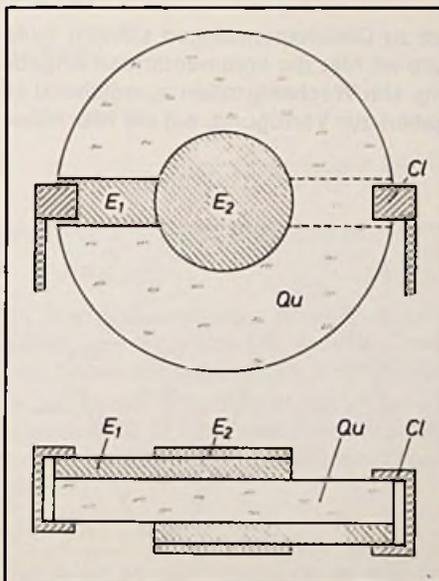


Bild 7: Quarzscheibe mit Elektroden

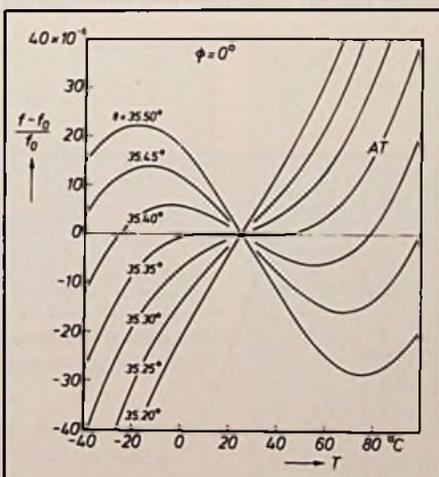


Bild 8: Berechnete Temperaturgänge für eine Reihe von Orientierungen um den „idealen AT-Schnitt“.

## Der AT-Schnitt und der TTC-Schnitt

Spezielle Schnitte werden meistens so ausgesucht, daß der Temperaturgang bei einer bestimmten Temperatur nahezu horizontal verläuft. Der Temperaturgang für einen BT-Schnitt (Schwingung in b-Form) hat zum Beispiel bei der gewünschten Temperatur ein Maximum, der Temperaturkoeffizient erster Ordnung  $T_1^{(1)}$  ist dort deshalb gleich Null. Der AT-Schnitt (c-Schwingung) ist so erfolgreich geworden, weil bei Zimmertemperatur die Temperaturkoeffizienten sowohl erster als auch zweiter Ordnung,  $T_1^{(1)}$  und  $T_1^{(2)}$ , gleich Null sind. Der Temperaturgang ist dadurch besonders flach. Die Kurve verläuft bei Zimmertemperatur nicht nur horizontal, sondern hat dort auch einen Wendepunkt.

Es wurden Rechnerprogramme erstellt, mit denen die Temperaturgänge „dritter Ordnung“ um eine bestimmte Temperatur  $T_0$  herum berechnet werden können. Sie folgen der Potenzreihe:

$$(f - f_0) / f_0 = T_1^{(1)}(T - T_0) +$$

$$T_1^{(2)}(T - T_0)^2 + T_1^{(3)}(T - T_0)^3 + \dots$$

mit

$$f_0 = f(T_0), \quad T_1^{(n)} = \frac{1}{n!} \frac{\delta^n f}{\delta T^n}$$

Für den einmal gedrehten AT-Schnitt gilt  $\Phi = 0$  (s. Bild 1). Das Bild 8 zeigt einige berechnete Kurven dritter Ordnung für  $T_0 = 27^\circ\text{C}$ ,  $\Phi = 0$  und verschiedene Werte von  $\Theta$ . Alle Kurven haben einen Wendepunkt bei  $27^\circ\text{C}$ . Die Kurve für den AT-Schnitt ( $\Phi = 35,35^\circ$ ) ist diejenige, die bei dieser Temperatur auch flach verläuft.

(wird fortgesetzt)

Für die Ausbildung

# Berechnungsgrundlagen für Wechselstromkreise

Wechselspannungen ändern im Gegensatz zu Gleichspannungen ständig ihren Augenblickswert und ihre Polarität. Deshalb ist hier die kommentarlose Angabe von Strom- und Spannungswerten unsinnig. Um Wechselgrößen ausreichend zu kennzeichnen, stehen eine Reihe von Angaben zur Verfügung, auf die hier näher eingegangen wird.

Wie aus dem Bild 1 hervorgeht, kann man für eine komplette Periode eine unendlich große Anzahl von Spannungsangaben zwischen 0 und dem Maximalwert ablesen. Sie sind für die Praxis natürlich nicht zu gebrauchen. Deshalb geht man davon aus, daß es sich meistens um einen sinusförmigen Verlauf der Spannung handelt. Hierfür kann ersatzweise ein einziger Spannungswert angegeben werden, den man aber genau definieren muß.

Denkbar wäre, den größten Spannungswert einer Periode anzugeben. Es handelt sich dabei um den Scheitel- oder Spitzenwert  $U_s$  (Bild 2). Er spielt bei Gleichrichterschaltungen und Netzgeräten eine große Rolle. Dort werden Kondensatoren auf den Spitzenwert einer Wechselspannung aufgeladen.

In der elektronischen Meßtechnik ist es dagegen üblich, den Spitzen/Spitzenwert  $U_{ss}$  der Wechselspannung anzugeben, denn er wird von Oszilloskopen angezeigt. Er ist bei Sinusspannung doppelt so groß wie der Spitzenwert.

$$U_{ss} = 2 \cdot U_s$$

Keiner dieser Werte ist aber mit dem bei Gleichspannung üblichen Spannungsangaben vergleichbar, weil keiner Aufschluß über die tatsächliche Energieumwandlung gibt. Eine der Gleichspannung ebenbürtige Wechselspannungsangabe soll in einem bestimmten Widerstand die gleiche Leistung in Wärme umsetzen, wie eine

Gleichspannung gleichen Wertes. Solch eine ebenbürtige Spannungsangabe ist der Effektivwert  $U_{eff}$ . Zwischen ihm und dem Scheitelwert  $U_s$  besteht die Beziehung:

$$U_{eff} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} = \frac{U_s}{1,41}$$

Die meisten Spannungen in der Elektrotechnik werden als Effektivwerte angegeben, auch wenn das nicht extra durch einen Index gekennzeichnet ist. Bei unserer Netzspannung von 220 V wird zum Beispiel der Effektivwert angegeben. Wird sie mit dem Oszilloskop gemessen, so erhält man ihren Spitzen/Spitzenwert.

Der ist aber  $U_{ss} = 2 \cdot U_s = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{eff}$  und würde hier bei 622 V liegen.

**Beispiel:**

Der Spitzen/Spitzenwert einer Sinusspannung ist 12,5 V. Welche Spannungsfestigkeit muß ein Glühlämpchen haben, das damit gespeist werden soll?

**Lösung:**

$$U_{eff} = \frac{U_{ss}}{2 \cdot \sqrt{2}} = \frac{12,5 \text{ V}}{2,83} = 4,4 \text{ V}$$

**Beispiel:**

Ein Kondensator wird auf den Spitzenwert einer gleichgerichteten Wechselspannung aufgeladen. Der Effektivwert der Wechselspannung ist  $U_{eff} = 24 \text{ V}$ . Welche Spannung kann man am Kondensator messen?

**Lösung:**

$$U_s = U_{eff} \cdot \sqrt{2} = 24 \text{ V} \cdot 1,41 = 33,8 \text{ V}$$

Das was für die Spannung gesagt ist, gilt auch für die Ströme. Der Effektivstrom ist

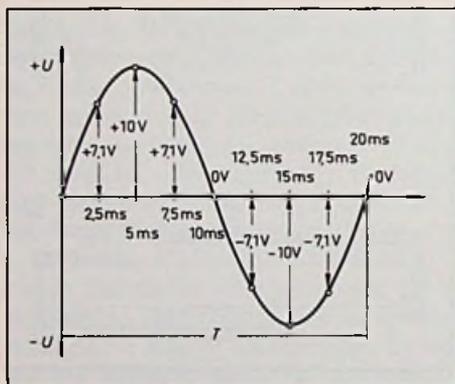


Bild 1. Die Spannung ändert bei Wechselstrom ständig ihren Wert und ihre Polarität

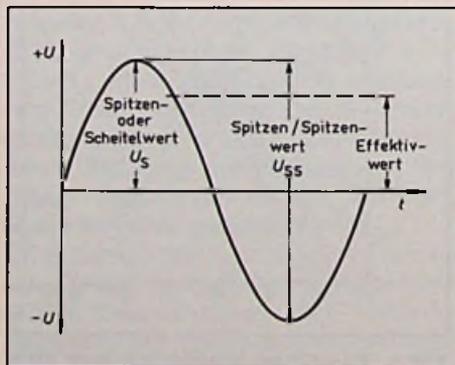


Bild 2. Verschiedene Möglichkeiten der Spannungsangabe bei Wechselstrom

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_s}{\sqrt{2}}$$

Der Spitzen/Spitzenwert des Stromes hat zwar keine praktische Bedeutung, kann aber ebenfalls berechnet werden.

$$I_{\text{ss}} = 2 \cdot I_s = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{eff}}$$

Die Wechselstromleistung ist das Produkt aus Effektivstrom und Effektivspannung.

$$P \sim = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

Voraussetzung für die Gültigkeit der Formel ist aber, daß als Last ein rein ohmscher Widerstand verwendet wird. Sind dagegen induktive und kapazitive Anteile enthalten, so müssen die Frequenz der Wechselspannung und die Phasenverschiebung zwischen Strom- und Spannung berücksichtigt werden.

Die Frequenz ist der Kehrwert der Periodendauer  $T$  (Bild 1).

$$f = \frac{1}{T}$$

Darin ist  $f$  die Frequenz in Hz und  $T$  die Periodendauer in s. Die Wellenlänge einer abgestrahlten Wechselstromperiode ist

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Darin ist  $\lambda$  die Wellenlänge in m und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit =  $3 \cdot 10^8$  m/s. Für die Berechnung der Blindwiderstände benötigt man die Kreisfrequenz  $\omega^1$ .

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Darin sind die Kreiskonstante  $\pi = 3,14$ ,  $\omega$  die Kreisfrequenz in  $s^{-1}$  und  $f$  die Frequenz in  $s^{-1}$  bzw. in Hertz (Hz). Der Blind-

widerstand der Spule ist dann:

$$X_L = \omega \cdot L$$

und der Blindwiderstand des Kondensators:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Darin sind  $X$  die Blindwiderstände in  $\Omega$  bzw.  $V/A$ ,  $L$  die Induktivität in  $(V \cdot s)/A$  bzw. Henry (H) und  $C$  die Kapazität in  $(A \cdot s)/V$  bzw. Farad (F).

**Beispiel:**

Welche Blindwiderstände haben ein Kondensator mit  $C = 0,47 \mu F$  und eine Spule mit  $L = 0,82$  H bei einer Frequenz von 400 Hz?

**Lösung:**

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 400 \text{ Hz} \cdot 0,47 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = 847 \Omega$$

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 400 \text{ Hz} \cdot 0,82 \text{ H} = 2061 \Omega$$

In Wechselstromkreisen wirken meistens Blind- und Wirkwiderstände zusammen und bilden Scheinwiderstände  $Z$ . Da zwischen beiden Phasenverschiebungen bestehen (Bild 3), kann man sie nicht direkt, sondern muß sie wie folgt geometrisch addieren:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um induktive oder kapazitive Blindwiderstände handelt.

**Beispiel:**

Ein Blindwiderstand von  $X = 847 \Omega$  wird mit einem Widerstand  $R = 1200 \Omega$  in Reihe geschaltet. Wie groß ist der Scheinwiderstand  $Z$ ?

**Lösung:**

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(847 \Omega)^2 + (1200 \Omega)^2} = 1469 \Omega$$

Sind Wirk- und Blindwiderstände parallel geschaltet, setzt man in obige Formel anstelle der Widerstände die Leitwerte ein. Die Phasenverschiebungen bei der Reihenschaltung (Bild 4) können mit folgenden Formeln berechnet werden:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

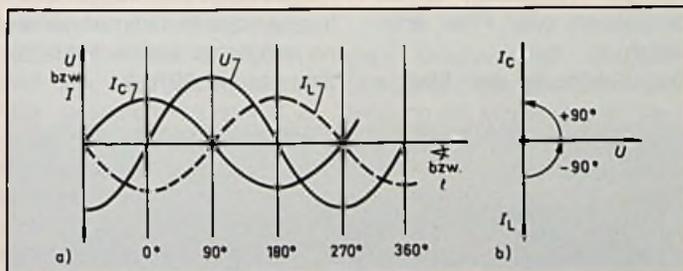
**Aufgabe:**

Ein elektrischer LötKolben hat bei 220 V/50 Hz eine Leistungsaufnahme von 35 W. Er soll mit einem in Reihe geschalteten Kondensator in der Leistung soweit reduziert werden (Sparschaltung), daß er nur noch 20 W aufnimmt.

Zu berechnen sind:

1. Der Widerstand des LötKolbens
2. Die Spannung am LötKolben
3. Der Strom durch den LötKolben
4. Der Scheinwiderstand der Reihenschaltung
5. Der Blindwiderstand des Vorschaltkondensators
6. Die Kapazität des Kondensators
7. Der Phasenwinkel zwischen Strom und angelegter Spannung
8. Die gesamte aufgenommene Leistung der LötEinrichtung und ihr Blindanteil.

(Lösungen im nächsten Heft)



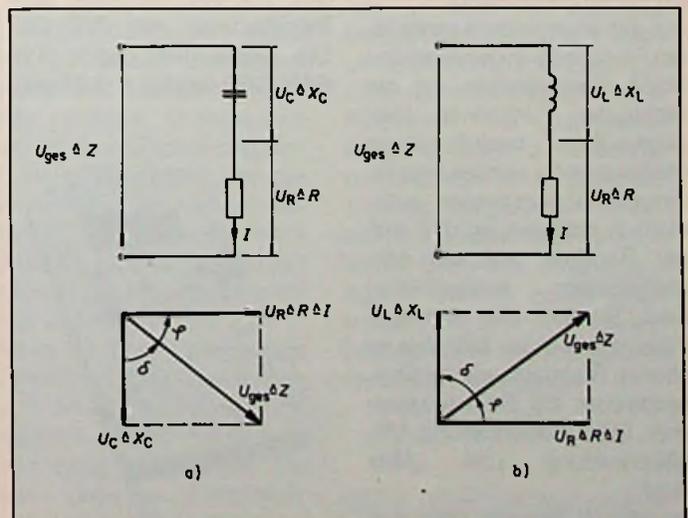
**Bild 3.** Phasenverschiebung zwischen der Spannung und den beiden Blindströmen  $I_L$  und  $I_C$ . a) zeitabhängige Darstellung, b) Zeigerdarstellung

**Bild 4.** (rechts) Scheinwiderstände und ihre Zeigerdiagramme. a) mit kapazitivem Blindanteil, b) mit induktivem Blindanteil

<sup>1)</sup>  $\pi$  : Pi = griech. Buchstabe.

$\omega$  : Omega = griech. Buchstabe.

$\lambda$  : Lambda = griech. Buchstabe.



## Neue Meßgeräte

### Tragbarer, vollprogrammierbarer Spektrumanalysator bis 1,8 GHz

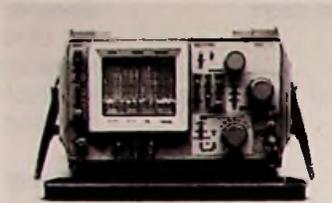
Der neue Spektrumanalysator, Tektronix 496, gleicht in Form, Bedienungsfreundlichkeit und seiner robusten Konstruktion dem bekannten 492 (Bild 1). Der 496 P ist die vollprogrammierbare Version. Der Frequenzbereich umfaßt 1 kHz bis 1,8 GHz, die technischen Daten genügen höchsten Laboransprüchen:

- Dynamikbereich: 80 dB
- Auflösung: 30 Hz
- Stör-FM: max. 10 Hz
- Drift: max. 300 Hz/10 min.
- - 127 dBm Empfindlichkeit um nur die wichtigsten zu nennen.

Wichtige Einstellparameter wie Frequenzhub, Auflösung und Stabilität wurden für die Meßerfordernisse im NF-, HF- und UHF-Bereich optimiert. Die kompakte Bauweise des 496 gestattet seinen Einsatz z. B. im Freien oder in beengten Verhältnissen und macht ihn zum mobilen, leistungsfähigen Servicegerät mit Laborspezifikationen. Größe (12 x 10 x 33 cm) und Gewicht (19 kg) sind vergleichbar mit einem Oszilloskop.

Auf der ergonomisch gestalteten Frontplatte dominieren drei große Bedienelemente für die wichtigsten Funktionen. Sie gegenseitig beeinflussende Meßparameter werden vom internen Mikroprozessor automatisch optimiert, so daß sich der Benutzer voll auf sein Meßproblem konzentrieren kann. Readout aller wichtigen Parameter auf der Bildröhre ist ebenso Standard, wie der Digitalspeicher mit Referenzspeicher, Differenzdarstellung, Mittelwertbildung und „Max Hold“.

Das Gerät arbeitet über den



**Bild 1: Tragbarer vollprogrammierbarer Spektrumanalysator bis 1,8 GHz.**

(Tektronix-Presebild)

IEC-Bus als Talker und Listener. Neben der Abfrage und Änderung sämtlicher Einstellungen durch eine Steuerung, können auch komplette Signale mit Text in einer Steuerung weiterverarbeitet oder auf Magnetkassetten gespeichert bzw. von dort zum 496 P zurückgeschickt werden. Umfangreiche Firmware für interne Signalverarbeitung ermöglichen schnelle Programmierung, auch von komplexen Meßabläufen.

### Digitalmultimeter mit automatischer Bereichsumschaltung

PANTEC erweitert seine Palette auf dem DMM-Sektor mit zwei neuen 3 1/2-stelligen LCD-Multimetern mit automatischer Bereichswahl (autoranging). Diese Handmeßgeräte haben sechs Testfunktionen von 10 M $\Omega$ /Volt sowie mit den beiden 1,5 Volt Batterien, eine Betriebsdauer von 200 Std. Die Genauigkeit beim Typ PAN 2200 beträgt  $\pm 0,8\%$ rdg.



und beim Typ PAN 2100  $\pm 0,5\%$  rdg.

Die Instrumente haben eine Nullpunkts-Justierung im kleinsten Ohmbereich, eine Batterieladezustandsanzeige, eine automatische Polaritätsanzeige sowie eine Überlastungsanzeige. Der Typ PAN 2100 besitzt zusätzlich einen Summer für Durchgangsprüfungen, manuelle Bereichstasten, einen 20-mA-Bereich und eignet sich für 10-A-AC/DC Messung. Geliefert wird in einer Tasche einschl. Meßkabel, Ersatzsicherung und 2 Batterien.

### Mikroprozessorgesteuerte Rauschzahl-Meßgerät

Hewlett-Packard stellt ein neues Rauschzahl-Meßgerät mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit vor. Das mikroprozessorgesteuerte Meßgerät löst Meßprobleme, die mit herkömmlichen Techniken nicht möglich waren.

Es ist von 10 bis 1500 MHz durchstimmbar; um Spiegel-frequenzen am Eingang zu vermeiden liegt die erste Zwischenfrequenz bei 2050 MHz. Die Eingangsfrequenz ist über die Tastatur einstellbar und kann an die Zwischenfrequenz-Ausgänge von Nachrichten- oder Radarempfängern angepaßt werden. Dabei sind keine zusätzlichen Mischer, Verstärker, Misch-Oszillatoren oder Filter erforderlich.

Eine Erhöhung der Meßge-

naugigkeit wird dadurch erreicht, daß der Wert des in den Prüfling eingespeisten zusätzlichen Rauschens (excess-noise ratio, ENR) der Rauschquelle HP 346 B bei den wichtigsten Frequenzen im nichtflüchtigen Speicher des HP 8970 A gespeichert wird.

Die Verstärkung des HP 8970 A reicht zur Messung der Eigenrauschzahl des Gerätes aus. Außerdem kann die Verstärkung des Prüflings gemessen werden. Anhand dieser beiden Werte wird die Rauschzahl des Meßsystems in Echtzeit berechnet und entsprechend berichtigt angezeigt. Eine solche Korrektur in der „zweiten Ebene“ ist eine wertvolle Hilfe bei den meisten Messungen, besonders jedoch bei Prüflingen mit niedriger Rauschzahl und geringer Verstärkung.

Die typische Gesamt-Meßungengenauigkeit (bei 8 GHz) beträgt:

Meßgerät	$\pm 0,1$ dB
ENR- Ungenauigkeit	$\pm 0,1$ dB
Ungenauigkeit der Korrektur auf der zweiten Stufe	$\pm 0,1$ dB
Ungenauigkeit durch Fehlanpassung	$\pm 0,15$ dB

Gesamt-Ungenauigkeit  $\pm 0,23$  dB

Durch eine einstellbare digitale „Glättung“ wird eine stabile Meßwert-Anzeige erzielt. Ein kleines analoges Meßgerät erleichtert das Abstimmen auf eine möglichst kleine Rauschzahl des HP 8970 A.



Der Mikroprozessor ermöglicht das Abspeichern und Abrufen von 10 kompletten Frontplatten-Einstellungen was zu einer wesentlichen Steuerung der Effektivität der Meßvorgänge beiträgt.

Somit eignet sich das Gerät für Testanwendungen an Schaltungen, Verstärkern, Mischern, Empfängern und Systemen im Frequenzbereich zwischen 10 und 18 000 MHz. Weitere Informationen: Hewlett Packard GmbH, Berner Straße 117, 6000 Frankfurt/Main 56, Telefon 06 11/5 00 41

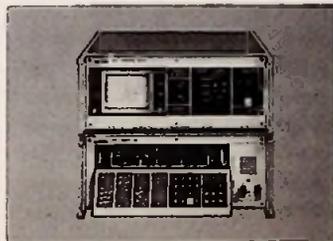
## Technische Neuerungen

### Überwachungsempfänger mit Lauerstellung

Das Panoramsichtgerät des Weitbereichsempfängers Minilock (10 kHz bis 1000 MHz) registriert schwer erfassbare Kurzzeitsignale während eines wählbaren Beobachtungszeitraumes. Frequenz und Pegel der Signale können nachträglich gemessen und der Empfänger auf einfachste Weise in Lauerstellung für ein interessierendes Signal gebracht werden.

Das Auffinden der Kurzzeitsignale erfolgt mit Hilfe des sogenannten „Differenzpanoramas“. Hierbei werden alle Maximal- und Minimalpegelwerte digital gespeichert und mit 2 Kurven abgebildet. Bereits verschwundene Signale sind bei dieser Darstellung deutlich durch das gleichzeitige Vorhandensein einer Maximalpegelkurve und einer Nulllinie erkennbar. Die Kurve mit der Maximalpegelkurve dient auch zur anschaulichen Darstellung der von Sendestationen durch ihre Modulation beanspruchten maximalen Bandbreiten. Bei der Darstellung von aktuellen Panoramen gewährleisten

die digitalen Bildspeicher des Sichtgerätes flimmerfreie Schirmbilder. Mit dem Sichtgerät als Spektralanalyse mit relativ hoher Auflösung (2,5 kHz/cm) möglich. Außerdem können Pegel- und Frequenzeinschwingvorgänge von Sendern gespeichert und dargestellt werden (Bild 1). Der Meß- und Überwachungsempfänger Minilock zeichnet sich durch das geringe Phasenrauschen seines Abstimmoszillators (-136 dBc/Hz in 20 kHz Abstand) aus. Er mißt gleichzeitig Frequenzablage, Pegel und Modulation eines Signals und gibt die Meßwerte in analoger und digitaler Form aus. Einseitenbandempfang mit unabhängigen Seitenbändern (ISB) ist bis 1000 MHz möglich. Für Funknetze können automatische Meßroutinen über die Tastatur des Empfän-



**Bild 1: Überwachungsempfänger Minilock (unten) mit Panoramsichtgerät (Foto: Enertee-Schlumberger)**

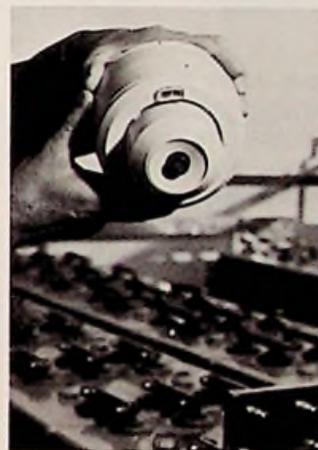
gers programmiert werden. Der Empfänger kann in Verbindung mit Modems über Telefonleitungen fernbedient werden. Er eignet sich ideal zum Anschluß von Einkanalpeilern und ist mit IEC-Bus- oder V-24-Schnittstellen für alle Funktionen ausgerüstet.

### Warnung vor explosiven Gasgemischen

Unsichtbar und geruchlos und daher besonders gefährlich sind viele Gase und Dämpfe, vor allem wenn sie sich mit

Luft zu hochexplosiven Gemischen vermengen. Hier kann ein Gasmeldesystem helfen, das Siemens jetzt in sein Angebot für Sicherheitstechnik aufgenommen hat. Es erkennt und meldet unerwünscht auftretende Gemische aus Luft und brennbaren Gasen schon weit unterhalb der sogenannten „Unteren Explosionsgrenze“. Da das neue Gasmeldesystem die gleiche Anlagenstruktur wie die Brandmelde-technik von Siemens aufweist, läßt es sich mit solchen Anlagen gut kombinieren oder dort ausrüsten.

Brennbare gasförmige Medien und Luft sind nur in einem bestimmten Bereich des Mi-



**Bild 1: Neuer Gassensor auf Halbleiterbasis (Siemens-Pressbild)**

schungsverhältnisses explosiv. Die untere Explosionsgrenze stellt die dazu erforderliche minimale Konzentration dar, die obere Explosionsgrenze die größtmögliche, bei der das Gemisch gerade noch explodiert, bevor es „nur“ noch verbrennt oder wegen Sauerstoffmangels überhaupt nicht mehr zündet.

Die an die Gasmelderzentrale angeschlossenen Melder – bis zu 8 Melder pro Linie sind möglich – arbeiten mit neuartigen Halbleitersensoren, die beim Einwirken brennbarer Gase ihre Leitfähigkeit ändern

(Bild 1). Das wiederum ist ein Maß für die Gaskonzentration. Da die verschiedenen Gase eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung haben, gibt es auch jeweils eigene Meldereinsätze für Erdgas (Methan), Propan, Wasserstoff. Sie besitzen mehrere Empfindlichkeitsbereiche, die man auch erst bei der Montage einstellen kann.

Die Melder signalisieren die Gaskonzentration in zwei Stufen. In der ersten, der Vorwarnungsstufe, spricht der Melder bereits bei sehr kleinen Konzentrationen an. Dies macht sich am Melder selbst durch eine stetig leuchtende Lampe bemerkbar, und die Zentrale kann schon vorprogrammierte Steuerungen auslösen. Steigt die Gaskonzentration weiter an, so wird die Alarmstufe erreicht und die Zentrale leitet weitere Steuervorgänge zum Abbau der gefährlichen Gaskonzentration ein. Das Meldelempfänger beginnt zu blinken, um die Ortung der gefährlichen Bereiche zu erleichtern. Für dieses neue Gasmeldesystem gibt es vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Etwa in Bereichen, in denen Gas als Energieträger verwendet wird – in Fernheizwerken, Großheizungen für Wohnanlagen, in Großküchen von Hotels, Krankenhäusern, Industriebetrieben –, oder wo explosive Dampf-Luft-Gemische flüssiger Brennstoffe oder Lösungsmittel auftreten können, also in Raffinerien oder Lösungsmittelagarn. Auch zum Schutz von Gebieten ist es geeignet, in denen Gas gefördert, hergestellt, verarbeitet oder gelagert wird – Gaswerke, Flüssiggaslager – oder in denen Gase entstehen, z. B. in Kläranlagen (Methan) oder Akkumulatorkammern (Wasserstoff).

**Neue Produkte**



**Aus drei mach sechs**

Diese Formel stand Pate bei einer pfiffigen Neuheit, der Duoversal-Steckdosenleiste. Mit einem drei Meter langen Anschlußkabel versehen, bietet sie Anschlußmöglichkeiten für drei Schuko-Stecker oder sechs Eurostecker oder jede andere Kombination. Vor allem für HiFi-Fans ist diese Leiste interessant: Fernsehgerät, Videorecorder, Tuner, Plattenspieler, Kassettensrecorder und Verstärker haben zum Bei-

spiel, sofern sie mit Eurosteckern ausgerüstet sind, hier einen gemeinsamen Anschluß. Durch ein spezielles Führungssystem sitzen auch die schmalen Eurostecker wackelfrei und sicher. Ob sie allerdings den VDE-Bestimmungen entsprechen, war bei Drucklegung nicht bekannt. Hersteller: Fa. Heinrich Kopp, Alzenauer Straße 68-70, 8756 Kahl am Main. Preis: etwa DM 9,-

**Vom Walkman zum Heimgerät**

Der SRF-80 W ist ein UKW/MW-Receiver für zuhause und unterwegs. Das herausnehmbare Radioteil nämlich kann sowohl über superleichte Kopfhörer wie auch über die beiden Lautsprecher betrieben werden (Bild 1). Und über ein Verbindungskabel kann auch der Walkman angeschlossen werden. Für unterwegs gibt es eine Tunertragetasche und Schulterriemen sowie Stereo-Kopfhörer.

Abmessungen (B x H x T): 32,1 x 13,1 x 4,9 cm

Radiogehäuse  
Tunerteil:  
6,55 x 11,35 x 2,4 cm  
VK-Preis: 459,- DM



Bild 1: Empfänger für mobile Kopfhörer- und stationäre Lautsprecherwiedergabe (Sony-Pressbild)

**Jetzt „winkt“ man auch bei Sharp**

Was die einen als Jux des Jahres empfinden, betrachten die anderen eher mit Skepsis: das kleine Ding im Ohr zumeist jugendlicher Musikfans. War früher Spaziergehen ausgesprochen „doof“, so bringt plötzlich der winzige Musikbegleiter allen Langweilern mit Pop wieder Pep in die Beine. Doch kein Publikum ist verwöhnter und anspruchsvoller als echte Musik-Enthusiasten. Der Ruf nach Neuem, Besseren ertönt ständig. Sharp griff eine Idee auf und stellt mit dem Radio-Walker WF-50 G ein technisch verbessertes Gerät vor, dessen hervorstechendes Merkmal ein UKW-Empfangsteil ist: Es wird wahlweise anstelle einer Cassette eingeschoben und bietet zusätzlich erstklassigen Rundfunkempfang.



Selbstverständlich gibt es beim WF-50 G keine Bandsortenprobleme – auch Reineisenbänder können ohne weiteres abgespielt werden. Ein zweiter Kopfhörer-Ausgang erlaubt es, das Hörvergnügen mit einem Partner zu teilen; und ein „Muting“-Knopf macht ein paar Takte Konversation möglich, ohne die Kopfhörer vom Ohr nehmen zu müssen.

**Mecasound Bausteinsystem in Slim-Line-Ausführung**

Neben seinen erfolgreichen Slim-Line-Komponenten der 496er Serie und einem Mini-Bausteinsystem, komplettiert Metz sein HiFi-Programm durch ein weiteres HiFi-System in Flachbauweise. Diese mit echten Komfortmerkmalen der Spitzenklasse ausgestattete HiFi-Anlage besteht aus vier Komponenten: Dem Stereo-Amplifier AX 4980, dem Stereo-Tuner SX 4981, dem Stereo-Cassettendeck CX 4982 und dem Plattenspieler TX 4983.

Elegant über- oder nebeneinander gestellt, besticht die neue Mecasound-Reihe durch eine klare, zeitlose Linienführung (Bild 1). Die Abmessungen sind mit einer Breite von 43,5 cm, einer Höhe von 38 cm und einer Tiefe von 35 cm ausgesprochen wohnraumfreundlich, ohne daß dabei der technisch repräsentative Charakter der neuen Metz HiFi-Bausteine leidet. Mit einer in braun-metallic gehaltenen Frontplattenausführung wird die Slim-Line-HiFi-Serie 489... zu einer Bereicherung des derzeitigen Metz HiFi-Angebotes. Der Verstärker AX 4980 hat eine Leistung von 2 x 40 W Sinus bzw. 2 x 60 W Musik und eine Leistungsbandbreite von 15 Hz bis 30 kHz. Der Klirrfaktor liegt bei 0,2%. Die Werte für Fremdspannungsabstand und Übersprechdämpfung weisen sich mit 60 dB/45 dB aus. Die Ausgangsleistung wird für jeden Kanal durch fünf Leuchtdioden angezeigt. Bedient wird mit Tasten. Ein Umschalter gestattet die Wahl zwischen zwei getrennten Lautsprechergruppen. Die Endstufen sind gegen Überlastung geschützt. Der Zweiwellen-Bereichstuner SX 4981 hat acht Festsendertasten für FM. Die Frequenzanzeige erfolgt über große, fluoreszierende Zahlen digital.

Die Eingangsempfindlichkeit beträgt für 26 dB Rauschabstand  $0,9 \mu\text{V}$  an  $75 \Omega$ . Der Klirrfaktor liegt unter 0,4%, der Geräuschspannungsabstand 65 bzw. 63 dB. Die Sender werden über einen leichtgängigen Schwungradantrieb abgestimmt. Eine eingebaute Ferritantenne sowie Antennenanschlüsse für  $75 \Omega$  und  $300 \Omega$  sind weiterhin Merkmale der reichhaltigen Ausstattung. Mit einer abschaltbaren Dolby-Rauschminderung versehen, wird der Cassettenrecorder CX 4982 der neuen Metz Bausteinreihe dem hohen Qualitätsstandard der anderen Komponenten gerecht. Die Gleichlaufschwankungen betragen 0,15%, die Drift liegt bei 0,5%, der Klirrfaktor beträgt maximal 1,2% und auch



der Geräuschspannungsabstand ist mit 64 dB (Dolby) erwähnenswert. Von vorne zu bedienen, vervollständigt der HiFi-Plattenspieler TX 4983 die neue Metz Alternative im HiFi-Bereich. Er ist mit einem hochwertigen Magnet-System bestückt, das eine originaltreue Schallplattenwiedergabe garantiert. Für den platzsparenden wie zugleich auch funktionellen Einbau der neuen Slim-Line-Anlage bietet Metz ein schickes Holzrack 9968 an. Auf Gleitrollen leicht zu bewegen, läßt es sich durch seine wohnraumfreundliche Holzstruktur in jeder Art von Einrichtung optimal integrieren. Ergänzt wird die Anlage durch HiFi-Lautsprecherboxen in 2-Wege- und 3-Wege-Ausführung.

## Datenanzeige-Einheiten mit Katodenstrahlröhren

Neu im Vertrieb der National Panasonic sind Datenanzeige-Einheiten mit direktgeätzten monochromen schwarz/weiß- und Farb-Katodenstrahlröhren.

Die Direktätzung, ein von Matsushita Electric entwickeltes Verfahren, trägt erheblich zur reduzierten Blendung bei und gewährleistet eine hohe Auflösung. Ein separater Schirmträger ist nicht mehr erforderlich. Zur Verfügung stehen verschiedene Leuchtstoffe.

Einfach einzustellende, eingebaute Magnete ermöglichen Feldabgleich für optimale Anzeigengeometrie. Die Einheiten sind mit einer dynamischen Fokussierschaltung ausgestattet, die gleichbleibende Fokussierung sicherstellt. Der Bildschirm kann von Ecke-zu-Ecke und Kante-zu-Kante ausgenutzt werden. Das Eingangssignal setzt sich aus dem Video- und dem Synchronsignal zusammen. Da-

durch wird eine einfache Anschlußverbindung gewährleistet.

Die robuste Modul-Konstruktion vereinfacht den Service erheblich. Die Platine ist beidseitig markiert und enthält einen versiegelten Rücklauftransformator und Hochspannungsgleichrichter, die erheblich zur Sicherheit beitragen. Das Chassis kann problemlos an Neigungswinkel, die der Industriennorm entsprechen, angepaßt werden.

Eine Stromversorgung mit automatischer Umschaltung erlaubt den Betrieb bei 90 V–264 V, 50 oder 60 Hz ohne manuelle Betätigung.



## Bauelemente

### Neue Ansteuerschaltung für Displays

Höher auflösende LED-Skalen erhöhen automatisch die Zahl der Ansteuerleitungen. Sie



können jedoch durch eine matrixartige Verschaltung der Bauelemente reduziert werden. So werden z. B. für 30 LEDs auf diese Weise nur 11 Leitungen benötigt. Eine spezielle Verschaltung erlaubt jedoch eine Reduktion auf 9 Leitungen. Mit dem Bauelement U 1096 B von AEG-Telefunken können derartige LED-Skalen (Punktanzeige) angesteuert werden, wobei durch Aufstok-

ken der ICs eine Skala bis zu 150 LEDs möglich wird.

Hinweise über dieses Bauelement sowie über verschiedene Verschaltungen von LED-Skalen sind im Halbleiter-Informationsdienst 5.81 enthalten, worin das Schaltungskonzept mit 9 Ansteuerleitungen ebenso beschrieben wird wie eine Reihe von Anwendungsbeispielen.

Ausführliche Unterlagen können bei AEG-Telefunken, Geschäftsbereich Elektronische Bauelemente, Postfach 1109, 7100 Heilbronn, angefordert werden.

### Leistungstransistoren für Kurzwelle

Um der steigenden Nachfrage nach Leistungstransistoren im CB- und Kurzwellenbereich gerecht zu werden, hat NEC eine Serie mit hohen Ausgangsleistungen entwickelt. Diese Transistoren eignen sich für Leistungsstufen in mobilen und stationären CB-Sendern, in Kurzwellengeräten und in Fernsteuersendern.

Sie haben die Typenbezeichnungen 2 SC 1957, 2 SC 1909, 2 SC 1306 und 2 SC 1307 und liefern bei 12V Versorgungsspannung und einer Frequenz von 27 MHz eine Ausgangsleistung zwischen 1,8W und 15W.

Ausführliche Informationen von: NEC Electronics (Europe) GmbH,  
Karlstraße 123-127  
4000 Düsseldorf  
Telefon 02 11/3 61 41

## 1"-Infrarot-Newvicon XQ 1443

Kameraröhren mit erweitertem Spektralbereich eignen sich besonders für Anwendungen im nahen Infrarot-Bereich. Hierzu gehören z. B.:

Überwachungs- und Objektschutz-Aufgaben, Kameras mit IR-Scheinwerferunterstützung und andere Aufgaben im nahen Infrarotbereich.

Neben der 2/3"-Röhre XQ 1276 liefert Valvo jetzt auch die 1"-Newvicon-Röhre XQ 1443 mit einer Grenzwellenlänge um 100 nm und Restlichtanwendungen. Bei beiden Röhren wurde die Rotflanke zwischen dem Maximum der Spektralempfindlichkeit bis zur

Grenzwellenlänge um nahezu 100 nm verschoben.

Änderungen der Betriebsdaten gegenüber der Standardstellung für Vidikons und Newvicons sind für die IR-Newvicons im Gegensatz zu anderen IR-empfindlichen Kameraröhren nicht erforderlich.

## Besprechungen neuer Bücher

**Rechenbuch der Radio- und Fernsehtechnik** von Peter Zastrow, 1. Auflage 1981, 342 S., 244 Bildern, 77 Tab. und ca. 1400 Übungsaufgaben, Zweifarbendruck, Alkorphan einband, Frankfurt Fachverlag, ISBN 3-87234-075-1, DM 32,- mit Lösungsheft, ISBN 3-87234-076-X, DM 4,-

Elektronische Zusammenhänge sind physikalische Zusammenhänge und können damit nur mit mathematischen Mitteln exakt bestimmt werden. Mathematische Mittel sind für sich allein aber oft so abstrakt, daß sie dem Praktiker ver-

schlossen bleiben. Sind ihm deshalb auch die elektronischen Zusammenhänge verschlossen? Seitdem es Zastrow gibt, bestimmt nicht mehr.

Der Autor versteht es, elektronische und elektrische Zusammenhänge mathematisch so darzustellen, daß sie der wenig geübte mathematische Praktiker auf seinen speziellen Fall übertragen und anwenden kann. Insofern kann man den Autor auf diesem Fachgebiet getrost mit Adam Ries vergleichen, der vor etwa 400 Jahren die Mathematik so dargestellt hatte, daß der normale Mensch in der täglichen Praxis etwas damit anzufangen mußte.

Zastrows erstes Fachrechenbuch entstand vor etwa 15 Jahren und wurde für Gesellen- und Meisterausbildung gern verwendet. Ihm folgte 1976 das Rechenbuch der Elektronik, das inzwischen die dritte Auflage erlebt. Das vorliegende Rechenbuch der Radio- und Fernsehtechnik ist dessen logische Ergänzung. Die allgemeingültigen Abschnitte wie Mathematische Grundlagen, Elektrisches

Grundrechnen, Kondensatoren, Elektromagnetismus, Spulen, Wechselstromtechnik, Schwingkreise, Passive Vierpole und Elektrische Meßtechnik sind in beiden Büchern gleich. In den Abschnitten Wärmeberechnung und -ableitung, Netzteile, Nichtlineare Widerstände, Dioden, Transistoren, FETs, Operationsverstärker und Röhren wurden andere Wertigkeiten gesetzt. Dasselbe gilt für die Abschnitte Verstärker sowie Modulation und Demodulation. Neu hinzugekommen sind hier HF-Verstärker, Misch- und Oszillatorstufen, Fernsehtechnik, Antennentechnik und Elektroakustik. Dafür entfielen die Abschnitte Generatorschaltungen, Impulsformer, Schaltalgebra und duales Zahlensystem. Ob diese Themen für die Radio- und Fernsehtechniker auch in Zukunft so nebensächlich sein werden, daß man sie heraus lassen kann, ist zweifelhaft und durch die neuesten Ausbildungspläne des Handwerks widerlegt. Zur Zeit findet er in diesem Buch aber alles, was er für seine heutige Ausbildung und die tägliche Praxis braucht. Sta

## Funk-TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker 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. 102869  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (06221) 489-1  
Telex 04-61 727 hueh d

Geschäftsführer:  
Heinrich Gefers (Marketing)  
Heinz Melcher (Zeitschriften)

Verlagskonten:  
PSchK Karlsruhe 485 45-753  
Deutsche Bank Heidelberg  
0265 041, BLZ 672 70003

### Redaktion

Redaktionsanschrift:  
FT-Redaktion  
Landsberger Straße 439  
8000 München 60  
Telefon (089) 838036  
Telex 05-21 5498 hueh d

### Außenredaktion:

Ing. Lothar Starke  
Lindensteige 61  
7892 Tettnang  
Telefon: (075 42) 88 79

### Chefredakteur:

Ing. Lothar Starke

### Resort-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. 102869  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (06221) 489-280  
Telex 04-61 727 hueh d

### Vertriebsleiter:

Peter Bornscheuer

### Bezugspreis:

Jahresabonnement: Inland DM 94,- einschließlich MWSt, zuzüglich Versandkosten; Ausland: DM 94,- zuzüglich Versandkosten.  
Einzelheft: DM 8,25 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 mitzutellen.

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. 102869  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (06221) 489-203  
Telex 04-61 727 hueh d

### Anzeigenleiter:

Walter A. Holzapfel

### Gültige

Anzeigenpreisliste  
Nr. 14 vom 1. 1. 1982

### Druck

Schwetzingen Verlagsdruckerei  
GmbH

K.W. Bernath

# Grundlagen der Fernseh- System- und Schaltungstechnik

1982. 175 Abbildungen. Etwa 130 Seiten.  
DM 58,-; approx. US\$27.00  
ISBN 3-540-10931-5

**Inhaltsübersicht:** Psychophysische Grundlagen des monochromen und farbigen Fernsehens. – System- und Schaltungstechnik des monochromen Fernsehens. – Farbfernsehsysteme (NTSC, PAL, SECAM, CCIR-Normen). – Literaturverzeichnis. – Sachverzeichnis.

Dieses Werk stellt eine aktuelle, in erster Linie auf das einschlägige Studium an Universitäten und Fachhochschulen zugeschnittene Einführung in die Fernsehtechnik dar.

Trotz wissenschaftlicher Strenge ist das Buch mit den üblichen Vorkenntnissen leicht lesbar. Dazu trägt bei, daß der Autor (an maßgebender Stelle in der schweizerischen PTT-Generaldirektion in Bern und als Lehrbeauftragter an der ETH in Zürich tätig) seine großen fachlichen Erfahrungen didaktisch gut aufzubereiten versteht. Er verzichtet bewußt auf Detailinformationen von geringerer Bedeutung und beschränkt sich auf das für die Fernsehtechnik Wesentliche aus Optik, Psychophysik, Lichttechnik, Farbmeterik und Schaltungstechnik.

Die übersichtlichen Zusammenstellungen aller Hauptdaten der Farbfernsehsysteme NISC, PAL und SECAM entsprechend der international eingeführten CCIR-Normung macht das Buch für den Praktiker in Industrie und Handwerk (Entwicklung, Prüffeld, Reparatur usw.) zu einem Nachschlagewerk von grundsätzlicher Bedeutung.

Springer-Verlag  
Berlin  
Heidelberg  
New York



6154/4/2h

## Ihre Fachberater

**Jahrbuch 82  
für das Elektro-  
handwerk**

**Jahrbuch 82  
für Elektro-  
maschinen-  
bau +  
Elektronik**

### Jahrbuch für das Elektrohandwerk 82

Etwa 450 Seiten, zahlreiche Abbildungen, Tabellen, Diagramme und Schaltungsbeispiele. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, 12,80 DM (Fortsetzungspreis 10,25 DM; siehe unten), zuzüglich Versandkosten.

Das praxisorientierte Taschenbuch ist seit vielen Jahren ein treuer Begleiter für den Elektro-Fachmann. Wer einmal damit gearbeitet hat, möchte es nicht mehr missen. Dem Elektro-Fachmann in Handwerk, Industrie und Gewerbe wird ein hilfreiches Nachschlagewerk für die tägliche Berufspraxis geboten. Wegen der zahlreichen Änderungen, die sich bei den elektrotechnischen Richtlinien in letzter Zeit ergeben haben, wurde das Jahrbuch vollständig überarbeitet. Somit ist wiederum gewährleistet, daß alle Texte dem letzten Stand der Technik, unter Berücksichtigung aller neuen Bestimmungen, entsprechen. Um eine noch klarere Gliederung zu erzielen, wurde eine neue Kapitelein- teilung vorgenommen. Völlig neu aufgenommen wurde ein Kapitel über Hausgeräte mit Schaltungen und Service-Hinweisen. Jedes Kapitel beginnt mit wichtigen Fachliteratur-Hinweisen. Damit entspricht die Ausgabe 1982 allen Erfordernissen der Praxis.

### Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 82

Etwa 400 Seiten. Mit vielen Schaltbildern, Wickeltabellen, Diagrammen. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, DM 12,80 (Fortsetzungspreis DM 10,25; 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 1982 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 Ihre Bestellung also für 1983 ff. vorgemerkt.) Wir gewähren dann einen Preisnachlaß von 20% auf den jeweils gültigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 82 also statt DM 12,80 / Fortsetzungspreis 10,25. Der Fortsetzungsauftrag kann jährlich bis spätestens 30.6. für das folgende Jahr gekündigt werden.

## Hüthig & Pflaum Verlag

### Bestellschein

- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1982, DM 12,80
- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1982, Fortsetzungspreis DM 10,25
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 1982, DM 12,80
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik, 1982, Fortsetzungspreis DM 10,25

Vor- und Zuname

Straße

Plz/Ort

Datum

Unterschrift

Einsenden an:  
Hüthig & Pflaum Verlag, Postfach 10 28 69, 6900 Heidelberg 1

# PROGRAMMIEREN IN ASSEMBLER

Drei neue Titel aus einer ganzen Serie von Büchern über Assemblersprachen-Programmierung in deutscher Sprache.

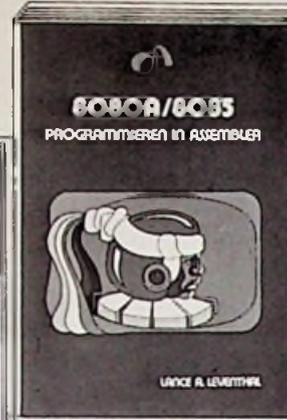
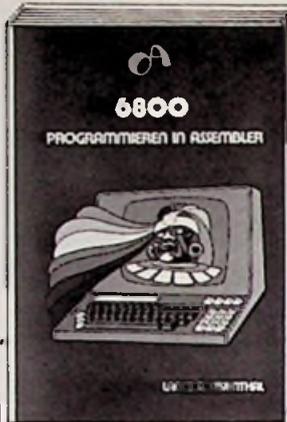
Anhand der weitverbreiteten Mikroprozessoren 6502, 6800 und 8080A/8085 wird die Programmiersprache Assembler behandelt.

In diesen Werken findet der Leser eine große Anzahl von praktischen Programmierbeispielen im Standard-Format einschließlich Flußdiagrammen, Quellprogrammen, Objektcodes und erläuternden Texten. Jeder Befehl wird detailliert erklärt.

Ausführliche Besprechungen für die Erstellung von Programmen, von der Definition der Aufgaben, über Testen, Fehlersuche, Dokumentation, bis hin zu modularer und strukturierter Programmierung runden diese aktuellen Werke ab.

Verfasser Lance A. Leventhal

Titel 6800 und 8080 A/ 8085, über 500 Seiten, Paperback, Preis je 49,- DM sowie 6502, 700 Seiten, Preis 59,- DM, inkl. 6,5% MwSt. zuzüglich Versandkosten.



**te-wi**

te-wi Verlag GmbH  
Auslieferung ab 1.1.1982  
durch Hühlig  
Verlagsauslieferung

für Kfz, Maschinen, Werbung  
**PVC-Klebeschilder**  
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder  
BICHLMEIER 82 Ro-Kastanau  
Erlenweg 17 Tel 08031/31315

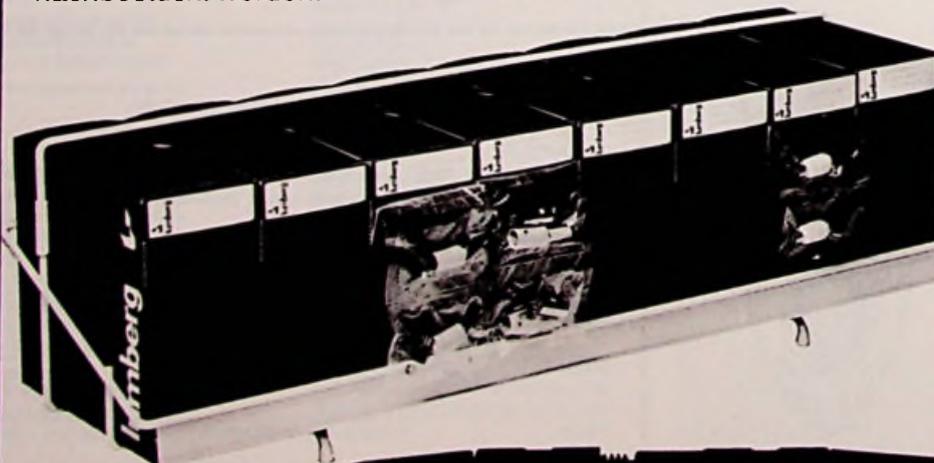
**neu**  
Von den Grundlagen  
bis zum individuellen  
Programmieren mit dem  
Christiani-  
**kompakt-kurs**  
**basic**  
Einfach Postkarte  
Schritt-für-Schritt zur  
kostenlosen Infor-  
mationsmaterialien  
entstanden an:  
Techn. Lehranstalt  
Dr. Ing. P. Christiani GmbH  
7150 Konstanz, Post 2580  
in Österreich  
Fanzschweigen  
6900 Bregenz

**neu**  
Der Christiani-Lehrgang  
Amateurfunk-Lizenz - der  
Einstieg in das weltumspannende  
Abenteuer Amateurfunk-  
**amateurfunk**  
**lizenz**  
Optimale Vorbereitung auf den  
Erwerb der Lizenz Klasse C für  
auch Postkarte Schwenk-Schilder  
kostenlos Informationsmaterialien  
entstanden an:  
Techn. Lehranstalt  
Dr. Ing. P. Christiani GmbH  
7150 Konstanz, Post 2580  
in Österreich  
Fanzschweigen  
6900 Bregenz

## **lumberg – Qualität die verbindet**

Dieser umsatzfördernde Verkaufsstander mit 8 Kartons bietet eine optimale Warenpräsentation bei geringstem Platzbedarf.

Alle Steckverbinder sind im Endlosprinzip verpackt, d. h. sie lassen sich – eingeschweißt in einem Folienstreifen – einzeln herausziehen und abtrennen. Die Ständer können jederzeit nachbestückt werden.



Der Lumberg-Verkaufsstander bietet universelle Aufstellmöglichkeiten.

1. Theken- und Regalaufstellung
2. SB-Lochwand-Aufhängung
3. normale Wandaufhängung

  
**lumberg**

Karl Lumberg GmbH & Co  
Gesellschaft für Elektro-Feinmechanik  
Postfach 13 60 · Telefon (0 23 55) 83-1  
D-5885 Schalksmühle



**NEUMANN  
KONDENSATOR  
MIKROPHONE**



**KM 86**  
umschaltbare  
Richtcharakteristiken  
Kugel, Niere, Acht  
einschaltbare Vordämpfung

Wir bieten Ihnen ein vollständiges Programm  
der Studiotechnik und informieren Sie gern.

**GEORG NEUMANN GMBH**

1 Berlin 61 · Charlottenstraße 3 · Tel. 030/2514091

# Reiner klingt feiner.

Sie als Fachmann reinigen Magnetköpfe sowie Tonwellen an Video- und Tonbandgeräten sicher auch schon längst nach Profi-Art: mit VIDEO-SPRAY 90. Selbst hartnäckige Verschmutzungen werden von den Tonkopfflanken gelöst. Der Erfolg: reiner, voller Ton. Schmutzrückstände gibt es keine. Und das klingt noch feiner: VIDEO-SPRAY 90 ist unschädlich, absolut gebrauchssicher, brennt nicht und trocknet im Nu. Auf diese Vorteile mag keiner mehr verzichten. In der Industrie, in Rundfunkanstalten, auf dem Datenverarbeitungs-Sektor – oder auch nur zu Hause, wenn es gilt, dem Cassetten-Recorder guten Ton beizubringen und die Bild-/Tonköpfe des Video-Recorders zu reinigen.

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.

## Informations-Coupon

- Ich möchte mehr über VIDEO-SPRAY 90 wissen.
- Bitte schicken Sie mir zusätzlich Ihre kostenlose Broschüre „Saubere Kontakte“ mit nützlichen Werkstatt-Tips.

Firma \_\_\_\_\_

Name \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

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



WWW FT 4/82

Renault 4 Transporter

# Eine Idee hat sich durchgesetzt

Bis heute in Deutschland über 40.000 mal.



## Das hat seine Gründe:

### 1. Sparsam wie der Renault 4

Schon bei der Anschaffung Bescheiden im Verbrauch. Wirtschaftlich im Einsatz, bei Steuern und Versicherung. Transporter 850 7,0 l/100 km\*.

Natürlich Normalbenzin.

\*gegen DIN-Norm bei 90 km/h

### 2. Erprobte Zuverlässigkeit

Im Renault 4 millionenfach bewährte Technik: Robuste 25 kW (34 PS)-Motoren, Vorderradantrieb, Einzelradaufhängung, Zweikreisbremssystem mit Blockierverhinderung durch Bremskraftregler.

### 3. Platz für »Alles«

Schon der Renault 4 Transporter 850 hat Platz für 1,8 Kubikmeter und für 350 kg Nutzlast. Und im Renault 4 Transporter 1100 bringt man bequem 2,35 Kubikmeter unter. Und 395 kg Nutzlast.

### 4. Problemlos in der Wartung

Die bewährten Motoren sind besonders wartungsfreundlich. Langlebige Karosserie durch Tauchlackierung, Hohlraumversiegelung und Unterbodenschutz. Renault 4 Transporter stehen auch als Gebrauchte hoch im Kurs.

RENAULT-LEASING-SYSTEM.  
Nur für die Nutzung zahlen.  
Ohne Kapitalbindung, mit  
zusätzlicher Steuerersparnis.  
Sofortfinanzierung durch die  
RENAULT CREDIT BANK.

RENAULT



Renault empfiehlt elf Motorenöle.

Wußten Sie, daß Renault in  
Deutschland das viertgrößte  
Kundendienst-Netz aller  
Automarken hat? Mit über  
1.600 Kundendienststellen!

# Hüthig Aufgabensammlung zur Elektrotechnik

## Zum Üben und Vertiefen des mathematischen Lehrstoffes



### Digitale Systeme

von O. Neufang

#### Teil 1: Schaltnetze

1976, 216 S., 170 Abb., 15 Tab., 370 Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0373-1

#### Teil 2: Schaltwerke

1979, 197 S., 173 Abb., 38 Tab., 69 Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0492-4

Die Digitaltechnik findet in jüngster Zeit eine immer größere Verbreitung ihrer Anwendungsgebiete. Hierzu gehören beispielsweise: digitale Rechenanlagen, digitale Steuerungstechnik, digitale Nachrichtenübertragung sowie Signal- und Sicherungstechnik.

Die vorliegende Aufgabensammlung stellt eine Hilfe für die Einführung in die Grundlagen digitaler Systeme dar.

### Elektrizität und Elektrotechnik

von W. Herzog

#### Teil 1: Grundlagen und Schaltungen

1979, 93 S., 63 Abb., 66 Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 17,80  
ISBN 3-7785-0514-9

#### Teil 2: Elektromagnetische Grundlagen und Wechselstromschaltungen

1979, 162 S., 97 Abb., 100 Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0525-4

### Mathematik

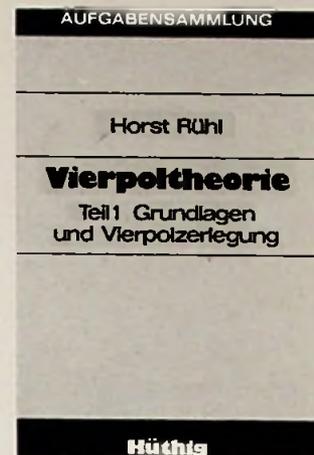
von M. Pulver und B. Blum

#### Teil 1: Grundlagen und Differentialgleichungen

1980, 211 S., 54 Abb., zahlr. Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0590-4

#### Teil 2: Integralrechnungen und gewöhnliche Differentialgleichungen

1980, 217 S., zahlr. Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0605-6



### Vierpoltheorie

von H. Rühl

#### Teil 1: Aufgaben aus der klassischen Vierpoltheorie

1979, 221 S., 98 Abb., 3 Tab., zahlr. Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0519-X

#### Teil 2: Vierpolberechnung mit Knotenanalyse

1980, 213 S., 97 Abb., zahlr. Aufgaben mit vollst. Lösungen, Kunststoffeinfband, DM 19,80  
ISBN 3-7785-0589-0

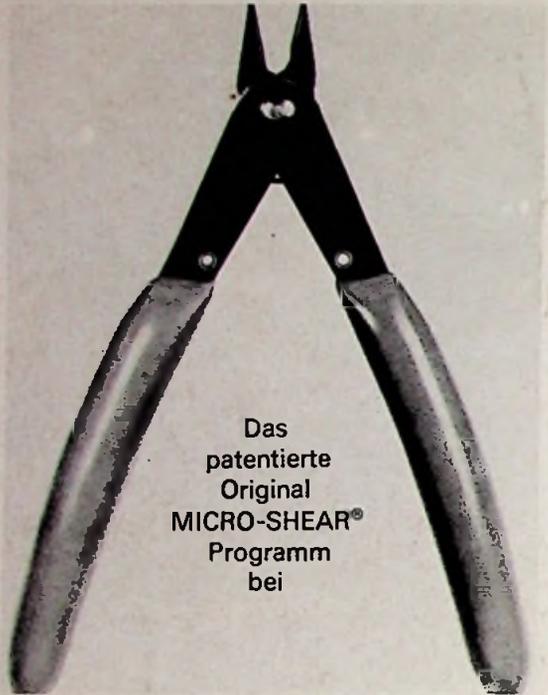
Der erste Teil ist im wesentlichen der Darstellung der Vierpol-eigenschaften, in verschiedenen Matrizenformen und der Möglichkeit der Berechnung umfangreicher Netzwerke durch Zusammenschaltung von Einzelvierpolen gewidmet.

Im zweiten Teil werden die Aussagen der Netzwerkanalyse auf Vierpolprobleme angewendet.

Dr. Alfred Hüthig Verlag · Postfach 10 28 69 · 6900 Heidelberg 1

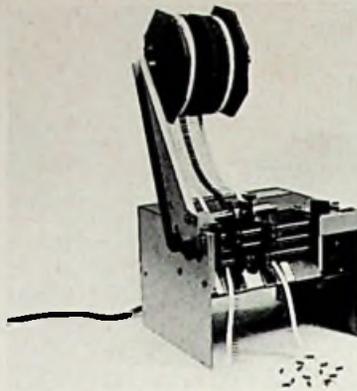
**MICRO-SHEAR®**

Elektronik-Scheren, Zangen und Crimper  
auch pneumatisch

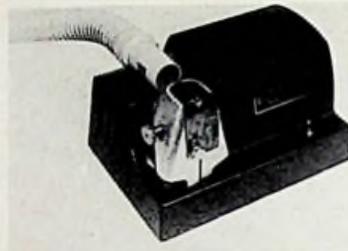


Das  
patentierte  
Original  
MICRO-SHEAR®  
Programm  
bei

**Bauteile  
schneiden  
und biegen**



**Abisolieren  
und  
Reinigen  
mit  
Fiberglas**



Das Programm von  
The Eraser Co. Inc. bei

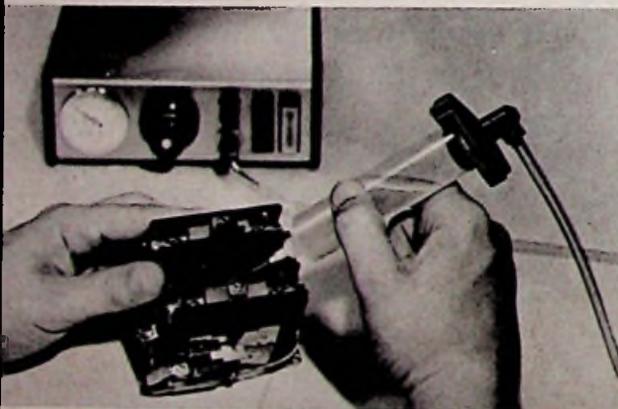
**GLT** Gesellschaft für Löttechnik mbH  
Kreuzstr. 150 · 7534 Birkenfeld  
Tel. (0 72 31) 4 70 76 · Tx. 0783757

**GLT** Gesellschaft für Löttechnik mbH  
Kreuzstr. 150 · 7534 Birkenfeld  
Tel. (0 72 31) 4 70 76 · Tx. 0783757

**Dosiergeräte**

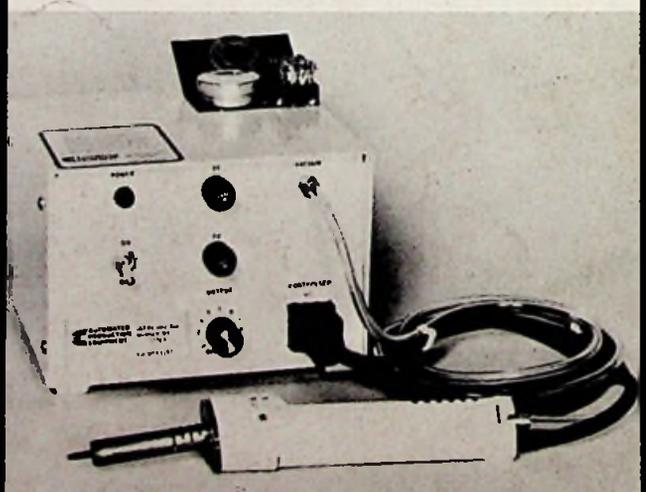
Unsere Kunden sparen ...

DM 20 000,—, ein anderer DM 50 000,— per  
Jahr durch Erhöhung der Produktion, durch  
Sicherstellung der Qualität



**Reduzieren auch Sie Ihre Kosten,**

wenn Sie folgendes verarbeiten:  
Kleber, Lötpasten, Anaerobics, Cyanoacrylate,  
Epoxyes, Fette, Flußmittel, Öle, Farben, Lacke, Si-  
likone, Lösungsmittel, Verdüner ... oder jedes  
andere flüssige Material

**Entlöten  
Leiterplatten reparieren**

Entlötestationen, Reparaturstationen  
und Reparaturmaterial für  
gedr. Schaltungen

**GLT** Gesellschaft für Löttechnik mbH  
Kreuzstr. 150 · 7534 Birkenfeld  
Tel. (0 72 31) 4 70 76 · Tx. 0783757

**GLT** Gesellschaft für Löttechnik mbH  
Kreuzstr. 150 · 7534 Birkenfeld  
Tel. (0 72 31) 4 70 76 · Tx. 0783757