

# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker und Radio-Fernseh-Techniker

9

September 1982 37. Jahrgang

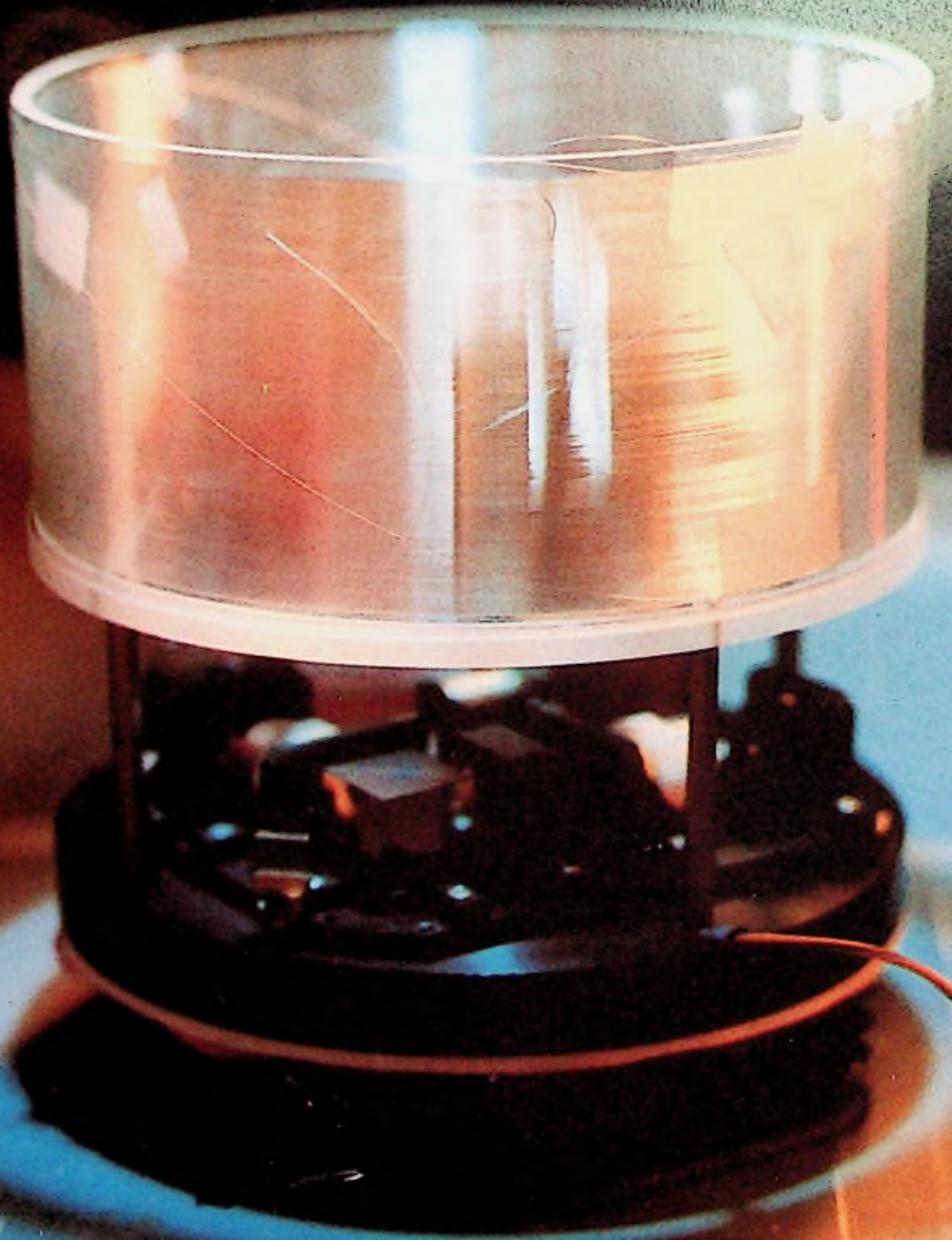
**Glasfaser - Kreisel  
steuern Flugzeuge**

**Flachbildröhre mit  
großem Schirm**

**Fernbedienung mit  
geringer Stromaufnahme**

**Dielektrische Resonatoren  
für den GHz - Bereich**

**Stereoton für Farb -  
fernsehgeräte**



# Video auf der Weltmesse der Photographie.

Dieses Angebot muß Sie interessieren,  
wenn Sie alle  
Wachstums-Chancen dieses Marktes  
wahrnehmen wollen.

In zwei Zentren präsentiert  
die photokina wichtige Bau-  
steine Ihres Video-Sortiments:  
Das AV-Zentrum in Halle 13  
für die professionellen  
Anwender unter Ihren Kunden;  
das gesamte Spektrum für  
das aktive Hobby-  
Videographieren in den  
Rheinhallen.  
Und mit dem einen wie dem  
anderen wächst Ihr Markt.

Kommen Sie im Oktober  
nach Köln.

Die photokina bringt Sie weiter.

### photokina-Fachtagung:

- AV-Praxis '82 –  
Audiovisuelle Medien  
in der Praxis, 11.+12.10.82

### AV-Festival

Dia-Audiovision/Film/Video  
Halle 13, Obergeschoß

Bei Insidern berühmt:

**Internationale  
Bilder- und Filmschauen  
in der Kunsthalle.**

Bereits ab 17. September.

Unbedingt ins Besuchsprogramm einplanen!

### Coupon

Ausschneiden, ausfüllen und einsenden an:  
Messe- und Ausstellungs-Ges.m.b.H. Köln  
Postfach 210760, 5000 Köln 21

Senden Sie mir:

- den photokina-Vorkatalog „Video“  
 Programm AV-Festival

Name und Absender  
bitte nicht vergessen.

 Köln Messe

**photokina  
photokina  
photokina**

**Weltmesse  
der Photographie**

PHOTO · FILM · VIDEO  
AUDIOVISION

Bilder- und Filmschauen

**köln  
6.-12.  
Okt.**

**'82**

## In diesem Heft:

**Modulationsverfahren bei AM-Rundfunksendern (III)** Seite 375

**Schaltungstechnik moderner Netzgeräte** Seite 385

**Kondensatoren und ihre Speicherwirkung** Seite 397

### Kurzbeiträge

Dioden für automatische Bestückung Seite 379

Britischer Konzern will Fernsehsatelliten betreiben Seite 384

Low-Noise Eimerkettenschaltungen zur Verzögerung analoger Signale Seite 393

Lippenbekenntnis zur Sonnenenergie? Seite 393

Kreisel aus Glas und Licht Seite 394

Glasfaser-Kreisel auch von SEL Seite 394

Mikrowellenhalbleiter Seite 395

Stereoton für Fernsehgeräte Seite 396

### Rubriken

Hinweise auf Veranstaltungen Seite 368

Kurse und Schulungen Seite 368

Kurzberichte über Unternehmen Seite 368

Neue Meßgeräte Seite 369

Hinweise auf neue Produkte Seite 370

Endgeräte der Kommunikation Seite 399

Neue Bauelemente Seite 399

Hilfsmittel und Zubehör Seite 400

Besprechung neuer Bücher Seite 401

Offengelegte Patentschriften Seite 402

**Impressum** Seite 402



### Titelbild:

Lichtstrahlen, die gegenläufig durch eine Glasfaserospule geschickt werden, kommen nur dann gleichzeitig am Ende an, wenn sich die Spule in Ruhe befindet. Ansonsten gibt es Phasenverschiebungen, die Rückschlüsse auf die Bewegungsgeschwindigkeit zulassen. Damit wirkt die Glasfaserospule wie ein Kreisel ohne bewegte Teile.

(Telefunken-Pressbild)

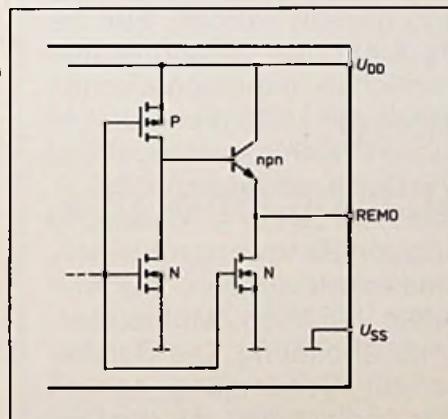
Seite 394



### Komponenten-Trends

Innovationen gehen heute von den Bauelementen aus. Der Pariser Bauelementesalon und die Hannover Messe sind in dieser Beziehung Gradmesser. Prof. C. Reuber hat sich dort umgesehen und u. a. diese flache Bildröhre gefunden.

Seite 372



### Sparsamer Infrarot-Fernbedienungsgeber

Infrarot-Fernbedienungen werden meistens aus Batterien gespeist. Um deren Kosten gering zu halten, muß der Energieverbrauch gesenkt werden. Mit der integrierten Schaltung SAA 3004, die in diesem Beitrag vorgestellt wird, hat man die Möglichkeit, einen IR-Fernbedienungsgeber mit kleiner Stromaufnahme herzustellen.

Seite 380



### Dielektrische Resonatoren, neue Bauelemente der Mikrowellentechnik

Dielektrische Resonatoren sind zylindrische Bauelemente aus isolierendem Material mit hoher Dielektrizitätszahl, die durch parallel verlaufende Leitungen zum Schwingen angeregt werden. Sie sind kleiner und billiger, als die klassischen Hohlraumresonatoren, besitzen aber die gleichen charakteristischen Feldkonfigurationen. Der Beitrag befaßt sich mit ihren Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten im Frequenzbereich bis 12 GHz.

Seite 389

Siegfried Blume

# Theorie elektromagnetischer Felder

1982, VIII, 385 S., zahlr. Abb., kart., DM 48,80  
ISBN 3-7785-0799-0  
Reihe Eltex Elektrotechnische Studientexte

Ausgangspunkt dieses Buches sind die Maxwell'schen Gleichungen, die in axiomatischer Form an den Anfang gestellt wurden. Für die verschiedenen Teilgebiete des umfangreichen Komplexes der elektrischen und magnetischen Erscheinungen werden die Methoden zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen abgeleitet und durch zahlreiche Beispiele verdeutlicht.

Ausführlich behandelt werden u. a. klassische Verfahren zur Lösung von Randwertproblemen, wie z. B. Orthogonalentwicklungen, die Methode der Greenschen Funktion, Multipolentwicklungen, konforme Abbildung. Die Darstellung führt bis hin zur Behandlung schnell veränderlicher Felder und schließt mit der Diskussion der Felder von elektrischem und magnetischem Elementardipol, die zwanglos aus der Multipolentwicklung für die Felder einer lokalisierten Stromverteilung abgeleitet werden.

Im Lehrtext wird ausgiebig Gebrauch von der Vektoranalysis und von den Methoden und Funktionen der mathematischen Physik gemacht. Die benötigten mathematischen Grundlagen werden deshalb im 1. Kapitel des Buches mit Blick auf die späteren Anwendungen aufbereitet.

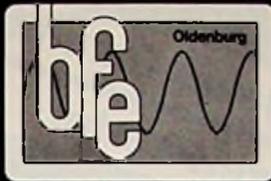
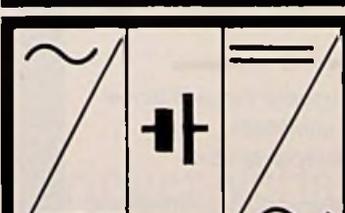
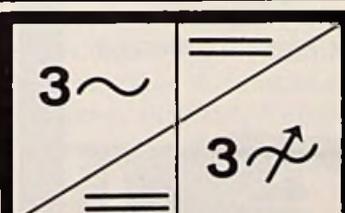
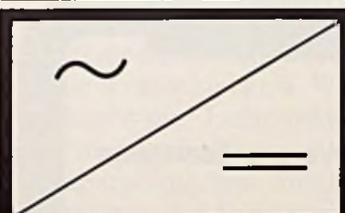
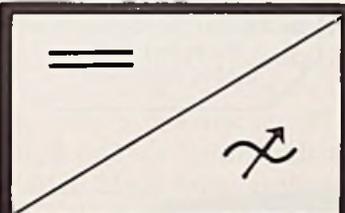
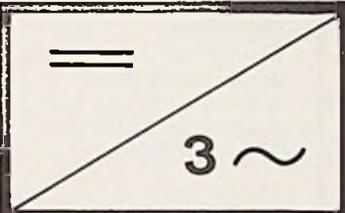
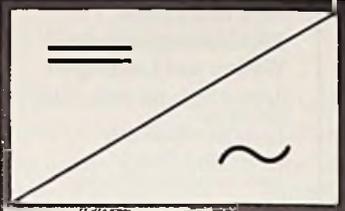
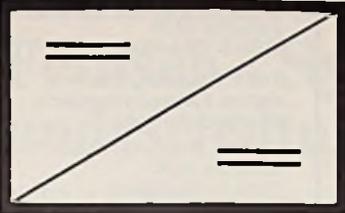


Prof. Dr. Siegfried Blume  
Ruhr-Universität  
Bochum

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Postfach 10 28 69  
D-6900 Heidelberg 1

**Hüthig**

# Statische Umformer



**Bundes-Fachlehranstalt  
für das Elektrohandwerk**  
Abt. R + FS 2  
Donnerschwer Str. 184  
2900 Oldenburg  
Telefon: 04 41/3 10 36  
Größte Elektrofachschule  
mit Wohnheim und Casino

## Meisterausbildung Radio- u. Fernsehtechnik

Noch freie Plätze zum 1. 11. 82 u. 6. 4. 83

Termine f. alle anderen Elektroberufe auf Anfrage.  
Förderungsmöglichkeiten durch das Arbeitsamt,  
nach BaFöG oder durch den Berufsförderungsdienst  
der Bundeswehr.

Bitte hierzu aktuelle Informationen anfordern!

für Kfz. Maschinen, Werbung

**PVC-Klebeschilder**  
FIRMEN-BAU- u. Magnet-Schilder

BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau  
Erlenweg 17. Tel. 08031/31315

### Ausrüstung zur Bildröhrenüberholung,

neu und gebraucht, Preise ab \$ 6200,- für die  
komplette Anlage.

Schreiben Sie an: Atoll Television Company,  
6425 W. Irving Park, Chicago, Illinois 60634 USA.

# Hüthig

Ihr Partner

wenn es um

**elektrotechnische Fachliteratur geht**

- Über 130 Fachbücher vom Elektrohandwerk  
bis zur Hochschulliteratur
- 10 elektrotechnische Fachzeitschriften  
innerhalb der Hüthig Verlagsgruppe
- Ab 1. 10. 1980 vertreiben wir auch das  
gesamte Buch- und Zeitschriftenprogramm  
von AEG-TELEFUNKEN
- Bitte fordern Sie unser 46seitiges Gesamt-  
verzeichnis Bücher Zeitschriften 1982  
Elektrotechnik/Elektronik an.



mitglied der  
informations-  
gemeinschaft elektro - ige

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

Seit 20 Jahren  
in der Praxis bewährt

**Sadowski**

GmbH & Co.  
Leistungselektronik

7300 Esslingen 1

Tel.: 0711/34 53 98 · Tlx.: 7 256 496

**Klaus Lunze**  
**Theorie der Wechselstromschaltungen**

Lehrbuch  
 2. Aufl. 1977, 288 S.,  
 204 Abb., 11 Taf., geb.,  
 DM 34,—  
 ISBN 3-7785-0431-2

**Klaus Lunze**  
**Berechnung elektrischer Stromkreise**

Arbeitsbuch  
 9., durchges. Aufl. 1976  
 423 S., 2 Falttaf., 163 Auf-  
 gaben mit Lösungen, geb.,  
 DM 44,—  
 ISBN 3-7785-0319-7

**Hermann Schunk**  
**Stromverdrängung**  
 Strom- und Feldverdrängung  
 in elektrischen Leitern

1975, 168 S., 104 Abb.,  
 19 Tab., Kunststoffeinband,  
 DM 16,80  
 ISBN 3-7785-0312-X

**Hüthig**

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



KÖNIG hat das fast unüberschaubare Geber-Programm auf ganze 74 reduziert! In zwei Gehäuse-Varianten mit der auf dem Markt einmaligen Garantie-Leistung von 2 Jahren. In der Funktion identisch mit den Originalteilen und mit 5 Jahren Großserien-Erfahrung, können Sie sich eigentlich selbst ausrechnen, wieviel Ärger und Zeit Sie sich beim Umtauschen oder Reparieren ersparen!

Im Typenvergleichs-Katalog (kostenlos!) oder per Telefon erfahren Sie alles über die kleine Revolution in Ihrem Service. Auch direkt über den Fachhandel.

Lieferung über Ihren Fachgroßhändler und im Ausland über Claus Grothusen OHG, Saalachstr. 40, A-5020 Salzburg  
 Van Alphen-Bilthoven B.V., Hobbemalaan 11, NL-3723 Bilthoven  
 AMEX-Elektronik AG,  
 Fellerstr. 11, CH-3027 Bern  
**KÖNIG ELECTRONIC,**  
 Steinstr. 1-5, 6101 Reichelsheim



**Prof. Dr. Reinhold Pregla**  
**Grundlagen der Elektrotechnik**  
 Teil 1: Felder und Gleichstromnetzwerke  
 1979, XII, 421 S., 251 Abb.,  
 kart., DM 32,80  
 ISBN 3-7785-0600-5

Teil 2: Induktion, Wechselströme, Elektromechanische Energieumformung  
 1980, X, 344 S., 190 Abb.,  
 kart., DM 26,80  
 ISBN 3-7785-0630-X

**Hans-Georg Unger**  
**Elektromagnetische Wellen auf Leitungen**  
 1979, 329 S., 170 Abb., kart.,  
 DM 39,80  
 ISBN 3-7785-0601-3  
 Reihe Eltex Elektro-  
 technische Studentexte

**Hermann Schunk und Werner Engel**  
**Grundlagen der Impulstechnik**  
 1979, 206 S., 185 Abb., zahlr.  
 Beispiele, geb., DM 44,80  
 ISBN 3-8101-0054-4

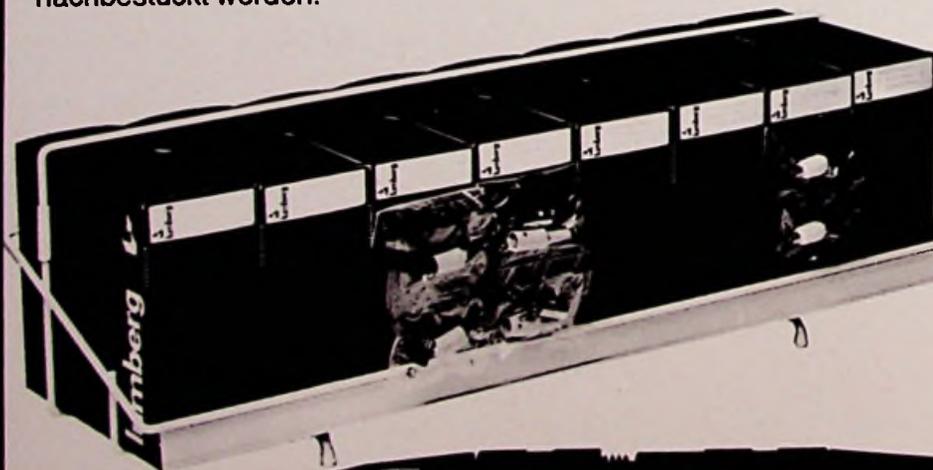
**Hüthig**

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

**lumberg – Qualität die verbindet**

Dieser umsatzfördernde Verkaufsständer 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-Verkaufsständer bietet universelle Aufstellmöglichkeiten.

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



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

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, Farbmetrik 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



6 154/4/2h

## Ihre Fachberater

**Jahrbuch für das Elektrohandwerk 83**

**Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 83**

### Jahrbuch für das Elektrohandwerk 83

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

Dem Elektrofachmann in Handwerk, Gewerbe und Industrie wird mit dem Jahrbuch ein nützliches Nachschlagewerk für die tägliche Berufspraxis geboten. Wer einmal damit gearbeitet hat, möchte es nicht mehr missen. Die jährliche Überarbeitung gewährleistet, daß alle Texte dem letzten Stand der Technik entsprechen. Selbstverständlich sind die neuesten Bestimmungen und sonstigen Regeln der Technik berücksichtigt. Jedes Kapitel beginnt mit Fachliteraturangaben. Im Kalendarium steht genügend Raum für Notizen zur Verfügung.

### Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 83

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

Das „Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik“ enthält alle wichtigen Unterlagen für Elektromaschinenbau und Elektronik, die man in Werkstatt und Betrieb laufend zur Hand haben muß. Die neue Ausgabe 1983 erfüllt wieder alle Ansprüche an einen modernen, praxisbezogenen Fachkalender.

### Fortsetzungspreis

Für unsere Jahrbücher bieten wir einen Vorzugspreis an, wenn Sie zur Fortsetzung bestellen. (Dann wird die Bestellung also für 1984 ff. vorgemerkt.) Wir gewähren dann einen Preisnachlaß von 20 % auf den jeweils gültigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 83 also statt DM 13,80 / Fortsetzungspreis 11,-. Der Fortsetzungsauftrag kann jährlich bis spätestens 30. 6. für das folgende Jahr gekündigt werden.

## Hüthig & Pflaum Verlag

### Bestellschein

- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1983, DM 13,80
- Jahrbuch für das Elektrohandwerk 1983, Fortsetzungspreis DM 11,-
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 1983, DM 13,80
- Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik, 1983, Fortsetzungspreis DM 11,-

Vor- und Zuname

Straße

Plz/Ort

Datum

Unterschrift

Einsenden an:

Hüthig & Pflaum Verlag, Postfach 102869, 6900 Heidelberg 1

## Hinweise auf Veranstaltungen

### Hannover-Messe-Termine

Die Termine für die Hannover-Messe bis 1989 liegen jetzt fest. Acht Tage, von Mittwoch bis Mittwoch, dauert jeweils das Top-Ereignis der internationalen Wirtschaft. Dabei wurde im Interesse der ausstellenden Industrie darauf geachtet, daß ein zeitlicher Abstand zu den Osterfeiertagen gewahrt bleibt.

Die Termine sind:

- 1983 – 13. bis 20. April
- 1984 – 4. bis 11. April
- 1985 – 17. bis 24. April
- 1986 – 9. bis 16. April
- 1987 – 1. bis 8. April
- 1988 – 13. bis 20. April
- 1989 – 5. bis 12. April

### 13. Internationales Fernseh-Symposium 1983 in Montreux

(ITVS) Das 13. Internationale Fernseh-Symposium findet vom 28. Mai bis und mit 2. Juni 1983 in Montreux (Schweiz) statt. Wie bei den früheren Symposien wird auch 1983 wieder eine fernsehtechnische Ausstellung mit internationaler Beteiligung durchgeführt, die am 29. Mai öffnet und bis und mit 2. Juni 1983 dauert.

Das Symposium beginnt mit der Verleihung der Goldmedaille für besondere technische Verdienste um das Fernsehen.

Das Vortragsprogramm enthält folgende Hauptthemen:

#### Rundfunk-Fernsehen

- Programmproduktion und -bearbeitung
- Programmverteilung (unter anderem über Satelliten)
- High definition TV
- Digitale Aufzeichnung

#### Kabel-Fernsehen

- Programmverteilung (unter anderem über Satelliten)

- Neuerungen bei der Kabelverteilung
- Neue Dienste in Kabelnetzen
- Heim-Terminal.

Parallel zum Symposium findet eine fernsehtechnische Ausstellung statt, die auch 1983 wieder von allen führenden Herstellern besichtigt wird.

## Kurse und Schulungen

### Grundlehrgänge über die Leiterplattenherstellung

Der Verein der Freunde und Förderer der Galvanotechnikerschule an der Fachhochschule Schwäbisch Gmünd hat zu seinem bisherigen Ausbildungsangebot ein neues Thema – die Vorlagenerstellung – hinzugefügt. Folgende Lehrgänge, die bisher einen sehr guten Anklang fanden, sind vorgesehen:

- 20.–24. 9. 1982 = Vorlagenerstellung
- 11.–15. 10. 1982 = Basismaterial
- 08.–12. 11. 1982 = Bildauftrag 1. Woche
- 06.–10. 12. 1982 = Bildauftrag 2. Woche
- 17.–21. 1. 1983 = Naßbearbeitung 1. Woche
- 07.–11. 2. 1983 = Naßbearbeitung 2. Woche
- 07.–11. 3. 1983 = Naßbearbeitung 3. Woche
- 11.–15. 4. 1983 = Qualitätskontrolle

Jedes Thema ist für sich abgeschlossen und kann auch einzeln besucht werden. Die Seminare finden teils an der Fachhochschule Aalen und teils an der Galvanotechnikerschule Schwäbisch Gmünd statt.

Anmeldung und Unterlagen: Ing. W. Alberth, Ostpreußenstr. 11, 7441 Neckartenzlingen, Tel. (07127) 3735.

### Neue Lehrgänge in Esslingen

Die Technische Akademie Esslingen veranstaltet in den nächsten Monaten wieder eine Reihe interessanter Lehrgänge mit folgenden Inhalten:

#### Thema: Nuklear-Elektromagnetischer Puls (NEMP)

Schutzmaßnahmen, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)  
Lehrgangs-Nr.: 70.028  
Termin: 8. und 9. November 1982  
Leitung: Prof. Dipl.-Ing. J. Wilhelm

#### Thema: Datenpaketvermittlung und Datex-P

Lehrgangs-Nr.: 73.036  
Termin: 8. und 9. November 1982  
Leitung: Ing. (grad.) W. Tietz

#### Thema: Digitale Filter, Teil II – Entwurfsverfahren, Beispiele, Einübung –

Lehrgangs-Nr.: 73.034  
Termin: 24. bis 26. November 1982  
Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. A. Gottwald

#### Thema: Qualifikation und Standardisierung in der Mikroelektronik und in elektrischen Systemen

Lehrgangs-Nr.: 70.029  
Termin: 29. und 30. November 1982  
Leitung: Dipl.-Phys. R. Krause

#### Thema: Sprechfunkgeräte-Meßtechnik

mit Vorführung von Messungen aus dem Entwicklungslabor, Qualitätskontroll-, Prüffeld- und Servicebereich  
Lehrgangs-Nr.: 73.037  
Termin: 1. bis 3. Dezember 1982  
Leitung: Ing. (grad.) J. Neumann

#### Thema: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Lehrgangs-Nr.: 73.029  
Termin: 1. bis 3. Dezember 1982  
Leitung: Prof. J. Wilhelm

#### Thema: Elektromechanische und elektronische Bauteile zuverlässig und wirtschaftlich gestalten

Lehrgangs-Nr.: 70.024  
Termin: 1. und 2. Dezember 1982  
Leitung: Dr. H. Merz

#### Thema: Einführung in die Elektronik, Teil II

Lehrgangs-Nr.: 70.022  
Termin: 1. bis 3. Dezember 1982  
Leitung: Obering. Dipl.-Gwl. H. Sarkowski

## Kurzberichte über Unternehmen

### Neues SGS-Design-Center eröffnet

SGS, europäischer Halbleiterhersteller, hat in diesen Tagen sein neues Design Center in Grafing („DCG“) bei München eingeweiht. Hier werden integrierte Schaltkreise nach Kundenwünschen innerhalb kürzester Zeit entwickelt. Das DCG liegt in Grafing, 30 km östlich von München. Dieser Raum gilt in Fachkreisen allgemein als „europäisches Silicon Valley“, denn hier sind etwa 65% der süddeutschen Elektronikindustrie bzw. fast 40% der europäischen Elektronikindustrie niedergelassen.

Im DCG sind derzeit 18 hochqualifizierte Entwicklungsingenieure mit durchschnittlich 5jähriger Praxis im IS-Design tätig. Geplant sind 20 IS-Entwicklungen pro Jahr mit einem mittleren Umsatzwert von 6 Mio. DM je IS-Laufzeit (3–4 Jahre).

Profitieren soll vor allem der Halbleiteranwender im deutschsprachigen Raum durch Kundennähe, hohe Flexibilität und Schnelligkeit in der IS-Entwicklung, problemlose Kommunikation, Effizienz durch erfahrene und straff organisierte Entwicklungs-

Teams. Die Entwicklungszeiten und -kosten können klein gehalten werden, weil SGS Standard-Module anbietet, die sowohl als Hardware als auch als Computerprogramm existieren und damit unmittelbar vom Kundenentwurf zum IC führen.

### Die Geopolitik der Elektronikindustrie

„Europa kann es sich nicht leisten, auf die Halbleiterindustrie zu verzichten“, diesen Standpunkt vertrat in Paris während eines internationalen „Round-Table-Gesprächs“ Pasquale Pistorio, Chief Executive Officer der SGS-ATES Halbleiter-Firmengruppe mit Hauptsitz in Mailand.

Er sagte: „Eine fortschrittliche Industrie-Gesellschaft kann nicht ohne Zugriff auf die moderne Elektronikindustrie existieren; diese ist wiederum ohne die Halbleiterindustrie nicht lebensfähig“.

Basierend auf seine umfassende amerikanische Erfahrung, brachte der italienische Industrielle folgende Ideen zum Ausdruck:

1. „Eine friedliche Koexistenz zwischen den Industriefirmen innerhalb unseres freien Unternehmenssystems gibt es nicht. Es wäre unmoralisch und absurd, sich nicht zu erheben und einen angemessenen Teil des Weltmarktes zu erkämpfen. Die Vereinigten Staaten und Japan haben bereits ihre Stellungen eingenommen.“

2. Die Hürden sind für Europa, das es sich nicht leisten kann, daß sein industrieller Standard insgesamt absinkt, sehr hoch. Unglücklicherweise haben sich Kooperationsversuche zwischen europäischen Regierungen bis jetzt als erfolglos herausgestellt, und dieser Trend scheint anzudauern. Im Gegenteil, diesbezügliche Pläne einzelner Länder werden immer aggressiver, und dieser Trend scheint sich unter

dem Druck der Ereignisse noch zu verstärken.

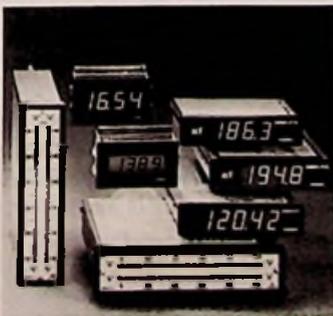
3. Abgesehen von Fördermitteln für Forschung und Entwicklung, müssen die europäischen Manager das große Problem der Arbeitsproduktivität und der dazu erforderlichen positiven Einstellung zur Leistung lösen. Verglichen mit den USA und Japan ist Europa was Flexibilität und Produktivität in der Ausnutzung der Maschinenanlagen betrifft, eindeutig im Nachteil. Speziell in unserem Fall, einer äußerst kapital-intensiven Industrie, ist dieses Handicap sehr gewichtig, da die extrem schnelle technische Innovation die ebenso schnelle Veralterung der Maschinen zur Folge hat.

4. Ich bin sehr pessimistisch gegenüber Regierungen, die auf diesem Gebiet untereinander kooperieren“, fügte Pasquale Pistorio hinzu. „Meiner Meinung nach werden die Firmen dieses Problem auf internationaler Ebene selbst meistern, da die Halbleiterindustrie das nötige Kapital, die Intelligenz und die notwendigen Hilfsmittel dazu besitzt.“

### Neue Meßgeräte

#### Meßwertdarstellung als Ziffern oder Balken

Die digitale und die quasianaloge Meßwertdarstellung sind elektronische Alternativen im breiten Einbau-Meßgeräte-



Programm von Gossen. Es gelten hierfür dieselben Qualitäts- und Sicherheitsmaßstäbe wie für elektromechanische Analoganzeiger. Die Abmessungen sind DIN-angepaßt. Die einschlägigen VDE-Bestimmungen wurden eingehalten.

Das 4 1/2-stellige Digem ff1 F im „superflachen“ Gehäuse mit 96 x 24 mm Frontmaß hat zum Beispiel ein eingebautes, galvanisch getrenntes Netzteil für Gleich- und Wechselspannung, die Anzeige kann gespeichert werden. Eine Nullpunktverschiebung ist über den vollen Bereich möglich.

Speziell auf die Belange des Gerätebaus zugeschnitten ist hingegen das Dig 1 A für bündigen Einbau in die Gerätefrontplatte. Mit der geringen Bautiefe von nur max. 30 mm, den Frontabmessungen 62 x 38 mm, der Verbundleiterplatte und der Schnappbefestigung sind seine konstruktiven Besonderheiten die Auswahlkriterien.

Weitere Informationen von: Gossen GmbH, Meß- und Regeltechnik, Postfach 1780, 8520 Erlangen

#### Neues Digital-Speicheroszilloskop mit 10 Bit Auflösung

Ein neues Digital-Speicheroszilloskop stellt Gould unter der Typenbezeichnung OS 4200 vor. Das Gerät kommt zum Einsatz, wo es um die hochgenaue Aufzeichnung einmaliger Impulse geht.

Der Typ OS 4200 arbeitet im YT- wie auch im XY-Betrieb. Die Abtastrate von 800 kHz erlaubt die Speicherung von Signalen bis zu max. 200 kHz (4 Punkte/Periode). Der 10 Bit x 4 K Speicher ermöglicht auf dem 8 x 10 cm Schirm eine Auflösung von 1024 Punkten entsprechend 128 Punkten/cm in Y-Richtung und 4096 Punkten entsprechend 400 Punkten/cm in X-Richtung.

Eine Dehnung des aufgenommenen Signals in X-(40fach) wie auch in Y-Richtung (5fach) ist möglich. Um auch noch kleinste Signale mit möglichst großer Strahlauslenkung zu speichern, liegt die max. Eingangsempfindlichkeit bei 100 µV/cm.

Wie bei allen Digital-Speicheroszilloskopen ist es möglich, Signalvorgeschichte mittels eines Pre-Triggers aufzunehmen. Um Signale mit einem Referenzmuster zu vergleichen, läßt sich der Speicher des OS 4200 halbieren. Die eine Hälfte arbeitet als Referenzspeicher, in die andere wird der aktuelle Signalverlauf geschrieben. Dieser kann beliebig oft gelöscht und durch ein neues Signal ersetzt werden.

Die Triggermöglichkeiten erlauben auch auf unbekannte Signale zu triggern. Häufig ist es nötig, gespeicherte Signale zu Dokumentationszwecken oder späterem Vergleich zu archivieren. Über eine optionelle Analog-Ausgabeeinheit lassen sich die gespeicherten Signale sehr leicht auf einem beliebigen XY- oder YT-Schreiber ausschreiben.

Dabei lassen sich 3 Betriebsarten wählen:

1. Eine sich kontinuierlich wiederholende Ausgabe des Speicherinhalts
2. Nach manuellem Start einmalige Ausgabe des Speicherinhalts
3. Automatische Ausgabe nach Speicherung eines getriggerten Signals



Weitere Informationen durch:  
Gould Instrument Systems,  
Dieselstraße 5-7,  
6453 Seligenstadt 3,  
Tel.: (0 61 82) 2 10 91-95

## Hinweise auf neue Produkte

### PCM-Processor lieferbar

Sanyo fertigt jetzt seinen HiFi-PCM-Processor für digitale Tonaufnahmen auf Videoband in Serie. Es ist jetzt im Handel erhältlich.

Der enorme Qualitätssprung, den die Digitaltechnik mit sich bringt, ist bekannt: Starke Dynamikverbesserung, viel größerer Frequenzumfang, 100mal weniger Verzerrungen, keine Tönhöhenschwankungen und Drop-outs, kein Modulationsrauschen, Möglichkeit des Kopierens ohne Qualitätsverlust und so weiter. Dazu kommen noch praktische Vorteile wie bedeutende Platz- und Geldersparnis bei den Bändern sowie deren unbegrenzte Lagerfähigkeit ohne Qualitätsabnahme.

Mit dem Sanyo Plus 5 und einem beliebigen Videorecorder, egal ob PAL, Secam oder NTSC, kann nun jedermann diese Vorteile der zukunftswei-

senden PCM-Technik erleben und Tonaufnahmen in einer Klangqualität realisieren, wie sie bis heute nicht einmal in den meisten professionellen Tonstudios möglich ist (Bild 1).

Die Vorteile der digitalen Tonaufzeichnung über Sanyo Plus 5 gegenüber Aufnahmen mit herkömmlichen, hochwertigen Tonbandgeräten sind:

- Größere Dynamik
  - Keine Tönhöhenschwankungen
  - Geradliniger Frequenzgang von weit unterhalb des Hörbereiches bis darüber hinaus
  - Verzerrungen bei Vollaussteuerung etwa 100x niedriger
  - Perfekte Phasenstabilität zwischen den beiden Stereokanälen
  - Aussteuerbarkeit nicht frequenzabhängig, daher keine Probleme mit Bandsättigung und Höhenverzerrungen
  - Keine Drop-outs
  - Kopien ohne Qualitätsverlust möglich
  - Keine Vor- und Nachechos
- ferner: Eintaumelung, Entmagnetisierung, Reinigung und Abnutzung von Magnetköpfen, Einstellung von Empfindlichkeit, Vormagnetisierung und Entzerrung sowie das Gleichverhalten des Recorders beeinflussen die Klangqualität nicht.

Je nach verwendetem Videorecorder sind ununterbrochene Aufnahmen von 4 Stunden und mehr möglich. Wo für die lückenlose Aufzeichnung eines Konzertes bisher zwei Tonbandmaschinen erforderlich waren, (eine 27-cm-Spule Studiotonband läuft bei 38 cm/sec. 30 min) kommt man nun mit einem einzigen Videorecorder aus.

PCM-Aufnahmen sind kaum empfindlich gegenüber magnetischen Streufeldern. Kein Qualitätsverlust durch langes Lagern der Aufnahmen. Eine Sanyo PCM-Anlage muß niemals eingemessen oder kalibriert werden. Der PCM-Professor Sanyo Plus 5 läßt sich mit jedem beliebigen, auf dem Weltmarkt erhältlichen Videorecorder betreiben. Bei Wiedergabe stellt sich der Processor automatisch auf den TV-Standard des angeschlossenen Recorders ein (z. B. PAL oder NTSC). Über den Sanyo Plus 5 gemachte PCM-Aufnahmen lassen sich über jeden 14-Bit-PCM-Processor beliebiger Herkunft abspielen (und umgekehrt). Wird eine PCM-Aufnahme auf einem fremden Recorder abgespielt, so bleiben dessen Qualitätsparameter ohne Einfluß auf die Klangqualität. Es ist in jedem Fall eine perfekte Wiedergabe gewährleistet.

Zusammen mit einem Videorecorder ist der Sanyo Plus 5 nicht teurer als ein semiprofessionelles Tonbandgerät und kostet nur einen Bruchteil eines Studiotonbandgerätes.

Videocassetten sind erheblich preisgünstiger als Tonbänder, selbst, wenn man eine Aufnahmegegeschwindigkeit von nur 19 cm/sec. zum Vergleich heranzieht.

Es ist kein zusätzliches Geräuschverminderungssystem notwendig.

### Kleingehäusesystem für tragbare Meßgeräte

Für viele elektronische Kleingeräte bereitet die Gehäusebeschaffung oft die größten Schwierigkeiten.

Das PORTPACK-System soll hier abhelfen. Es besteht aus einem schlagfesten Kunststoffgehäuse (ABS) grau, etwa der RAL-Farbe 7000 entsprechend. Die Bedienungsfläche ist 94 x 74 mm groß. Sie dient zur Aufnahme von Drehschaltern, Potentiometern etc. Der Ausschnitt für das Instrument oder eine Digitalanzeige ist 48 x 92 mm groß und mit einer Plexiglasscheibe versehen (Bild 1).

In die Rückseite sind 2 Klappen eingelassen, die mit einer Münze geöffnet werden können. Eine davon deckt das Batterieabteil ab, das zur Aufnahme von zwei 9-Volt-Norm-Trockenbatterien oder aufladbaren Norm-Nickel-Cadmiumzellen geeignet ist und beinhaltet alle Anschlußkontakte. Hier ist auch genügend Platz für ein Ladeteil vorhanden. Die 2. Klappe liegt der Bedienungsfläche auf der Rückseite gegenüber. Sie kann auch als Ständer verwendet werden. Der zur Aufnahme der Elektronik geeignete Innenraum beträgt 105 x 96 mm bei einer max. Bauteilhöhe von 25 mm.

Nähere Informationen durch: ELPAC GmbH, Wernher-von-Braun-Straße 16, 8011 Putzbrunn



Bild 1: PCM-Processor Plus 5 von Sanyo



## Mobile Videoanlage von Akai

Der VHS-Video recorder VP-77 ist eine eigenständige, dem mobilen Betrieb angepaßte Entwicklung. Daß bei ihr die Abnabelung vom Heimsektor gelungen ist, zeigt sich besonders in den beiden folgenden Eigenschaften:

- Der VP-77 wiegt aufgrund des Einsatzes leichter Materialien nur noch 5,3 kg! Die „alte“ Version wog noch 9,3 kg. Das bedeutet jetzt, daß der Filmer 4 kg weniger zu tragen hat.
- War Vorgänger noch ein relativ großer Recorder (15,1 l), so ist das Volumen vom VP-77 auf ganze 7,9 l zusammengeschrumpft.

Auch der Bedienungskomfort wurde verbessert. Mechanische Tasten sind durch elektronische ersetzt. Der Recorder kann zusätzlich noch auf Sonder-Betrachtungsweisen wie Standbild, Einzelbild-Fortschaltung, Zeitlupe und sichtbarer Suchlauf umgeschaltet werden. Eine Kabel-Fernbedienung zur Steuerung dieser Funktionen gehört zum Lieferumfang. Eine elektronische Schnittstartsteuerung sorgt für eine störungsfreie Aneinanderreihung verschiedener Szenen.



Ein Netzteil versorgt den Recorder bei Heimbetrieb mit Energie aus dem Netz, dient aber auch als Ladegerät für den Recorder-Akku. Ein zweiter Reserve-Akku kann gleich mitgeladen werden.

Als notwendige Ergänzung für den Heimgebrauch der Tuner/Timer VU 77 zum Empfang von Fernsehsendungen und zur programmierbaren Ein- und Ausschaltung des Recorders.

Er speichert bis zu 12 Fernsehstationen und schaltet bis zu 8 Programme über einen Zeitraum von 2 Wochen.

Alle 3 Gerätebausteine sind einzeln lieferbar, so daß auch den Belangen des reinen Video-Filmers besser Rechnung getragen wird.

## Jetzt wird Video tragbar

Seit Januar 1982 hat all-akustik den Alleinvertrieb für die Micro-Video-Produkte der Firma Technicolor übernommen. Technicolor, Pionier auf dem Gebiet der Farbfilmentwicklung und -bearbeitung, hat Anfang des Jahres 1981 in den USA mit dem derzeit kleinsten und leichtesten Videorecorder der Welt den erfolgreichen Einstieg in das Videogeschäft gefunden. Die PAL-Ausführung dieses Leichtgewichts ist jetzt in Deutschland über all-akustik lieferbar.

Sein Gewicht liegt inkl. Akku und Kassette bei 3,3 kg. Die CVC-Video-kassette ist nur unwesentlich größer als eine konventionelle Audio-Compact-Cassette. Die außerordentliche Flexibilität des Technicolor Recorders 212 E wird durch das sehr umfangreiche Zubehörprogramm, das von der Bereitschaftstasche über ein Autoanschlußkabel, externem Modulator, Tragegriff, Überspielkabel für Kopierzwecke bis hin zum Kamera-Verlängerungskabel und einem kompletten Sortiment Kameraadapterkabel reicht, unterstrichen.

Ein Tuner mit der Typenbezeichnung 5112 E zur Aufzeichnung von Fernsehsendungen wird bereits ab März 1982 lieferbar sein.

Trotz Verkleinerung der Video-Cassette um ca. 75% gegenüber den konventionellen 1/2"-Systemen sind Bild- und Tonqualität diesen Systemen völlig ebenbürtig. Mit Einführung des CVC Micro Videorecorders Technicolor 212 E (CVC = Compact Video Cassette),

dessen Entwicklung auf die japanische Firma Funai zurückgeht, stehen 30-Minuten- und 40-Minuten-Cassetten zur Verfügung. Voraussichtlich ab Mitte 1982 werden 60-Minuten- und 2-Stunden-Cassetten erhältlich sein. In der Cassette befindet sich ein 1/4" (6,25 cm) breites Band, das, wie bei konventionellen Recordern, aus der Cassette herausgezogen (M-loading) und um die Kopftrommel geschlungen wird.

Als Zubehör wird die Video-Kamera 412 DE angeboten. Daneben ist jede handelsübliche Kamera anschließbar. Die Kamera arbeitet mit einem 2/3" Drei-Elektroden Vidicon und ist durch ihre kompakte Größe und geringes Gewicht (1,9 kg) besonders leicht zu handhaben. Sie hat einen eingebauten Suchermonitor, motorisch gesteuerten 6fach Zoom und einem automatischem Weißabgleich. Mit dem eingebauten Teleskopmikrofon ist eine optimale Tonaufzeichnung möglich. Eine Stromsparschaltung verhindert bei nicht benutzter Kamera eine vorzeitige Entladung des Recorder-Akkus.

Der Recorder kann mit Akku, über die Autobatterie oder am Netz betrieben werden. Ein Netz-Ladegerät, das gleichzeitig den Modulator (UHF) sowie Ausgänge für das Videosignal und Audiosignal beinhaltet, gehört zum Lieferumfang des Technicolor 212 E. Der mitge-

lieferte Akku gestattet ca. 40 Minuten ununterbrochener Aufnahme oder 80 Minuten Wiedergabe und kann innerhalb einer Stunde wieder aufgeladen werden. Weitere Features sind Standbildmöglichkeit, Zeitraffer und Zeitlupe. Die Bandgeschwindigkeit beträgt 34,7 mm/s. Die Geschwindigkeit kann von 0 (Standbild) bis zum 1,8fachen Wert der Normalgeschwindigkeit stufenlos variiert werden. Der Technicolor 212 E erreicht eine Auflösung von 240 Zeilen. Zu den weiteren Ausstattungsmerkmalen zählen ein Memory-Zählwerk, Batterieanzeige, drop-out-Kondensator für die Kopftrommel, Nachvertonungsmöglichkeit, etc. Eine Überspielung der auf dem Technicolor Recorder 212 E gemachten Aufzeichnungen auf andere Videocassetten-Formate ist jederzeit problemlos möglich. Ein passendes Überspielkabel ist als Zubehör erhältlich. Neben einer automatischen Endabschaltung besitzt der Technicolor 212 E eine Reihe von Schutzschaltungen, die bei allen Fehlfunktionen des Recorders oder entladem Akku das Band sofort wieder in die Cassette zurückfädeln und den Recorder abschalten.

Weitere Informationen durch all-akustik Eichsfelder Str. 2, 3000 Hannover 2, Tel.: (05 11) 79 50 72



Prof. Dr.-Ing. Claus Reuber

Nach Feststellungen des Fachverbandes Bauelemente der Elektronik im ZVEI ist die Kommunikationstechnik mit etwa 20% die zweitwichtigste Abnehmerbranche der deutschen Bauelemente-Industrie. Auf dem ersten Platz steht dagegen immer noch die Unterhaltungs-Elektronik. Allerdings ist die Kommunikationstechnik ein aktuelles Entwicklungsgebiet mit einem klaren wirtschaftlichen Wachstumsbereich. Schon heute werden in der Bundesrepublik Deutschland Mikroprozessoren und Speicher in großen Stückzahlen für die Kommunikationstechnik hergestellt. Das öffentlich geförderte Programm der 1- $\mu$ m-Technologie wird diese Situation weiter verbessern und dazu führen, daß auch in Zukunft die notwendigen Schlüsselbauelemente bereitstehen. An ihnen war reiche Auswahl auf den beiden wichtigsten Bauelemente-Ausstellungen des Frühjahrs, nämlich auf dem Salon International des Composants Electroniques in Paris und in verschiedenen Hallen der Hannover-Messe.

# Komponenten-Trends

## Eine Auswahl aus Diskussionen und Exponaten vom Bauelemente-Frühling

### Schlüsselbauelemente und andere

Über Schlüsselbauelemente der Kommunikations-Technik berichtete Dr. Hans Weinerth (Valvo) vor der Presse in Hannover. Weil Großintegration die Digitalisierung ökonomisch macht, und Glasfaserkabel die neue Verbindungstechnik bestimmen, wird Mikroelektronik auf die Kommunikationstechnik integrierend wirken. Die bis heute übliche strikte Trennung einzelner Dienste ist in Digitalnetzen entbehrlich, weil die zu übertragenden Informationen gleicher Struktur sind. So führt der Komponenten-Trend zur Dienstintegration. Nachrichtentechnik hat in Europa und Deutschland eine gute Tradition, ihre Entwicklung wurde hier in den wesentlichsten Teilen maßgeblich bestimmt. Qualität und Betriebssicherheit der Nachrichtensysteme sind eine feste Ausgangsbasis für Exporterfolge. Sie werden durch dynamische Entwicklung der Bauelemente gestützt.

Entscheidend sind auch hier die Vorteile

der Großintegration, wie steigende Komplexität der Bausteine, abnehmende Kosten pro integrierter Funktion und gleichzeitig erheblich wachsende Zuverlässigkeit. Damit lassen sich Systeme kostengünstig und auf geringen Energieverbrauch dimensioniert fertigen. Dabei kommen sie trotz einer vergrößerten Anzahl benutzerfreundlicher Möglichkeiten mit verringertem Volumen aus. Zu den Schlüsselbauelementen gehört unter anderem der Signalprozessor, der sich klar in die Richtung schneller 16-bit-Strukturen mit interner 32-bit-breiter Wortverarbeitung entwickelt. Zweifellos wird das Erreichen der 1- $\mu$ m-Grenze oder noch feinerer Strukturen helfen, die Komplexität und damit die elektronischen Möglichkeiten zu erweitern. Zu den Schlüsselbauelementen gehören weiterhin Filter, Codier-Decodier-Bausteine und Analog/Digital-Wandler.

Übermittlungsnetze bestehen aber nicht nur aus Schlüsselbauelementen. Sie enthalten u. a. auch semikundenspezifische

Bauelemente, die sich als Logikfelder (Gate-Arrays) immer stärker durchsetzen. Für ihren Erfolg sind intensiver Informationsaustausch, die Festlegung optimaler Schnittstellen und die partnerschaftliche Kooperation zwischen Bauelemente-Hersteller und Systemspezialist Voraussetzung. Logikfelder werden heute schon mit vielen Tausend Gattern in leistungssparender CMOS-Technologie angeboten und mit komfortablen CAD-Systemen (CAD = Computer Aided Design = computergestützte Entwicklung) den jeweiligen Erfordernissen entsprechend strukturiert. Kommunikationstechnik braucht heute und in Zukunft vermehrt elektromechanische Bauelemente sowie Kontakteinrichtungen und außerdem im Zusammenhang mit der Glasfasertechnik die gesamte Optoelektronik.

### Sprachverarbeitung

Sprachanalyse und Sprachsynthese werden sowohl in der einschlägigen Industrie

wie auch in öffentlichen Institutionen studiert und entwickelt. Das gilt z. B. für das französische „Nationale Zentrum für Studien der Telekommunikation“ (CNET = Centre National d'Etudes des Telecommunications), wo es einerseits mit dem System „Dynamo“ um die Erkennung einzelner Worte geht und andererseits um die automatische Sprachsynthese von eingetastetem Text (SPARTE = Synthèse de Parole Automatique Réalisée à Partir du Texte). Im ersten Fall strebt man ein Vokabular von 50 Worten, z. B. zum Steuern von Nachrichtengeräten, mit einer Erkennungssicherheit von mindestens 95% und einer Antwortzeit von 0,5 s an. Man könnte mit Dynamo seinen Telefongesprächs-Partner bekommen, ohne dessen Nummer herauszusuchen und dann wählen zu müssen.

Auf dem Pariser Salon präsentierte auch die Multitech's Industrial Corporation aus Taiwan eine Sprachsynthese-Platine, die als Zubehör für den Personal Computer Apple II entwickelt wurde. Sie spricht, wie die Entwickler meinen, englisch oder chinesisch, recht „natürlich und menschlich“. Spracheingabe und Sprachsynthese demonstrierte die Sonderschau „Innovative Anwendung der Mikroelektronik“ auf der Hannover Messe mit dem sprachgesteuerten Behindertenfahrzeug der Computer-gesellschaft Konstanz. Bei ihm werden zwar Fahrfunktionen, wie Lenkung, Gas und Bremse über Pedale gesteuert, aber alle anderen Bedienfunktionen, wie Zündung An/Aus, Sitz Vor/Zurück, Scheibenwischer An/Aus, Autoradio Ein/Aus, Hupe sowie einige andere werden durch Spracheingabe ausgelöst. Hier konnten die Interessenten auch die synthetische Sprachausgabe studieren, denn nebenan antwortete ein Blaupunkt-Autoradio Berlin SQR 82 mit recht natürlich klingender Sprache, die aus einem Sprachprozessor von Texas Instruments kam, auf eingetastete Befehle.

Um Sprachverarbeitung ganz anderer Art geht es beim Phonex des französischen CNET. Hier will man zum zentralen „Schalter für postlagernde Telefongespräche“ kommen und auf diese Weise private Telefonanrufbeantworter mit Speicher überflüssig machen. Ist ein Telefonteilnehmer nicht zu Hause, so kann er, was ankommt, im Zentralspeicher von Phonex aufbewahren lassen und bei Rückkehr abrufen. Befehlseingabe und Abruf sind genügend gesichert, um das Telefongespräch zu bewahren. Gespeichert werden di-

gitalisierte und codierte Signale auf Magnetplattenspeichern von z. B. je 50 MByte Speicherumfang.

### Neue Materialien in der Elektroakustik

Wer Sprache in elektrische Signale verwandeln will, sei es zur analogen Übertragung oder zur digitalen Verarbeitung für Steuerungen, braucht Mikrofone. Bei ihnen scheint sich für die Zukunft die schon seit einigen Jahren bekannte piezoelektrische Kunststoff-Folie, das Polyvinyliden-Fluorid einzuführen. Jedenfalls arbeiten auch die zentralen Forschungslaboratorien von Thomson-CSF an solchen Piezopolymer-Mikrofonen und zwar für die Telefontechnik. Dieses auch PVF<sub>2</sub> genannte Material soll ein Mikrofon ermöglichen, mit dem man die klassischen Kohlekapseln ersetzen kann. Zur Anpassung an die Übertragungsimpedanz von 200 Ω wird das PVF<sub>2</sub>-Mikrofon mit einem integrierten Verstärker versehen. Der verbraucht nicht mehr als 0,35 mA und gibt (bei 1 kHz) einen Übertragungsfaktor von 1,2 mV/P. Um einen neuen Kunststoff geht es auch bei den Membranen für dynamische Lautsprecher aus dem Hause Audax (Bild 1). Hier hat man sich nach dreijähriger Entwicklungsarbeit für ein Polymethyl-Pentene (PMP) mit dem Handelsnamen TPX entschieden. Maßgebend dafür waren die geringe Dichte, die hohe Schallgeschwin-

digkeit und der niedrige Q-Faktor dieses Polymers.

PMP-Membranen brauchen nicht schwerer als die normalen aus Zellulosefaser zu werden, denn die Dichte des PMP ist mit 0,83 g/cm<sup>3</sup> kaum höher als die des Papiers mit 0,7 g/cm<sup>3</sup>. Dafür ist aber in PMP die Schallgeschwindigkeit mit 1960 m/s gut doppelt so groß wie in Papier (950 m/s), und die Dämpfung damit wesentlich größer. Das läßt sich am Vergleich der Gütefaktoren (PMP 3,5 und Papier 20) ablesen. So sind PMP-Membranen weit weniger anfällig für Teilschwingungen als solche aus Papier. Lautsprecher mit PMP-Membranen in einer speziellen Aufhängung haben ferner eine bessere Impuls-wiedergabe als normale; ihre Ausschwingvorgänge sind wesentlich kürzer und von geringerer Amplitude.

Am anderen Ende des Spektrums der Schallwandler liegen die piezokeramischen Signalgeber von Stettner. Allerdings handelt es sich bei diesen Bauelementen von 9 mm Dicke und quadratischen Flächen von 15, 19 oder 25 mm Kantenlänge nicht um die einfache Piezopieper, sondern um Signalgeber guter Breitbandigkeit für hohen Schallpegel. Die Resonanzfrequenz ihres Helmholz-Resonators liegt bei 2,3 kHz, 2,1 kHz bzw. 1,8 kHz. Gedacht sind sie für elektronische Einrichtungen sowohl im Auto wie auch im Haushalt und medizinischen Geräten.

Ein überraschendes Beispiel für die Möglichkeiten von Lichtwellenleitern in der Elektroakustik beschrieb die Fibre Optiques Industries. Es handelt sich um eine Gitarre mit Glasfasern als Saiten. Die sechs Gitarrensaiten sind über Lichtleitkabeln an Leuchtdioden angeschlossen. Wird eine Saite gezupft, so entsteht Amplitudenmodulation mit der Schwingfrequenz der Saite und einer der Auslenkung proportionalen Amplitude. Dieses optische Signal wird im Fotodetektor in ein elektronisches verwandelt. Eine derartige Optoelektronik-Gitarre soll störsicherer und billiger sein als Elektrogitarren von heute.

### 76 800, 322 560 und 524 288 Pixels auf Flachbildschirmen

Bei drei Ausstellern der Hannover-Messe konnte der aufmerksame Beobachter Flachbildschirme studieren. Allerdings waren alle drei nicht in der Bauelemente-Halle, sondern im CeBit-Bereich zu sehen. Die größte Anzahl von Pixels (Bildpunkten oder Picture Elements) kann der Plasma-Bildschirm von Sony für sich in



Bild 1: Kugellautsprecher für Betrieb im Auto von 164 mm Durchmesser für max. 20 W (Audax)

Anspruch nehmen. Seine  $1024 \times 512$  Bildpunkte im 0,2-mm-Format ergeben insgesamt 524 288 Pixels, die im für Penning-Entladungen typischen Orangerot leuchten. Der Bildschirm ist bei einer Gesamtfläche von  $26,6 \times 26,0 \text{ cm}^2$  nur 4 cm dick.

Bei Sharp gab es neue Elektrolumineszenz-Anzeigen im typischen Mangangelb. Die Grafikanzeige S-1021 A mit einem effektiven Anzeigebereich von  $12 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$  ist in  $320 \times 240 = 76 800$  Pixels unterteilt, von denen jedes einzelne 0,275 mm breit und 0,225 mm hoch ist. Die gesamte Anzeige braucht einer Dicke von nur 39 mm.

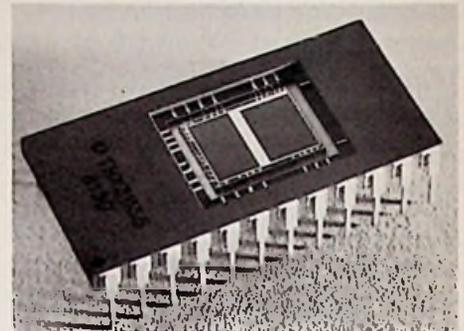
Am CeBit-Stand von Siemens war der 60 mm dicke Flachbildschirm zu sehen, dessen Bildpunkte durch Katodolumineszenz leuchten, die von Elektronen aus einer Gasentladung angeregt wird. Die aktive Fläche des Bildschirms von 23 cm Breite und 17,9 cm Höhe ist in 448 Zeilen und 720 Spalten aufgeteilt, was 322 560 Bildpunkte ergibt (Bild 2). Die Gasentladung brennt im 25 mm dicken hinteren Teil der Flachbildröhre, und die Elektronen werden von Matrixelektroden gesteuert, im vorderen Teil der Flachbildröhre mit 4 kV zum Zinksulfid-Leuchtschirm hin beschleunigt. Hier entsteht keine Gasentladung, weil der Abstand bis zum Leuchtschirm mit 1 mm zu kurz für eine Zündung ist. Die Bildpunkte werden zeilenweise angesteuert, und die Zeilenansteuerung

schaltet die Gasentladung von Zeile 1 bis Zeile 448 fort. Das gibt bei einem Wirkungsgrad von 6 Lumen je Watt für den grünleuchtenden Luminophor eine Leuchtdichte von  $100 \text{ cd/m}^2$ . Als monochromer Datensichtschirm ist dieser Siemens-Prototyp für 28 Zeichenzeilen mit 80 Zeichen je Zeile vorgesehen, die jeweils in einer Feldmatrix von  $9 \times 16$  stehen.

### CCD-Kamerasensoren

Auch auf der Eingangsseite einer Bildübertragungskette tut sich einiges in moderner Technologie, wenn auch die Entwicklung der CCD-Kamera-Sensoren überall deutlich langsamer verläuft, als man noch vor einigen Jahren angenommen hatte. Hier sind jüngere Ladungsübertragungs-Bauelemente von Fairchild zu erwähnen, die entweder als CCD-Zeilen oder als CCD-Matrix angeboten werden. Zu ihnen gehört die Matrix CCD 222 mit  $488 \times 380$  Punkten. Bis Ende 1982 soll eine zweite mit  $256 \times 256$  Pixels verfügbar sein.

Thomson-CSF betont bei seinen entsprechenden Bauelementen die Kompatibilität mit den europäischen Fernsehstandards. Die Modelle TH X 31 135 und 38 enthalten jeweils eine Matrix mit 288 Zeilen und 208 Spalten (Bild 3). Mit einer Diagonale von 7,25 mm entspricht das Bildformat dem Seitenverhältnis 4 : 3 des Fernsehens. Für die Auflösung werden 150 Fernsehzeilen und für die Gradation ein Gammawert von



**Bild 3:** Kamera-Sensor mit 288 Zeilen und 208 Spalten für Rasterübertragung (Thomson-CSF)

1 genannt. Der TH X 31 1138 wurde so dimensioniert, daß er auch für Gegenlichtaufgaben problemlos verwendbar ist.

### Allerlei integrierte Schaltungen

Wer sich bei den integrierten Schaltungen umsieht, stellt fest, daß die Kapazität der Speicher in der letzten Zeit langsamer wächst als man früher angenommen hatte. Roms mit  $256 \times 2^{10}$  bit werden zwar von Mostek bereits als verfügbar bezeichnet, doch bei anderen, z. B. bei Texas Instruments, wird 1983/84 als Termin genannt. Zu den interessanteren integrierten Schaltungen außerhalb des Gebiets der Speicher und der Mikrocomputer gehören die NMOS-Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler von Valvo, die für Videosignale geeignet sind. Ihre Auflösung liegt bei 6 bzw. 8 bit. Gegenüber herkömmlichen Technologien konnte die Verlustleistung auf etwa 1/3 reduziert werden.

Bei National Semiconductor gibt es einen IC für zweikanalige Rauschminderung um max. 14 dB. Es handelt sich um amplitudengesteuerte Tiefpaßfilter für einen maximalen Durchlaßbereich von 30 kHz (-3 dB).

Bei Thomson-CSF fiel ein Videoumschalter auf, wie man ihn für Fernseher in Frankreich benötigt. Hier dürfen seit gut einem Jahr nur noch Geräte angeboten werden, die mit der sogenannten Peribuchse versehen sind. Das ist eine in Frankreich bereits genormte und zur europäischen Norm vorgesehene Anschlußbuchse, mit der Fernseher sehr bequem zum Mittelpunkt des Audiovisions-Zentrums werden können. Dazu gehört dann ein integrierter Videoumschalter, wie ihn Thomson-CSF jetzt als TEA 2014 anbietet.

(wird fortgesetzt)



**Bild 2:** Flachbildröhre von 6 cm Dicke mit 36 cm Diagonale (Siemens)

Dipl.-Ing. Ulrich G. P. Freyer

Kurz-, Mittel- und Langwellensender spielen in der Weitverkehrstechnik nach wie vor eine große Rolle. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie mit Röhren bestückt sind und die Amplitudenmodulation anwenden. Der Autor stellt hier die dafür erforderlichen Verfahren vor.

# Modulationsverfahren bei AM-Rundfunksendern

## (2. Fortsetzung)

Zur besseren Übersicht wurden für die in Bild 10 dargestellte prinzipielle Schaltung folgende Vereinfachungen angenommen:

- die PDM-Röhre arbeitet als idealer Schalter
- die im Tiefpaß verwendete Spule ist ideal, d. h. sie stellt eine reine Induktivität dar und weist keinen Widerstand auf
- die Freilaufdiode ist eine ideale Diode.

Die in der Praxis natürlich vorhandenen Verluste beeinträchtigen zwar den Wirkungsgrad der Schaltung, jedoch nicht die grundsätzliche Funktion.

Wird durch das entsprechende PDM-Signal die PDM-Röhre leitend, dann fließt durch die Spule des Tiefpasses und die Senderöhre ein Strom. Zusammengefaßt kann diese Ausgangsschaltung als Lastwiderstand  $R$  dargestellt werden. Wegen der vereinbarten Idealisierungen liegt die volle Betriebsspannung am Lastwiderstand, gleichzeitig speichert die Spule in ihrem magnetischen Feld Energie (Bild 11 a). Wird die PDM-Röhre gesperrt, so tritt an der Spule eine Selbstinduktionsspannung auf, durch welche die Freilaufdiode leitend wird und damit den Stromkreis zur Senderöhre schließt. Die in der Spule gespeicherte Energie sorgt dabei für den weiteren Stromfluß durch die Senderöhre (Bild 11 b).

Die Schaltzustände der PDM-Röhre und der Freilaufdiode wechseln folglich automatisch, abhängig vom Signal am Gitter der PDM-Röhre. Durch das zeitliche Ver-

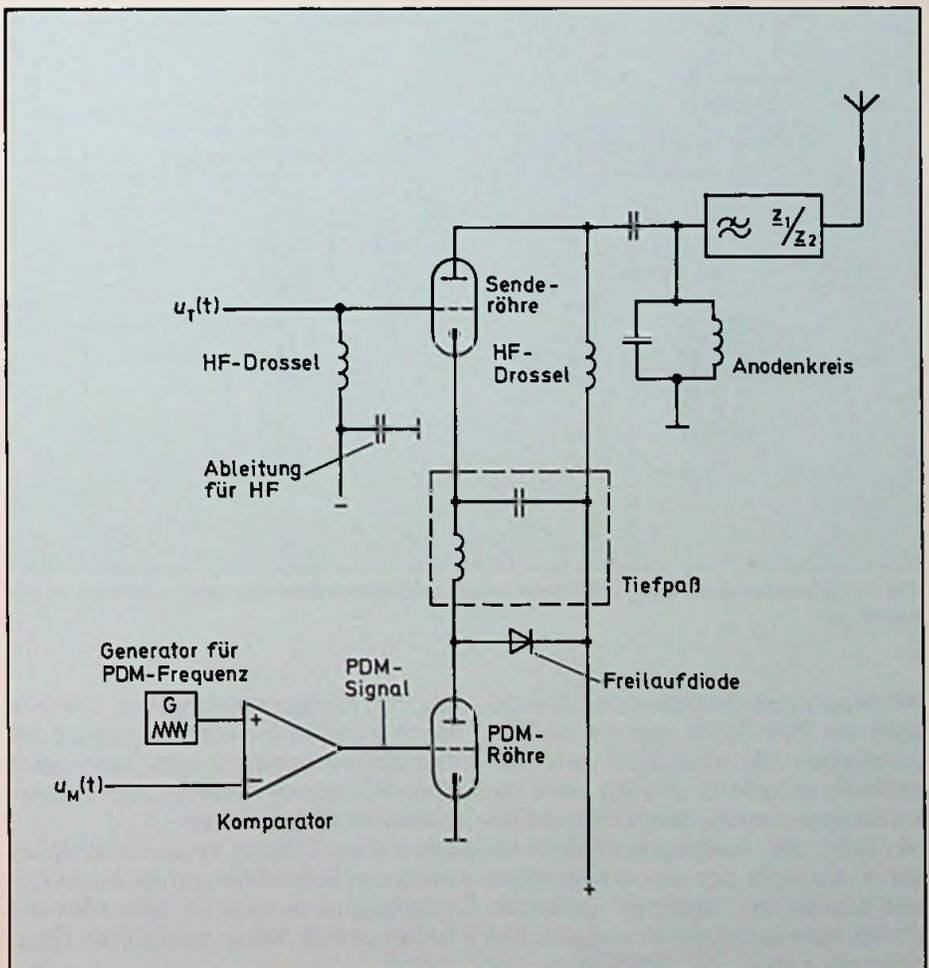


Bild 10. Anoden-PDM-Modulationsverfahren

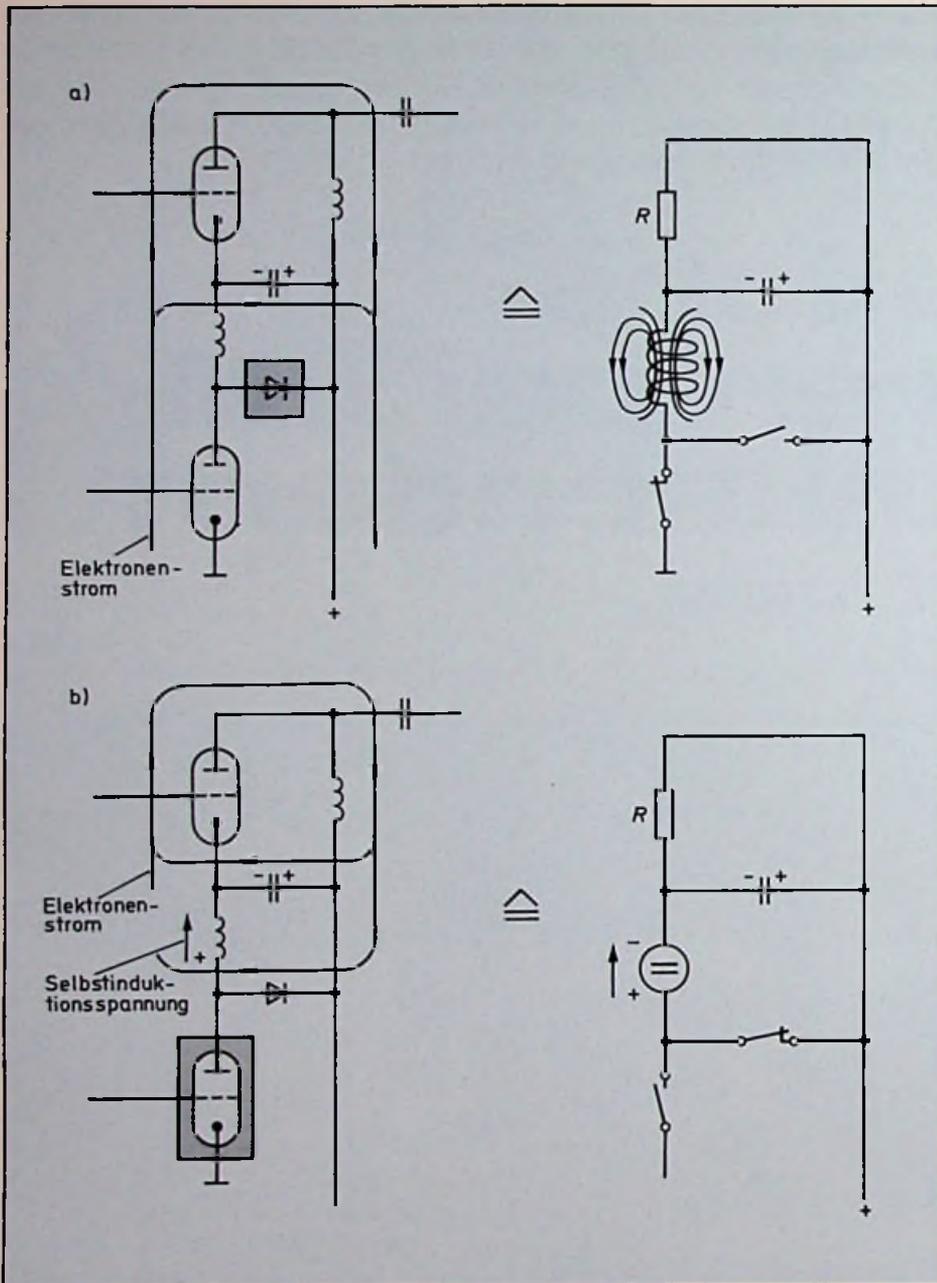


Bild 11. Schaltzustände der PDM-Röhre unter idealisierten Bedingungen: a) leitend, b) gesperrt

hältnis zwischen Leitzustand und Sperrzustand der PDM-Röhre, also der relativen Einschaltzeit (die bekanntlich dem Tastverhältnis entspricht), wird die Höhe der Anodenspannung der Senderöhre und damit auch die Ausgangsspannung bestimmt. Sie ergibt sich als zeitlicher Mittelwert aus beiden möglichen Zuständen, nämlich volle Betriebsspannung oder Null zwischen Anode der Senderöhre und Masse (Bild 12).

Da die Ausgangsleistung des Senders durch Variation der Anodenspannung der Senderöhre bestimmt wird, kann diese beim PDM durch Änderung des Tastverhältnisses variiert werden. Die weitere Funktion der im C-Betrieb arbeitenden Senderöhre und der Ausgangsschaltung ist dieselbe wie beim ABM und bedarf deshalb keiner zusätzlichen Erklärung.

#### 4. DOHERTY-Modulationsverfahren [DHM]

Dieses nach dem amerikanischen Entwickler benannte Verfahren verwendet einen speziellen Typ von Leistungsverstärker, der bereits mit einem amplitudenmodulierten Signal angesteuert werden muß. Die Schaltung kann aber auch mit Gittermodulation betrieben werden.

Ausgenutzt wird hier die sogenannte Impedanzmodulation, die nachstehend erklärt werden soll.

Bei einem aus Spannungsquelle  $U$  und Lastwiderstand  $R$  bestehenden Stromkreis (Bild 13 a) ergibt sich nach dem Ohmschen Gesetz ein entsprechender Strom. Die im Widerstand umgesetzte Leistung berechnet sich nach der bekannten Leistungsformel

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R \quad (14)$$

Bei Parallelschaltung einer zweiten Spannungsquelle (Bild 13 b) tritt eine Änderung der Verhältnisse ein. Für den Fall gleicher Spannungen (d. h.  $U_1 = U_2 = U$ ) liefert jede Quelle nur die Hälfte der im Widerstand verbrauchten Leistung. Es gilt

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{U/R}{2} = \frac{U}{2 \cdot R} \quad (15)$$

Für jede einzelne Quelle sieht damit der Lastwiderstand wie  $2 \cdot R$  aus. Bei gleicher Gesamtleistung im Lastwiderstand wird die von der ursprünglichen Quelle zu er-

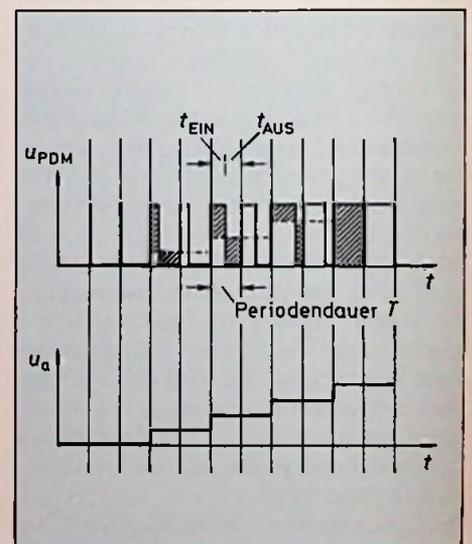


Bild 12. Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom PDM-Signal

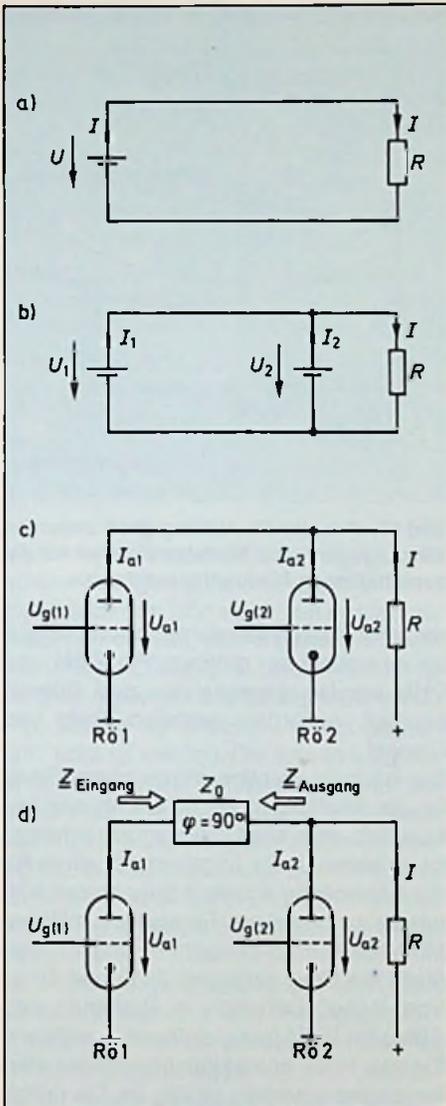


Bild 13. Einsatz der Impedanzmodulation beim DHM

bringende Leistung also kleiner, da für sie der wirksame Lastwiderstand größer geworden ist. Wenn bei konstanter Spannung die in den Lastwiderstand fließenden Ströme der Quellen veränderbar gemacht werden, ergibt sich ein großer Variationsbereich für die von den einzelnen aufzubringenden Leistungen. Immer wenn eine Quelle mehr Leistung (= größerer Strom) liefert, wird von der anderen Quelle weniger Leistung (= kleinerer Strom) gefordert und umgekehrt. Das ist dadurch bedingt, daß der Lastwiderstand für die beiden Quellen in unterschiedlicher Größe wirkt. Werden Röhren als Spannungsquelle verwendet (Bild 13 c), so können die Anodenströme und damit auch die Ausgangsleistung durch die Gitterspannung gesteu-

ert werden. Bei steigender Ausgangsleistung für Röhre 1 wird die Ausgangsleistung der Röhre 2 kleiner, da für sie der Lastwiderstand R größer wirkt. Diese Erkenntnis gilt für konstante Anodenspannung und Änderung nur einer Gitterspannung (hier für R0 1). Erfolgt eine Variation der Gitterspannung von Röhre 2 in der Art, daß ihr Anodenstrom und damit auch die Ausgangsleistung ansteigt, dann wirkt für Röhre 1 ein größerer Lastwiderstand und die Ausgangsleistung dieser Röhre zeigt kleinere Werte.

Die beschriebene Möglichkeit wechselseitig durch Vergrößerung der Ausgangsleistung einer Röhre, diejenige der anderen Röhre zu reduzieren, ist das Grundkonzept der Impedanzmodulation. Es wird bei der DHM in einer modifizierten Version eingesetzt und zwar durch die zusätzliche Verwendung eines als Inverter arbeitenden Impedanzwandlers zwischen beiden Röhren (Bild 13 d). Es handelt sich dabei um eine Einrichtung, die eine Phasenver-

schiebung von genau 90° zwischen dem Eingangs- und Ausgangssignal verursacht. Erreicht wird das durch den Einsatz einer λ/4-Leitung oder eines π-Netzwerkes. In beiden Fällen ist folgende Abhängigkeit gegeben:

$$Z_0 = \sqrt{Z_{\text{Eingang}} \cdot Z_{\text{Ausgang}}} \Rightarrow Z_{\text{Ausgang}} = \frac{Z_0^2}{Z_{\text{Eingang}}} \quad (16)$$

Da der Wellenwiderstand  $Z_0$  eine konstante Größe ist, läßt sich die Impedanzwandlung als einfache Inversion darstellen.

$$Z_{\text{Ausgang}} \sim \frac{1}{Z_{\text{Eingang}}} \quad (17)$$

Bezogen auf die bisher behandelte Röhrenschaltung ergibt der Einsatz des Inverters völlig andere Verhältnisse. Bei steigender Ausgangsleistung von Röhre 2 sieht die Röhre 1 wegen des Inverters nun nicht mehr einen größeren Lastwiderstand (= kleinere Ausgangsleistung), sondern

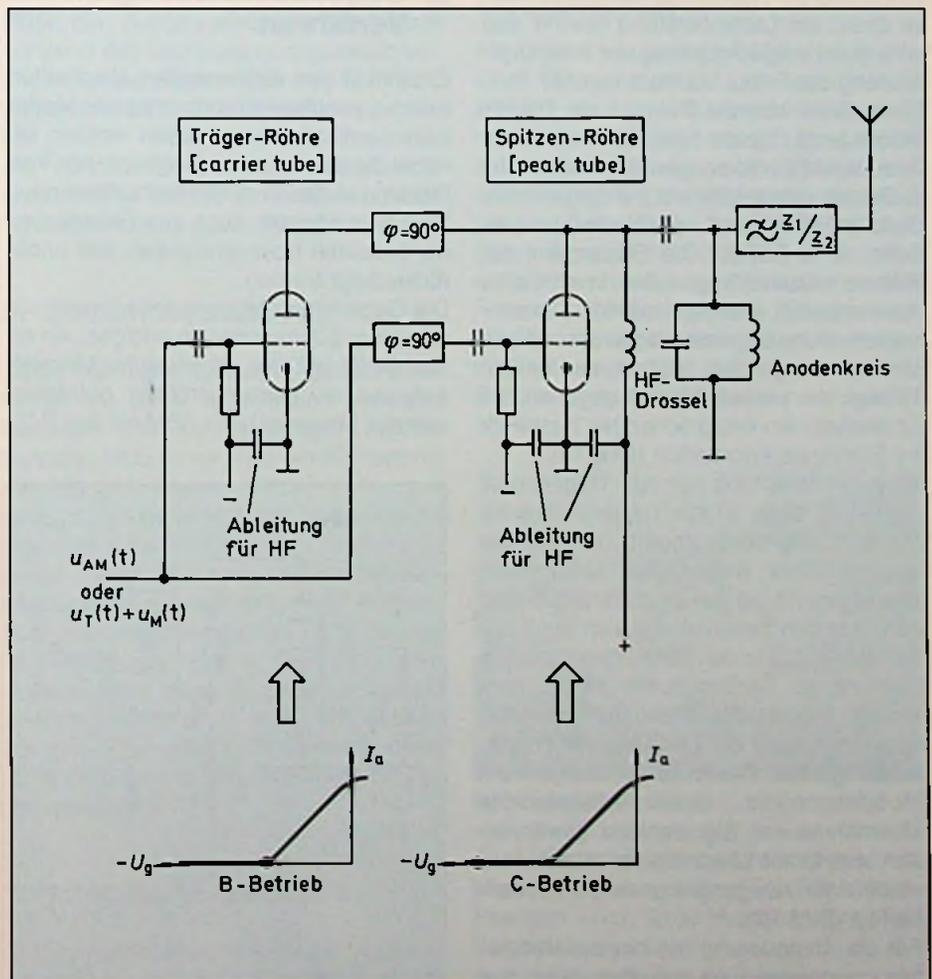
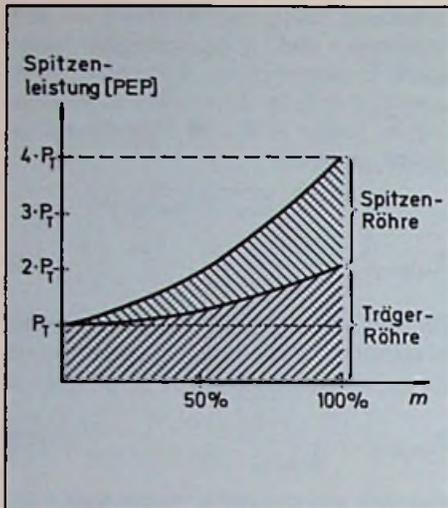


Bild 14. DOHERTY-Modulationsverfahren



**Bild 15. Abhängigkeit der Röhren-Ausgangsleistungen vom Modulationsgrad beim DHM**

einen kleineren Wert. Dadurch steigt auch die Ausgangsleistung von Röhre 1. Die Änderung der Ausgangsleistung der Röhre direkt am Lastwiderstand bewirkt also eine gleichartige Änderung der Ausgangsleistung der Röhre vor dem Inverter.

Beim DHM wird die Röhre 1 als Träger-Röhre (engl.: carrier tube) bezeichnet. Ihr Arbeitspunkt wird so gewählt, daß sie im B-Betrieb arbeitet. Röhre 2 dagegen heißt Spitzen-Röhre (engl.: peak tube) und arbeitet im C-Betrieb. Die Steuergitter der Röhren müssen wegen des Inverters im Anodenzweig ebenfalls mit 90° Phasenverschiebung angesteuert werden. Nur so sind phasengleiche Signale der beiden Röhren am Lastwiderstand gegeben. Es ist deshalb ein entsprechendes Netzwerk im Gitterkreis erforderlich (Bild 14).

Wird der Schaltung nur das Trägersignal zugeführt, dann ist die Träger-Röhre bis zur Sättigung angesteuert, während die Spitzen-Röhre wegen des C-Betriebes noch gesperrt ist. Bei moduliertem Signal geht bei den positiven Spitzen auch die Spitzen-Röhre in den Leitzustand und gibt Leistung ab. Bedingt durch die mit dem Inverter modifizierte Impedanzmodulation wird dann auch die Leistung der Träger-Röhre größer. Damit ist bei steigendem Modulationsgrad eine kontinuierliche Übernahme der Signalanteile gewährleistet, was für die Linearität des amplitudenmodulierten Ausgangssignals sehr vorteilhaft ist (Bild 15).

Für die Ansteuerung mit kleinen Modulationsspannungen bis hin zum Wert des Trägersignals arbeitet die DOHERTY-

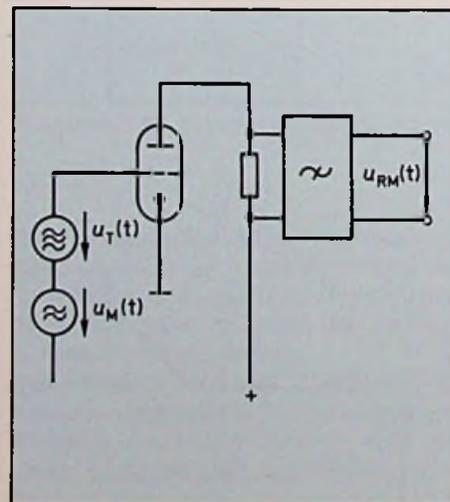
Schaltung als konventioneller Linearverstärker mit B-Betrieb, während sie für größere Signale einen impedanzmodulierten Verstärker in C-Betrieb darstellt.

Die meisten in der Praxis verwendeten Sender mit dem DHM arbeiten mit Vorstufenmodulation. Das AM-Signal wird dabei mit kleiner Leistung in meist halbleiterbestückten Schaltungen erzeugt und dann der als Verstärker arbeitenden DOHERTY-Schaltung zugeführt. Da die Gitter-Katoden-Strecke einer Röhre eine Diode darstellt, ist prinzipiell aber auch Gittermodulation durchführbar. Das Trägersignal und das Modulationssignal werden dann den Gittern als Summensignal zugeführt (Bild 16). In der Praxis beschränkt sich diese Einsatzmöglichkeit des DHM allerdings auf Sonderfälle, da zusätzliche Verzerrungen auftreten, wenn die Kennlinien beider Röhren nicht möglichst genau übereinstimmen.

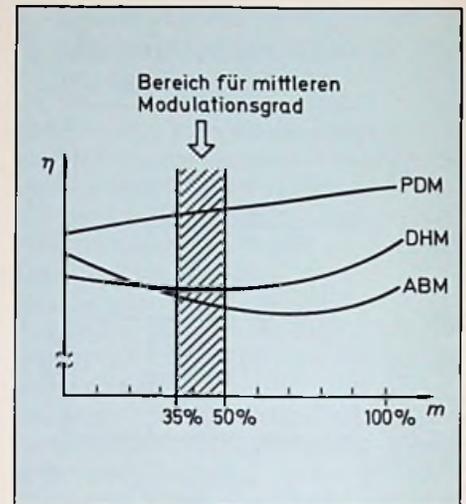
## 5. Gegenüberstellung der Verfahren

Obwohl in den vorstehenden Abschnitten nur das jeweilige Grundprinzip der Modulationsverfahren beschrieben worden ist, reicht dieses für einen Vergleich der Verfahren aus. Die in der Praxis auftretenden Varianten können, auch aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit, hier unberücksichtigt bleiben.

Die Gegenüberstellung der Verfahren soll für verschiedene Kriterien erfolgen. An erster Stelle soll der erforderliche Mindestaufwand an Leistungsröhren betrachtet werden. Dieser ist beim ABM mit drei Röh-



**Bild 16. Gittermodulation (Prinzip)**



**Bild 17. Prinzipielle Abhängigkeit zwischen Wirkungsgrad und Modulationsgrad für die verschiedenen Modulationsverfahren**

ren, Modulationstransformator und Modulationsdrossel am größten. Für PDM und DHM werden dagegen nur zwei Röhren benötigt, außerdem entfallen Trafo und Drossel.

Der nächste wichtige Vergleichsmaßstab ist der Wirkungsgrad  $\eta$ . Da dieser bekanntlich vom Modulationsgrad abhängt, ist es sinnvoll, die Angaben auf einen für die betriebliche Praxis interessanten Mittelwert zu beziehen. Er wird als mittlerer Modulationsgrad bezeichnet und ist meistens ein Wert zwischen 35% und 50%. Von dieser Definition ausgehend, sind ABM und DHM fast gleichwertig, während für das PDM erwartungsgemäß der Wirkungsgrad eindeutig größer ist. Die prinzipielle Abhängigkeit des Wirkungsgrades  $\eta = f(m)$  vom Modulationsgrad ist aus Bild 17 zu ersehen.

Der Einsatz eines AM-Senders im Kurzwellenbereich erfordert in fast allen Fällen die Möglichkeit, einen Frequenzwechsel schnell durchführen zu können. Dieses ist beim ABM und PDM relativ einfach durch Änderung des Anodenkreises und der Frequenz des Trägersignals realisierbar. Beim DHM müßten zusätzlich noch die 90°-Netzwerke auf die neue Frequenz umgestellt werden. Da dieses mit ausreichender Genauigkeit bei vertretbarem Aufwand kaum möglich ist, sind Sender mit DHM für den KW-Bereich ungebräuchlich.

Auch für die Tonrundfunk-Frequenzbereiche wird seit einiger Zeit der Einsatz der Einseitenbandtechnik (ESB) (engl.: single sideband (SSB)) diskutiert. Die sich damit

Tabelle 1. Vergleich zwischen den Modulationsverfahren

	Anoden-B-Modulationsverfahren (ABM)	Anoden-PDM-Modulationsverfahren (PDM)	DOHERTY-Modulationsverfahren (DHM)
min. Zahl der Röhren	3	2	2
Modulationstrafo/Modulationsdrossel	ja	nein	nein
Wirkungsgrad $\eta$ (bezogen auf mittleren Modulationsgrad)	mittel	groß	mittel
Frequenzwechsel	einfach	einfach	aufwendig
Eignung für Einseitenbandtechnik [ESB/SSB]	nein	nein	ja
Leistungsrückschaltung	aufwendig	einfach	aufwendig

ergebenden Einsparungen an Bandbreite würden bezogen auf den jetzigen Zustand theoretisch den störungsfreien Betrieb der doppelten Anzahl von Sendern ermöglichen. Ein ESB-Signal kann allerdings nicht mit normalen AM-Sendern wie sie für die Doppel-Seitenband-Technik üblich sind, erzeugt werden. Die Anwendung des ABM oder PDM in der vorliegenden Form ist also nicht möglich. Beim DHM bestehen allerdings keine grundsätzlichen Probleme, da die Schaltung als Verstärker betrieben werden kann und damit nur von dem in der Vorstufe erzeugten Signal abhängt.

Als letzter Vergleichspunkt soll auch noch die Möglichkeit der sog. Leistungsrückschaltung betrachtet werden. Darunter ist ein schaltungsmäßiges Konzept zu verstehen, durch welches die hochfrequente Ausgangsleistung in einem vorgegebenen Rahmen verringert werden kann. Solche Möglichkeiten sind zur Anpassung an unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen (z. B. Tag und Nacht bei der MW) oder sonstige Vorgaben in vielen Fällen wünschenswert. In der Praxis wird die Leistungsrückschaltung meistens durch Herabsetzung der Betriebsspannungen für die Röhren in den Leistungsstufen bewirkt und üblicherweise als umschaltbare oder umklemmbare Kontakte am Trafo im Stromversorgungsteil ausgeführt. Beim ABM und DHM ist diese meist recht aufwendige Lösung kaum anders realisierbar, beim PDM gibt es jedoch eine sehr elegante Alternative. Es braucht lediglich das bei  $m = 0$  (also ohne Modulationssignal) vorhandene Tastverhältnis für das Ansteuersignal der PDM-Röhre geändert zu werden. Je weniger die PDM-Röhre

eingeschaltet ist, desto kleiner wird auch die an der Senderöhre resultierende Spannung. Da diese Variation des Tastverhältnisses durch einfache Überlagerung einer Gleichspannung vor dem Komparator möglich ist, kann bei Sendern mit PDM die Ausgangsleistung theoretisch während des Betriebes kontinuierlich verändert werden. Beim ABM und DHM sind dagegen stets Umschaltarbeiten erforderlich.

Die vorstehend beschriebenen Erkenntnisse sind in Tabelle 1 nochmals in überschaubarer Form zusammengestellt.

## 6. Zusammenfassung

Jedes der behandelten Modulationsverfahren hat seine spezifischen Vor- und Nachteile. Für den jeweiligen Anwendungsfall muß daher stets ein Kompromiß eingegangen werden. Dabei spielen natürlich auch die Investitionskosten und die Betriebskosten eine wesentliche Rolle. In dieser Hinsicht hat aus Gründen der besseren Energieausnutzung das Anoden-PDM-Modulationsverfahren nicht zu vernachlässigende Vorteile. Dies gilt gegenüber dem seit etwa 50 Jahren etablierten Anoden-B-Modulationsverfahren, ebenso wie gegenüber dem für Frequenzwechsel recht problematischen DOHERTY-Modulationsverfahren.

## 7. Literaturverzeichnis

[1] Schröder/Rommel: Elektrische Nachrichtentechnik, Band 1 a; 1978, Hüthig & Pflaum Verlag, München/Heidelberg

- [2] Mäusl, R.: Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik mit Sinusträger; 1976, Hüthig Verlag, Heidelberg  
 [3] Stadler, E.: Modulationsverfahren; 1976, Vogel Verlag, Würzburg  
 [4] Prokott, E.: Modulation und Demodulation; 1975, Elitera Verlag, Berlin  
 [5] Freyer, U.: Nachrichten-Übertragungstechnik; 1981, Carl Hanser Verlag, München/Wien  
 [6] Mäusl, R.: Pulsdauermodulierte AM-Rundfunksender hoher Leistung; in: Funk-Technik 13/77 (32. Jg.)  
 [7] Wysocki, B.: PDM-Verfahren System Telefonen mit hohem Wirkungsgrad; in: Presse-Information pri 4119 v. 15. 09. 76 der Firma AEG-Telefunken  
 [8] Burkhardtmaier, W.: Stand und Trend der Rundfunksendertechnik bei Mittel- und Kurzwellen; in: NTZ 1/76  
 [9] Freyer, U.: Spannungs- und Leistungsverhältnisse bei AM-Sendern; in: Elektroniker 3/81

## Dioden für automatische Bestückung

Für Dioden wurde ein zylindrisches drahtloses Chipgehäuse mit der Bezeichnung MELF\*), so wie es für verschiedene Widerstände dient, neu entwickelt. An beiden Enden befinden sich lötfähige Anschlußkontakte am Glasgehäuse. Die Länge des Gehäuses beträgt 3,2 mm, der Durchmesser 1,52 mm (Bild 1). Es entspricht damit den am Markt bekannten Standardabmessungen. Die Bauelemente sind für die sogenannte „Über-Kopf“-Lötung geeignet. Die Lieferung kann als Schüttware oder in Magazinen erfolgen.

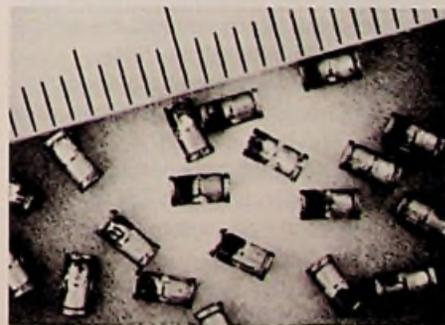


Bild 1: MELF-Dioden

Ausführliche technische Unterlagen sowie Muster können bei AEG-Telefunken, Postfach 1109, 7100 Heilbronn, angefordert werden.

\*) MELF = Metal Electrode Facebonding

E. Badenius

Mit der Integrierten Schaltung RECS 80 A (SAA 3004) von Valvo wird eine neue Generation einer Fernbedienungsschaltung vorgestellt. Im Gegensatz zu früheren Schaltungen ist der Betrieb dieser Schaltung innerhalb eines großen Betriebsspannungsbereiches mit extrem niedriger Stromaufnahme möglich.

# Sparsamer Infrarot Fernbedienungsgeber

## Einleitung

RECS 80 A (remote control system) enthält eine neue integrierte Schaltung in LOC MOS-Technologie, mit der sich ein Fernbedienungsgeber mit einer sehr einfachen Außenbeschaltung realisieren läßt.

Diese Schaltung hat die Typenbezeichnung SAA 3004 und ist für die Aufbereitung von 448 Befehlen, aufgeteilt in 7 Subsystem-Adressen mit je 64 Befehlen ausgelegt. Sie liefert ein pulsabstandsmoduliertes Signal, mit dem über eine externe Treiberstufe eine Infrarot-Sendeleuchte angesteuert wird. Diese wandelt die elektrischen Pulse in Infrarotlicht-Pulse.

Die sehr kleine Verlustleistung der Schaltung wird über eine niedrig gewählte Taktfrequenz (455 kHz) erreicht.

Um empfangenseitig aufeinanderfolgende Betätigungen der gleichen Taste zu erkennen, werden neben dem Befehlscode Kontroll-Bits übertragen.

Die Codierung der Befehle ist so ausgelegt, daß empfangenseitig eine direkte Verarbeitung des pulsabstandsmodulierten Signals mit einem Mikrocomputer (z. B.  $\mu$ C-Familie MCS-48<sup>TM</sup>,  $\mu$ C-Familie 8400) erfolgen kann. Er übernimmt neben der Fernbedienung auch andere Funktionen im Gerät. Mit dem SAA 3004 kann also kostengünstig ein universelles Fernbedienungssystem konzipiert werden.

## Übersicht

Eine vereinfachte Blockschaltung der Schaltung zeigt das Bild 1. Im wesentlichen besteht die Schaltung aus der Tastaturabfrage, dem Oszillator, der Ablauf-

steuerung und dem Pulsabstandsmodulator. Die 64 möglichen Befehle werden über eine Tastenmatrix eingegeben und von der Tastaturabfrage ausgewertet. Die 7 möglichen Subsystem-Adressen wer-

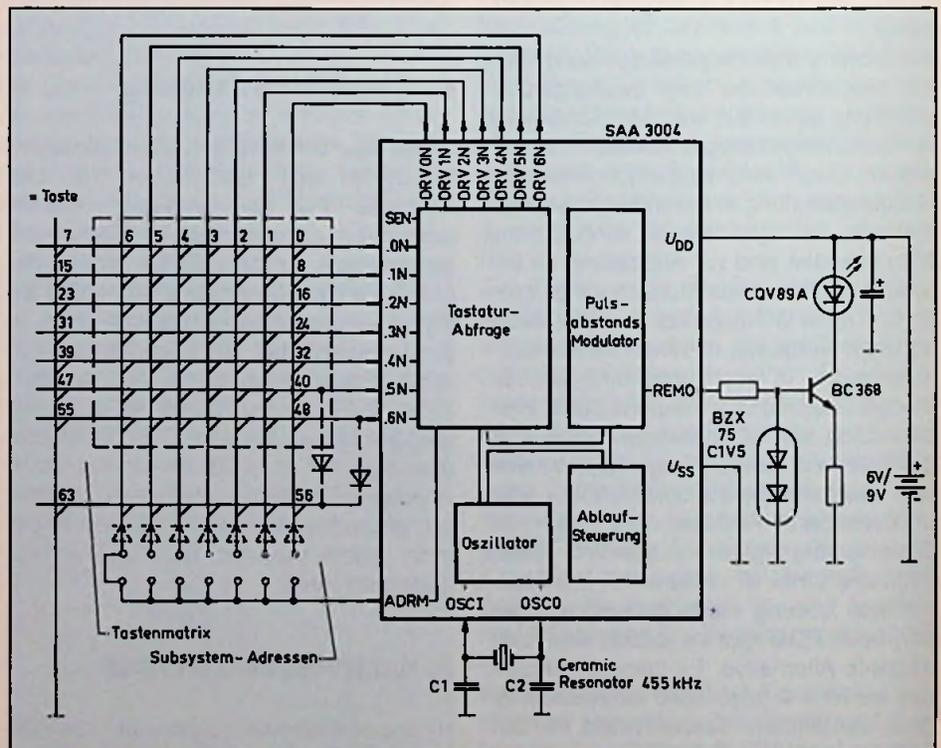


Bild 1: Außenbeschaltung des SAA 3004

den mit 6 weiteren Tasten oder eines Schiebeschalters über den Eingang ADRM (address mode control) eingegeben. Weiterhin bestimmt man über diesen Eingang ADRM die am Signalausgang REMO (remote signal output) auftretende Pulsform.

Die am REMO auftretenden Pulse können moduliert oder unmoduliert sein. Ein Oszillator mit einem Keramikschwinger von nominell 455 kHz liefert den Systemtakt. Die Ablaufsteuerung übernimmt die Kontrolle der Schaltung.

Der von der Tastaturabfrage ermittelte Befehl wird nach einem bestimmten Schema codiert und anschließend pulsabstandsmoduliert. Dieses pulsabstandsmodulierte Signal steht am REMO zur Ansteuerung der externen Treiberstufe zur Verfügung.

### Format des Ausgangssignals

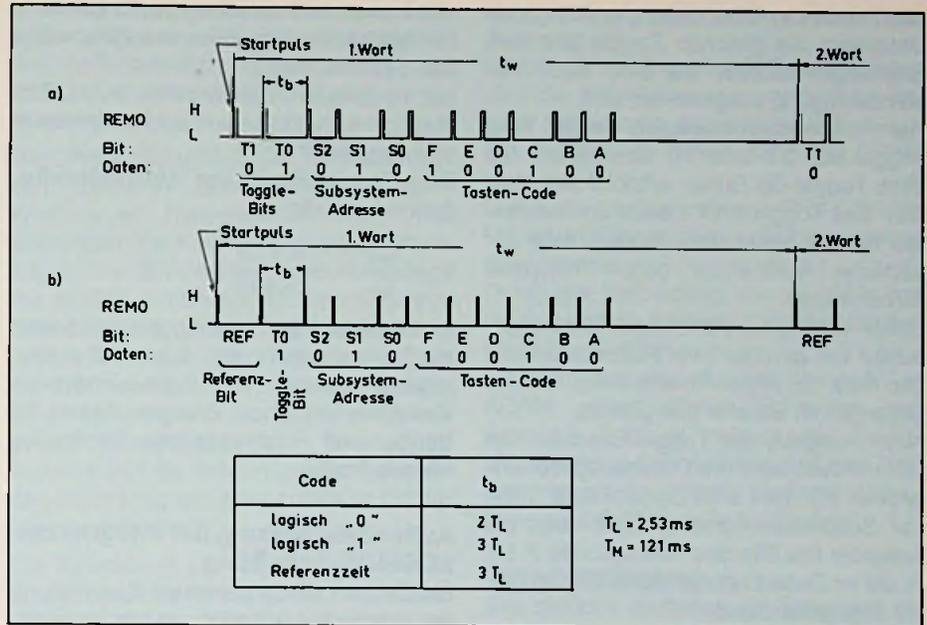
Das Bild 2 zeigt das Ausgangssignal des Geber-IC's. Dieser serielle Pulscode ermöglicht es, IR-Daten bei sehr niedriger Leistungsaufnahme zu übertragen.

Die Übertragung erfolgt als Pulsabstandsmodulation. Bei jeder Tastenbetätigung wird mindestens ein Datenwort ausgegeben. Bleibt die Taste betätigt, wird das Wort ständig wiederholt. Nach dem Loslassen der Taste wird die Übertragung abgebrochen. Ein bereits angefangenes Datenwort wird jedoch vollständig ausgegeben. Bei diesem Baustein kann zwischen zwei Betriebsarten gewählt werden.

a) Unmoduliertes Datenwort (flashed mode). Bei dieser Betriebsart sind die einzelnen Pulse des Ausgangssignals unmoduliert. Der Infrarot-Empfänger erfordert einen breitbandig ausgelegten Eingangsverstärker, der jedoch mit geringem Schaltungsaufwand realisiert werden kann.

b) Moduliertes Datenwort (modulated mode). Die einzelnen Pulse des ausgegebenen Datenwortes sind mit einer Frequenz  $f_M = 38$  kHz moduliert. Diese Frequenz liegt zwischen der 1. und 2. Oberwelle der Zeilenfrequenz von Fernsehgeräten.

Somit können mögliche Störungen durch Einstreuungen der Zeilenfrequenz empfängerseitig vermieden werden, wenn der Eingangsverstärker des Fernbedienungsempfängers bei 38 kHz schmalbandig ausgelegt ist. Der Aufwand auf der Empfängerseite ist gegenüber der unmodulierten Betriebsart höher, der Störabstand wird jedoch verbessert. Es wird eine große



**Bild 2: Format des Ausgangssignals REMO: a) Datenwort mit unmodulierten Pulsen, b) Datenwort mit modulierten Pulsen**

re Reichweite des IR-Übertragungssystems bei gleicher Sendeleistung erzielt.

Der Anwender der Schaltung hat also die Möglichkeit zwischen beiden Systemen zu wählen. Die Ausgabe des Datenwortes am REMO beginnt bei beiden Betriebsarten mit dem Startimpuls.

Die binäre Information wird durch den Abstand zwischen den Vorderflanken zweier aufeinander folgender Impulse definiert. Den binären Werten „0“ und „1“ werden bestimmte Zeiten zugeordnet, die ganzzahlige Vielfache der Zeit  $T_L$  sind. Eine Zeiteinheit  $T_L$  entspricht 2,53 ms (s. Bild 2).

Beim modulierten Betrieb wird zunächst eine konstante Referenzzeit von  $3 \cdot T_L$  übertragen. Eine feste und bekannte Referenzzeit am Beginn eines jeden Datenwortes ermöglicht dem Fernbedienungsempfänger eine einfachere Erkennung des Datenbeginns.

Dann folgt die Übertragung des Toggle<sup>1)</sup>-Bits T0, das einem 2-Bit-Toggle-Bit-Zähler entnommen wird. Dieser Zähler wird bei jedem Loslassen einer Taste weitergeschaltet. Der Fernbedienungsempfänger hat somit die Möglichkeit, auch bei mehreren kurz aufeinander folgenden Betätigungen der gleichen Taste dies zu erkennen,

<sup>1)</sup> engl. wörtlich: Kipphebel, hier sinngemäß: Umschalter

um z. B. die Anzahl der Tastenbetätigungen mitzuzählen. Erforderlich ist dies bei der Eingabe von Ziffern bei Fernsehgeräten mit Bildschirmtext, Videotext, Uhr- und Datum-Anzeige und zur Programmierung von VCR-Geräten.

Eine geeignete Steuerung des Zusammenspiels zwischen Tastaturabfrage und Ausgabesteuerung sorgt dafür, daß bei derartigen Anwendungen eine schnelle Eingabe von Zeichenfolgen nicht durch den Fernbedienungsgeber begrenzt wird. In bisherigen Fernbedienungssystemen wurde empfängerseitig eine Tastenbetätigung erkannt, sobald der Empfänger ständig Daten erhält. Um mehrfache Tastenbetätigungen zu erkennen, mußten also zusätzlich unterschiedliche Wortabstände ausgewertet werden, nämlich den Wortabstand zwischen den Worten einer Tastenbetätigung und dem vergrößerten Abstand zur Identifikation einer erneuten Tastenbetätigung. Wird in derartigen Systemen die Übertragungsstrecke gestört, (z. B. wenn jemand zwischen Sendee- und Empfängerdiode die IR-Strecke hindurchläuft) registriert die Empfängerschaltung irrtümlich einen größeren Wortabstand und interpretiert das als erneute Betätigung der gleichen Taste.

Hier wird sich jedoch in dem beschriebenen Fall der Zustand des Toggle-Bit-Zählers nicht ändern, der Empfänger also keine neue Tastenbetätigung registrieren, da

auch nach der Übertragungsstörung das Datenwort die gleichen Toggle-Bits vom Empfänger-Decoder als eine neue Tastenbetätigung ausgewertet wird.

Beim unmodulierten Betrieb werden zwei Toggle-Bits T1 und T0 übertragen, die dem Toggle-Bit-Zähler entnommen werden. Das Toggle-Bit T1 beim unmodulierten Betrieb bietet dem System eine zusätzliche Maßnahme gegen mögliche Störeinflüsse.

Dabei wird ein vollständiger Empfangsausfall von ein oder zwei Tastenbetätigungen nicht als Wiederholung eines vorausgegangenen Befehls interpretiert.

Nach Ausgabe der Toggle-Bits bzw. der Referenzzeit wird die Datenausgabe fortgesetzt mit dem 3-Bit-Code S2, S1, S0 der Subsystem-Adresse. Dann folgt die Ausgabe der Bits des Tastencodes F bis A, die im Datenblatt der Schaltung im Detail angegeben sind.

Im modulierten und unmodulierten Betrieb wird alle 121 ms =  $t_w$  ein neues Datenwort gesendet. Die Zeit von 121 ms hat sich für die Änderungsgeschwindigkeit des Analogwertspeichers insbesondere bei Steuerungen in fernbedienten Rundfunk- und Fernsehgeräten als zweckmäßig erwiesen. Die Form des einzelnen modulierten oder unmodulierten Pulses zeigt das Bild 3.

Im unmodulierten Betrieb wird jedes Bit durch einen Impuls mit der Dauer  $t_p \approx 8,8 \mu s$  dargestellt. Je nach der binären Information des folgenden Bits erfolgt die nächste Ausgabe eines Einzelimpulses nach der Zeit  $t_b$ .

Die Impulsbreite von  $t_p \approx 8,8 \mu s$  stellt ein

nen Kompromiß zwischen Leistungsbilanz im Fernbedienungsgeber und Reichweite des Systems dar.

Im modulierten Betrieb wird jedes Bild durch eine Pulsfolge von sechs Einzelpulsen dargestellt.

Das Tastverhältnis der Modulationsfrequenz  $f_M$  beträgt

$$\tau = \frac{t_{MH}}{t_M} = \frac{8,8 \mu s}{26,4 \mu s} = 1:3$$

Im Gegensatz zu Schaltungen, bei denen ein Tastverhältnis von 1:2 gewählt wurde, erreicht man mit  $\tau = 1:3$  ein günstigeres Verhältnis zwischen Energieaufwand im Sender und Reichweite des Fernbedienungssystems.

### Außenbeschaltung der integrierten LOCMOS-Schaltung

Ein Beispiel für die periphere Beschaltung der integrierten Schaltung wurde bereits in Bild 1 gegeben. Im Gegensatz zu bisherigen Systemen werden hier nur sehr wenige externe Komponenten benötigt.

Die Betriebsspannung der Schaltung liegt an  $U_{DD}$  und  $U_{SS}$ . Das REMO-Signal steuert den als Schalter betriebenen Transistor BC368, in dessen Kollektorleitung sich die Infrarot-Sendediode CQY89A befindet.

Die Strahlungsintensität  $I_a$  der IR-Diode verhält sich nahezu proportional zu deren Durchlaßstrom  $I_F$ .

Die Gesamtstromaufnahme  $I_G$  des Fernbedienungsgebers beträgt während einer Tastenbetätigung im Mittel

$$I_G = K \cdot I_F + I_S$$

mit

$$K = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ für unmoduliertes Signal}$$

$$K = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ für moduliertes Signal}$$

$I_S$  = Stromaufnahme der LOCMOS-Schaltung bei Tastenbetätigung

Im Standby-Betrieb (keine Taste betätigt) fließt lediglich ein Reststrom von  $< 1 \mu A$ .

Der Oszillator besteht im wesentlichen aus einem Inverter, der extrem mit einem Keramikschwinger (CERAMIC-RESONATOR) rückgekoppelt ist. Die an OSC1 (Oscillator-Input) und OSC0 (Oscillator-Output) liegenden Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  müssen nach den Gesichtspunkten

- a) niedrige Stromaufnahme
- b) kurze Anschlagzeit über einen möglichst großen Versorgungsspannungsbereich

dimensioniert werden.

Die Treiberausgänge DRV0N...DRV6N

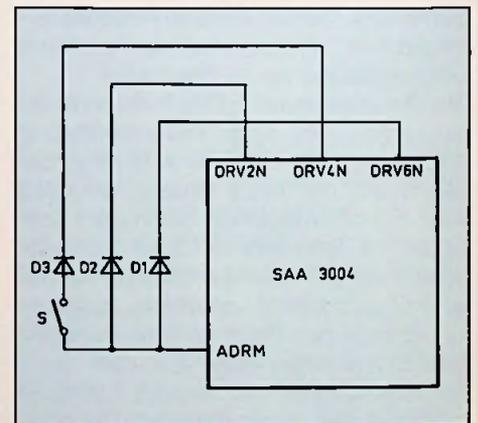


Bild 4: Umschaltung der Subsystem-Adresse und Einstellung der Pulsform

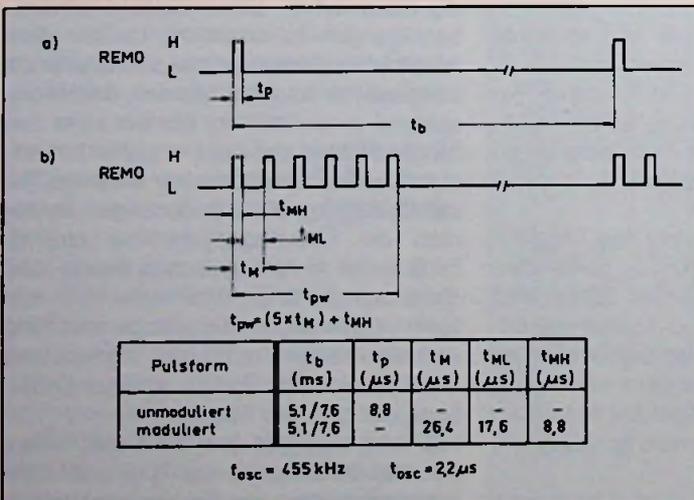


Bild 3: Form der einzelnen Pulse: a) unmoduliert, b) moduliert

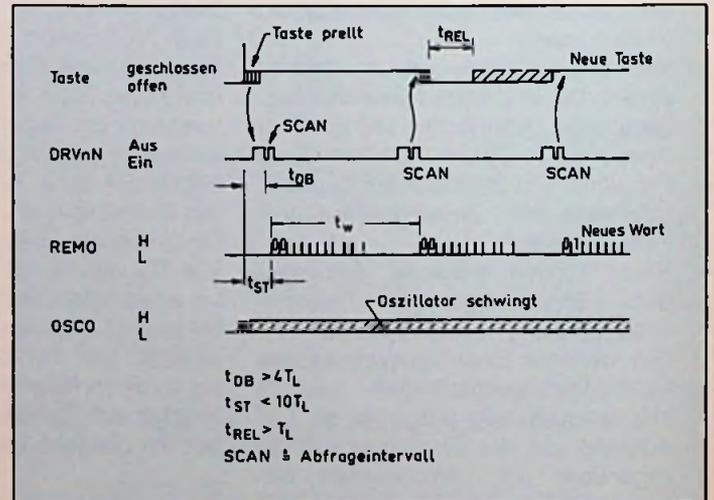


Bild 5: Tastenbetätigungsfolge

bestehen aus einem „opendrain“-N-Kanal-Transistor. Im Ruhezustand (standby) sind alle Treiber niederohmig geschaltet. Die sieben Sensoreingänge SEN 0 N...SEN 6 N sind mit P-Kanal-pull-up-Transistoren versehen. Sie liegen auf hohem Potential.

Durch die Betätigung einer Taste der 7 × 7-Matrix wird ein Sensoreingang nach niederem Pegel gezogen und der Abfragezyklus gestartet. Während der Abfrage der Tastenmatrix ist jeweils nur ein Treiber Ausgang niederohmig geschaltet.

Die von der Schaltung erkannte Tastenbetätigung wird codiert und am Ausgang REMO pulsabstandsmoduliert ausgegeben.

Mit 7 Sensoreingängen und 7 Treiberausgängen können normalerweise nur 49 Tasten abgefragt werden.

Mit den Tasten 7, 15, 23, 31, 39, 47 und 55 lassen sich die Sensoreingänge auch direkt auf LO-Pegel schalten. Diese Maßnahme erweitert die Tastenmatrix, ohne daß zusätzliche Treiberausgänge und Sensoreingänge vorgesehen werden müssen.

Eine zusätzliche Erweiterung der Matrix ist mit den Tasten 56...63 durch Hinzufügen zweier Entkopplungsdioden möglich. Bei Betätigung einer Taste dieser Reihe werden jeweils zwei Sensoreingänge SEN 5 N und SEN 6 N gleichzeitig auf LO-Pegel gezogen. Die Schaltung ist in der Lage, dies als zusätzlichen Befehl zu erkennen.

Über den Eingang ADRM werden die Subsystem-Adressen S 2, S 1, S 0 eingestellt und die Einstellung zwischen moduliertem und unmoduliertem REMO-Signal vorgenommen.

Die Einstellung erfolgt über Verbindungen von ADRM mit den Treiberausgängen. Wird nur ein Treiberausgang mit ADRM verbunden, kann die Verbindung direkt erfolgen. Werden mehrere Treiberausgänge mit ADRM verbunden, ist eine Entkopplung der Verbindungen mit Dioden erforderlich, da sonst über diese Verbindung die Treiberausgänge miteinander kurzgeschlossen werden. Die Zuordnung zwischen Adressierung der Subsystem-Adresse und die Festlegung der Pulsform des REMO-Signals ist ebenfalls im Datenblatt angegeben.

Die Einstellung der Subsystem-Adresse erfolgt durch Verbindung der Treiberausgänge DRV 0 N...DRV 5 N mit ADRM. Ist keiner dieser Treiberausgänge mit ADRM verbunden, wird die Subsystem-Adresse 0 eingestellt. Werden mehrere Treiber mit ADRM verbunden, wird die Subsystem-Adresse des verbundenen Treibers mit dem höchsten Index n eingestellt. Es kann also eine Subsystem-Adresse durch zusätzliche Tasten oder Schalter eingestellt werden.

Die Einstellung der Pulsform des REMO-Signals erfolgt über die Verbindung des Treibers DRV 6 N und ADRM. Diese Einstellung der Pulsform hat keine Auswir-

kung auf die Wahl der Subsystem-Adresse.

Ist DRV 6 N nicht mit ADRM verbunden, sind die REMO-Impulse unmoduliert, bei einer Verbindung dagegen moduliert.

Ein Beispiel der Beschaltung von ADRM zeigt das Bild 4.

Durch die Verbindung von DRV 6 N über D 1 mit ADRM werden die Pulse moduliert ausgesendet.

Durch die Verbindung von DRV 2 N legt die Subsystem-Adresse 3 (Code 010) fest (Schalter S offen).

Mit dem Schalter S wird DRV 4 N an ADRM gelegt. Durch Schließen des Schalters S ist es möglich, die Subsystem-Adresse 3 in Adresse 5 (Code 100) „umzuwandeln“, obwohl die feste Verbindung zu DRV 2 N weiterhin besteht.

### Tastenbetätigung

Das zeitliche Verhalten der Schaltung bei Betätigung einer Taste bis zur Ausgabe des REMO-Signals zeigt das Bild 5.

Im Ruhezustand liegen alle Treiberausgänge auf LO-Pegel. Wird die Betätigung einer Taste von der Schaltung erkannt, beginnt der Oszillator zu schwingen. Nach der Zeit  $t_{DB}$  erfolgt die Abfrage der Tastenmatrix. Der Beginn der Ausgabe eines Datenwortes am REMO erfolgt nach spätestens  $t_{ST} = 10 T_L$ . Wie bereits beschrieben, ändert sich nach jeder Betätigung einer Taste der Toggle-Bit-Zähler. Zwischen zwei Tastenbetätigungen ist eine minimale Zeit  $t_{REL} = T_L = 2,53 \text{ ms}$  erforderlich, so daß die Schaltung in der Lage ist, den Toggle-Bit-Zähler weiterzuschalten. Das Einstellen bzw. Ändern der Subsystem-Adresse löst kein Datenwort aus.

Bei Betätigung einer Taste wird die Subsystem-Adresse nur im ersten Abfrageintervall (SCAN) abgefragt.

### Blockschaltbild des SAA 3004

Ein ausführliches Blockschaltbild des Fernbedienungs-IC SAA 3004 zeigt Bild 6. Der extern dmit einem Keramikschwinger (455 kHz) beschaltete Oszillator dient als Taktgenerator der Schaltung. Erkennt der Sensor-Decoder eine Tastenbetätigung, wird die Ablaufsteuerung in Stellung „Betrieb“ versetzt. Der Oszillator schwingt an. Nach Loslassen der Taste fällt nach Ausgabe des letzten Datenwortes die Schaltung in „standby“ zurück. Das Oszillatorsignal wird einem Teiler 1/72 zugeführt. Mit diesem heruntergeteilten Oszillatorsignal wird der Scan-Zähler getaktet.

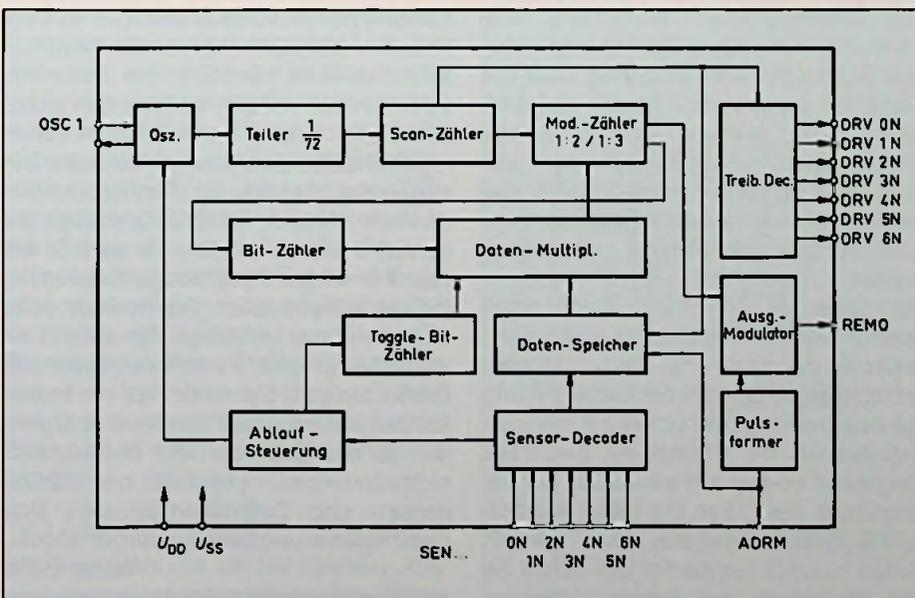


Bild 6: Blockschaltbild SAA 3004

Der jeweilige Zählerstand wird decodiert, einer Treiberstufe zugeführt und steht an den Ausgängen DRV0N...DRV6N zwecks Abfrage der Tastenmatrix zur Verfügung.

Außerhalb des Scan-Zyklus liegen alle Treiberausgänge auf niederem Potential (LO-Pegel).

Eine im Sensor-Decoder erkannte Tastenbetätigung wird in den Daten-Speicher übernommen, ebenso die am Eingang ADRM erkannte Subsystem-Adresse. Diese Daten werden einschließlich des Toggle-Bits einem Daten-Multiplexer zugeführt.

Das dem Daten-Multiplexer entnommene serielle Datenwort wird dem Modulationszähler zugeführt. Dieser führt die Pulsabstandsmodulation durch, d. h. liefert der Daten-Multiplexer eine logische „0“ wird nach  $2 \cdot T_L$  und bei logisch „1“ nach  $3 \cdot T_L$  ein Impuls abgegeben. Die Ausgabe dieses Impulses erhöht den Bit-Zähler, dieser adressiert über den Multiplexer das folgende Daten-Bit. Das pulsabstandsmodulierte Signal wird dem Ausgangsmodulator zugeführt. Je nach der gewählten Betriebsart wird es dort moduliert bzw. unmoduliert ausgegeben.

Die Ausgangsstufe des Signals REMO zeigt Bild 7. Bei logisch „1“ liefert ein bipolarer npn-Transistor einen relativ hohen Strom, der direkt den Treibertransistor der IR-Sende-Diode ansteuern kann. Bei logisch „0“ zieht ein N-Kanal MOS-Transistor den Ausgang nach  $U_{SS}$ .

**Anwendungsbereich der Schaltung**  
Mit dem Fernbedienungsgeber SAA 3004 kommt ein neues Bauelement auf den

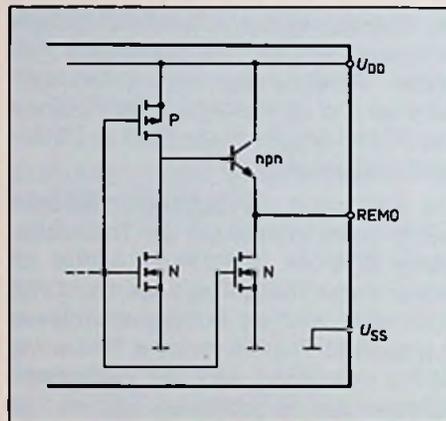


Bild 7: Ausgangsstufe für das Signal REMO

Markt, mit dem neue Systeme besonders kostengünstig realisiert werden können.

Die niedrige Stromaufnahme der Schaltung ermöglicht eine lange Batterielebensdauer des Gebers. Dadurch ergibt sich ein breiter Anwendungsbereich für diese Schaltung, der neben Anwendungen in Hi-Fi-, Fernseh-, VCR- und VLP-Geräten auch z. B. preisgünstige Steuerungen für Beleuchtungseinrichtungen, Garagentore, Lüfter, Förderbänder und für drahtlose Ruf- und Informationssysteme zuläßt. Die große Flexibilität der Subsystem-Adressierung ermöglicht die unabhängige Fernbedienung verschiedener Geräte mit nur einem Geber.

Die Schaltung arbeitet innerhalb eines großen Versorgungsspannungsbereiches ( $U_{DD} = 4...11$  V), der es ermöglicht, einen Geber sowohl mit 6 V als auch mit 9 V aufzubauen.

Die dabei sehr niedrige Stromaufnahme der IS von nur 0,4 mA bei  $U_{DD} = 9$  V gilt als vorteilhaft.

Das pulsabstandsmodulierte Gebersignal läßt sich mit den in Empfängern gebräuchlichen Mikrocomputern leicht decodieren.

## Britischer Konzern will Fernsehsatelliten betreiben

-web- In Großbritannien steht die Entscheidung über einen nationalen Fernsehsatelliten bevor. Obwohl die Fernsehanstalten durch die Einführung weiterer TV-Programme derzeit andere Sorgen haben, befürchten Regierung und Industrie, durch die weit fortgeschrittene deutsch-französische Entwicklung technisch ins Hintertreffen zu geraten. Aus solchen Überlegungen hatten Großbritannien und Italien bei der Europäischen Weltraumagentur ESA das Projekt L-Sat eines direkten Fernsehsatelliten durchgesetzt. Die Bundesrepublik und Frankreich beteiligen sich nicht an dem Vorhaben. Der L-Sat ist für die Übertragung von vier Fernsehprogrammen ausgelegt. Die deutsch-französischen Satelliten TV-Sat und TDF-1 können fünf Fernsehprogramme übertragen. Die beiden ersten Geräte mußten aber auf drei Kanäle beschränkt werden, weil die Nutzlastkapazität der Trägerrakete Ariane 1 nicht ausreicht, um genügend Solarzellenflächen zur Versorgung von fünf Kanälen mitzuführen.

Weitgehende Einigkeit war in Großbritannien über die Finanzierung des nationalen Fernsehsatelliten erreicht: Sie sollte einem halbstaatlichen Konsortium aus Fernmeldeverwaltung, Banken und Industrie übertragen werden. Strittig blieb die Frage, ob der nationale Satellit aus dem kleineren und billigeren ECS (European Communications Satellite) oder dem großen L-Sat abgeleitet werden sollte. Bei der Entwicklung war dem Raumfahrtkonzern British Aerospace übertragen worden.

Das Gerangel scheint nun durch einen überraschenden Schritt des Konzerns beendet worden zu sein: Er hat beim Innenministerium in London die Genehmigung zur Ausstrahlung öffentlicher Fernsehprogramme aus der Umlaufbahn beantragt. Eingesetzt werden soll ein Satellit auf der Grundlage des L-Sat. Die Mitarbeiterzeitschrift „British Aerospace News“ (Nr. 57, Seiten 1 und 3) rechtfertigt den Schritt als eine Maßnahme zur Zukunftssicherung. Sie zitiert Untersuchungen, denen zufolge

bis zum Jahre 2000 mehr als 150 Direktsatelliten benötigt werden. Ihr Wert liege zwischen 20 und 25 Mrd. Mark. Mehr als das Siebzigfache dieses Betrages würden im selben Zeitraum insgesamt im Kommunikationswesen investiert. Die Zeitschrift verweist auch auf den wachsenden nicht-öffentlichen Bedarf, der sich in den Vereinigten Staaten bereits zeige. So seien Satelliten-Funkdienste für Transportunternehmen lohnend, die ihre Fahrzeuge jederzeit erreichen wollten, ob sie nun ein paar Fahrminuten oder einige tausend Kilometer entfernt seien. Der Konzern setzt zudem auf das derzeitige Klima der Entstaatlichung des Fernmeldewesens in Großbritannien. Sie werde nach und nach auf den europäischen Kontinent übergreifen, so daß auch dort der Bedarf nach nichtöffentlichen, geschäftlichen Nachrichten- und Datenübertragungen sich manifestieren und gedeckt werden könne.

Walter Baier

Handelsübliche Netzgeräte sind oft gar nicht billig. Dabei ist es für den Fachmann leicht, sich das für ihn passende Netzgerät selbst herzustellen. Die erforderlichen Bauelemente werden heute so preiswert angeboten, daß es sich lohnt, etwas eigene Arbeitskraft zu investieren. Dieser Beitrag will dabei helfen, indem er einen Überblick über die Schaltungstechnik und Dimensionierungshinweise gibt.

# Schaltungstechnik moderner Netzgeräte

## (1. Fortsetzung)

Steigt die Spannung an, so nehmen Kollektorstrom und Spannungsabfall am Arbeitswiderstand  $R_4$  zu, die Kollektor/Emitterspannung geht zurück und reduziert somit die Basis/Emitterspannung des Stelltransistors. Dieser Rückgang bewirkt, daß die Spannung  $U_v$  ansteigt und damit die Ausgangsspannung  $U_A$  soweit reduziert, bis die Differenz zwischen Soll- und Istspannung wieder beseitigt ist. Die Höhe der Ausgangsgleichspannung hängt vom Verhältnis zwischen den beiden Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  ab und kann zwischen einem unteren und einem oberen Wert verändert werden. Der Wert liegt etwa 1 bis 2 V über dem Wert der Z-Spannung, der obere Wert dagegen 1 bis 2 V unter der unregulierten Gleichspannung  $U_{gl}$ . An den Grenzen des Einstellbereiches wird allerdings der Stabilisierungsfaktor kleiner, weil oben die Transistorkennlinie nicht mehr linear ist und unten der Z-Diode nicht mehr genügend Strom erhält. In der Praxis wird man deshalb die Ausgangsspannung nicht größer als 75% der unregulierten Spannung und nicht kleiner als 150% der Z-Spannung wählen. Die Belastbarkeit des Stelltransistors bestimmt die zulässige Ausgangsbelastung des Spannungsreglers. Die erforderliche Belastbarkeit kann man folgendermaßen ermitteln:

$$P_v = I_{Lmax} (U_{gl} - U_{Amin})$$

Wie man sieht, ist sie bei kleinster Ausgangsspannung am größten. Ohne Rücksicht auf die eingestellte Ausgangsspan-

nung darf der maximal auftretende Laststrom nicht größer als der zulässige Kollektorstrom sein, auch wenn damit die zulässige Verlustleistung noch nicht überschritten wird. Reicht die Belastbarkeit eines Einzeltransistors nicht aus, so können mehrere parallel geschaltet werden. Damit sich der Strom auch gleichmäßig auf

alle Einzeltransistoren aufteilen kann, müssen in den einzelnen Emitterleitungen niederohmige Widerstände liegen, die verhindern, daß einer der Transistoren einen größeren Stromanteil übernimmt und damit überlastet wird. Im Bild 6 sind das die Widerstände  $R_2$  und  $R_3$ . Transistoren mit großen Kollektorströmen

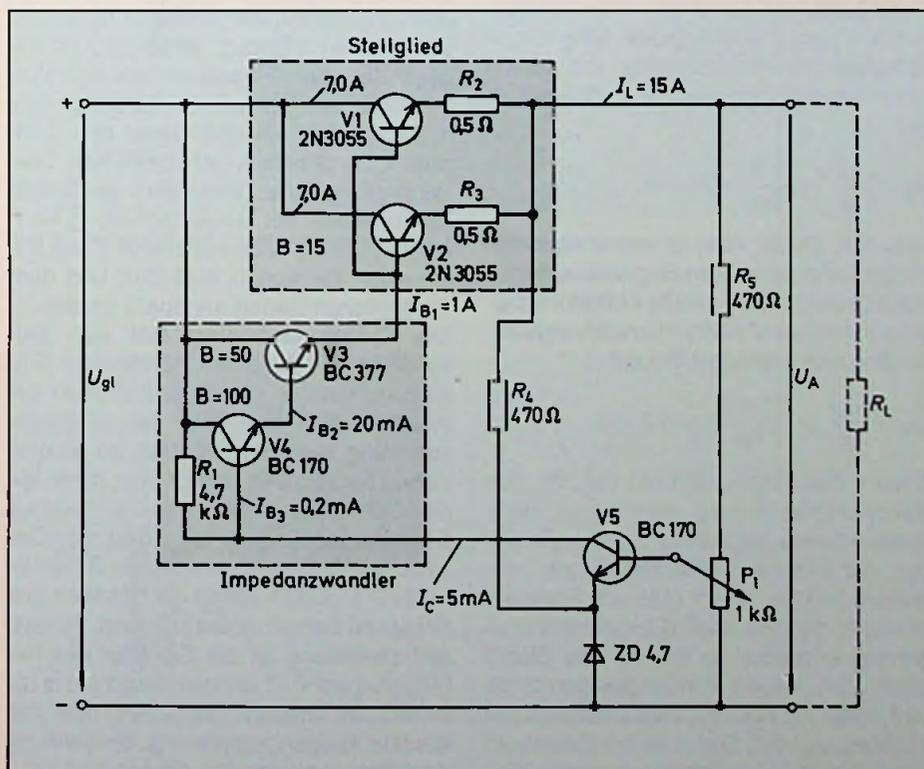


Bild 6: Standardschaltung eines linearen Spannungsreglers für große Leistungen

erfordern auch große Basisströme. Da diese vom Regeltransistor nicht aufgebracht werden können, schaltet man eine oder mehrere Kollektorschaltungen als Impedanzwandler zwischen Regler und Stelltransistor. Im Bild 6 sind es die Transistoren V 3 und V 4. Ihre Spannungsverstärkung ist etwa 1, und das Verhältnis zwischen Emitter- und Basisstrom wird durch den Stromverstärkungsfaktor B bestimmt.

**Beispiel:**

Der mittlere Kollektorstrom eines Regeltransistors ist:

$$I_c = \frac{U_b - U_z}{R_1} = \frac{30 \text{ V} - 4,7 \text{ V}}{4,7 \cdot 10^{-3} \Omega} = 5,4 \text{ mA}$$

Um den Verstärkungsfaktor nicht nennenswert zu beeinflussen, soll der Eingangsstrom des Stellgliedes nicht mehr als 5% des im Regeltransistor fließenden Kollektorstromes betragen. Das wäre hier

$$I_{B_{\max}} = 0,05 \cdot I_c = 0,05 \cdot 5,4 \text{ mA} = 0,27 \text{ mA}$$

Da aber der Laststrom  $I_L = 15 \text{ A}$  und der Stromverstärkungsfaktor des Stellgliedes  $B = 15$  beträgt, ist der erforderliche Basisstrom:

$$I_{B1} = \frac{I_L}{B} = \frac{15 \text{ A}}{15} = 1 \text{ A}$$

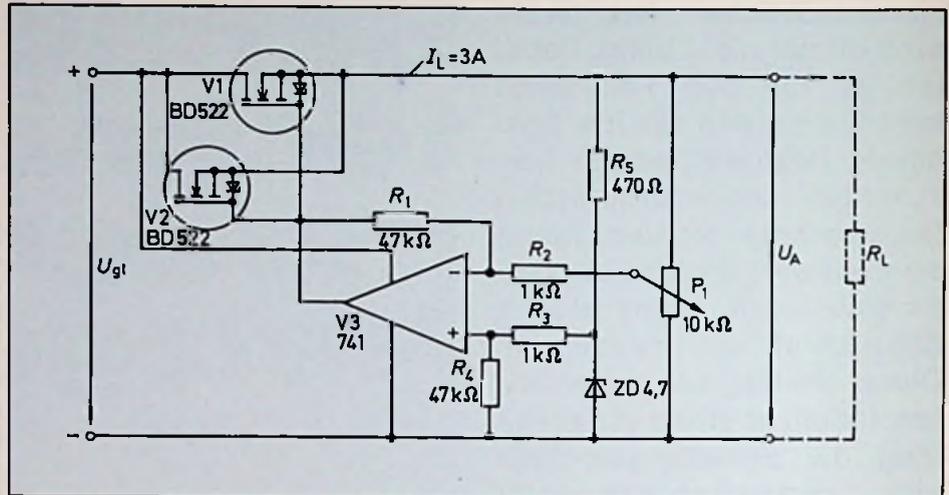
Er teilt sich auf die beiden Stelltransistoren V 1 und V 2 auf. Durch eine vorschaltete Kollektorschaltung mit einem Stromverstärkungsfaktor  $B = 50$  wird er auf

$$I_{B2} = \frac{I_{B1}}{B} = \frac{1 \text{ A}}{50} = 20 \text{ mA}$$

reduziert. Dieser Wert ist immer noch viel zu groß und würde den Regeltransistor zu stark belasten. Eine zweite Kollektorschaltung V 4 mit einem Stromverstärkungsfaktor  $B = 100$  verringert ihn auf

$$I_{B3} = \frac{I_{B2}}{B} = \frac{20 \text{ mA}}{100} = 0,2 \text{ mA}$$

Dieser Wert liegt unterhalb der 5% des Kollektorstromes und stellt damit keine nennenswerte Belastung für den Regler dar. Auf den Impedanzwandler kann verzichtet werden, wenn man als Stellglied ein oder mehrere VMOS-Leistungstransistoren verwendet, so wie sie das Bild 7 zeigt. Sie haben Eingangswiderstände von etwa  $10^{10} \Omega$  und eine Leistungsverstärkung von  $10^5$ . Damit ist der Gatestrom selbst bei 15 A Laststrom wesentlich kleiner als die maximal zulässigen 0,27 mA.



**Bild 7: Moderner Spannungsregler mit Operationsverstärker und VMOS-Stelltransistoren**

Der zulässige Drainstrom dieser Transistoren beträgt 1,5 A und die Verlustleistung 10 W.

Von diesen Bauelementen lassen sich bedenkenlos beliebig viele ohne zusätzliche Stromsymmetrierende Maßnahmen parallel schalten, so wie das in Bild 7 geschehen ist. Als Regler dient hier ein Operationsverstärker, der die Sollspannung an der Z-Dioden an seinem nichtinvertierenden Eingang mit der Istspannung am invertierenden Eingang vergleicht. Er hat gegenüber dem Regeltransistor den Vorteil, daß sein Eingangswiderstand sehr hochohmig ist, so daß dieser den Z-Diodenstrom praktisch nicht beeinflusst. Sein Verstärkungsfaktor und damit der Stabilisierungsfaktor der Gesamtschaltung kann mit den beiden Widerständen R 1 und R 2 in weiten Bereichen verändert und dem tatsächlichen Bedarf angepaßt werden.

Die Ausgangsspannung läßt sich zwischen 50 und 90% der unregulierten Eingangsspannung variieren. Will man sie zwischen Null und 90% der Eingangsspannung verändern können, so ist eine zweite Stromquelle erforderlich, durch die der Operationsverstärker seine negative Betriebsspannung erhält (Bild 8). Der Nullabgleich geschieht mit dem Potentiometer P 1, das zwischen der positiven und negativen Betriebsspannung liegt. Zu dessen Einstellung ist der Schleifer des Potentiometers P 2 an den Anschlag a zu stellen. In diesem Fall erhält man die kleinste Ausgangsspannung, die dann mit dem Potentiometer P 1 bis auf Null reduziert wird. Zusätzlich in diese Stellung auf-

genommen wurde eine Strombegrenzung, ohne die kein Spannungsregler betrieben werden sollte. Im Falle einer Überlastung oder eines Kurzschlusses würden sonst die Stelltransistoren voll aufgesteuert und sofort zerstört. Daran ändern auch übliche Sicherungen nichts, da sie viel zu träge sind. Elektronische Sicherungen, die nach Art einer Kippschaltung arbeiten und die Stelltransistoren sperren, sobald der Laststrom einen bestimmten Wert überschreitet, bieten zwar wirksamen Schutz, haben aber den Nachteil, daß man das Netzgerät bei Bedarf nicht auch als Konstantstromquelle betreiben kann (z. B. zum Batterieladen).

Im vorliegenden Falle arbeitet der Operationsverstärker V 4 als Stromregler, der wirksam wird, sobald der an das Netzgerät angeschlossenen Lastwiderstand einen bestimmten Wert unterschreitet. In diesem Falle wird die am Widerstand R 9 abfallende Spannung größer als die Knie-spannung der Diode D 2 bzw. größer als die mit dem Potentiometer P 3 abgegriffene Spannungsanteil.

Die bis dahin positive Ausgangsspannung des Verstärkers, die die Diode D 1 sperrt, wird jetzt negativ und schiebt die Diode in ihren leitenden Zustand. Damit kann sie am Eingang des Stellgliedes wirksam werden und die vom Spannungsregler V 3 gelieferte Stellspannung wegkompensieren. Die Folge ist, daß die Ausgangsspannung des Netzgerätes um so weiter zurückgeht, je niederohmiger der Lastwiderstand wird. Der Quotient aus Spannung und Widerstand, nämlich der Laststrom, bleibt auf

dem mit P 3 eingestellten Wert konstant.

**Integrierte Spannungsregler**

Im Zeitalter der integrierten Schaltungstechnik werden Netzgeräte nur noch selten aus einzelnen Halbleiterbauelementen oder Baugruppen aufgebaut. Die Industrie bietet eine Reihe von integrierten Spannungsreglern an, mit denen der Aufbau hochwertiger Netzgeräte mit geringstem Aufwand möglich wird. Dabei unterscheidet man Festspannungsregler, deren Ausgangsspannung nicht verändert werden kann und einstellbare Spannungsregler. Festspannungsregler werden in solchen Geräten benötigt, in denen alle Bausteine mit einer vorgeschriebenen Spannung (z. B. +5 V bei TTL-Schaltkreisen) gespeist werden müssen. Das Bild 9 zeigt die Schaltung eines Netzgerätes mit einer festen Ausgangsspannung von +5 V bei einem maximalen Laststrom von 0,5 A. Werden größere Ströme benötigt, so kann man ihnen zusätzliche Leistungstransistoren als Stellglieder zuordnen, so wie es im Bild 10 dargestellt ist. Damit dieser Leistungstristor auch bei Überlastung geschützt ist, entnimmt man einen Teil des Laststromes dem Spannungsregler. Dieser Anteil wird durch den Widerstand R 1 bestimmt.

Überschreitet er einen bestimmten zulässigen Wert, so wird anteilmäßig auch der Ansprechstrom des Reglers überschritten. Dieser schaltet die Ausgangsspannung ab und sperrt somit den Stelltransistor solange, bis die Überlastung beseitigt ist. Während Digitalschaltungen, von einigen Ausnahmen abgesehen, mit einer einzigen Betriebsspannung auskommen, benötigen Analogschaltungen meistens zwei Spannungen, nämlich eine positive und eine gleich große negative. Ein typischer Vertreter dieser Gattung ist der Operationsverstärker, der in der Regel mit ±15 V gespeist werden muß. Auch für dessen Speisung werden integrierte Festspannungsregler angeboten, die die negative Betriebsspannung konstant halten. Besonders elegant läßt sich das Problem aber mit Dual-Spannungsreglern lösen, in denen ein Spannungsregler für positive und einer für negative Spannungen vereinigt sind (Bild 11).

Der IC, der im TO-116-Gehäuse untergebracht ist, kann mit maximal 100 mA belastet werden. Durch zugeschaltete Leistungstransistoren läßt sich die Belastbarkeit auf 2 A erhöhen. An den Widerständen R3 und R4 gewinnt man laststromab-

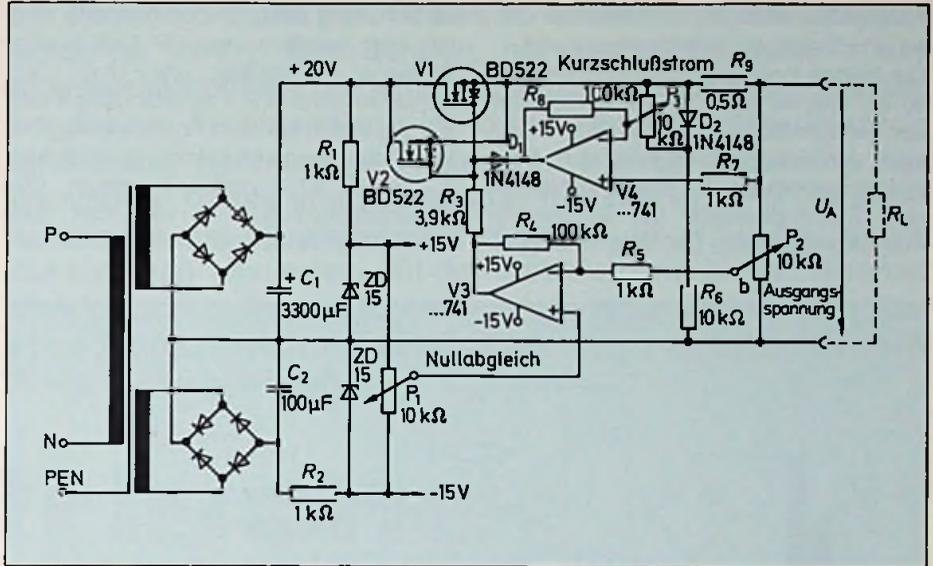


Bild 8: Netzgerät variabler Ausgangsspannung ab 0 Volt und einstellbarer Strombegrenzung

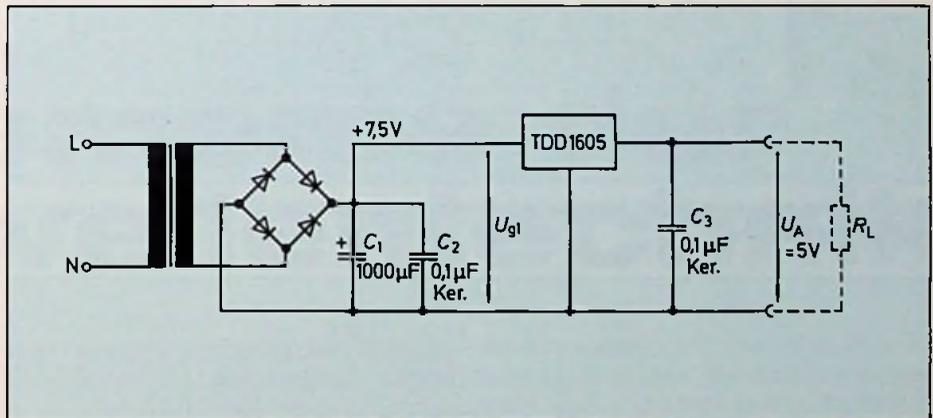


Bild 9: Netzgerät mit Festspannungsregler für kleine Leistungen

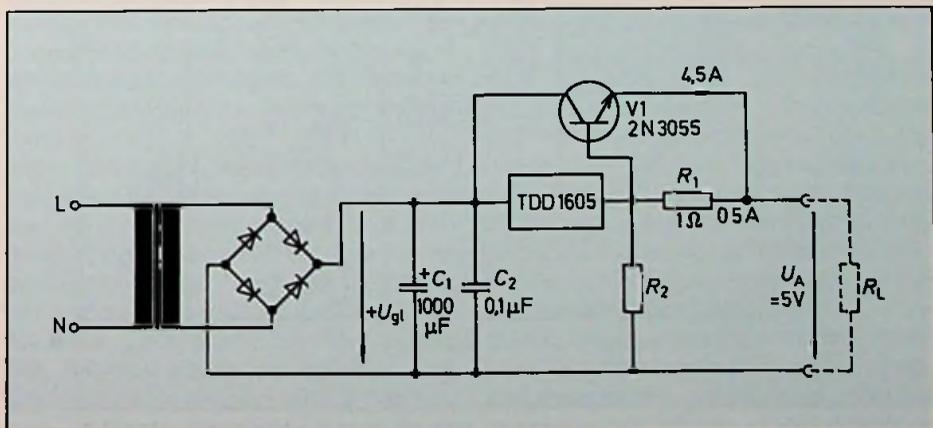


Bild 10: Netzgerät mit Festspannungsregler für große Leistung

hängige Spannungen, mit denen der interne Überlastungsschutz gesteuert wird. Die beiden Kondensatoren C 3 und C 4 sollen unerwünschte Schwingneigungen des Netzgerätes vermeiden. Für universelle Anwendungen eignen sich Festspannungsregler nicht. Hierfür verwendet man Spannungsregler mit einstellbarer Ausgangsspannung. Das Bild 12 zeigt ei-

ne Schaltung dafür. Die Istspannung wird mit dem Spannungsteiler P 1, R 5 vom Ausgang abgegriffen und über den Schutzwiderstand R 4 dem Eingang 4 des ICs zugeführt. Mit dem Potentiometer P 1 kann die Ausgangsspannung zwischen 1,7 V und 30 V verändert werden. Die Gleichrichterdiode Gl. 5 verhindert, daß bei Zu- oder Abschalten induktiver Lastwi-

derstände der Regler beschädigt wird. Die am Widerstand R 8 abfallende Spannung dient zur Strombegrenzung. Sie wird je nach gewünschtem Kurzschlußstrom mit dem Potentiometer P 2 abgegriffen und dem Eingang 2 des ICs zugeführt. Damit lassen sich Kurzschlußströme zwischen 1 mA und 2 A einstellen. Die am Anschluß 11 vorhandene Spannung steuert das Stellglied, das hier aus dem NPN-Transistor V 2 besteht. Der Treibertransistor V 2 ist ein PNP-Typ und invertiert das Ausgangssignal des Reglers. Die gesamte Schaltung einschließlich des recht großen Kondensators C 1 kann auf einer gedruckten Schaltungsplatine mit den Anmessungen 60 x 90 mm aufgebaut und mit dem Netztransformator sowie dem Transistor-Kühlkörper mechanisch zu einer Baugruppe vereinigt werden.

### Schaltspannungsregler

Wie bereits erwähnt wurde, ist der Wirkungsgrad von linearen Spannungsreglern nicht sehr hoch. Entnimmt man zum Beispiel dem Netzgerät nach Bild 12 eine Spannung von 5 V und einen Strom von 2 A, so ist die Ausgangsleistung:

$$P_A = U_A \cdot I_L = 5 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 10 \text{ W}$$

Eingangseitig muß dafür aber eine Leistung von

$$P_E = U_{gl} \cdot I_L = 30 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 60 \text{ W}$$

aufgewendet werden. Das ergibt einen Wirkungsgrad von

$$\eta = \frac{P_A}{P_E} = \frac{10 \text{ W}}{60 \text{ W}} = 0,17$$

Werden Schaltspannungsregler angewendet, so steigt der Wirkungsgrad bis auf 75% ohne Rücksicht auf die Ausgangsspannung. Der wichtigste Unterschied zwischen Schalt- und linearen Spannungsregler ist ein spannungsgesteuerter Oszillator (Impulsbreitenmodulator). Er besteht aus zwei monostabilen Kippschaltungen, die sich gegenseitig auslösen. Damit schaltet die eine in den quasistabilen Zustand um, wenn die andere in ihren tatsächlich stabilen Zustand zurückfällt. Eine weitere Methode der Impulsbreitenmodulation bringt der Vergleich zwischen einer Dreiecksspannung und einer Gleichspannung mit einem Komparator oder Schmitt-Trigger. An dessen Ausgang erhält man eine Pulsspannung deren Einschaltzeit von der Höhe der Gleichspannung abhängt.

(wird fortgesetzt)

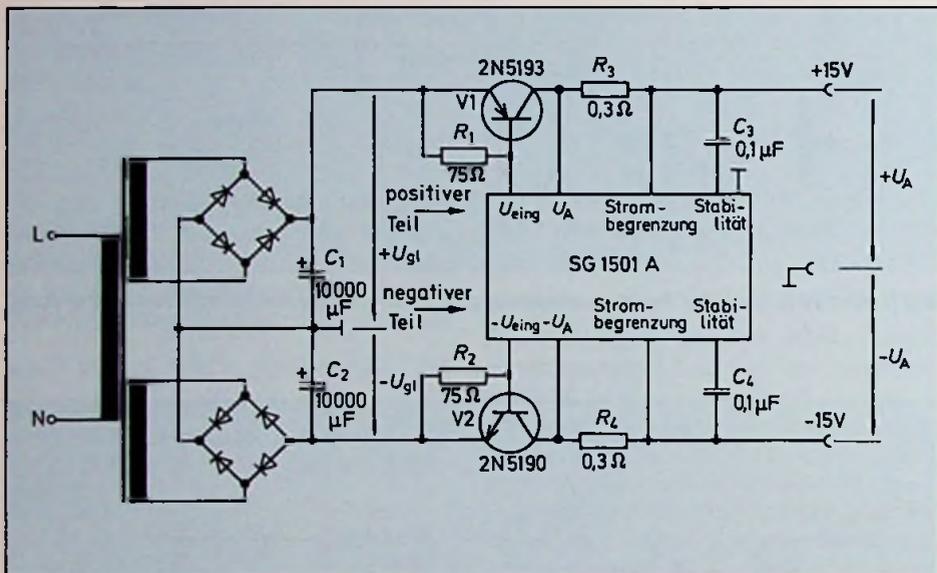


Bild 11: Doppelnetzgerät mit integriertem Dualspannungsregler für positive und negative Ausgangsspannung

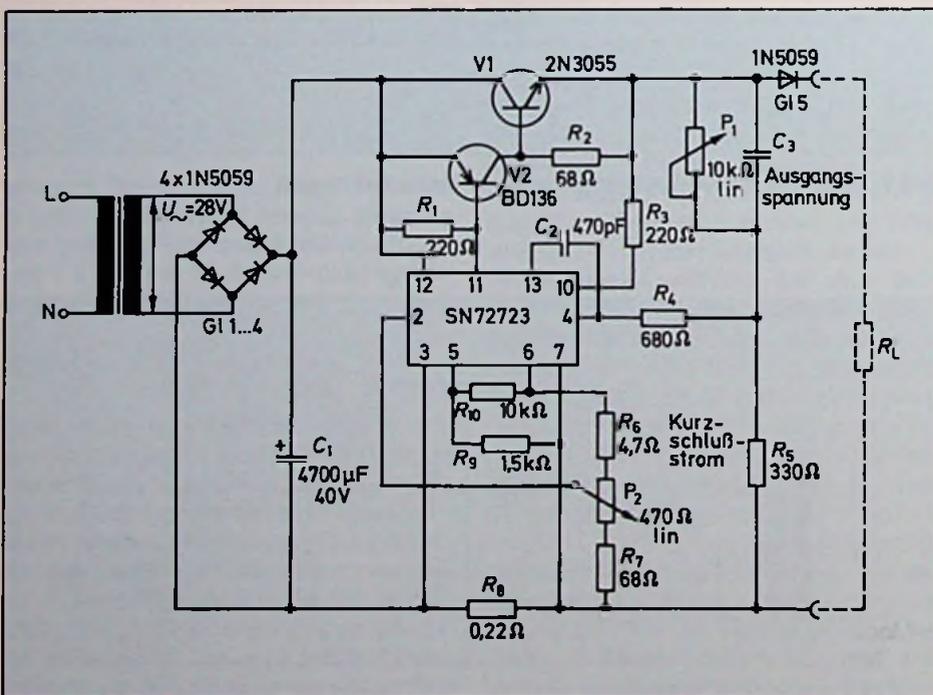


Bild 12: Universalnetzgerät mit integriertem Spannungsregler, einstellbarer Strombegrenzung bis 2 A und variabler Ausgangsspannung zwischen 1 V und 30 V

Mit dem Vordringen der Halbleiter, vornehmlich des Galliumarsenids, in den GHz-Bereich, hat nach 1963 auch in der Mikrowellentechnik die Miniaturisierung der aktiven Bauteile begonnen. Problematisch im Trend dieser Miniaturisierung sind bisher hochwertige Filter und hochstabile Oszillatoren geblieben. Teure und voluminöse Koaxial- und Hohlraumresonatoren aus Speziallegierungen (z. B. Invar) waren bisher die einzigen Lösungen. Mit den nachfolgend beschriebenen dielektrischen Resonatoren werden neue und kostengünstige Alternativen vorgestellt, die auch hochprofessionellen Ansprüchen genügen.

# Dielektrische Resonatoren, neue Bauelemente der Mikrowellentechnik

## Heutige Resonatortechnik

Die stärkste Verkleinerung der Abmessungen wird heute mit Steifenleitungsresonatoren auf Aluminiumoxidsubstraten erreicht. Wegen der unvermeidlichen Leitungsverluste liegt aber die Güte  $Q$  im Bereich einiger GHz nur bei etwa 300. Hohlraum- und Koaxialresonatoren haben im Frequenzbereich zwischen 2 und 10 GHz Abmessungen in der Größenordnung von 50 mm. Füllt man sie mit einem verlustarmen Material mit der relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$ , so schrumpfen zwar die linearen Abmessungen um den Faktor  $1/\sqrt{\epsilon_r}$ , aber das ungünstigere Verhältnis von Volumen zu Oberfläche reduziert die Impedanz des Resonators. Als Folge steigen Stromdichte und Verluste an und die Güte wird geringer.

## Der dielektrische Resonator

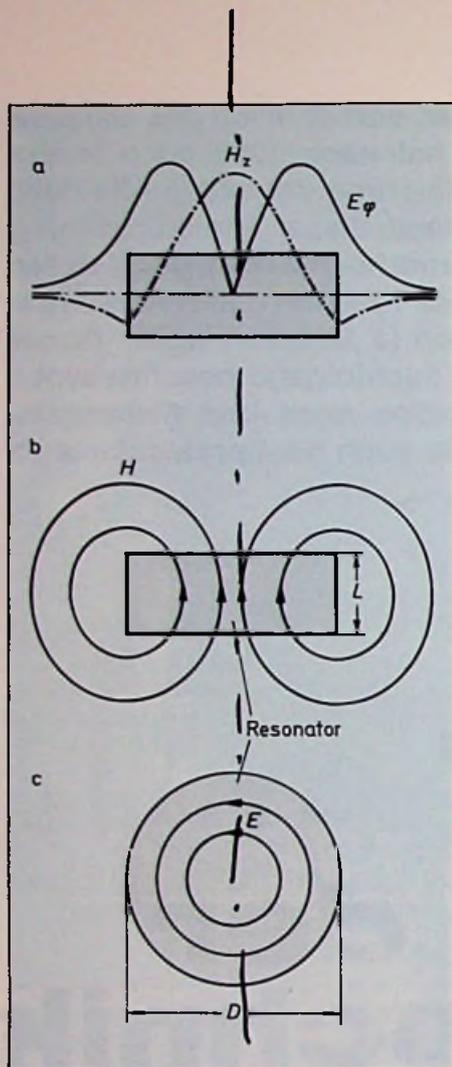
Einen Ausweg aus den genannten Schwierigkeiten bietet der dielektrische Resonator (DR) [1, 2, 3]. In seiner einfach-

sten Form ist er ein Zylinder aus isolierendem Material mit hoher Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  und dem Zylinderdurchmesser  $D \approx \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$  ( $\lambda_0$  ist die der verwendeten Frequenz entsprechende Vakuum-Wellenlänge).

Die Güte des Resonators wird fast ausschließlich durch die dielektrischen Verluste des verwendeten Materials bestimmt. Wegen des Sprungs der Dielektrizitätszahl an seinem Rand ( $\epsilon_{r, \text{Luft}} \approx 1$ ,  $\epsilon_{r, \text{DR}} \approx 40$ ) kann in seinem Inneren eine stehende elektromagnetische Welle erzeugt werden.

Die charakteristischen Feldkonfigurationen eines dielektrischen Resonators sind den E- und H-Wellenmoden der klassischen metallischen Hohlraumresonatoren ähnlich. Das Bild 1 zeigt das Feldlinienbild und die Feldverteilung des niedrigsten H-Modus (TE-Modus). Der Index  $\delta$  trägt der Tatsache Rechnung, daß das Feld auch in den Außenraum reicht (Voraussetzung für die einfache Ankoppelung an aktive Elemente).

Die Resonanzfrequenz des Resonators ist eine Funktion des Verhältnisses seiner Höhe  $L$  zum Durchmesser  $D$ . In Bild 2 haben wir es für Zylinder mit 16,5 mm Durchmesser und  $\epsilon_r = 83$ . Das Verhältnis  $L/D = 0,4$  ist insofern besonders günstig, als hier der relative Frequenzabstand des Grundmoduls zum nächsthöheren am größten ist. Dieser Abstand erhöht sich noch, wenn der Resonator eine konzentrische Bohrung erhält. Höchsthochfrequenzschaltkreise sind gegen Abstrahlung und Nachbarschaftseinflüsse immer durch ein metallisches Gehäuse abgeschirmt. Solange dessen Wandungen im Abstand  $\geq D/2$  vom Resonator angebracht sind, sind auch die Leitungseinflüsse und Verluste vernachlässigbar. Allerdings wird die Resonanzfrequenz beeinflusst. Diesen Umstand benutzt man zur Feinabstimmung. Man kann z. B. mit einer geeignet angebrachten Schraube die Resonanzfrequenz in einem größeren Bereich verändern. Mögliche Anordnungen der

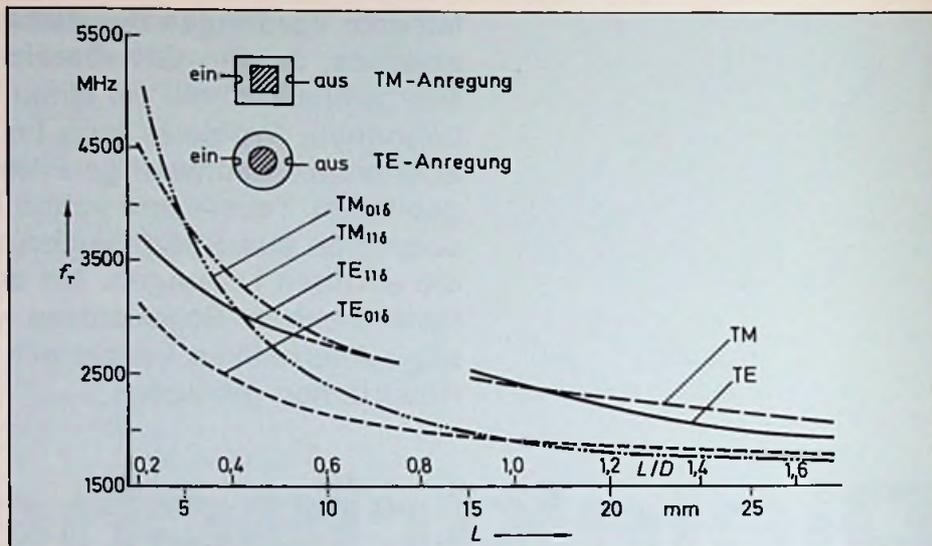


**Bild 1:** Feldverteilung und Feldlinienbild des Grundmodus  $H_{01}$  eines dielektrischen Zylinderresonators: a) Amplituden des magnetischen ( $H_z$ ) und elektrischen Feldes ( $E$ ), b) Verlauf der magnetischen Feldlinien ( $H$ ), c) Verlauf der elektrischen Feldlinien ( $E$ )

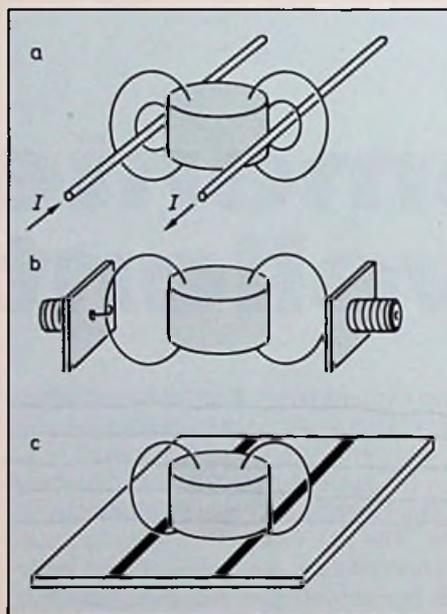
**Bild 3:** Möglichkeiten der induktiven Kopplung an die Grundschwingung des dielektrischen Resonators: a) Luftleitung, b) Koppelschleifen, c) Mikrostreifenleitung

**Tabelle 1:** Eigenschaften dielektrischer Keramik für Mikrowellenanwendungen

	Typ I MD 602 38,5	Typ II MD 436 90
Dielektrizitätszahl $\epsilon_r$		
Verlustfaktor $\tan \delta$ bei		
2 GHz	$0,7 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
6 GHz	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$10 \cdot 10^{-4}$
10 GHz	$2 \cdot 10^{-4}$	
Temperaturkoeffizient $TK_f$ der Resonanzfrequenz	$0 \pm 1$	$+7 \pm 1 \cdot 10^{-6}/K$
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha_l$	5,3	$9,5 \cdot 10^{-6}/K$



**Bild 2:** Resonanzfrequenzen  $f_r$  der niedrigsten Schwingungsmoden dielektrischer Resonatoren mit einem Durchmesser von 16,5 mm und einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r = 83$  in Abhängigkeit des Verhältnisses Höhe zu Durchmesser  $L/D$



Ankoppelung an den TE-Modus des Resonators zeigt das Bild 3. In allen drei Fällen koppelt das Magnetfeld des stromführenden Leiters in den dielektrischen Resonator ein.

### Materialanforderungen

Um die gewünschte Miniaturisierung bei gleichzeitiger guter Reproduzierbarkeit der Resonanzfrequenz zu erreichen, muß die relative Permittivität (Dielektrizitätszahl) des Dielektrikums im Bereich  $30 < \epsilon_r < 200$  liegen. Die erforderliche Güte richtet sich nach der Anwendung, sollte aber  $Q_0$  größer als  $> 1000$  sein. Wenn der Resonator eine attraktive Alternative zum Invarresonator sein soll, so darf die Temperaturabhängigkeit der Resonanzfrequenz nicht mehr als  $10^{-6}/K$  betragen. Bei Siemens wurden zwei Gruppen von Keramiken für dielektrischen Resonatoren entwickelt. Die Eigenschaften je eines typischen Vertreters sind in der Tabelle 1 aufgelistet. Typ I mit  $\epsilon_r \approx 40$  kommt vor allem für den Frequenzbereich  $f > 5$  GHz in Frage. Typ II mit  $\epsilon_r \approx 90$  eignet sich wegen der geringeren erreichbaren Abmessungen mehr für den Frequenzbereich  $f < 5$  GHz. Mit diesem Material muß jedoch ein größerer  $\tan \delta$  und damit eine geringere Güte in Kauf genommen werden. Der Temperaturkoeffizient  $TK_f$  läßt sich beim Material des Typs I im Bereich zwischen  $-25$  und  $+60$  ppm/ $K^{(1)}$  durch Variation der chemischen Zusammensetzung

<sup>1)</sup> ppm = parts per million =  $10^{-6}$

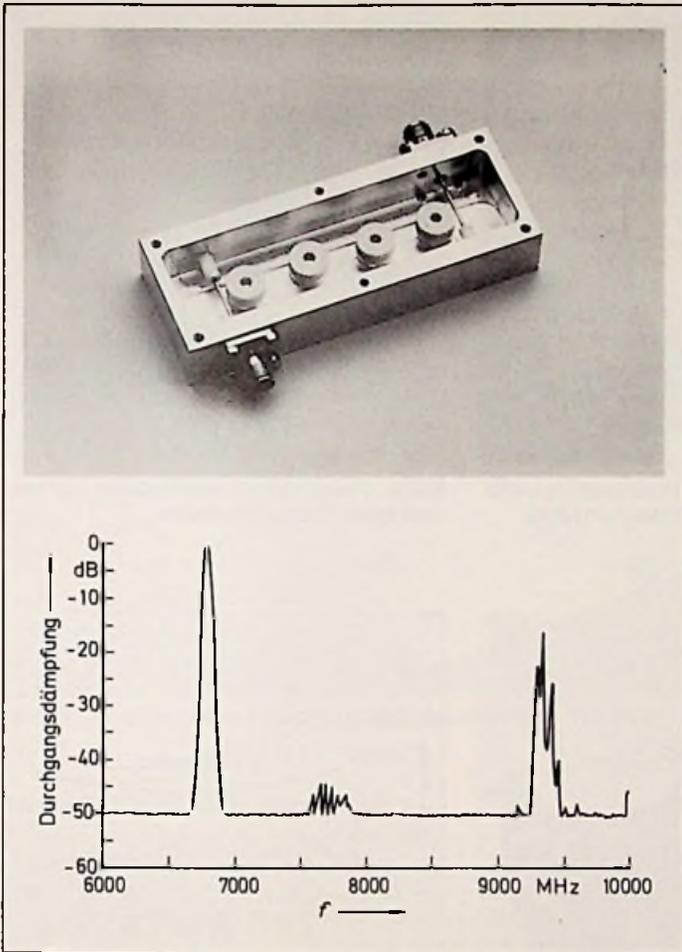


Bild 4: Vierkreisiger Bandpaß mit dielektrischen Resonatoren und seine Durchlaßcharakteristik

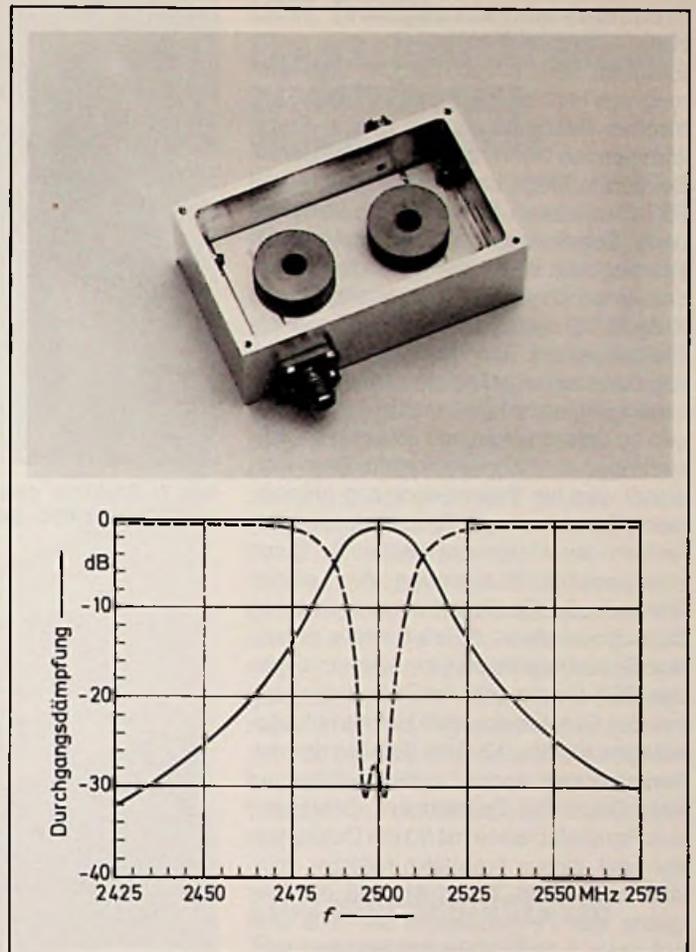


Bild 5: Zweikreisiger Bandpaß mit dielektrischen Resonatoren auf einem MIC-Substrat und seine Durchlaßcharakteristik

zung gezielt auf  $\pm 1$  ppm/K einstellen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, den  $TK_I$  eines Gesamtsystems annähernd zu Null zu machen.

### Anwendungsbeispiele

#### Bandpaßfilter mit dielektrischen Resonatoren

Die Bilder 4 und 5 zeigen zwei Filter mit dielektrischen Resonatoren und ihre Durchlaßkurven. Ihre charakteristischen Daten sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Beim vierkreisigen Filter mit der Mittelfrequenz  $f_0 = 6788$  MHz wird das Signal über Luftleitungen ein- und ausgekoppelt. Die dielektrischen Resonatoren sind auf Abstandhalter aus Quarzglas montiert. Bei dem zweikreisigen Filter für 2,5 GHz sind sie über einer verlustarmen Kunststoffolie auf ein Aluminiumoxidsubstrat geklebt. Das Signal wird dort am Ein-

und Ausgang durch Streifenleitungen übertragen. Die Ankoppelung der Resonatoren an die Streifenleitung muß möglichst an der Stelle eines Strombauches vorgenommen werden. Diesen erhält man zum Beispiel  $\lambda/4$  vor dem Ende einer offenen Leitung. Die Stärke der Ankoppelung hängt außerdem vom Abstand des Resonators von der stromführenden Leitung ab. Untereinander sind die Resonatoren

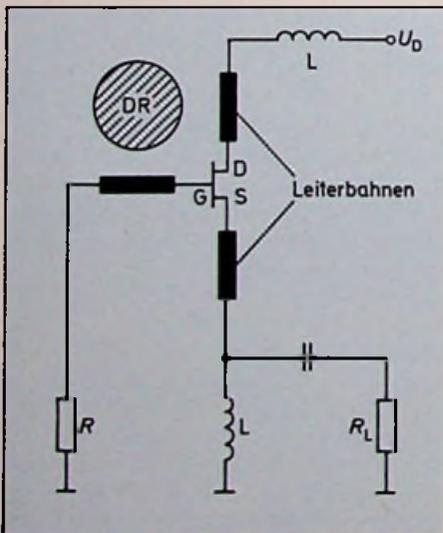
ebenfalls durch ihr Magnetfeld verkoppelt. Die Stärke der Kopplung, die beim gezeigten Filter gerade kritisch eingestellt ist, nimmt ungefähr exponentiell mit dem Mittelpunktabstand ab. Die Güte der Filterkreise wird in erster Linie durch die Verluste der Streifenleitung bestimmt. In dieser Anwendung können also die Materialvorteile der dielektrischen Resonatoren nicht voll genutzt werden.

Tabelle 2: Daten von Bandpaßfiltern mit dielektrischen Resonatoren

	Filter 1 6788 MHz	Filter 2 2499 MHz
Mittelfrequenz $f_0$	6788 MHz	2499 MHz
3-dB-Bandbreite B	49 MHz	26 MHz
Durchgangsdämpfung d	0,85 dB	1,2 dB
Abstand des nächsten Störmodus $\Delta f/d$	2500/15 MHz/dB	800/15 MHz/dB

### Frequenzstabilisierung von Halbleiteroszillatoren

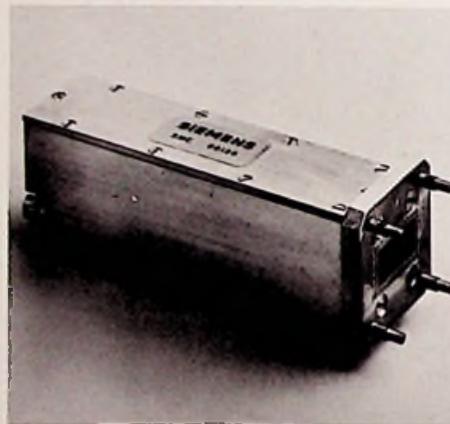
Ebenfalls sehr einfach ist die Stabilisierung von Halbleiteroszillatoren mit dielektrischen Resonatoren. Bei den in Frage kommenden Gunn- und FET-Oszillatoren. Bei den in Frage kommenden Gunn- und FET-Oszillatoren [4 bis 8] sind verschiedene Schaltungsprinzipien möglich. Als Beispiel zeigt **Bild 6** den prinzipiellen Aufbau eines GaAs-FET-Oszillators für das X-Band, bei dem das verstärkte Signal am Drain-Ausgang über den Resonator auf das Gate zurückgekoppelt wird. Die Gate-Leitung ist, um unerwünschte Schwingungen zu unterdrücken, mit einem angepaßten Widerstand abgeschlossen. Das Nutzsignal wird am Source-Ausgang entnommen. Frequenz- und Temperaturstabilität werden am Resonator bestimmt. Durch mechanische Abstimmung des selben läßt sich die Oszillatorfrequenz in einen Bereich von etwa 1,5 GHz beliebig einstellen. Besondere Bedeutung können derartige FET-Oszillatoren im Zusammenhang mit der Entwicklung von Heimempfangsanlagen für das 12-GHz-Satellitenfernsehen gewinnen. In der Empfangseinheit auf dem Dach des Teilnehmers, bestehend aus Parabolantenne mit 90 cm Durchmesser und einem Frequenzumsetzer (outdoor unit) (**Bild 7 und 8**) muß die Frequenz des Festoszillators bei 10,8 GHz auf etwa 1 MHz konstant gehalten werden. Diese Forderung kann mit Hilfe eines



**Bild 6:** Beispiel einer Schaltung zur Stabilisierung eines FET-Oszillators mit einem dielektrischen Resonator (DR)



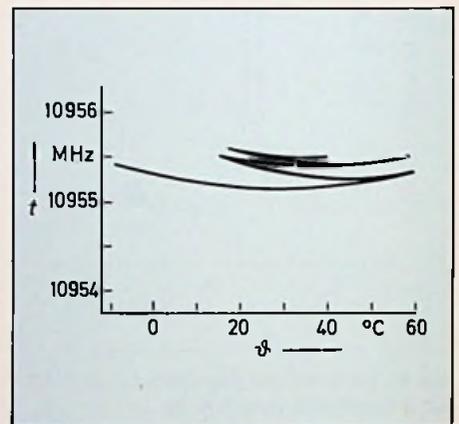
**Bild 7:** Prototyp einer Heimempfangsanlage für das 12-GHz-Satelliten-Fernsehen



**Bild 8:** Vollständiges Umsetzermodule mit Vorverstärker, Mischstufe und ZF-Verstärker



**Bild 9:** Dielektrische Resonatoren für verschiedene Frequenzbereiche



**Bild 10:** Temperaturabhängigkeit der Frequenz eines mit einem dielektrischen Resonator stabilisierten Fetoszillators eines TV-Empfangsumsetzers

dielektrischen Resonators auf einfache und billige Weise erfüllt werden [9] (**Bild 9 bis 11**).

### Ausblick

Die Entwicklung neuer Dielektrika in den letzten Jahren hat die Möglichkeit eröffnet, im Mikrowellenbereich mit dielektrischen Resonatoren frequenzbestimmende aktive und passive Bauelemente raumsparend und preisgünstig zu verwirklichen. Die erzielten Ergebnisse erlauben bereits eine kleine Familie dielektrischer Resonatoren vorzustellen. (**Tabelle 3 und Bild 9**). In den Laboratorien wird daran gearbeitet, auch in Frequenzbereichen unter 5 GHz,

besonders hinsichtlich der Abmessungen bzw. der Verluste, weitere Verbesserungen zu erzielen. Die heute von angebotenen dielektrischen Resonatoren zeichnen sich nicht nur durch die oben genannten Vorteile der einfachen Handhabung, des günstigen Temperaturverhaltens und der Güte aus, sondern auch durch hohe mechanische Stabilität und Unempfindlichkeit gegen harte Umweltbedingungen. Sie sind praktisch nicht hygroskopisch und chemisch resistent. Diese Eigenschaften erfüllen die Bedingungen aller Einsatzgebiete von der Unterhaltungselektronik bis zur Wehrtechnik oder Raumfahrt. (aus Siemens-Components)

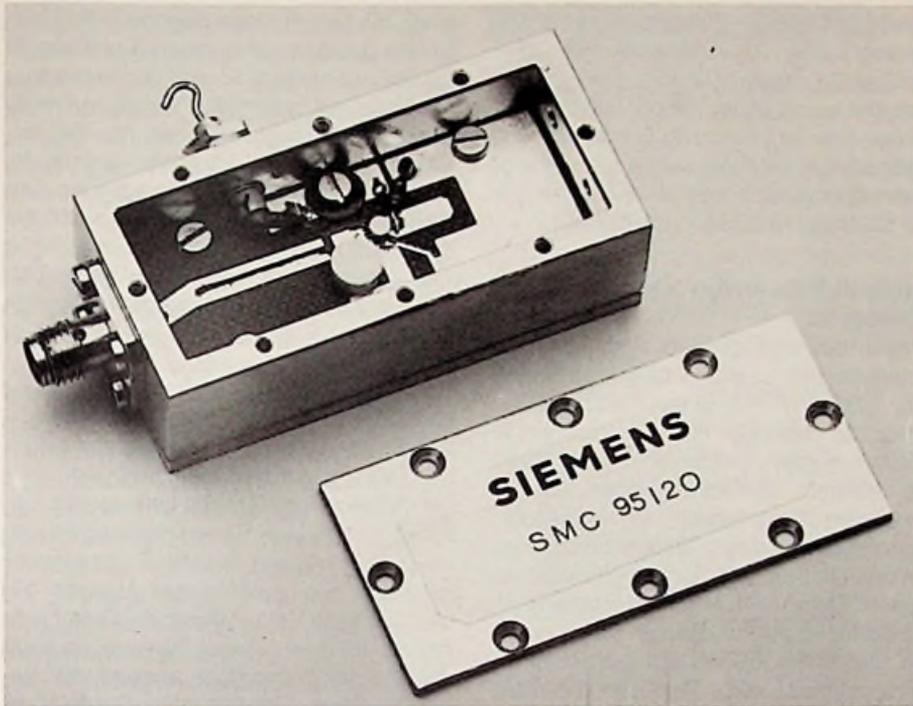


Bild 11: Oszillatormodul SMC 95120 mit dielektrischem Resonator (Siemens-Pressbild)

Tabelle 3: Dielektrische Resonatoren

Eigenschaften	Typ			
	SMR 95100	SMR 95060	SMR 95040	SMR 95020
Typische Resonatorfrequenz	10	6	4	2 GHz
Typische Fertigungsstreuung	± 50	± 40	± 25	± 20 MHz
Dielektrizitätskonstante ε <sub>r</sub>	38,5	38,5	38,5	38,5
Temperaturkoeffizient TK <sub>r</sub> der Resonanzfrequenz	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1 ppm/k
Verlustfaktor tan δ	2 · 10 <sup>-4</sup>	1,5 · 10 <sup>-4</sup>	1 · 10 <sup>-4</sup>	0,8 · 10 <sup>-4</sup>
Dimensionen Durchmesser × Höhe	5 × 2	9 × 3,5	13 × 5	25 × 10 mm
	4/8	0,4	0,39	0,385
				0,4

**Literaturnachweis**

[1] A. Okaya, L. F. Barash: The Dielectric Microwave Resonator. Proc.; IRE 50 (1962) S. 2081  
 [2] A. Karp et al.: Circuit Properties of Microwave Dielectric Resonators; IEEE Trans. MTT 16 (1968) S. 818  
 [3] S. B. Cohn: Microwave Bandpass Filters Containing Dielectric Resonators; IEEE Trans. MTT 16 (1968) S. 218  
 [4] K. Makino, A. Hashima: A Highly Stabilized MIC Gunn Oscillator Using a Dielectric Resonator; IEEE Trans. MTT 27 (1979) S. 633  
 [5] K. Hirai et al.: New Types of Frequency-Stabilized Gunn Oscillator; Toshiba Rev. 115 (1978) S. 37

[6] J. Sone, Y. Takayama: A 7 GHz Common-Drain GaAs FET Oscillator Stabilized with a Dielectric Resonator. NEC Res. Develop. 49 (1978) S. 1  
 [7] A. Abe et al.: A Highly Stabilized Low-Noise GaAs Fet Integrated Oscillator with a Dielectric Resonator in the C Band. IEEE Trans. MTT 26 (1978) S. 156  
 [8] O. Ishihara et al.: A Highly Stabilized GaAs FET Oscillator Using a Dielectric Resonator Feedback Circuit in 9–14 GHz. IEEE Trans. MTT 28 (1980) S. 817  
 [9] R. Dessert et al.: All FET Front-End for 12 GHz Satellite Broadcasting Reception. Proc. 8th Europ. Microwave Conf. 1978, S. 636

**Low-Noise Eimerkettenschaltungen zur Verzögerung analoger Signale**

Der bewährte Typ TDA 1022 wird jetzt von Valvo durch weitere dynamische MOS-Schieberegister mit hohem Signal-/Rauschabstand ergänzt. Diese Schieberegister heißen aufgrund ihrer Arbeitsweise Eimerketten (bucket brigade). Die Signalverzögerung ist von der Stufenzahl abhängig und wird durch getaktete Ladungsverschiebungen in einer Kondensatorkette erreicht.

Die Typen TDA 2104...2108 umfassen zwischen 512 und 4096 Stufen. Damit sind Verzögerungszeiten von 2,56 bis 204,8 ms realisierbar.

Eimerkettenschaltungen finden sowohl im Bereich der Konsum- als auch der professionellen NF-Technik Anwendung. Einsatzgebiete sind hochwertige Tonübertragungssysteme, Korrektur von Laufzeiteffekten in großflächigen Beschallungsanlagen, Sprachverschlüsselung sowie die Erzeugung von Hall-, Vibrato- und Tremolo-Effekten in elektronischen Musikinstrumenten.

**Lippenbekenntnis zur Sonnenenergie?**

-web- Müßten ergänzende, sogenannte alternative Energie aus der Tatsache der Bürger gefördert werden, wäre es schlecht um sie bestellt. Das ergab eine Umfrage des Instituts für Demoskopie in Allensbach, über die die Zeitschrift „Der Kontakt“ (2/82, S. 3) berichtet. Etwa 60% der Bevölkerung lehnen es danach kategorisch ab, über Preiszuschläge auf Benzin, Heizöl oder Strom die Erforschung von Sonnen- und Windenergie zu fördern. Dazu bereit erklärten sich 28%. Von ihnen dachten 5% an monatliche Zahlungen unter 5 DM. Bis zu 10 DM im Monat würden 13% aufwenden. Für zehn bis 25 DM monatlich entschieden sich 7%, für 25 bis 50 DM 2%, für 50 bis 100 DM 1%. Die Überraschung des Umfrageergebnisses liegt darin, daß es keine erhöhte Opferbereitschaft von Verfechtern alternativer Energien erkennen läßt: Die Befragten, die sich ausdrücklich als Befürworter bezeichneten, unterschieden sich in ihrer Bereitschaft zum finanziellen Engagement nicht vom Bevölkerungsdurchschnitt.

## Kreisel aus Glas und Licht

### Ein altes Experiment

In einer Halle der New-Yorker Zentrale der Vereinten Nationen schwingt ein Pendel. Wer es länger beobachtet, stellt fest, daß seine Schwingungsrichtung sich dreht. In einer Stunde sind es rund zehn Grad, in anderthalb Tagen ein voller Kreis. Streng genommen ist das eine Illusion: Die Erde dreht sich, nicht das Pendel! Das Experiment ist nicht neu. Erstmals angestellt wurde es 1661, bekannt gemacht durch den Franzosen Léon Foucault 1851. Er erkannte auch, daß die Drehgeschwindigkeit des Pendels nicht nur von der Erde, sondern auch von der geographischen Breite abhängt. In Berlin, das nördlicher als New York liegt, ist sie 11,5 Grad, am Nordpol 15 Grad in der Stunde.

### Glasfaspule als Kreisel

Diese langsame Drehbewegung läßt sich heute mit optoelektronischen Bauelementen direkt messen. Dr. Klaus Petermann aus dem Ulmer Forschungsinstitut der AEG-Telefunken bewies das vor dem 17. *Technischen Presse-Colloquium* des Unternehmens mit Hilfe einer Technik, die in einem anderen Zusammenhang bekannt wurde: Der Übertragung von Licht durch feine Glasfasern. Petermanns Meßfühler ist eine 800 Meter lange Glasfaser, die auf eine Trommel von 20 Zentimeter Durchmesser gewickelt ist (siehe Titelbild). Licht aus einer Quelle wird in beiden Enden der Faser gestrahlt, so daß es sie in beiden Richtungen durchläuft. Dreht man die Trommel, die die Faser trägt, kommt das in Drehrichtung umlaufende Licht etwas früher am Faserende an als das aus der Gegenrichtung. Wird das Licht aus beiden Richtungen nun überlagert, sind Schwingungsberge und -täler gegeneinander verschoben und bilden miteinander Muster. Sie erinnern an diejenigen, die Autofahrer sehen, wenn sie an Autobahnbrücken auf Geländer mit senkrechten Stangen zufahren. An den Mustern läßt sich die Größe der Verschiebung ablesen.

So einfach das Verfahren erscheint, so enorm ist die Präzision, um die es geht. Nimmt man den Trommelquerschnitt in Petermanns Entwicklung mal der Zahl der Wicklungen, ergeben sich 40 Quadratmeter Fläche. Erst bei tausend Quadratmeter Fläche erreicht der durch die Erddrehung am Pol verursachte Zeitunterschied zwi-

schen den beiden Lichtstrahlen drei Milliardstel einer Milliardstelsekunde ( $3 \cdot 10^{-18}$  s). In dieser Zeit legt das Licht im Vakuum knapp einen Millionstel Millimeter zurück. Das ist ein kleiner Bruchteil seiner Wellenlänge. Deshalb besteht die einzige Meßmöglichkeit im Vergleich, das heißt in der Überlagerung beider Lichtwellen.

### Laufzeitdifferenzen werden gemessen

Wegen des winzigen Zeit- oder Längenunterschiedes ist streng darauf zu achten, daß das Licht nur einen einzigen Weg durch die Glasfaser findet. Laufzeitunterschiede wegen unterschiedlicher Lichtwege können Drehbewegungen vortäuschen. Im „Faserkreisel“ wird Licht einer Schwingungsrichtung durch Fasern gesendet, die nur eine Schwingungsart zulassen. Dem Licht wird eine Schwingung als Kennung aufgeprägt, um sicherzustellen, daß beim Überlagern am Ende nur Vergleichbares verglichen wird. Der Fotoempfänger, dem der Vergleich obliegt, ist besonders auf die Kennung abgestimmt, um sie bevorzugt auszuwerten. Das Signal, das er abgibt, entspricht der Sinusfunktion des je Zeiteinheit zurückgelegten Winkel, was für kleine Drehgeschwindigkeiten günstig ist.

### Mit Spiegeln geht es auch – aber teuer

An solchen Meßverfahren arbeiten die Physiker seit über einem halben Jahrhundert. A. A. Michelson und H. H. Gale hatten 1925 mit einer Anordnung von Spiegeln an den Ecken eines rd. 300 m auf 600 m großen Rechtecks die Wirkung der Erddrehung auf die Lichtgeschwindigkeit untersucht. In den letzten Jahren hatte die amerikanische Honeywell Laserlicht so in eine Glastrommel eingeschossen, daß es entlang der Außenwand geführt wird. Nicht zuletzt wegen der extremen Präzision bei der Fertigung der Glastrommel ist diese Lösung teuer. In der Bundesrepublik hatte Siemens eine Konstruktion veröffentlicht, die der von AEG-Telefunken nahekommt. Der Unterschied liegt in der bei AEG-Telefunken anscheinend höhergezüchteten Unterscheidungsmöglichkeit zum Schutz vor unerwünschten Überlagerungserscheinungen. So verwendet Petermann statt eines Lasers eine superstrahlende Leuchtdiode. Der Laser sendet sehr lange ununterbrochene Lichtwellenzüge aus (was als Kohärenz bezeichnet

wird), die Leuchtdiode dagegen recht kurze. Sie gelangen über einen Strahlteiler in beide Faserenden, so daß der Wellenzug am Ende mit sich selbst verglichen wird. Kurze Wellenzüge erlauben nur das Erkennen kurzer Licht-Laufzeitunterschiede, also geringer Drehgeschwindigkeiten. Der Meßbereich des Faserkreisels reicht bis etwa 1000 Grad je Sekunde, was etwa 165 Umdrehungen je Minute entspricht. Mehr ist für den Bestimmungszweck nicht nötig.

### Hohe Meßgenauigkeit verspricht der Luftfahrt Treibstoffersparnis

Der Faserkreisel ist für die Koppelnavigation von Flugzeugen geeignet, die unter der Bezeichnung Trägheitsnavigation bekannt wurde. Drei Faserkreisel stellen jede Drehbewegung um die Flugzeugachsen fest. Frei aufgehängte Massen bestimmen jede Veränderung der Geschwindigkeit. Aufgrund dieser Messungen kann der Navigationsrechner anhand der geographischen Position des Startplatzes den zurückgelegten Weg berechnen und dem Piloten jederzeit die augenblickliche Position angeben. Er kann ihn außerdem anhand der geographischen Position zu einem vorgegebenen Ziel führen, ohne auf Navigationshilfen von außen angewiesen zu sein. Wo es sie gibt, kann der Rechner sie auswerten, um die Genauigkeit seiner Kalkulationen zu prüfen.

Der amerikanische Flugzeughersteller Boeing hat bekanntgegeben, daß er seine neuen Flugzeugtypen mit Laserkreiseln ausrüsten wird. Wegen ihrer hohen Genauigkeit versprechen sie den Luftverkehrsgesellschaften im Flugbetrieb merklige Treibstoffersparnisse. Aus demselben Grunde dürften die deutschen Entwicklungen in europäischen Flugzeugen Einzug halten. Über ihre Auftraggeber sprechen die deutschen Entwickler nicht. Daß es sie gibt, stellen sie jedoch nicht in Abrede.

Walter Baier

## Glasfaser-Kreisel auch von SEL

Vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) erhielt SEL einen Vertrag über die Entwicklung und Erprobung eines flugtauglichen und miniaturisierten Kreisels einer gänzlich neuen Technologie.

## Mikrowellenhalbleiter

Bisher haben sich in der Luftfahrt mechanische Kreisel als Rotationssensoren für Inertial Navigations Systeme (INS) bewährt. Allerdings sind sie infolge ihrer Präzisionsmechanik sehr teuer und erfordern einen hohen Wartungsaufwand.

Einen großen Fortschritt brachten optische Kreisel. Die Flugzeuge Boeing 757 und 767 sowie der neue Airbus werden bereits mit derartigen „Inertial Referenz-Systemen“ ausgerüstet. Sie enthalten als Rotationssensoren Ringlaserkreisel, zu deren Vorteilen höhere Zuverlässigkeit, Unempfindlichkeit gegenüber Beschleunigungen, kürzere Einschaltzeiten (kein warm-up) und geringere Wartungsaufwand gehören. Ihre noch immer relativ hohen Beschaffungskosten gestatten jedoch nicht die erhoffte breite Verwendung in allen Arten von Luftfahrzeugen.

Um kostengünstige, bodenunabhängige Navigationssysteme zu ermöglichen, untersuchte SEL die Eignung von Lichtleitfasern für Rotationssensoren und wies deren prinzipielle Realisierbarkeit nach. Es handelt sich dabei um Ring-Interferometer zur Messung von Drehgeschwindigkeiten, bei denen eine Monomode-Glasfaser den geschlossenen Lichtweg bildet, und zwar in der für hohe Empfindlichkeit notwendigen Länge von bis zu 1000 m, die zu einer Spule mit sehr kleinem Volumen aufgewickelt sind. In die Faserspule wird das in zwei Strahlen gleicher Intensität aufgeteilte Licht eines Lasers gegenläufig eingespeist und am Faserende zur Interferenz gebracht.

Solange die Spule keine Drehbewegung um ihre Achse ausführt, sind die entgegengesetzt eingespeisten Lichtquellen in Phase. Ändert sich jedoch ihre Lage, so tritt eine Laufzeit- und somit Phasenverschiebung zwischen den beiden Lichtwellen ein (Sagnac-Effekt), die zu einer Intensitätsänderung des Interferenzsignals führt. Aus ihr läßt sich die Drehgeschwindigkeit ermitteln.

Gegenüber dem Ringlaserkreisel bietet der Faserkreisel mehrere Vorteile. So zeigt er kein Lock-in Effekt (Aussetzen der Funktion bei niedrigen Dreharten), erlaubt den Einsatz eines Halbleiter- anstelle eines Glaslasers und erfordert folglich keine Hochspannung und keine Vakuumtechnik. Er verwendet ferner eine integrierte Optik für die Schlüsselkomponenten. Insgesamt ermöglicht er erstmals ein kostengünstiges System für die bordautomatische Navigation in Luftfahrzeugen aller Größen.

Der bekannte GaAs-Breitbandverstärker CGY 21 mit richtungsweisenden Eigenschaften bezüglich Rauschen, Frequenzeinsatzbereich (40 bis 860 MHz) und Verstärkung (Bild 1 und 2) wurde weiterentwickelt. Neben der Grundversion CGY 21 steht bei geänderter äußerer Beschaltung die Spezialversion CGY 31 im hermetisch dichten TO-12-Metallgehäuse zur Verfügung. Dieser Typ erschließt den Anwendungsbereich bis 3 GHz.

Neu ist außerdem der preisgünstigere Typ CGY 21 B, der gegenüber dem CGY 21 geringfügig reduzierte Daten bei einigen Werten aufweist (s. Tabelle 1). Das Baue-

lement wird in einem TO-12-Metallgehäuse angeboten. In Vorbereitung ist eine Keramikbauform für besonders hohe Anforderungen. Das moderne Herstellungsverfahren sichert hohe Qualität.

So haben alle Anschlüsse eine Goldmetallisierung und die internen Verbindungs-metallisierungen sind gegen schädliche Umwelteinflüsse mit einer Nitridpassivierung versehen. Typische Einsatzbeispiele sind: Kabelfernsehen (CATV), MATV, professionelle Breitbandverstärker in 50/75-Ω-Systemen, Meß- und Vorverstärker jeglicher Art und Selektivverstärkung bei Ausgangsleistungen bis zu 100 mW.

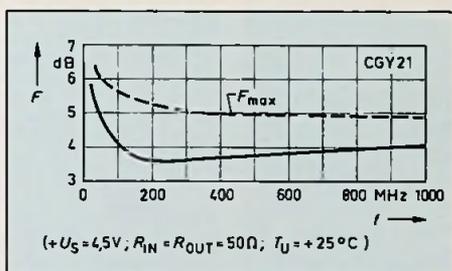


Bild 1: Typische und maximale Rauschzahl F in Abhängigkeit von der Frequenz f

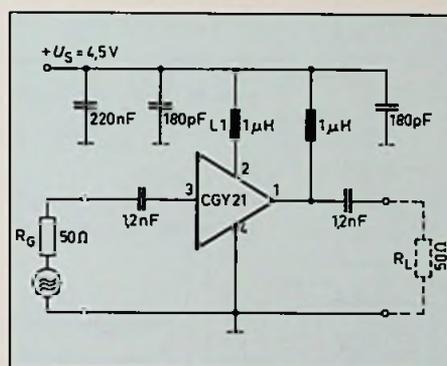
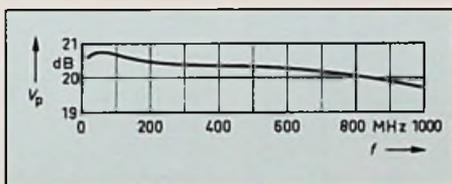


Bild 3: Anwendungsschaltung des CGY 21 für einen Frequenzbereich von 40 bis 860 MHz. Die Induktivität L 1 sollte möglichst geringe parasitäre Kapazitäten haben.

Bild 2: (links) Typische Leistungsverstärkung  $V_p$  in Abhängigkeit von der Frequenz f

Tabelle 1: Technische Kurzdaten CGY 21, CGY 21 B

Kenndaten ( $T_u = +25^\circ\text{C}$ ,  $U_s = 4,5\text{ V}$ ,  $R_{in} = R_{out} = 50\ \Omega$ )

		CGY 21	CGY 21 B
Bandbreite (für die Beschaltung nach Bild 3)	$\Delta f$	40 bis 860	40 bis 860 MHz
Leistungsverstärkung	$F_p$	$19 \leq V_p \leq 23$	$\cong 17\text{ dB}$
Gleichlauf der Leistungsverstärkung	$\Delta V_p$	1 ( $\cong 2$ )	$\cong 2\text{ dB}$
Rauschzahl	F	4,5 (< 6)	< 7 dB
Eingangsreflexion	$S_{11}$	0,2 ( $\cong 0,3$ )	$\cong 0,4 -$
Ausgangsreflexion	$S_{22}$	0,1 ( $\cong 0,3$ )	$\cong 0,3 -$
Ausgangsspannung, eff. (Zwei-Sender-Meßmethode bei 800 MHz, $d_3 = -60\text{ dB}$ , $50\ \Omega$ )	$U_A$	300 (> 280)	250 (> 200) mV
Untere Frequenzgrenze	$f_{low}$	10	10 MHz
Obere Frequenzgrenze	$f_{high}$	3	3 GHz
Gesamtverlustleistung ( $T_u = +50^\circ\text{C}$ , lineare Reduzierung bis $+150^\circ\text{C}$ )	$P_{tot}$	2	2 W
Versorgungsspannung	$U_s$	4,5	4,5 V
Betriebsstrom	$I_b$	240 (< 300)	240 (< 300) mA

## Stereoton für Fernsehgeräte

Für den Stereoton bei Fernsehgeräten bietet Siemens zwei Konzepte mit unterschiedlichem Funktionsumfang an. Beide Konzepte arbeiten mit dem Quasi-Paralleltonverfahren und dem bekannten Oberflächenwellen-Filtern. Beim Stereoton-Standardkonzept (Bild 1) folgt nach dem Demodulator TDA 4940 (FM-ZF-Verstärker mit Koinzidenzdemodulator, NF-Ausgang und Pilottonauswertung) der neue, bipolare Stereo-Matrixbaustein TDA 4941

mit Gleichspannung gesteuerten Balance-regler (Ba1) auf die Klangregelbausteine TDA 4290-2S. Der Analogschalter II steuert den neuen, integrierten Stereo-NF-Verstärker TDA 4920 für den Kopfhörer-ausgang ( $2 \times 1,7 \text{ W}$  an  $4 \Omega$ ) an. Für den Kopfhörer ist eine getrennte Lautstärke- und Balanceeinstellung (V, Ba1) möglich. Die Schalteingänge für die beiden Analogschalter wirken nur bei senderseitigem Zweitonbetrieb und sind bei Stereo- oder Monosendungen unwirksam. Die NF-Signale für den Lautsprecherbetrieb werden den beiden integrierten Klangstellerbausteinen TDA 4290-2S zugeführt und da-

Integrierte LED-Treiber sorgen für die externe Signalisation (Stereo-/Monowiedergabe, VCR-Wiedergabe).

### Stereoton Einfachkonzept

Das Einfachkonzept nach Bild 2 arbeitet mit dem Matrixbaustein TDA 4942. Es wird von der vorausgehenden Pilottonauswerteschaltung im Demodulator TDA 4940 angesteuert. Auch bei diesem Konzept ist neben Stereo- und Monosendungen der Empfang von Zweitonsendungen möglich. VCR-Betrieb ist dagegen nicht vorgesehen. Der Matrixbaustein TDA 4942 liefert die NF-Signale über den NF-

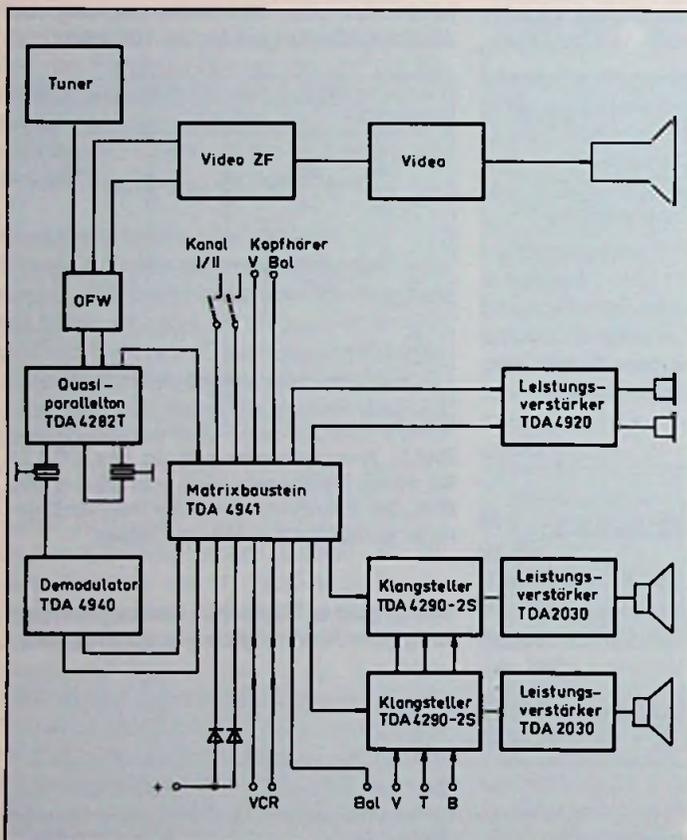


Bild 1: Stereoton für Fernsehgeräte (Standardkonzept) mit dem Baustein TDA 4941

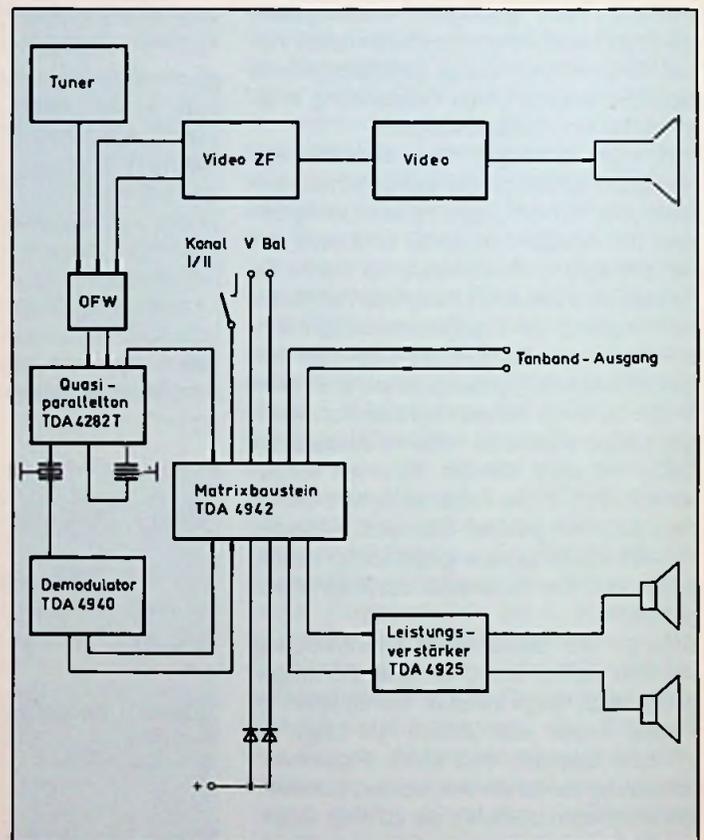


Bild 2: Stereoton für Fernsehgeräte (Einfachkonzept) mit dem Baustein TDA 4942

mit dem die L-R-Stereoinformation gewonnen wird. Neben der Anschlußmöglichkeit für Kopfhörer kann auch ein Videorecorder (VCR) angeschlossen werden. Der Baustein TDA 4941 enthält zwei Analogschalter, die bei Zweitonsendungen (verschiedene Sprachen, z. B. Landessprache im Kanal 1, Fremdsprache-Originalfassung im Kanal 2) wahlweise die NF-Informationen an die Kopfhörer oder die Lautsprecher schalten (Schalter Kanal I/II). Der Analogschalter I wirkt über einen

nach in den NF-Leistungsverstärkern TDA 2030 (je Kanal  $14 \text{ W}$  an  $4 \Omega$ , max.  $24 \text{ W}$  an  $8 \Omega$ ) auf den Endpegel verstärkt. Bei den Klangstellerbausteinen TDA 4290-2S werden im Hinblick auf den Einsatz im Stereoton-Standard-Konzept gegenüber der bekannten Version TDA 4290-2 hier wichtige Parameter zusätzlich gemessen und garantiert. Sie bieten die Möglichkeit, Lautstärke, Höhen und Tiefen auf „kaltem Wege“, d. h. mit Gleichspannungen einzustellen.

Stereo-Leistungsverstärker TDA 4925 ( $2 \times 5,2 \text{ W}$  an  $4 \Omega$ ) an die Lautsprecher. Die NF-Signale des zweiten Kanals stehen über kurzschlußfeste Ausgänge zur freien Verfügung. Der NF-Pegel reicht z. B. zur Steuerung eines Tonbandgerätes. Über einen Schalter kann entweder die NF-Information von Kanal 1 oder Kanal 2 zur Wiedergabe gebracht werden. Lautstärke und Balance sind mit Hilfe von Gleichspannungen einstellbar.

Kondensatoren sind Energiespeicher und damit wichtige Bauelemente der gesamten Elektrotechnik. Grundsätzlich bestehen sie aus zwei großflächigen Elektroden, die sich parallel gegenüberstehen und durch einen Nichtleiter getrennt sind (Bild 1).

# Kondensatoren und ihre Speicherwirkung

Als Nichtleiter (Dielektrikum) eignen sich Luft ebenso gut wie Kunststoff, Keramik oder dünne Oxidschichten (z. B. beim Elektrolytkondensator). Die Metallelektroden sind nur selten plattenförmig, sondern meistens Metallfilme oder Metallbänder, die mit dem Nichtleiter zusammen aufgewickelt und vergossen werden. Unabhängig von der Bauform wird der Kondensator durch eine außen angelegte Spannung aufgeladen. Diese verursacht ein elektrisches Feld zwischen den Elektroden, das die im Metallgefüge vorhandenen freien Ladungsträger auf der einen Seite abstößt und auf der anderen Seite anzieht. Solange diese Ladungsträgerverschiebung anhält, fließt in den Kondensator ein Strom, den man „Ladestrom“ nennt. Er sinkt um so weiter ab, je mehr sich die Kondensatorspannung dem Wert der angelegten Spannung nähert. Bei voll aufgeladenem Kondensator ist er Null (Bild 2).

Wird die Betriebsspannung abgeschaltet, so bleibt diese Ladungsträgerverschiebung erhalten, und zwischen den Kondensatoranschlüssen kann eine Spannung  $U_C$  gemessen werden. Die gespeicherte Energie läßt sich wieder entnehmen, indem zwischen die Kondensatoranschlüsse ein Widerstand geschaltet wird, über den dann ein Entladestrom fließt (Bild 3). Sie wird dann in Wärme umgewandelt und ist um so größer, je größer die Elektrodenfläche  $A$ , je geringer der Abstand  $l$  zwischen den Elektroden und je größer die Werkstoffkonstante  $\epsilon_r$ <sup>1)</sup> ist. Sie hängt fer-

ner von der Spannung ab und kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$W_C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{l} \cdot \frac{U_b^2}{2}$$

Darin ist  $W_C$  die Energie in  $W \cdot s$ ,  $A$  die Fläche in  $mm^2$ ,  $l$  der Abstand in  $m$ ,  $U_b$  die angelegte Spannung in  $V$  und  $\epsilon_0$  die Dielektrizitätskonstante. Sie ist

$$\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$$

Die Werkstoffkonstante ist ein reiner Zahlenwert und beträgt für

Luft	$\epsilon_r = 1$
Papier	$\epsilon_r = 1,8 \dots 2,4$
Polyäthylen	$\epsilon_r = 2,6$
Plexiglas	$\epsilon_r = 3,0 \dots 4,5$
Quarz	$\epsilon_r = 3,8 \dots 5$
Keramik	$\epsilon_r = 50 \dots 95$
Wasser	$\epsilon_r = 81$
Bariumtitanat	$\epsilon_r = 20\,000$

Der linke Teil der Energiegleichung enthält alle bauteilabhängigen Größen und kennzeichnet das Fassungsvermögen (Kapazität) des Kondensators. Es wird kurz mit  $C$  bezeichnet und hat die Maßeinheit

$$\frac{A \cdot s}{V} \text{ bzw. } F$$

In der Praxis verwendet man Bruchteile dieser Maßeinheit und zwar

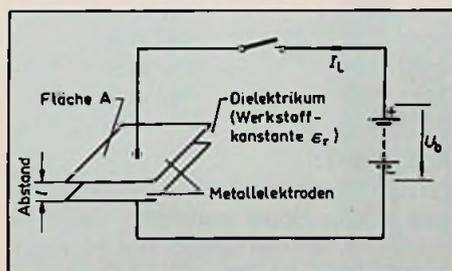


Bild 1: Prinzipieller Aufbau eines Kondensators

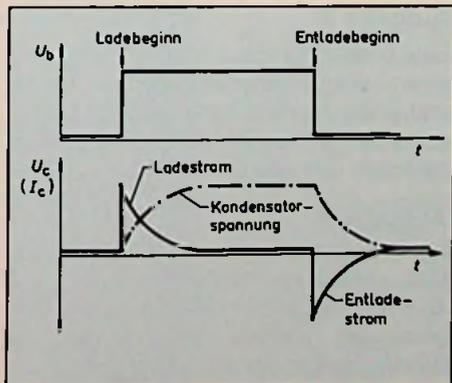


Bild 2: Zeitlicher Strom- und Spannungsverlauf bei einem Kondensator beim Ein- und Ausschalten einer Gleichspannung

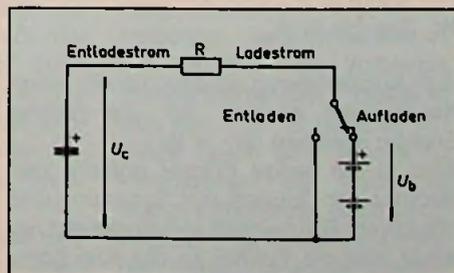


Bild 3: Schaltung zum Auf- und Entladen eines Kondensators

<sup>1)</sup> Epsilon = griech. Buchstabe

Millifarad:  $10^3 \text{ mF} = 1 \text{ F}$   
 Mikrofarad:  $10^6 \text{ } \mu\text{F} = 1 \text{ F}$   
 Nanofarad:  $10^9 \text{ nF} = 1 \text{ F}$   
 Picofarad:  $10^{12} \text{ pF} = 1 \text{ F}$

### Beispiel:

Elektrodenlänge  $l = 2 \text{ m}$ , Elektrodenbreite  $B = 2 \text{ cm}$ , Dielektrikum Polyäthylen 0,05 mm dick. Die Kapazität ist dann:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d} = \frac{8,86 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}} \cdot 2,6 \cdot 2 \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{5 \cdot 10^{-5} \text{ m}}$$

$$= 18,43 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 18,43 \text{ nF}$$

Bei einer angelegten Spannung von  $U = 100 \text{ V}$  wird eine Energie gespeichert von

$$W = C \cdot \frac{U^2}{2} = 18,43 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot \frac{(100 \text{ V})^2}{2} = 92,15 \cdot 10^{-6} \text{ Ws}$$

Diese Speicherwirkung nutzt man in der Praxis zur Empfängerabstimmung, zur Schwingungserzeugung oder zur Unterdrückung unerwünschter Wechselspannungsanteile aus.

Eine der wichtigsten Anwendungen in der elektrischen Energietechnik ist die Blindstromkompensation. Blindströme sind Wechselströme, die, bedingt durch die Speicherwirkung der Bauelemente, nicht den gleichen zeitlichen Verlauf wie die angelegten Wechselspannungen haben. Beim Kondensator, bei dem ein Ladestrom fließen muß, bevor an ihm eine Spannung auftritt, eilt der Blindstrom der Spannung voraus. Bei der Spule ist es umgekehrt, dort eilt er nach (Bild 4). In ihr wird eine Energie gespeichert, die man folgendermaßen berechnet:

$$W_L = L \cdot \frac{I^2}{2}$$

$L$  Induktivität in H  
 $I$  Strom in A  
 $W_L$  Energie in Ws

Zum Kompensieren schaltet man ihr einen Kondensator parallel, der die gleiche Energie speichert ( $W_C = W_L$ ). Wird in die vorige Formel anstelle des Stromes der Quotient aus Spannung und induktivem Blindwiderstand eingesetzt, so erhält man die Formel für die zum Kom-

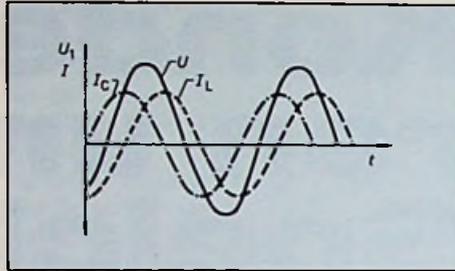


Bild 4: Zeitlicher Verlauf des kapazitiven und des induktiven Blindstromes im Vergleich zur anliegenden Wechselspannung

pensieren erforderliche Kapazität:

$$C_{\text{komp}} = \frac{1}{\omega^2 \cdot L} \quad \begin{array}{l} C \text{ in F} \\ \omega \text{ in s}^{-1} \\ L \text{ in H} \end{array}$$

Sie ist in der Elektronik und der Nachrichtentechnik sehr wichtig. In der Energietechnik kennt man auf Grund des gemessenen Leistungsfaktors  $\cos \varphi$  jedoch eher den Blindstrom, weniger dagegen die Induktivität. In diesem Falle kann die Kapazität des Kompensationskondensators besser mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$C_{\text{komp}} = \frac{I_L}{\omega \cdot U} \quad \begin{array}{l} C \text{ in F} \\ I \text{ in A} \\ \omega \text{ in s}^{-1} \\ U \text{ in V} \end{array}$$

### Aufgabe 1:

Für die Abstimmung eines Funkempfängers ist eine Spule vorhanden, deren Induktivität  $L = 1 \text{ mH}$  beträgt. Welche Kapazität ist für eine Abstimmfrequenz von  $f = 1 \text{ MHz}$  erforderlich?

### Aufgabe 2:

Eine Freileitung von  $s = 20 \text{ km}$  Länge hat einen Leiterdurchmesser von  $d = 10 \text{ mm}$  und einen Abstand zwischen den Leitungen von  $l = 1 \text{ m}$ . Welche Kapazität wirkt zwischen den Leitungen?

### Aufgabe 3:

Im Dreiphasennetz einer Service-Werkstatt werden ein Phasenstrom von  $I_{\text{ges}} = 25 \text{ A}$  und ein Leistungsfaktor  $\cos \varphi = 0,98$  gemessen. Welche Kapazität muß der Blindstrom-Kompensationskondensator haben?

### Lösungen zu den Aufgaben

1. Bei einer bestimmten Frequenz (Resonanzfrequenz) haben Spule und Kondensator gleiche Blindwiderstände und damit gleiche Energieinhalte. Damit die Resonanz bei  $1 \text{ MHz}$  auftritt, muß der Kondensator folgenden Kapazitätswert erhalten:

$$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L} = \frac{1}{(6,28 \cdot 10^6 \text{ Hz})^2 \cdot 10^{-3} \text{ H}} = 25,36 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

Das sind rund  $25 \text{ pF}$ . In der Praxis verwendet man einen handelsüblichen Kondensator mit einem genormten Wert von  $24 \text{ pF}$  und schaltet einen Trimmkondensator mit  $2 \text{ pF}$  parallel.

3. Aus dem Gesamtstrom und dem  $\sin \varphi$  kann der Blindstrom berechnet werden. Der Winkel  $\varphi$  ist:

$$\arccos \varphi = \arccos 0,98 = 11,5^\circ$$

Damit ergibt sich folgender Blindstrom:

$$I_L = I_{\text{ges}} \cdot \sin \varphi = 25 \text{ A} \cdot \sin 11,5^\circ = 25 \text{ A} \cdot 0,2 = 5 \text{ A}$$

Zur Kompensation dieses Blindstromes benötigt man einen Kondensator mit folgender Kapazität:

$$C_{\text{komp}} = \frac{I_L}{2\pi \cdot f \cdot U} = \frac{5 \text{ A}}{6,28 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 380} = 41,9 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

Man wird auch wieder den nächstliegenden Normwert von  $43 \text{ } \mu\text{F}$  verwenden.

2. Da der Abstand zwischen den Leitern groß gegenüber dem Durchmesser ist, kann man letzteren als Elektrodenbreite annehmen. Die kapazitätsbestimmende Fläche ist bei dieser Freileitung folglich:

$$A = d \cdot s = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 20 \cdot 10^3 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$$

Die Werkstoffkonstante von Luft ist  $\epsilon_r = 1$ . Die Kapazität zwischen den Leitungen ist dann:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{l} = \frac{8,86 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}} \cdot 1 \cdot 200 \text{ m}^2}{1 \text{ m}} = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ F} \approx 1,8 \text{ nF}$$

## Endgeräte der Kommunikation

### Für jeden Wunsch die passende Flach tastatur

Die Zeiten, als man damit zufrieden war, überhaupt eine funktionierende Tastatur zu haben, sind längst vorbei. Gute und auch schlechte Erfahrungen sind inzwischen eingeflossen in eine Reihe von Vorschriften. So fordert man heute möglichst flache Tastaturen mit einer geringen Neigung des Tastenfeldes und einem Glanzgrad der Tastatur und des Gehäuses von höchstens halbmatt bis seidenmatt. All diese Forderungen erfüllen die Tastaturen in dem neuentwickelten Gehäuse der Firma Sasse. Sie haben eine Neigung von 6° und liegen damit deutlich unter der empfohlenen Obergrenze von 15°. Auch die dritte Tastenreihe (C-Reihe nach DIN 2139) bleibt unter den geforderten 30 mm Bauhöhe (Bild 1). Trotzdem war es möglich, dem Anwender Raum für zusätzliche Elektronik und Displays zu schaffen. Die Tastatur wird in drei Grundversionen gebaut und

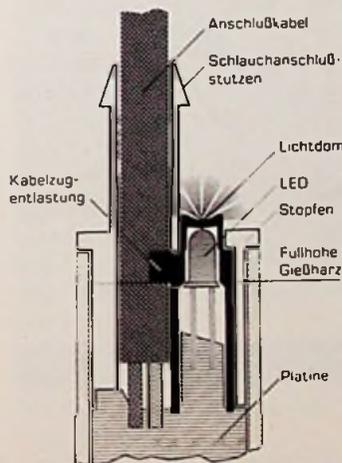
zwar als alphanumerischer Block mit einer Funktionstastenreihe, mit zusätzlichem numerischen Block und in der größten Ausführung darüber hinaus mit einem zusätzlichen Funktionsblock mit zusammen bis zu 132 Tasten, wovon ein Teil jeweils beleuchtbar ist. Die Tastaturen lassen sich leicht reinigen. Eine Ablage für Schreibutensilien ist vorgesehen.

Die elektronischen Varianten werden jeder Anwendergruppe gerecht. Die einfachste Ausführung ist für Anwender bestimmt, die ihre eigene Logik verwenden wollen. Weitere Varianten können ohne Interface direkt an jeden gängigen 8-Bit-Bus bzw. an V.24/V.28-Schnittstellen angeschlossen werden. Die komfortabelste Tastaturelektronik speichert ihren austauschbaren Zeichensatz in einem EPROM. Die Steuer- und Funktionstasten können entweder mit Steuer codes aus ASCII oder EBCDIC belegt werden oder aber mit ganzen Zeichenketten. Sasse bietet einem breiten Anwenderkreis nicht nur steckerfertige Tastaturen, sondern auch einzelne Tasten mit Zwillingskontakten, verschiedene Tastenknöpfe, Tastaturplatinen und Tastaturgehäuse.

## Neue Bauelemente

### VDE-Abnahme für Annäherungsschalter mit LED

Die ifm electronic gehörte zu den Herstellern elektronischer Annäherungsschalter, die bis zuletzt zögerte, aus Sicherheitsüberlegungen ihre effectoren mit einer LED-Anzeige auszurüsten. Bei einer offenliegenden LED ist das Risiko einfach sehr groß, daß der Kunststoffkörper der LED beschädigt wird, Feuchtigkeit eindringt und dadurch z. B. durch unzulässige Berührungsspannungen Schäden für den Benutzer und die Anlage entstehen können.



Um diese Gefahr auszuschalten, benutzt dieser Hersteller einen Lichtdom, der über die LED gestülpt wird und durch seine besondere Form als Lichtleiter wirkt. Er läßt die LED Lichtabstrahlung auch von der Seite her gut erkennen. Außerdem befinden sich bei dieser Konstruktion die Anschlüsse der LED im Gießharzblock (Bild 1).

Die „Lorbeeren“ für diese Entwicklung bekam die ifm electronic jetzt vom VDE mit der Erteilung des VDE-Überwa-

chungskennzeichens Nr. 75984701 für die Schutzart IP 67.

effectoren sind nach Auskunft der VDE-Prüfstelle die ersten Annäherungsschalter mit LED-Anzeige, die die Schutzartprüfung für IP 67 bestanden und für die das VDE-Überwachungskennzeichen erteilt wurde.

### CMOS-PLL-Frequenzsynthesizer bis 52 MHz

Für die digitale Abstimmung von Fernsehgeräten und Rundfunkempfängern sowie Amateurfunk- und CB-Geräten sind die Frequenzsyntheser ICs MC 145155 und MC 145156 von Motorola vorgesehen. Beide Bausteine enthalten Phasendetektor, Einrastdetektor, quartzgesteuerten Referenzoszillator mit 12stufigem Teiler und einen programmierbaren 1/N-Zähler. Das Teilverhältnis wird durch den Inhalt eines internen Schieberegisters, das seriell über einen Dateneingang geladen wird, bestimmt. Zusätzlich enthält der MC 145156 die Steuerschaltung für einen externen Vorteiler mit zwei Teilerfaktoren. Beide Bausteine sind für den Betrieb in einem Mikrocomputersystem vorgesehen.

Aufgrund der verwendeten Si-Gate CMOS-Technologie kommen die Frequenzsyntheser-ICs mit wenig Leistung aus und akzeptieren den weiten Betriebsspannungsbereich von 3–9 V. Bei Raumtemperatur und 9 V Versorgungsspannung arbeiten sie noch bis zu typischen Arbeitsfrequenzen von 52 MHz. Der zulässige Temperaturbereich erstreckt sich von -40 °C bis +85 °C. Beide Typen sind sowohl im keramischen als auch im Kunststoffgehäuse erhältlich. Weitere Informationen: Chandra Desai, Motorola GmbH, 8043 Unterföhring, Tel.: (089) 9248 231.



Bild 1: Die neue Flach tastatur In der Hand des Bundesforschungsministers von Bülow (Foto: Sasse)

**Vertikal-DMOS-Feldeffekt-Transistoren**

Vertikal-DMOS-Transistoren sind nicht zu verwechseln mit Lateral-DMOS-Typen, die in der Literatur der VMOS-Anbieter zum Vergleich herangezogen werden.

Der Vertikal-DMOS, dessen Schichtenaufbau im Vergleich zum VMOS-FET in Bild 1 dargestellt ist, hat zwei wichtige Vorzüge:

1. Hohe Spannungsfestigkeit bis über 400 V durch fehlende Ätzgraben-Spitze

2. Hohe Lebensdauer, weil unter dem Gate-Oxid keine Ätz-Ionen wandern können.

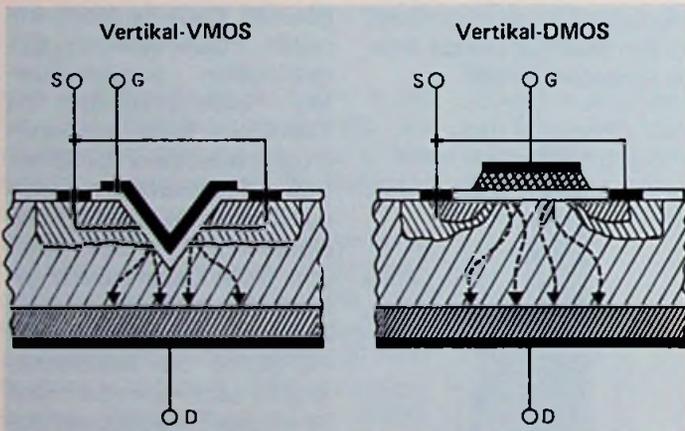
Vier N-Kanal-Vorzugstypen des Herstellers Semi Processes Inc. gibt es im preis-

werten Kleinleistungsgehäuse:

- SD 1106 AD, 1,8 W/60 V/ 2 A Puls/5 Ohm, 2,5 V Schwelle/TO 237
- SD 1122 BD, 250 V/2,5 V Schwelle/10 Ohm, DGS-Pinfolge/TO 92
- SD 1104 BD, 3 Ohm/100 V/1 W/3 V Schwelle, 2 A Puls/TO 92
- SD 1100 DD, 25 Ohm/3 V Schwelle, Metallgehäuse TO 18

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Atlantik Elektronik GmbH, Fraunhoferstr. 11 A, 8033 Martinsried, Tel.: (0 89) 8 57 20 86-89



**DIP-Schalter jetzt 12polig**

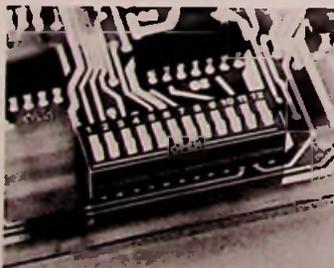
Grayhill-DIP-Schalter sind jetzt auch in 12poliger Version ab Lager München lieferbar.

Diese Schalter sind in hermetisch dichter Ausführung lieferbar, neben der Abdichtung von unten haben alle Schalter eine Folienabdichtung über den Schaltwippen, die eine problemlose Schweißadlötlötung garantiert. Es können keine Flux- oder Lötdämpfe in den Kontaktbereich der DIP-Schalter eindringen.

Der 12polige Dip-Schalter ist sowohl mit herausstehender als auch mit versenkter Schalt-

wippe lieferbar. Weitere Informationen von:

Data Modul, Landsbergerstr. 320, 8000 München 21, Tel. (0 89) 58 20 53, Telex 05-2 13 118



**10-kW-Sendetetode für Einseitenbandbetrieb**

Die neue Valvo Senderöhre YL 1690 ist für Einseitenbandsender mit unterdrücktem Träger speziell in Katodenbasisschaltung im Frequenzbereich 1-30 MHz vorgesehen.

Intermodulationsstörungen 3. Ordnung sind kleiner - 45 dB. Die Eingangsleistung beträgt mit einer Verstärkung von 23 dB bei 10 kW Ausgangsleistung nur 50 W. Eine externe Neutralisation ist nicht erforderlich. Die Anordnung der Elektrodenanschlüsse (Gitter und Katodenanschluß vertauscht) ermöglicht eine optimale Trennung zwischen Eingangs- und Ausgangsschwingkreis über den gesamten Frequenzbereich bei Verwendung einer ebenfalls angebotenen Spezialfassung.



Die YL 1690 gehört zu der neuen YL 1600er Serie, die durch hohe Zuverlässigkeit gekennzeichnet ist. Wie bei allen Röhren dieser Reihe (YL 1610/1630 für VHF und YL 1640/1660 für AM) ist die Metall-Keramik-Konstruktion (Bild 1) mit Computerhilfe entworfen. Die Röhre ist luftgekühlt und mit einer Wolfram-Thorium-Maschenkatode ausgerüstet, die vollen Betrieb bereits eine Sekunde nach dem Einschalten gewährleistet. Für vergleichbare andere Röhren werden ca. 3 min Anheizzeit benötigt.

Ein Minimum an Primär- und Sekundärgitteremission über die gesamte Lebensdauer der Senderöhre wird durch Verwendung des über Jahre erprobten K-Materials für die Gitter erreicht.

**Hilfsmittel und Zubehör**

**Handliches Heißluft-Gebläse**

Dieses neue 500-W-Heißluft-Gebläse kann nicht nur am Arbeitsplatz aufgestellt werden, sondern ist aufgrund des geringen Gewichts von 500 g sehr handlich und eignet sich zum Schrumpfen, Leimen, Aushärten und Löten. Daher kann man es mit einem am Pistolentrücken angebrachten Aufhängebügel und einer langen Spiralfeder über dem Arbeitsplatz aufhängen. Es ist bekannt, daß derartige Werkzeug-Aufhängungen erhebliche Arbeitszeit-Einsparung bringen.



Die Austrittstemperatur liegt zwischen 400 und 430 °C. Mit dem Adapter 6958 wird der Wärmestrahle auf einen Durchmesser von 5 mm reduziert. Nähere Information durch NUCLETRON Vertriebs GmbH, Gärtnerstr. 60, 8000 München 50

## Besprechungen neuer Bücher

**Die neuen Einheiten.** Von Hans Frost. 4., verb. und erw. Aufl. 1981, 57 S., kart., DM 13,80; AEG-Telefunken Firmenverlag, Frankfurt (Vertrieb durch Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, 6900 Heidelberg 1.) ISBN 3-87087-124-5.

Seit Anfang 1978 ist das Internationale Einheitssystem (SI) voll wirksam. Das Büchlein stellt die veralteten Systeme dem neuen gegenüber. Die dem SI (Système International d'Unités) zugrunde liegenden Basiseinheiten werden definiert und weitere Einheiten kohärent abgeleitet. Viele Tabellen geben Umrechnungsfaktoren sowohl von den alten als auch von englischen und amerikanischen in neue Einheiten an. Zum besseren Verständnis werden einige Umrechnungsbeispiele gegeben. Die gesetzlichen Grundlagen (Einheitengesetz), Hinweise auf DIN-Normen und weiterführende Literatur ergänzen den Text- und Tabellenteil. Im Gegensatz zu vielen anderen Veröffentlichungen führt diese Broschüre, die nach kurzer Zeit bereits in einer vierten, verbesserten und erweiterten Auflage erscheint, in betont kurzer und übersichtlicher Form in die Problematik der neuen Einheiten ein.

**Handbuch für Blitzschutz und Erdung.** Von Hasse/Wiesinger, 1982, 2., überarbeitete u. verbesserte Auflage 256 S., ca. 300 Abb., Format A5, gebunden; ISBN 3-8007-1244-X, Pflaum-Verlag u. VDE-Verlag 49,50 DM.

Die Neuauflage des vorliegenden Handbuches für Blitzschutz wurde völlig überarbeitet und ist in zwei Teile gegliedert. Der 1. Teil des Buches befaßt sich mit der Projektierung und Errichtung von Blitz-

schutzanlagen. Maßgebende Blitzstromparameter werden vorgestellt und ihre Auswirkungen erläutert. Blitzstromkennwerte, Schutzbereiche von Fanganordnungen sowie Schutzmaßnahmen und Geräte gegen Gewitterüberspannung werden vorgestellt und erläutert. Schutzmaßnahmen gegen Blitzgefahren für Personen im Freien werden geschildert sowie auf Fragen der Blitzregistrierung und Gewitterwarnung eingegangen. Eine umfassende Zusammenstellung der in der Bundesrepublik Deutschland geltenden Blitzschutzbestimmungen schließt den 1. Teil ab.

Teil 2 befaßt sich mit dem Berechnen von Erdern, der Ausführung von Blitzschutzerdungsanlagen, Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosion der Erde und dem Messen der Spannungsverteilung und des Ausbreitungswiderstandes. Berechnungsformeln für die verschiedenen Erderarten werden angegeben sowie die Anwendung an praxisnahen Beispielen demonstriert. Dieses neue Handbuch richtet sich an Ingenieure, Techniker und Meister, die sich mit der Herstellung und Errichtung von Blitzschutzanlagen aber auch von Antennenanlagen befassen, sowie an Dozenten und Studenten der Berufsschulen, Fachhochschulen und Universitäten.

Selbst dem Nichtfachmann bietet dieses Buch die Möglichkeit, sich in Fragen des Blitzschutzes einzuarbeiten.

**Aktive Antennen für DX-Empfang, Theorie – Selbstbau – Praxis.** Von Siegfried W. Best, 109 Seiten und 64 Abb., kart., (=RPB electronic taschenbuch Nr. 182), ISBN 3-7723-1821-5, Franzis-Verlag, München, DM 8,80.

Wirksamkeit und Reichweite einer Kurzwellen-Station stehen und fallen mit der Antenne. Hier können durch aufwen-

dige bauliche Maßnahmen beachtliche Effekte erzielt werden. Doch nicht jeder Funkamateur hat die Möglichkeit dazu. Mietverträge und Bauungspläne schränken diese und damit die Freude am Hobby erheblich ein.

Hier bieten die aktiven Antennen eine gute Kompromißmöglichkeit an. Der Autor hat sich seit Jahren mit dem Problem des Kurzwellenempfanges allgemein und der dazu benutzten Aktivantennen speziell beschäftigt und seine Erfahrungen in diesem Buch niedergelegt.

Es befaßt sich mit den theoretischen Grundlagen, soweit sie für die Planung und Berechnung solcher Antennen benötigt werden. Dann stellt er die wichtigsten industriell hergestellten Aktiv-Antennen mit ihren technischen Daten, Dimensionierungen, Kenn- und Übertragungsgrößen vor. Der Hauptteil des Werkes beschäftigt sich aber ausführlich mit dem Selbstbau solcher Antennen.

Mit zahlreichen Zeichnungen, Schaltbildern und Platinenlayouts bietet der Autor dem Praktiker wertvolle Anregungen, mit geringem Aufwand zu einer leistungsfähigen Peilantenne zu gelangen, auch wenn seine Wohnverhältnisse keine idealen Empfangsvoraussetzungen bieten.

Ein besonderer Vorteil der Aktiv-Antennen ist ihre Breitbandigkeit, die sowohl Antennenwechsel als auch -anpassung überflüssig macht. Auf diese und andere Vorteile geht der Autor in einem besonderen Kapitel „Betriebserfahrungen“ detailliert ein. Hier erfährt man aber auch, bei welchen Empfangern von der Benutzung einer Aktiv-Antenne abzuraten ist.

Dem empfehlenswerten Buch merkt man in jeder Zeile an, daß der Autor nicht nur ein erfahrener Fachmann, sondern selbst leidenschaftlicher Kurz-

wellenamateur ist und damit die Probleme des Praktikers kennt.

Für eine sicher sehr bald fällige Neuauflage würde man sich noch ein Kapitel über Diversity-Empfang wünschen, der gerade im Auto die Störungen ganz beträchtlich reduziert und sich bei Aktiv-Antennen mit relativ wenig Zusatzaufwand durchführen läßt. Sta

**CP/M- und Wordstar-Anwender-Handbuch** von Rüdiger Paul und Martin Riedel, DIN A5, 122 S., zahlreiche Abbildungen, te-wi Verlag GmbH, Theo-Prosel-Weg 1, 8000 München 40

Orientiert man sich im Computerbereich an Systemen amerikanischer Herkunft, die die Anwender-Zielgruppe unterer und teilweise mittlerer Bereiche betrifft, stößt man immer wieder auf CP/M. Die Abkürzung CP/M bezeichnet ein Steuerprogramm für eine Vielzahl von Mikrocomputern, die auf der Basis 8080/Z80 arbeiten und Floppy Disks als Massenspeicher benutzen.

Für dieses Software-System zum Betrieb von Computern ist nun ein Standardwerk in deutscher Sprache erschienen, das Benutzern von Mikrocomputern eine Einarbeitungshilfe bietet. Dieses Buch baut auf den ursprünglichen Unterlagen über CP/M von Digital Research auf, setzt diese jedoch nicht voraus. Es werden die grundsätzlichen Zusammenhänge der BIOS beschrieben, wie auch das Mehrbenutzer-Betriebssystem MP/M, das auf CP/M aufbaut. Als logische Vervollständigung rundet die Beschreibung über das Textsystem WordStar den gebotenen Inhalt sinnvoll ab.

Für alle Anwender, die das Reservoir an kommerzieller Software beanspruchen und darüberhinaus selbst Programme entwickeln wollen, ist dieses neue Buch dringend zu empfehlen.

## Offengelegte Patentschriften

**Störgeräuschkompensierte Mikrofonschaltung.** Patentanspruch: Störgeräuschkompensierte Mikrofonschaltung, unter Verwendung von zwei gegeneinander geschalteten und räumlich eng benachbarten Mikrofonen, von denen eines mit den Schallwellen des Nutzsignals beaufschlagbar ist und bei der ein Justierwiderstand zum Ausgleich unterschiedlicher Empfindlichkeit zwischen beiden Mikrofonen vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammenschaltung der Mikrofone über einen Mikrofonvorverstärker hinweg erfolgt, daß ferner neben dem Justierwiderstand im Signalzweig des einen der beiden Mikrofone im Signalzweig des anderen der beiden Mikrofone ein Lautstärkeregel vorgesehen ist und daß der mit einer Sendeeinrichtung zusammenarbeitende Mikrofonvorverstärker ausgangsseitig zusätzlich mit einem elektroakustischen oder elektroopti-

schen Geräuschindikator in Verbindung steht.  
DBP.-Anm. H 04 r, 3/00.  
OS 2 931 604  
Offengelegt am 5. 2. 1981  
Anmelder: Siemens AG, Berlin und München  
Erfinder: Ing. (grad.) Manfred Hanni

**Automatische Höhensteuervorrichtung für einen Magnetkopf, der an einer elektrisch ablenkbaren Einrichtung befestigt ist.** Patentanspruch: Automatische Höhensteuervorrichtung für einen Magnetkopf, der an einer elektrisch ablenkbaren Einrichtung befestigt ist, gekennzeichnet durch einen Signalwandler, der in einer vorbestimmten Stellung zu dem Magnetkopf hinweisend befestigt ist, einer Fehlersignalerzeugungseinrichtung zur Erzeugung von Höhenfehlersignalen auf der Basis von Signalübertragungskennwerten zwischen dem Magnetkopf und dem Signalwandler sowie eine Steuereinrichtung zur Verstellung der Höhe des Magnetkopfes durch Anlegen der Höhenfehlersignale an die elektrisch ablenk-

bare Einrichtung.  
DBP.-Anm. G 11 b, 5/58.  
OS 3 009 469  
Offengelegt am 25. 9. 1980  
Anmelder: Sony Corp., Tokio  
Erfinder: Masayuki Takano

**Fernsehkamera.** Patentanspruch: Fernsehkamera mit Einstellung eines Videoabgleiches eines Videosignals, das durch eine Kamera-Aufnahmeröhre erzeugt ist, unter Verwendung eines Mikrorechners mit einer Zentraleinheit, einem Lesespeicher und einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff mit mehreren adressierbaren Speicherplätzen, gekennzeichnet durch a) eine einstellbare Videosignalsteuereinrichtung, die ein eingestelltes oder abgeglichenes Videosignal erzeugt, das sich mit einem Steuersignal ändert, das von dem Mikrorechner zugeführt ist, b) eine erste Schaltsteuereinrichtung zum selektiven Zuführen eines Datensignals, das dem eingestellten Videosignal von der einstellbaren Steuereinrichtung oder einer anderen Eingangsteuereinrichtung entspricht, zu dem Mikrorechner, c) einen Digital/Analog-Umsetzer zum Umset-

zen eines digitalen Datensignals von dem Mikrorechner in ein analoges Datensteuersignal, d) eine Signalhalteeinrichtung zum Halten des analogen Datensignals, e) eine zweite Schaltsteuereinrichtung zum selektiven Zuführen der berechneten Daten, die in dem Mikrorechner enthalten sind, zu der Signalhalteeinrichtung bezüglich der mehreren adressierbaren Speicherplätze des Mikrorechners, f) einen Eingangsanschluß der Fernsehkamera, dem ein Kamerasteuersignal zur Berechnung im Mikrorechner zuführbar ist von einer angeschlossenen Steuereinheit, wie einem Videobandgerät, einer Kamerasteuereinheit u. dgl., und g) einen Ausgangsanschluß der Fernsehkamera, von dem ein Systemsteuersignal, das in dem Mikrorechner berechnet ist, der äußeren angeschlossenen Einheit zuführbar ist.  
DBP.-Anm. H 04 n, 5/26.  
OS 3 029 967  
Offengelegt am 26. 2. 1981  
Anmelder: Sony Corp., Tokio  
Erfinder: Eiji Tamura

## Funk-TECHNIK

Fachzeitschrift für Funk-Elektroniker und Radio-Fernseh-Techniker

Gegründet von Curt Rint  
Offizielles Mitteilungsblatt der Bundestachgruppe Radio- und Fernseh-Technik  
Erscheinungsweise: Monatlich

### Verlag und Herausgeber

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 04-61 727 hueh d  
Geschäftsführer:  
Heinrich Gefers (Marketing)  
Heinz Melcher (Zeitschriften)  
Verlagskonten:  
PSchK Karlsruhe 485 45-753  
Deutsche Bank Heidelberg  
0265041, BLZ 672 700 03

### Redaktion

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

### Außenredaktion:

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

### Chefredakteur:

Dipl.-Ing. Lothar Starke  
Ressort-Redakteur:  
Curt Rint

### Ständiger freier Mitarbeiter:

Reinhard Frank, Embühren (Hi-Fi)

### Wissenschaftlicher Berater:

Prof. Dr.-Ing. Claus Reuber, Berlin

### Redaktionssekretariat:

Jutta Illner, Louise Zafouk

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

### Vertrieb

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

### Vertriebsleiter:

Peter Bornscheuer

### Bezugspreis:

Jahresabonnement: Inland DM 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. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-203  
Telex 04-61 727 hueh d

### Anzeigenleiter:

Walter A. Holzapfel

### Gültige

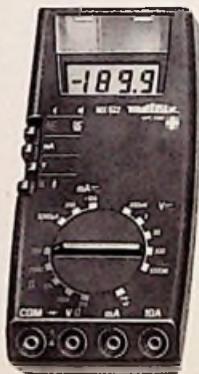
Anzeigenpreisliste  
Nr. 14 vom 1. 1. 1982

### Druck

Schwetzingen Verlagsdruckerei  
GmbH



# grand mit vierern



**MX 522**  
3 1/2-stellig  
bis 0,5 % genau



**MX 562**  
3 1/2-stellig  
bis 0,2 % genau



**MX 563**  
3 1/2-stellig  
bis 0,1 % genau



**MX 575**  
4 1/2-stellig  
bis 0,05 % genau

## Ein bestechendes Blatt für differenzierteste Multimeter-Anwendungen.

4 preisgünstige metrix-Multimeter mit neuem Bedienungskonzept: **Kombination von Tasten zur Funktionswahl und Zentralschalter** – aber ausschließlich für Bereiche und dafür entsprechend mehr. Mit Überlastungsschutz bis in die höchsten Strombereiche (auch 10 A). Mit Sicherheitsbuchsen.

**MX 562** und **MX 563** zusätzlich mit Durchgangsprüfung und akustischem Signal.

**MX 563** zusätzlich mit Pegelmessungen bis 25 kHz im Bereich -20/+40 dB – Spitzenwertspeicherung und echte Effektivwert-Messung.

**MX 575**, 4 1/2-stellig, Effektivwert-Messung und Frequenzmessung bis 50 kHz.

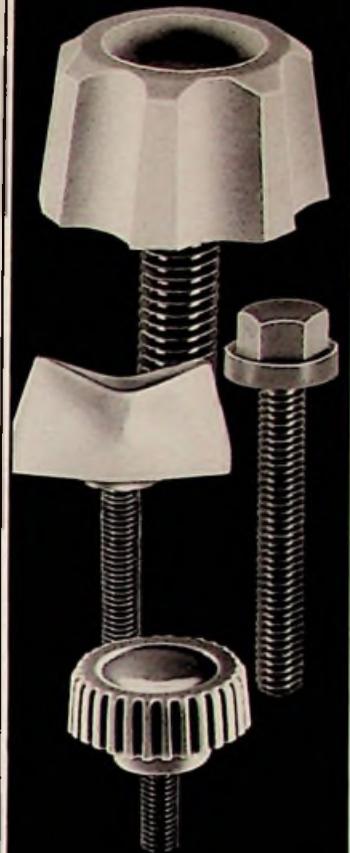
Sie sollten mehr über den Karo-, Herz-, Pik- und Kreuz-Buben von metrix wissen – fordern Sie ausführliche Unterlagen an.

**metrix**  
Postfach 750123 · D-7000 Stuttgart-75  
Telefon 0711/47 5046  
Telex 7-23062 mrix d

**Müller & Weigert GmbH**  
Kleinreuther Weg 88 · D-8500 Nürnberg  
Telefon 0911/3 50 20  
Telex 6-22 670 muwe d



Meßgeräte **ITT**



## BÖLLHOFF MEPLAG®

Metallschrauben  
mit Kunststoffkopf

Kunststoffgriff kombiniert mit Metallgewinde – eine ideale Lösung für häufig zu betätigende Schrauben an modernen Industrieprodukten, korrosionsbeständig, griffsympathisch, farblich angepaßt und serienmäßig in einer Vielzahl von Formen und Größen.



## BÖLLHOFF & CO

GmbH & Co KG  
Archimedesstraße 1-4  
4800 Bielefeld 14  
Tel. (0521) 44 82-1 · FS 09 37 345  
Wilhelm Böllhoff Ges.m.b.H., Wien

**Coupon**  
Senden Sie mir Unterlagen  
über MEPLAG

Anschrift/Abteilung

# Aktuell wie nie zuvor

## Das unentbehrliche Nachschlagewerk



Auf keinem Wissensgebiet geht die Entwicklung so schnell vonstatten wie in der Elektronik. Dies muß sich natürlich auch bei einem Nachschlagewerk bemerkbar machen. Gegenüber der 1974 erschienenen 1. Auflage wurden rund 1000 Stichworte neu aufgenommen, alle anderen kritisch durchgesehen, ergänzt oder verändert. Mehr als 200 neue aktuelle Abbildungen bereichern zusätzlich den Text. Der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der Unterhaltungselektronik (z. B. Video) und Übertragungstechnik (z. B. Bildschirmtext) wurde in besonderem Maße Rechnung getragen. Mit knapp 6000 Stichworten ist die 2. Auflage des Elektronik-Lexikons das aktuelle und konkurrenzlose Standardwerk für den Fach-Ingenieur, den im elektronischen Bereich tätigen Kaufmann, das Handwerk und aufgrund seiner verständlichen Sprache auch für den interessierten Hobby-Elektroniker.

**Das Elektronik-Lexikon** erscheint voraussichtlich Ende September '82 in zweiter, neu bearbeiteter und erweiterter Auflage. Sichern Sie sich den bis zum Erscheinen günstigen Subskriptionspreis von DM 220,- (Preis nach Erscheinen DM 248,-) und bestellen Sie jetzt über Ihre Fach/Buchhandlung!

**So urteilte die Fachpresse über die 1. Auflage des Elektronik-Lexikons:**

... Es ist das erste deutschsprachige Werk, das allen Wünschen gerecht wird ...

Internationale Elektronische Rundschau

In der Reihe der Fachlexika schließt dieses Werk eine Lücke; es ist ein wertvolles Nachschlagewerk für alle, die sich in irgendeiner Form für Elektronik interessieren.

Elektro-Anzeiger

Dr. Walter Baier  
**Elektronik-Lexikon**  
Zweite, neu bearbeitete und erweiterte Auflage,  
ca. 704 Seiten, ca. 1400 Abbildungen,  
ISBN 3-440-05026-2,  
Leinen im Schuber DM 248,-

**(Subskriptionspreis bis 15.10.1982**

**DM 220,-**

FRANCKH

KOSMOS

Verlagsgruppe · D-7000 Stuttgart 1 · Postfach 640

125 Goethestr. 11  
1255 Woltersdorf

Mitkan, G.

98329