

12

Dezember 1981  
36. Jahrgang

**Hüthig**

PUBLIKATION

# FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift für die gesamte Unterhaltungselektronik



**Hüthig**

Theorie und Praxis der Lichttechnik

Hans-Jürgen Hentschel

# Licht und Beleuchtung



Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Hentschel

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

2., vollk. überarb. Auflage 1981, ca. 300 S., ca. 175 Abb., geb.,  
in Vorbereitung  
ISBN 3-7785-0734-6

Die Lichttechnik hat sich durch neue Lichtquellen sowie neue Erkenntnisse und Verfahren der Lichtenwendung weiterentwickelt. Fördernd waren vor allem die zunehmenden Ansprüche an die verschiedenen Arten der Beleuchtung und, durch die Energieprobleme bedingt, an die Wirtschaftlichkeit. Sehr ausführlich werden dem Leser die Zusammenhänge zwischen den physikalischen, physiologischen und psychologischen Grundlagen des Lichtes dargestellt. Damit ist dieses Buch nicht nur ein Lehrbuch, sondern vornehmlich auch ein Nachschlagewerk für den praktischen Lichtingenieur, der sich über die Theorie und Praxis, über die Normen und Vorschriften der Lichttechnik und ihre Randgebiete unterrichten muß.

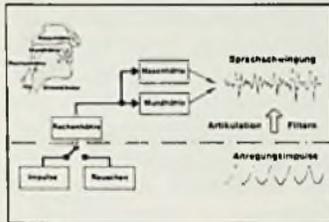
## In diesem Heft:

### Matrixverfahren für elektronisches Playback Seite 430

Mit herkömmlichen Stereo-Tonbandgeräten und dem hier beschriebenen Matrixverfahren lassen sich mühelos mehrstimmige Musikstücke herstellen. Zum Erzeugen der Akkorde dient ein mehrstimmiger Tongenerator, der von einer Diodenmatrix gesteuert wird. Der Autor bietet zur Ergänzung seines Beitrages eine Demonstrations-Cassette, auf der keine Unterschiede zwischen synthetischer und manueller Musik hörbar sind.

### Sprache für die Elektronik Seite 432

Passend zu unserem Titelbild berichtet hier Prof. C. Reuber über einen Sprachsynthesator, der in diesem Jahr auf dem Technischen Pressekolloquium von AEG-Telefunken vorgestellt wurde. Das System spricht nicht nur geschriebenen Text, sondern schreibt auch gesprochenen Text.



### Noch mangelt es an der „Software“ Seite 433

Zu wenig Fernsehsendungen mit Stereoton

### Die Auswertung der Ausfall- und Zuverlässigkeitsdaten von transportablen Fernsehgeräten Seite 434

In diesem Beitrag untersucht der Autor die Ausfallursachen bei deutschen und japanischen Fernsehgeräten und gibt Hinweise zu deren zukünftiger Vermeidung.

### Mikrocomputer in der Unterhaltungselektronik (11) Seite 442

### Umgerüstet auf Metallband Seite 445

Über die nachträgliche Umrüstung von HiFi-Cassettenrecordern

### Servicefreundliches Bedien- und Abstimmssystem Seite 446

Mit dem VTS-Konzept bietet Valvo einen IC-Satz zum Aufbau eines servicefreundlichen Bedien- und Abstimmsystems an. Es wird in den Geräten von Gorenje Körting angewendet und in dem Beitrag vorgestellt.

### Stoppuhr mit Zwischenspeicher Seite 450

Bauanleitung einer interessanten Digital-Stoppuhr für die Anzeige von Zwischen- und Endergebnissen.

### EISCAT: Ionosphären-Radar jenseits des Polarkreises Seite 454

### Die Kompensation und ihre Bedeutung in der Meßtechnik Seite 456

Selbst in Zeiten der MOS-Technologie ist die Kompensation ein gernbenutztes Mittel zur belastungs- und damit fehlerfreien Messung. Der Beitrag befaßt sich mit deren Möglichkeiten.

### Kurzbeiträge

Lautsprecherboxen in ungewöhnlicher Form	441
DROP-IN-GaAs-FET-Verstärker für 2 bis 18 GHz	441
Natürlicher Laser	444
Halbleiterlaser für Bildplatten	453
Die Sonne funkelt den Ruf ins Tal (Solarenergie)	455

### Rubriken

Pläne und Projekte	428
Hinweise auf neue Produkte	428
Tendenzen und Trends	428
Kurzberichte über Unternehmen	429
Neue Bauelemente	429
Neue Meßgeräte	461
Besprechungen neuer Bücher	461
Patentanmeldungen	462

### Titelbild

Das „sprechende Buch“ fördert die richtige Aussprache im Sprachunterricht. Mit einem Abtaster wird ein Code unter den Wörtern gelesen und in synthetische Laute umgewandelt. Entwickelt wurde das System am Institut für Perzeptions-Forschung in Eindhoven. (Philips-Pressefoto)



## Pläne und Projekte

### Mehrkanalton-Testsendungen ab 1. 12. 81

Wie das Zweite Deutsche Fernsehen (ZDF) mitteilt, will es die anlässlich der Funkausstellung ausgestrahlten Mehrkanalton-Testsendungen erneut aufleben lassen. Ab dem 30. November 1981 können sie empfangen werden. Die Testsendungen werden bis auf weiteres jeweils montags bis freitags von 13.45 Uhr bis 15.15 Uhr ausgestrahlt. Jede Sendung besteht aus drei Programmblöcken von je 30 min Dauer, von denen ein jeder durch die Ankündigung „Technische Versuchssendung“ und in beiden Tonkanälen mit einem Meßton von 1 kHz und 9 dB unter Vollaussteuerung angekündigt wird. Das ZDF hofft, daß diese Testsendungen dem Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk und allen anderen Beteiligten eine Hilfe bieten, mit dieser neuen Technik rasch vertraut zu werden. Allerdings können sie unter besonderen Umständen auch entfallen oder gekürzt werden.

### Hinweise auf neue Produkte

#### „Powermixer“ mit Rückkopplungssucher

Ein neues Mischpult (706-E 6) für Musiker oder Beschallungsanlagen bietet die Sone-tic GmbH, Eschborn/Ts., an. Das von der Shure Inc. entwickelte Gerät hat 8 Eingänge (6 davon für Mikrofone) und bietet Effekregelung, Monitorregler sowie niederohmige sym-

metrische Eingänge mit Phantomspeisung für Kondensatormikrofone. Ein „Rückkopplungssucher“ zeigt mit LEDs die Rückkopplungsfrequenz an, wodurch das gefürchtete Kreischen mit dem eingebauten 10-Band-Equalizer leichter zu bekämpfen ist. Das etwa 2600 DM teure Gerät verfügt außerdem über einen 200-W-Verstärker (Sinus,  $k = 0,1\%$ ) der Hi-Fi-Übertragungsqualität sicherstellen soll.

#### Verwaltungsprogramm für Video-Verleiher

Ein Software-Produkt bietet Tonacord, Eckernförde, den Verleihern von Video-Cassetten an. Für rund 960 DM bietet das auf Apple- und Commodore-Mikrocomputern laufende Verwaltungsprogramm automatisches Mahnen nach Ablauf der Verleihzeit und eine ganze Reihe von Statistiken, wie eine eigene Hitparade, oder Druck einer Filmliste mit Textergänzung zur Kundeninformation. Wo in größeren Video-Clubs die eingezahlten Beiträge und ausgeliehenen Cassetten überwacht werden sollen, erleichtert das Programm auch diese Arbeit.

## Tendenzen und Trends

#### Flächendeckend: Magnetbandbedarf

Noch ist der Audio-Markt für Magnetband dem Video-Markt überlegen: Von den weltweit auf diesen beiden Segmenten umgesetzten 3,84 Mrd. DM entfielen  $\frac{1}{3}$  auf Video und  $\frac{2}{3}$  auf Audio. Mengenmäßig wurden mit 815 Mio. m<sup>2</sup> Audio-band fast die 4fache Menge von Videoband erreicht. Bei den Zuwachsraten liegt dagegen das Videoband vorne: Bis 1983 rechnet man mit einem weltweiten Absatz von 733 Mio. m<sup>2</sup> (+ 219% gegenüber

1980), während beim Audio-band die Erwartungen nur bis 1050 Mio. m<sup>2</sup> (+ 29%) reichen. Die wichtigsten Magnetbandmärkte in 1980 waren die USA (48%), Europa (28%) und Japan (14%). Das Gesamtvolumen betrug rd. 5,8 Mrd. DM, wovon gut  $\frac{1}{4}$  auf Bänder für den EDV-Bereich entfiel.

#### Hirschmann: Geschäftsverschiebung

Die Firma Richard Hirschmann erwartet durch die Einführung von Kabelanlagen und Satellitensendern strukturelle Verschiebungen im Rundfunk- und Fernsehantennenmarkt. Bis 1985 rechnet das Unternehmen mit einem realen Umsatzrückgang zwischen 2,5% und 6% auf rd. 210 Mio. DM im herkömmlichen Fernseh- und Rundfunkantennenmarkt sowie bei Gemeinschaftsantennen-Materialien. Aufgrund der erlittenen Ertragseinbußen sieht sich Hirschmann gezwungen, die Produktion weiterer Artikel ins Ausland zu verlagern.

#### Stereo-Fernsehen: Zurückhaltung

Die schweizerischen PTT-Betriebe untersuchen derzeit senderseitig, auf Seiten des Verbindungsnetzes und studioseitig die technischen Möglichkeiten und finanziellen Konsequenzen bei der Einführung eines Zweikanalton-Systems in analoger Technik. Die bereits vorliegende senderbezogene Untersuchung zeigt, daß eine Einführung nur schrittweise im Rahmen des normalen Anlagensatzes erfolgen könnte. Für die kurzfristige Beschaffung fehlen sowohl personell als auch finanziell die Mittel. Die PTT-Betriebe erklären die Zurückhaltung gegenüber dem Zweikanaltonsystem des ZDF in den Nachbarländern dadurch, daß möglicherweise das analoge ZDF-System später durch ein weitverbreitetes digitales System ver-

drängt wird. In der Schweiz übernehmen die PTT-Betriebe Planung, Bau und Betrieb des Radio- und Fernsehnetzes (einschl. Studiotechnik). Für das Programm ist die SRG verantwortlich (Quelle: Pressemitteilung der schweizerischen PTT-Betriebe).

#### Elektroingenieure: Mangelware

Technologien von Morgen müssen heute entwickelt und erprobt werden. Eine Schlüsselstellung nehmen dabei Elektrotechnik und Elektronik ein. Doch Elektroingenieure sind „Mangelware“. Wie der Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie (ZVEI) errechnet hat, müssen jährlich rund 7000 offene Stellen besetzt werden. Wenn das Interesse des Nachwuchses am Ingenieurberuf nicht wächst, wird der für 1985 vorausgesagte Fehlbedarf von 5000 bis 6000 Elektroingenieuren noch weiter ansteigen (Quelle: Center Press).

#### Videorecorder: Steiler Anstieg

1980 sollen der Grundig-Marktforschung zufolge in der Bundesrepublik rd. 500 000 Videorecorder angeboten und rd. 450 000 verkauft worden sein (Rest: Lagerbestände). Für 1981 rechnet man mit 660 000, für 1985 mit 1,39 Mio. verkauften Geräten. Der Verkauf in Westeuropa soll 1981 1,2 Mio. und 1984 3,4 Mio. Geräte betragen. Etwas „pessimistischer“ sieht Blaupunkt die Entwicklung: Für 1981 werden bei uns 600 000 verkaufte Videorecorder prognostiziert. Davon sollen 57% auf VHS, 20% auf Betaformat und 23% auf Video 2000 entfallen. 1982 soll der Absatz auf 850 000 Geräte steigen. VHS soll dann unverändert einen Marktanteil von 57% haben, während Video 2000 auf Kosten des Betaformates (16%) seinen Marktanteil auf 27% steigern könne.

## Kurzberichte über Unternehmen

### Hi-Fi-Fertigung zurück nach Europa

Thomson-Brandt holt die aus Kostengründen nach Fernost verlagerte Fertigung von Hi-Fi-Geräten für alle Marken des Konzerns zurück nach Europa. Offizielle Begründung für diesen überraschenden Schritt: Damit wird die Strategie, den kostengünstigsten Weg für die Fertigung von Produkten der Unterhaltungselektronik in den konzerneigenen Werken Europas und dem Werk in Singapur zu bestreiten, mit großer Intensität realisiert. Diese Begründung läßt Spielraum für Spekulationen: Entweder ist die Fertigung in Europa tatsächlich kostengünstiger als in Fernost, oder aber die Fertigung wird aus welchen Gründen auch immer nach Europa verlagert und dort selbstverständlich der kostengünstigste Weg begangen, der aber immer noch teurer kommen kann als der in Fernost. Tatsache ist, daß bereits in Moulins (Frankreich) gefertigte Hi-Fi-Kombinationen auf den Markt gebracht werden (Quelle: PI der Deutschen Thomson-Brandt GmbH, Villingen).

### Akai im neuen Domizil

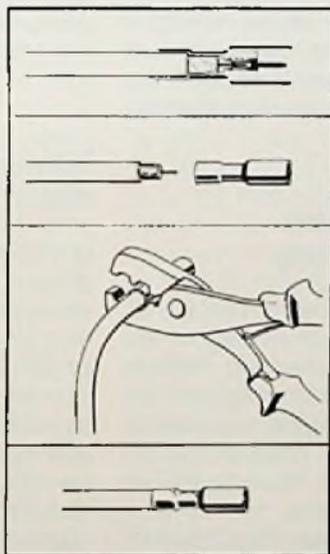
Die Akai Deutschland GmbH hat ihren neuen Gebäudekomplex in Egelsbach bezogen. Das Verwaltungs-, Kundendienst- und Lagerzentrum kam auf etwa 10 Mio. DM und steht auf einem 13000 m<sup>2</sup> großen Grundstück. Akai verfügt nunmehr über 1500 m<sup>2</sup> Büro- und etwa 1200 m<sup>2</sup> Kundendienstfläche. Das Lager ist 2600 m<sup>2</sup> groß und wird jetzt in eigener Regie betrieben. Dadurch soll sich in Zukunft die Lieferzeit um mehrere Tage verkürzen. Bei der Einweihung sagte Akai-Geschäftsführer Rüdiger

Nickel: „Durch das neue Gebäude wird Akai schneller und effektiver, und vor allem für die Aufgaben der kommenden Jahre gewappnet sein.“

## Neue Bauelemente

### Koaxstecker zeitsparend montieren

Alle „Astro“-Baugruppen der Adolf Strobel, Antennenfabrik GmbH & Co. KG, Bensberg, die mit Buchsen nach DIN 45325 ausgestattet sind, werden jetzt mit passenden „Crimp“-Steckern geliefert. Diese Stecker lassen sich direkt an Koaxkabel anschließen, ohne langwieriges Zerlegen und Wiederaussetzen.

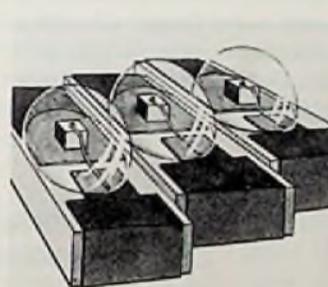


Dazu wird das Kabel in gewohnter Weise abisoliert und einfach in den Stecker eingeschoben. Der Innenleiter wird durch den federnden Innenstift sicher kontaktiert, während die Sechskant-Klemmung mit einer Crimp-Zange (CRZ01) die endgültige Befestigung von Kabelmantel und Schirmgeflecht sicherstellt. Der Stecker besteht aus nur einem Teil, so

daß nichts verlorengehen kann, wenn z. B. auf finsternen Dachböden Antennenverstärker montiert werden müssen. Die postalisch vorgeschriebene HF-Schirmung wird mit einem Schirmungsmaß von 70 dB erfüllt. Lieferanten für die Crimp-Zange nennt: Adolf Strobel GmbH & Co. KG Postfach 67, 5060 Bergisch Gladbach 1, Tel.: (0 22 04) 6 30 71

### Miniatur-Chip-LED

Unter der Bezeichnung „CR10“ stellt die Firma Elcos Leuchtdioden auf Keramikträgern vor. Mit diesen kann der Anwender nahezu alle Arten von LED-Anzeigen ohne besondere Spezialwerkzeuge selbst herstellen. Das Bauteil wird direkt auf Leiterbahnen, Stifte oder Sockel aufgelötet oder mit Leitkleber aufgeklebt.



Bei der Verwendung von Reflektoren sind alle Varianten von Flächen oder Zeichen gleichmäßig ausleuchtbar. Die Daten der Chip-LEDs sind ähnlich denen normaler LED-Lampen, jedoch ist die Wärmeverträglichkeit um ein Vielfaches höher. Die Chip-LEDs sind zur Zeit mit orangeroter, grüner und gelber Leuchtfarbe lieferbar; Infrarot und Normalrot sind auf Wunsch erhältlich. Ein einzelnes Element hat die Abmessungen: 3,2 mm x 1,3 mm x 1,2 mm (L x B x H). Elcos GmbH, Königsberger Str. 18, 8068 Pfaffenhofen, Tel. (0 84 41) 21 54

### Potentiometer für 100 Millionen Zyklen

Bei vielen Videospiele kann man Spielobjekte mit einem Kreuzpotentiometer über den Bildschirm jagen um dabei irgendwelche Aufgaben zu lösen. Oftmals muß das Spielobjekt millimetergenau geführt werden, wenn man keinen Strafpunkt kassieren möchte. Genau das wird beim Kreuzpotentiometer zum Problem, wenn die Kontaktierungsfähigkeit der Schleifer nachläßt und das Spielobjekt dadurch ungewollt Seitensprünge ausführt. Abhilfe versprechen Potentiometer mit leitfähigem Kunststoff, wie sie National Panasonic jetzt preisgünstig auf den Markt bringen will. Durch die besonders glatte Oberfläche des Kunststoffes soll die Lebensdauer dieser Potentiometer nur noch von der Lagerung der Achsen abhängen. Umfassendes Informationsmaterial gibt es bei:

National Panasonic GmbH, Abt.: Components, Winsberg 15, 2000 Hamburg 54, Tel.: (0 40) 8 54 90

### Codierschalter im Miniaturformat

Die Codierschalter der Serie „KDS“ können direkt eingelötet oder in einen DIP-Sockel gesteckt werden. Ein Modell ermöglicht die BCD-Codierung (sowie deren Komplement), ein anderes die Hexadezimal-Codierung (ebenfalls mit Komplement). Beide Modelle gibt es in Versionen zum Betätigen mit einem Schraubendreher oder zum Betätigen von Hand (Rändelrad). Im Schaltbetrieb ist eine Belastung mit 125 mA/30 V zugelassen. Der Kontaktwiderstand soll höchstens 50 mΩ erreichen. Spezial Electronic Postfach 1308, 3062 Bückeburg, Tel.: (0 57 22) 10 11

Herbert Walz

# Matrix-Verfahren für elektronisches Playback

In Heft 5/79 beschrieb Prof. Walz die Grundlagen des elektronischen Playbacks. Das seinerzeit vorgestellte rein elektronische Verfahren wurde mittlerweile soweit verfeinert, daß zum Beispiel ein vierstimmiges Musikstück problemlos „hergestellt“ werden kann. Das rein elektronische Playback erfordert keinen Synthesizer, so daß auch keine vielspurige Tonbandmaschine notwendig ist. Ein herkömmliches Stereo-Tonbandgerät genügt. Zum Erzeugen der Akkorde dient ein mehrstimmiger Tongenerator, der von einer Dioden-Matrix gesteuert wird. Die Beschaltung der Matrix mit steckbaren Dioden bestimmt hierbei sämtliche Merkmale jedes einzelnen Tones – auch seine Dauer. Ein auf diese Weise erzeugtes Musikstück läßt sich auf Sekundenbruchteile genau definieren. Beispiele zum gehörmäßigen Beurteilen des rein elektronischen Playbacks vermittelt der Autor mit einer Demonstrations-Cassette, die zum Preis von 10 DM über die Redaktion bestellt werden kann.

## Verknüpfung zwischen Ton und Zeit

Voraussetzung für das elektronische Herstellen von Musik ist auf jeden Fall der Übergang von der mechanischen zur elektronischen Tonerzeugung. Dann erst läßt sich eine elektronische Steuerung sinnvoll einsetzen, in der die Noten als Programm gespeichert sind. Die Notenschrift selbst stellt beim Reduzieren auf das Grundsätzliche einen Vorgang dar, bei dem Töne verknüpft sind mit Zeiten. Denkt man sich anstelle der Töne allgemeine Funktionen, so hat man einen Ablauf vor sich, wie er in der Technik vielfach vorkommt und durch elektronische Steuerungen auch bereits sicher beherrscht wird.

Die heutige Elektronik stellt also, zumindest im Prinzip, die Mittel bereit, Musik synthetisch herzustellen. Inwieweit allerdings auch tatsächlich befriedigende Ergebnisse erzielt werden können, müssen praktische Versuche ergeben.

## Tonbandverfahren mit Handsteuerung

Zunächst mußten erst einmal die für die Technik maßgeblichen musikalischen Bedingungen erarbeitet werden. Solange diese noch nicht hinreichend bekannt waren, schien es nicht sinnvoll, eine elektronische Steuerung ins Auge zu fassen. Man begann also damit, die kleinsten Teilchen eines Musikstückes, nämlich jene, bei denen die beteiligten Töne unverändert bleiben, auf Band abzuspeichern und fortlaufend aneinanderzusetzen.

An einem elektronischen Tongenerator werden die benötigten Töne eingestellt. Entsprechend der jeweiligen Notenlänge werden Markierungen auf das Band aufgebracht. Dann erfolgt bei laufendem Band manuell das Umschalten von Wiedergabe auf Aufnahme. Auf diese Weise lassen sich die einzelnen Teilstücke lückenlos aneinanderfügen. Was damit erreicht werden konnte zeigt Klangbeispiel Nr. 1 auf der Demonstrations-Cassette.

Wegen der Handsteuerung muß mit verlangsamer Geschwindigkeit aufgenommen werden. Durch das Umschalten auf vierfach höhere Geschwindigkeit bei Wiedergabe werden freilich auch die unvermeidlichen Toleranzen der Notendauer bis zur Unhörbarkeit verringert. Da die Kontrolle der Ergebnisse nur bei Wiedergabegeschwindigkeit möglich war, wurde das Arbeiten allerdings ziemlich umständlich.

## Tonbandverfahren mit elektronischer Steuerung

Um das ständig wiederkehrende Umschalten der Geschwindigkeit zu vermeiden wurde eine opto-elektronische Steuerung für die verwendete Tonbandmaschine entwickelt. Sie besorgte nun das Umschalten von Wiedergabe auf Aufnahme bei vorbeilaufender Bandmarkierung. Dadurch konnte auch bei Aufnahme mit hoher Geschwindigkeit gearbeitet werden. Das Abhören war sofort durch Hinterbandkontrolle möglich und das Verfahren dadurch erheblich rationeller. Als Nachteil erwies sich jedoch der übermäßig weiche Einsatz der Töne. Dies ist in Klangbeispiel Nr. 2 auf der Demonstrations-Cassette deutlich zu hören. Weil der Einschwingvorgang der Töne durch die Tonbandmaschine hervorgerufen war, hätte er nur durch Eingriffe in dieses verkürzt werden können. Da andererseits von vornherein klar war, daß man dieses Problem mit einer elektronischen Steuerung würde weit besser lösen können, wurde die Steuerung mit Steck-Matrix entwickelt. Sie hat

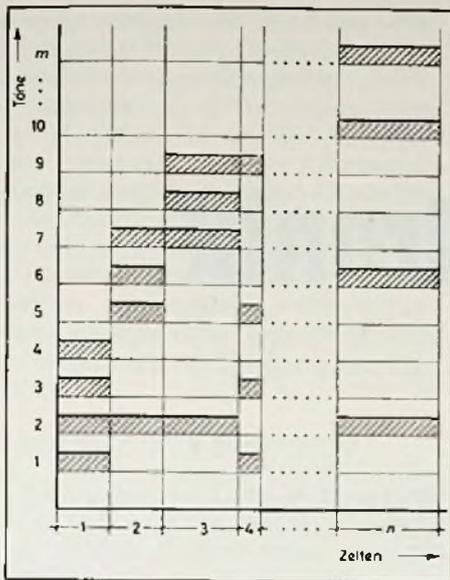


Bild 1. Ablaufdiagramm eines vierstimmigen Musikstücks.

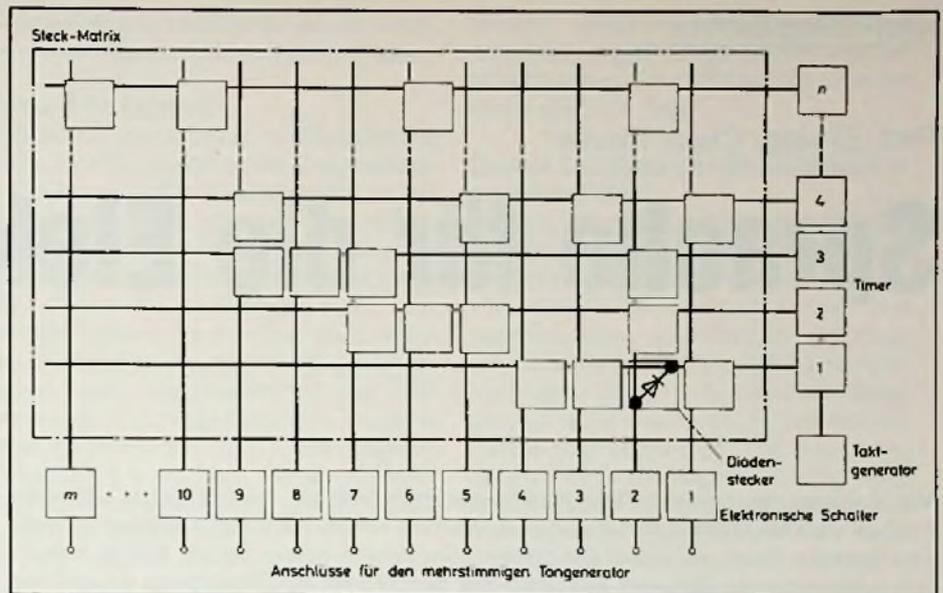


Bild 2. Steck-Programm für ein vierstimmiges Musikstück. Dioden-Stecker auf einer Steck-Matrix verknüpfen Tonhöhe und Tondauer

außerdem den Vorteil, daß man die Geschwindigkeit ohne Änderung der Tonhöhe verändern kann, was bei einer Tonbandmaschine nicht möglich ist.

## Elektronische Steuerung mit Dioden-Steck-Matrix

Dabei wurde von einer Computer-Lösung abgesehen, um die, durch eine Vielzahl musikalischer Detailforderungen ohnehin schon schwierige Aufgabe, nicht noch weiter zu komplizieren. Es wurde daher eine Lösung mit einer steckbaren Dioden-Matrix gewählt. Dieses Bauteil, insbesondere in miniaturisierter Ausführung, erlaubt einen Aufbau, der sich durch einfache Bedienung auszeichnet (Bild 2).

Auf die Spalten der Steck-Matrix werden elektronische Timer geschaltet. Sie sind mit einem gemeinsamen Takt untereinander synchronisiert, so daß auch bei vielen Timern keine Zeitabweichungen entstehen können. Jeder dieser Timer ist in Stufen von 1:2 und deren Summen einstellbar, wodurch sämtliche Notenwerte ebenfalls digital gebildet werden. Das Verstellen des gemeinsamen Taktes ermöglicht die Änderung der Ablaufgeschwindigkeit in weiten Grenzen. Zweckmäßigerweise wurden gleich Stufen in Metronom-Zahlen eingebaut.

An die Zeilen wurden elektronische Schalter angeschlossen, mit denen die Töne des mehrstimmigen Tongenerators geschaltet werden. Durch Einstecken eines

Diodensteckers am Kreuzungspunkt einer Zeile und einer Spalte werden der zugehörige Schalter und Timer verbunden, wodurch der entsprechende Ton für den am Timer eingestellten Notenwert erklingt. Die im Stecker eingebaute Diode bewirkt eine Entkopplung, so daß alle Ausgänge beliebig mit allen Timern verbunden werden können. Auf diese Weise entsteht auf der Steck-Matrix das Abbild des Ablaufprogrammes. Der Inhalt des Programmspeichers ist dabei sichtbar und im direkten Zugriff manuell veränderbar. Dies ist als besonderer Vorteil anzusehen, da keine Programmierkenntnisse erforderlich sind, wie dies bei einer Computer-Lösung der Fall gewesen wäre. Das mit dieser Steuerung erreichbare Ergebnis zeigt Klangbeispiel Nr. 3 auf der Demonstrations-Cassette.

## Weiches Ein- und Ausschalten

Nachdem die Verknüpfung von Tönen und Notenwerten gelöst war, mußte noch das weiche Ein- und Ausschalten der Töne erfolgen. Dieses Verhalten muß unbedingt elektronisch nachvollzogen werden, wenn ein natürlich klingender Ton erzeugt werden soll.

Dies geschah durch „weiches“ Ansteuern der elektronischen Schalter, mit denen die Töne ein- und ausgeschaltet werden. Die hierfür verwendeten FET-Optokoppler wurden bis dahin von einem Digital-Schaltkreis direkt angesteuert, was steiles

und damit akustisch hartes Schalten zur Folge hatte. Nunmehr wurde in einer Zwischenstufe die Flanke des Digital-Signals so weit abgeflacht, bis ein klanglich befriedigendes Ergebnis erzielt wurde. Das Klangbeispiel Nr. 4 auf der Demonstrations-Cassette gibt Aufschluß über die musikalische Wirkung dieser schaltungstechnischen Maßnahme.

## Anwendungsmöglichkeiten

Entwickelt wurden die verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Begleitbändern (Playbacks), um das Einstudieren von Solo-Gesangsstücken rationeller zu gestalten. Nach und nach erreichten dann diese elektronisch hergestellten Playbacks eine Klangqualität, die es interessant erscheinen ließ, vollständige Aufnahmen derartiger Musikstücke, Begleitung und Solo-Gesang enthaltend, herzustellen. Von dieser Art sind die Klangbeispiele auf der Demonstrations-Cassette.

Aus den Reaktionen von Testpersonen ist bekannt, daß diese sich die Herstellung so vorstellen, als ob ein Organist an einer elektronischen Orgel die Begleitung gespielt hätte. Der synthetische Charakter der Begleitung wird also nicht erkannt. Das ist eine wichtige Erkenntnis. Sie bedeutet nämlich, daß bei derart produzierten Musikstücken nicht die Art der Herstellung über den Erfolg entscheidet, sondern in erster Linie das erreichte klangliche Ergebnis. □

## Nachrichtentechnik

Prof. Dr.-Ing. Claus Reuber

# Sprache für die Elektronik

Von Programmiersprachen hört man heute überall; Basic, Pascal, Cobol und auch Fortran sind im Zusammenhang mit Computern für die Fachwelt selbstverständliche Begriffe. Doch wer denkt bei diesen „Sprachen“ schon daran, daß es eigentlich völlig stumme Sprache sind und wie beschränkt ihr Wortschatz gegenüber menschlicher Sprache zum Sprechen, Hören, Verstehen und auch Schreiben bleibt. Sprache im eigentlichen Sinne ist für Elektronik so schwer, weil sie sehr viel Intelligenz und Phantasie voraussetzt, um all ihre Variationsmöglichkeiten und die hohe Sicherheit der Verständigung auszuschöpfen. Doch schrittweise lernt auch die Elektronik sprechen und Gesprochenes verstehen. Über Sprache für die Elektronik in diesem Sinne berichteten Dipl.-Ing. Helmut Mangold und Dr.-Ing. Klaus-Dieter Schenkel von AEG-Telefunken vor der Fachpresse.

pulssignal oder ein Rauschen als Einganggröße erzeugt werden. Diese dem Luftstrom aus dem Kehlkopf ähnlichen Signale werden in einem steuerbaren Filtersystem entsprechend dem jeweiligen Lautspektrogramm gefiltert. Das Hauptproblem der elektronischen Spracherzeugung liegt in der richtigen Steuerung dieser Filterfunktion, mit der die komplexen spektralen Vorgänge beim Sprechen möglichst naturgetreu nachgebildet werden müssen.

### Sprache entsteht durch Impulse

Für die sprechende Elektronik werden Funktionsschritte rein akustischer Spracherzeugung durch elektrische Schaltungsgruppen ersetzt, wie das in Bild 1 dargestellt ist. Als Anregungssignal dient beim natürlichen Sprechen ein Luftstrom aus dem menschlichen Kehlkopf, der bei stimmhaften Lauten von den Stimmbän-

dem so gesteuert wird, daß kurze Luftstöße mit Abständen von etwa 10 ms entstehen. Diese Anregung erreicht die Artikulationsorgane Rachen-, Mund- und Nasenhöhle, wo durch Artikulation, also Bewegung der Sprechorgane, die Sprache entsteht.

Entsprechend muß für die synthetische Sprache entweder ein obertonreiches Im-

### Digitale Filtertechnik bringt Fortschritte

Die digitalen Filter bieten verschiedene Möglichkeiten, derartige Filtervorgänge zu simulieren. Eine von ihnen zeigt das Bild 2 mit einem Wellenfilter, bei dem die vor- und rücklaufenden Schallwellen im natürlichen Sprechtrakt direkt nachgebildet werden. Man denkt sich hierbei die Luftröhre

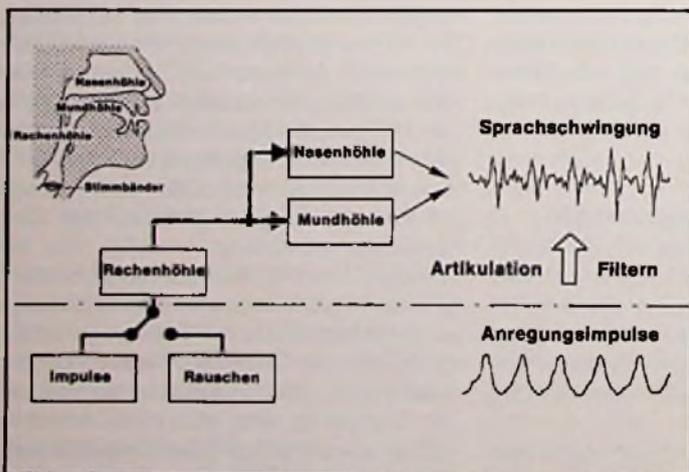


Bild 1. Die rein akustische Erzeugung von Sprache läßt sich auch elektronisch nachbilden

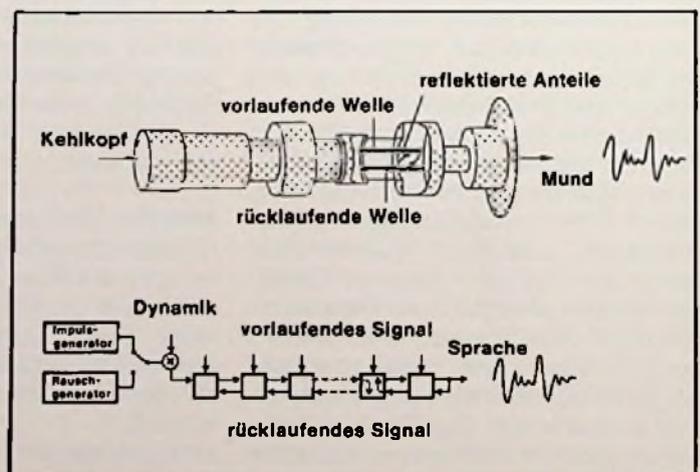


Bild 2. Den natürlichen Sprechtrakt kann man sich als Röhrensystem vorstellen (oben); dem entspricht die elektrische Schaltung mit vorlaufendem und rücklaufendem Signal (unten) für die Sprachsynthese

zwischen Kehlkopf und Mund aus einer Anzahl kurzer Röhren jeweils konstanten Querschnittes zusammengesetzt. Die Filtercharakteristik ist dann im wesentlichen durch die Reflexionen an den Übergangsstellen bestimmt. Die dort auftretenden Vorgänge lassen sich direkt in ein elektronisches Modell umsetzen, das als Wellenfilter bekannt ist. Bei der Sprachsynthese geht es dann um die Gewinnung der Steuersignale für diesen „elektronischen Mund“, wobei zwischen halbsynthetischer und vollsynthetischer Sprache unterschieden wird.

## Wortschatz noch beschränkt

Die heute üblichen elektronischen Sprachausgaben sind für einen beschränkten Wortschatz vorgesehen; ihre Ansagetexte oder deren Teile sind vorher bekannt. Für sie ist deshalb die halbsynthetische Methode anwendbar, bei der die Steuersignale aus natürlichen Sprachsignalen abgeleitet werden. Bei geschickter Analyse der Originalsprache kann der elektronische Synthesator höchste Sprachqualität erreichen, die vom Original nicht zu unterscheiden ist. Allerdings braucht man dazu gut ausgebildete Sprecher. Männliche Sprache ist leichter zu analysieren und wieder zu synthetisieren als weibliche Sprache. Außerdem muß in der Elektronik geschickt mit Vorverzerrungen, Präsenzhebung und Dynamiksteuerungen gearbeitet werden. Ansagesysteme für Wecker, Mikrowellenherde,

Autoradios und Fahrplanauskünfte arbeiten heute schon häufig auf diese Weise.

## Dikurante bissivil

Ziel aller Entwicklungen für die elektronische Sprachausgabe ist die Vollsynthese, mit der man fast jede Information, die ein Computer erzeugt, oder die in ihm auf andere Weise vorhanden ist, durch Sprache ausgeben kann. Dazu müssen allerdings linguistische und phonetische Regeln erarbeitet werden, anhand derer die Elektronik die Aussprache der Schriftzeichen erlernen kann. Das beginnt mit der Umwandlung des orthographischen Textes in einen phonetischen Text, in dem dann die Sprache – z. B. englisch, französisch oder deutsch – festgelegt ist. Er erinnert an die Lautschrift im Wörterbuch.

In einer zweiten Stufe werden dann aus den phonetischen Parametern die Steuerparameter für den Sprachsynthesator ermittelt. Für die Spracherzeugung enthält der Synthesator, wie bei der halbsynthetischen Methode, die Quellen für die Anregungsenergie und die steuerbaren Filter. Doch Vollsynthese klingt einfacher, als sie in Wahrheit ist. Die aus dem phonetischen Text abgeleiteten Steuersignale müssen all das beachten, was uns als „Betonung“ ganz selbstverständlich ist, sonst könnte aus einem „Nacht-Eilzug“ leicht ein „Nachteil-Zug“ werden. Elektronische Sprache darf uns nicht so fröhlich narren, wie der Kinderspruch „Dikurante bissivil ...“ für „Die Kuh rannte bis sie fiel ...“. Bei

weniger robusten Unterschieden zwischen dem eigentlich gemeinten und dem verballhornten Text dürften die Grenzen dieser Methode liegen.

## Exakte Lautübergänge nicht immer gewährleistet

Im Ulmer Forschungsinstitut von AEG-Telefunken existiert schon ein recht perfekt arbeitender Sprachsynthesator „Spraus-VS“, wobei Spraus ganz einfach von Sprachausgabe abgeleitet ist. Allerdings wissen seine Entwickler, daß die heutigen Kenntnisse über die eigentlichen Bewegungsgesetze des menschlichen Sprechtraktes noch recht lückenhaft sind. Damit Sprache aber genügend natürlich klingt, müssen auch die Übergänge zwischen den einzelnen Lauten hinreichend exakt simuliert werden. Auf diesem Gebiet wurden zwar im Laufe der letzten Jahre beachtliche Fortschritte gemacht, doch haben gerade diese Resultate auch gezeigt, daß noch viele Einzelprobleme gelöst werden müssen, bis eine perfekte vollsynthetische Sprachausgabe machbar ist. Was Spraus-VS bisher alles kann, wirkte bei der Vorführung in Ulm schon einigermaßen beeindruckend. Dem unvorebelausteten Beobachter wird allerdings das stupide Genörgel „zu laut“, „zu leise“, „nicht verstanden“, mit dem der SPAUS auf leichte Abweichungen von der Masterstimme reagiert, beizeiten auf die Nerven fallen.

## Stereoton-Fernsehgeräte

### Noch mangelt es an der „Software“

Vor der Einführung der Zweikanal-Tonübertragung in der Bundesrepublik Deutschland war die Fachwelt verzückt von den Gedanken, Fernsehton in Stereo zu erleben, oder ausländische Filme mit Originalton zu betrachten. Jetzt, nach der Einführung kehrt Ernüchterung ein: Das stereofon aufbereitete Programmangebot des ZDF ist dürftig, die ARD will erst mitziehen wenn es in ihren Kassen klingelt, und wieviele – bitteschön, sollen sich einen ausländischen Spielfilm im Originalton betrachten, wenn die Fremdsprache nicht gerade Englisch ist? So mühen sich denn die Stereo-Fernsehgerätehersteller inzwischen darum, die gute Monowiedergabe ihrer Stereo-Modelle herauszustreichen.

Indes zeigen sich am Innovationshorizont Anzeichen, die eine Zweikanal-Wiedergabe der Fernsehgeräte rechtfertigen. An erster Stelle stehen zweitontüchtige Videorecorder, die von Grundig, Philips und Siemens (Video 2000) bereits in den Handel gebracht werden. Videofilmer können jetzt eigene 2-Ton-Programme im Wohnzimmer hersteilen (portable Stereo-Modelle gibt's noch nicht), und stereofon bespielte Videocassetten sorgen zusätzlich für Abwechslung. Der nächste Schritt wird 1982/83 mit Bildplattensystemen gemacht. Sie bieten von vorneherein 2 Tonkanäle. Aufhorchen läßt die Ankündigung, daß VHD-Bildplattenspieler auch NTSC-Bildplatten auf Pal-Farbfernsehgeräten wiedergeben können. Wenn dann noch der eine Kanal

die deutsche Synchronisation enthält, gäbe es für das riesige Softwareangebot der US-Firmen keine Sprachhürde. Schließlich könnte Satelliten-Direktfernsehen das Angebot komplettieren. Bis zu 12 ausländische Satelliten werden wir in der Bundesrepublik Deutschland empfangen, freilich viele mit fremdsprachigen Programmen. Wenn jedoch eine Zweikanal-Tonübertragung trotz unterschiedlicher Fernsehnormen zustandekommt, und jedes Land einen Kanal mit der „Weltsprache“ Englisch belegt (den anderen selbstverständlich mit der Landessprache), dann wäre neben der Stereo-Wiedergabe auch die 2-Ton-Fähigkeit der neuen Fernsehgeräte gut genutzt.

—II

Zuverlässigkeit

H. J. Blasberg

# Die Auswertung der Ausfall- und Zuverlässigkeitsdaten von transportablen Fernsehgeräten

## Vorschläge zur Erhöhung der Zuverlässigkeit

In einer vorangegangenen Arbeit [1] wurden die Ausfalldaten von transportablen Fernsehgeräten europäischer und japanischer Hersteller und die aus diesen Ausfalldaten berechneten Zuverlässigkeitsdaten mitgeteilt. In der vorliegenden Arbeit soll nun versucht werden, weitere Erkenntnisse aus den vorhandenen Daten zu gewinnen, die nützlich sein können, künftig die Fehler zu vermeiden, die bei den untersuchten Geräten zu Ausfällen geführt haben.

Baugruppen wurden weitgehend wie in [2] entsprechend der Funktion der Schaltung im Gesamtkonzept des Gerätes eingeteilt. Hierbei unterschied sich die Zahl der Bauelemente in den Baugruppen gleicher Funktion bei den Geräten der einzelnen Hersteller; es gab also keine gleiche a-priori-Zuverlässigkeit.

### Überlegungen

Es wurde festgestellt, daß bei dem untersuchten Ensemble die Werte der Zuverlässigkeitsdaten sowohl bei den Farbfernsehgeräten der japanischen Hersteller (QHJ) als auch bei den Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten der japanischen Hersteller (PHJ+) deutlich besser waren, als bei den Geräten der beiden Gerätegruppen (QHE und PHE-) der europäischen Hersteller. Daraufhin wurden bereits einige mögliche Erklärungen für diesen Unterschied gegeben. In der Tabelle 0 sind noch einmal die in beiden Arbeiten benutzten Begriffe und Abkürzungen zusammengestellt. Tabelle 1 wiederholt die Ausfalldaten der einzelnen Gerätegruppen mit den wichtigsten Werten der Zuverlässigkeit aus [1, Tabelle 1]. Außerdem sind die Ausfallquoten  $\lambda$  und die MTBF in den einzelnen Zeitabschnitten eingetragen, die aus den Zuverlässigkeitsfunktionen von Bild 3a und Bild 3b in [1] ermittelt wurden. Bei der Erfassung der Ausfälle wurde zunächst notiert, in welcher Baugruppe der Geräte sich die Ausfälle ereigneten. Die

Tabelle 0. Begriffe und Abkürzungen

		$\bar{T}_L$	mittleres Lebensalter: kumuliertes Lebensalter geteilt durch die Zahl der betrachteten Geräte
QHJ	Farbfernsehgeräte japanischer Hersteller		Ausfallquote $\lambda$ wird als Abkürzung für die Ausfallrate verwendet. Als Abkürzung für die Ausfallquote erhält $\lambda$ ein Dach.
QHE	Farbfernsehgeräte europäischer Hersteller		
PHJ	Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte japanischer Hersteller	MTBF	mittlere Zeit zwischen Ausfällen (mean time between failure)
PHJ+	Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte mit japanischen Konstruktionsmerkmalen	MTTF	mittlere Zeit bis zum Ausfall (mean time to failure)
PHE	Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte europäischer Hersteller	T	Betriebsdauer: Betriebsalter mal relative Einschaltzeit
PHE-	Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte europäischer Hersteller ohne die Geräte mit japanischen Konstruktionsmerkmalen	$T_{ges}$	kumulierte Betriebsdauer: Summe der Betriebsdauer aller gerade betrachteten Geräte
$T_L$	Lebensalter: Zeit von der ersten Inbetriebnahme bis zu einem Stichtag	$\bar{T}$	mittlere Betriebsdauer: kumulierte Betriebsdauer geteilt durch die Zahl der betrachteten Geräte. Im Rahmen dieser Arbeit mit 100 bzw. 500 h angesetzt
TLG	kumuliertes Lebensalter: Summe der Lebensalter aller Geräte an einem bestimmten Stichtag	R(t)	Zuverlässigkeitsfunktion (Überlebenswahrscheinlichkeit).

GG	N	T <sub>Lges</sub>	n	AQ	MTBF, J
QHJ	36	53 555	11	74,47	13,34
QHE	78	79 392	30	137,32	7,25
PHJ+	70	132 050	24	132,67	15,07
PHE-	83	178 209	57	208,91	9,57

Tabelle 1. Die Zahl der Geräte N in den einzelnen Gerätegruppen im Jahr 1981. Das kumulierte Lebensalter T<sub>Lges</sub>, die Zahl der Ausfälle n, die Ausfallquote AQ und die MTBF für das gesamte Lebensalter, Ausfallquote AQ und MTBF in den einzelnen Zeitabschnitten, nach Bild 3 a und 3 b von [1]

GG	TL	0	350	750	1100	1450	1800	2150	2500
QHJ	AQ	188,0	52,2	52,2	76,4	36,1			
	MTBF	5,3	19,1	19,1	13,1	27,7			
QHE	AQ	290,0	118,0	15,0	86,3				
	MTBF	3,4	8,5	63,3	11,6				
PHJ+	AQ	185,0	150,0	224,0	208,0	36,9	18,5	10,5	
	MTBF	10,8	13,4	8,9	9,6	54,3	108,2	108,2	
PHE-	AQ	298,0	462,0	440,0	209,0	261,0	123,0	131,0	
	MTBF	6,7	4,3	4,6	9,6	7,7	16,2	15,2	

Die einzelnen Baugruppen wurden mit Abkürzungen von je zwei Buchstaben bezeichnet (siehe Tabelle 2a).

Ebenso unmöglich war es, jeder Baugruppe mit Hilfe der in [3] ermittelten Ausfallquoten der verschiedenen Bauelemente die gleiche a-priori-Zuverlässigkeit zu geben.

Bei der Erfassung der Ausfälle wurde ferner aufgezeichnet, welche Bauelemente ausgefallen waren. Es wurde versucht, das Bauelement zu finden, das den Fehler ausgelöst hat. Auch für die einzelnen Arten von Bauelementen wurden Abkürzungen gewählt, die in Tabelle 2 b zusammengestellt sind. Um zu zeigen, welche Art von Bauelementen in welcher Baugruppe Ausfälle verursacht hat, wurde für jede Gerätegruppe eine Tabelle angelegt (Tabellen 3 a bis 3 d), in denen für jede Baugruppe eine Spalte und für jedes Bauelement eine Zeile vorgesehen ist. An jedem Kreuzungspunkt kann man ablesen, wieviele Bauelemente einer bestimmten Art in jeder Baugruppe Ausfälle

verursacht haben. Dabei wird für jeden Ausfall nur ein einziges Bauelement verantwortlich gemacht. Alle anderen Bauelemente, die bei diesem Ausfall mitzerstört wurden, werden nicht aufgeführt. Auch die Baugruppen, die infolge des Ausfalls einer anderen Baugruppe ausfielen, werden nicht berücksichtigt. Es wurde aber lange diskutiert, ob dies richtig sei. Hierbei wurde die Ansicht vertreten, daß bei einem gut entwickelten Gerätekonzept beim Ausfall einer Baugruppe keine andere Baugruppe beschädigt werden dürfe. Deshalb müßten bei einem Vergleich der Zuverlässigkeit von verschiedenen Gerätekonzepten auch die Baugruppen berücksichtigt werden, deren Ausfall durch Fehler in einer anderen Baugruppe verursacht wurde.

Während man in den Tabellen 3 a und 3 d für jede Gerätegruppe ablesen kann, wieviele Bauelemente welcher Art in jeder Baugruppe Ausfälle verursacht haben, sind in Tabelle 4 a die Zahl m und der Prozentsatz angegeben, mit der jede Bau-

gruppe an der Gesamtzahl n der Ausfälle jeder Gerätegruppe beteiligt war. In Tabelle 4 b sind für jedes Bauelement die Zahl k der Ausfälle und der Prozentsatz angegeben, mit dem dieses Bauelement an der Gesamtzahl n der Ausfälle jeder Gerätegruppe beteiligt war. Mit Hilfe dieser Tabelle kann man leicht feststellen, welche Baugruppen und welche Arten von Bauelementen bei jeder Gerätegruppe bevor-

- AE Eingebaute Antenne
- BD Bedienteil mit Programmwahl, Sensorelektronik
- BE Bildendstufe mit Vertikalablenkspulen
- BO Bildoszillator
- BR Bildröhre (mit äußerer Beschaltung)
- BZ Bild- ZF-Verstärker und -Demodulator
- EU Empfänger Ultraschall
- FD Farb- Demodulator mit Verzögerungsleitung und Matrix
- FE Farbendstufe (Farbdifferenzendstufe)
- FK Farb-Konvergenz (statisch und dynamisch) mit OW-NS-Entzerrung
- HS Hochspannungsteil mit - Gleichrichter
- KT Kombi-Tuner
- NN Netz-Stromversorgung
- SI Sender Infrarot
- SR Schärfregelung (Fokussierung)
- TE Ton-Endstufe mit Lautsprecher
- TZ Ton-ZF-Verstärker und Demodulator
- UT UHF-Tuner
- VE Video-Endstufe
- VT VHF-Tuner
- XA Fehler an Antennenanlage
- XB Bedienungsfehler
- ZE Zeilen-Endstufe mit Zeilenrafo und Zeilenablenkspulen
- ZO Zeilen-Oszillator mit Phasenvergleich

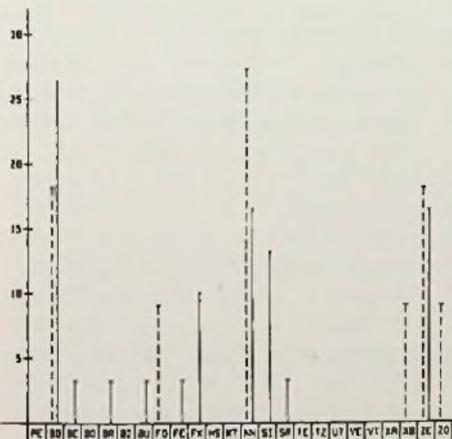


Bild 1 a. Ausfallprozentätze der Baugruppen für die Gerätegruppe QHJ (Linien gestrichelt) und Gerätegruppe QHE (Linien durchgezogen)

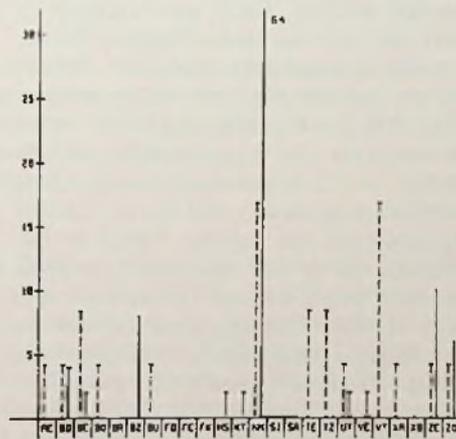


Bild 1 b. Ausfallprozentätze der Baugruppen für die Gerätegruppe PHJ+ (Linien gestrichelt) und Gerätegruppe PHJ- (Linien durchgezogen)

Tabelle 2 a. Baugruppen, in die die einzelnen Schaltungen zerlegt wurden und ihre Abkürzungen

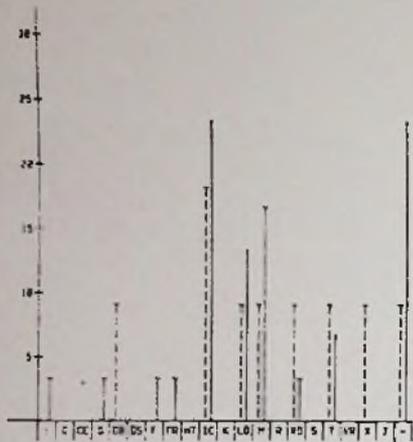


Bild 2 a. Ausfallprozentensätze von Bauelementen in transportablen Farbfernsehgeräten japanischer Hersteller (Linien gestrichelt) und europäischer Hersteller (Linien durchgezogen)

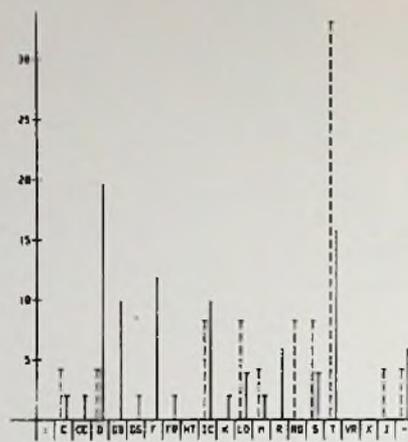


Bild 2 b. Ausfallprozentensätze von Bauelementen in transportablen Schwarz-Weiß Fernsehgeräten japanischer Hersteller (Linien gestrichelt) und europäischer Hersteller (Linien durchgezogen)

zugt ausfielen. Um eine schnelle Übersicht über diese Baugruppen zu vermitteln, sind in Bild 1 a die Ausfallprozentensätze der Baugruppen von Farbfernsehgeräten, in Bild 1 b die Ausfallprozentensätze von Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten dargestellt. Auf den horizontalen Achsen dieser Bilder sind die Abkürzungen der Baugruppen, auf den vertikalen Achsen ist der Ausfallprozentensatz aufgetragen. Die Längen der vertikalen Linien über jeder ausgefallenen Baugruppe entsprechen dem Ausfallprozentensatz dieser Baugruppe. Die Linien für die Gerätegruppen der japanischen Hersteller sind gestrichelt, die Linien für die Gerätegruppen der europäischen Hersteller sind durchgezogen gezeichnet. Für eine schnelle Übersicht über die bevorzugt ausgefallenen Bauelemente sind die Ausfallprozentensätze der Bauelemente aus Tabelle 4 b in Bild 2 in der gleichen Art dargestellt wie die Ausfallprozentensätze der Baugruppe in Bild 1.

### Schwache Baugruppen

Aus Bild 1 a erkennt man sofort, daß sowohl bei den Geräten japanischer als auch bei den Geräten europäischer Hersteller die Baugruppen BD (Bedienteil), NN (Netzteil) und ZE (Zeilenendstufe) mit den höchsten Prozentsätzen ausfielen. Dies sind die gleichen Baugruppen, die auch bei einer entsprechenden Untersuchung von Farbfernsehgeräten deutscher Hersteller [2] mit den höchsten Prozentsätzen ausfielen.

**BD (Bedienteil):** Bei der Gerätegruppe QHJ wurden die Ausfälle durch einen mechanischen Fehler und durch ein defektes Abstimmpotentiometer, bei der Gerätegruppe QHE durch zwei mechanische Fehler, vier defekte ICs und zwei unbekannte Bauelemente verursacht. Unbekannte Bauelemente tauchen immer dann in den Daten auf, wenn bei der Reparatur die gesamte Baugruppe gewechselt wurde. Dies geschah z.B. dann, wenn, wie im Falle der Bedienteile, zur Reparatur mehrere ICs hätten ausgelötet werden müssen und die Ersatztypen weder als Bauelemente vorhanden waren, noch von einer Pin-kompatiblen Baugruppe abmontiert werden konnten. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die beiden Ausfälle, bei denen die Bauelemente unbekannt blieben, durch defekte ICs verursacht wurden. Zwei der vier Ausfälle durch ICs waren Frühausfälle der Speicher-ICs, auf die schon in [1] hingewiesen wurde. Man kann also feststellen, daß bei der Gerätegruppe QHE die meisten Fehler im Bedienteil durch ICs verursacht wurden. Auch in Bild 2 a kann man ablesen, daß ICs in dieser Gerätegruppe die mit am häufigsten ausgefallenen Bauelemente waren. Sicherlich wäre die Zahl der Ausfälle noch größer gewesen, wenn alle die in diesen ICs vorhandenen Bauelementefunktionen und konzentrierten Bauelemente hätten realisiert werden müssen. Hier muß man die Frage stellen, ob auch wirklich alle vorhandenen Bauelemente-

funktionen für den normalen Betrieb des Gerätes notwendig sind, oder ob sich bei dem Entwurf von ICs eine Art sportlicher Ehrgeiz entwickelt hat, immer größere Packungsdichten auf einem Chip zu realisieren. Werden alle Funktionen benötigt und ist es wirtschaftlicher, einen einzigen IC zu verwenden, statt die Funktionen auf mehrere ICs aufzuteilen, muß geprüft werden, ob der Einsatz dieses Typs in Fernsehgeräten möglich ist. Dies geschieht am besten durch den Anwender selbst, da er die möglichen Störgrößen beim Betrieb von Fernsehgeräten meist besser kennt als der Hersteller der ICs. Bei immer kleiner werdenden Strukturen werden zwangsläufig die durch die Technologie bedingten Streuungen von Exemplar zu Exemplar größer. Es ist deshalb möglich, daß ein IC den Betrieb in einem störungsfreien Fernsehgerät aushält, bei Störungen im Inneren des Gerätes und bei Störungen von außen aber zerstört wird. Den Ausfall des Gerätes durch derartige Exemplare kann man verhindern, wenn man jeden IC vor dem Einbau einem ZAP-Test unterwirft, d.h. jeden Pin mit einem Stromstoß belastet [4]. Jeder Pin muß hierbei mindestens die Energie verkraften, die auch dann beim Betrieb des IC in einem Fernsehgerät bei Störungen entstehen kann. Ein derartiger Test setzt u.U. die

:	Sonderzeichen bedeutet Kurzschluß in der entsprechenden Baugruppe
C	Kondensator
CE	Elektrolytkondensator
D	Diode
DB	Brückengleichrichter
DS	Stabgleichrichter
F	Sicherung
FR	Rücklötsicherung
HT	Thyristor
IC	integrierter Schaltkreis
K	Kontakte, Steckverbindungen, Berührungsverbindungen
LÖ	Lötstellen
M	Mechanik
R	Widerstand
RD	Potentiometer
S	Schalter
T	Transistor
X	kein defektes Bauteil vorhanden
J	Trimmer
-	unbekanntes Bauelement
m	Anzahl der defekten Bauelemente in der entsprechenden Baugruppe

Tabelle 2 b. Bezeichnungen einzelner Bauelemente und gewählte Abkürzungen.

BG \ BT	I	C	CE	D	DB	DS	FR	HT	IC	K	LO	H	R	RD	S	VR	X	J	e
RE																			
BD																			2
BE																			
BO																			
BR																			
BZ																			
EU																			
FD																			
FE																			
FK																			
HS																			
KT																			
NN																			
SI																			3
SR																			
TE																			
TZ																			
UT																			
VE																			
VT																			
XR																			
XB																			1
ZE																			2
ZO																			1

Tabelle 3a. Die Art und die Zahl der Bauelemente (BT), die in jeder Baugruppe (BG) der Gerätegruppe QHJ Ausfälle verursacht haben  
Gerätegruppe: QHJ

BG \ BT	I	C	CE	D	DB	DS	FR	HT	IC	K	LO	H	R	RD	S	VR	X	J	e
RE																			
BD																			
BE																			
BO																			
BR	1																		1
BZ																			
EU																			
FD																			
FE																			
FK																			
HS																			
KT																			
NN																			
SI																			
SR																			
TE																			
TZ																			
UT																			
VE																			
VT																			
XR																			
XB																			
ZE																			
ZO																			

Tabelle 3b. Die Art und die Zahl der Bauelemente (BT), die in jeder Baugruppe (BG) der Gerätegruppe QHE Ausfälle verursacht haben  
Gerätegruppe: QHE

BG \ BT	I	C	CE	D	DB	DS	FR	HT	IC	K	LO	H	R	RD	S	VR	X	J	e
RE																			
BD																			
BE																			
BO																			
BR																			
BZ																			
EU																			
FD																			
FE																			
FK																			
HS																			
KT																			
NN																			
SI																			
SR																			
TE																			
TZ																			
UT																			
VE																			
VT																			
XR																			
XB																			
ZE																			
ZO																			

Tabelle 3c. Die Art und die Zahl der Bauelemente (BT), die in jeder Baugruppe (BG) der Gerätegruppe PHJ+ Ausfälle verursacht haben

BG \ BT	I	C	CE	D	DB	DS	FR	HT	IC	K	LO	H	R	RD	S	VR	X	J	e
RE																			
BD																			
BE																			
BO																			
BR																			
BZ																			
EU																			
FD																			
FE																			
FK																			
HS																			
KT																			
NN																			
SI																			
SR																			
TE																			
TZ																			
UT																			
VE																			
VT																			
XR																			
XB																			
ZE																			
ZO																			

Tabelle 3d. Die Art und die Zahl der Bauelemente (BT), die in jeder Baugruppe (BG) der Gerätegruppe PHE- Ausfälle verursacht haben  
Gerätegruppe: PHE

Fertigungsausbeute an brauchbaren Exemplaren herab. Dies ist ein Zeichen dafür, daß bei der Entwicklung Schutzmaßnahmen innerhalb des ICs nicht ausreichend berücksichtigt wurden.

**NN (Netzteil):** Während bei der Untersuchung der Zuverlässigkeit von transportablen Fernsehgeräten im Jahre 1979 [5] der Ausfallprozentsatz im Netzteil der Geräte der Gerätegruppe QHJ mit 20% um 5% unter dem der Geräte der Gerätegrup-

pe QHE lag, liegt er bei der vorliegenden Untersuchung mit 27% um 10% darüber. Die Ausfälle bei der Gerätegruppe QHJ wurden durch einen Brückengleichrichter, eine Lötstelle und einen Transistor verursacht. Bei der Gerätegruppe QHE wurden die Ausfälle durch eine Gleichrichterdiode, eine Sicherung, einen IC und zwei unbekanntenen Bauelemente verursacht. Wie diese hohen Ausfallprozentsätze bei japanischen und europäischen Farbfernseh-

geräten zeigen, sind die Netzteile immer noch eine wesentliche Schwachstelle der Geräte. Grobe Fehler bei der Dimensionierung, wie sie in [2] beschrieben werden, wurden bei den Gerätegruppen QHJ und QHE nicht festgestellt. Trotzdem hätten sicherlich auch hier Ausfälle vermieden werden können, wenn bei der Entwicklung der Geräte die Möglichkeit von Netzstörungen berücksichtigt worden wäre. Wie ernst Netzstörungen zu nehmen sind, erkennt man daran, daß immer wieder Artikel über dieses Thema geschrieben werden [6] und auf Fachtagungen immer wieder über das Thema EMC (Electromagnetic Compatibility) vorgetragen wird [7, 8]. Kein neu entwickeltes Fernsehgerät sollte zur Fertigung freigegeben werden, ohne daß es auf seine Empfindlichkeit gegenüber Netzstörungen untersucht worden ist. Zu diesem Zweck wurden spezielle Geräte zur Simulation von Netzstörungen entwickelt [9]. Diese Untersuchungen sind besonders wichtig, weil auch Ausfälle von Bauelementen in anderen Baugruppen durch Netzstörungen verursacht werden können. Die Gefahr dazu ist besonders groß, wenn Netzzuführung und Antennenanschluß auf dem Chassis diagonal gegenüberliegen. Dieser Konstruktionsfehler wird häufig gemacht. Störungen vom Netz können dann nur auf Umwegen zur Antenne abfließen. Dabei treten z.B. hohe „Schrittspannungen“ an den Anschlüssen empfindlicher Bauelemente auf und zerstören diese. Netzzuführungen müssen möglichst dicht am Antenneneingang liegen und die Entstörkondensatoren sollen möglichst dicht am Erdanschluß der Antennenbuchse angeschlossen sein. Dadurch kann die Beschädigung von Bauteilen durch Netzstörungen weitgehend vermieden werden.

**ZE (Zellenendstufe):** Die Zeilenendstufe war die dritte Baugruppe, die bei den Geräten japanischer und europäischer Hersteller einen hohen Ausfallprozentsatz hatte. Bei der Gerätegruppe QHS wurden beide Ausfälle durch Leistungstransistoren verursacht. Bei der Gerätegruppe QHE wurden zwei der Ausfälle durch Lötstellen und jeweils ein Ausfall durch einen Leistungstransistor, ein unbekanntes Bauelement und eine Rücklötsicherung verursacht. Nachdem die Rücklötsicherung mit ihrem eigenen Zinn repariert worden war, ereignete sich kein weiterer Ausfall in der Zeilenendstufe dieses Gerätes. Da der Fehler bei einem Lebensalter des Gerätes von etwa 250 Tagen auftrat, kann

GG	QHJ		QHE		PHJ+		PHE-	
	n	%	n	%	n	%	n	%
BE					1	4,2		
BD	2	18,2	8	26,4	1	4,2	2	4,0
BE			1	3,3	2	8,4	1	2,0
BO					1	4,2		
BR			1	3,3				
BZ	1	9,1			1	4,2	4	8,0
EU			1	3,3				
FD	1	9,1						
FE			1	3,3				
FK			1	10,0				
HS							1	2,0
KT					1	4,2	1	2,0
NN	3	27,3	5	16,5	4	16,8	32	64,0
SI			4	13,2				
SR			1	3,3				
TE					2	8,4		
TZ					2	8,4		
UT					1	4,2	1	2,0
VE							1	2,0
VT					4	16,8		
XB					1	4,2		
XE	1	9,1			1	4,2		
ZE	2	18,2	5	16,5	1	4,2	5	10,0
ZO	1	9,1			1	4,2	3	6,0

Tabelle 4a. Zahl der Ausfälle m und die Prozentzahl, mit der jede Baugruppe an der Gesamtzahl der Ausfälle n bei jeder Gerätegruppe beteiligt war.

GG	QHJ		QHE		PHJ+		PHE-	
	k	%	k	%	k	%	k	%
C			1	3,3				
CE					1	4,2	1	2,0
D	1	9,1	1	3,3	1	4,2	10	19,6
DB					1	4,2	5	9,8
DS							1	2,0
F			1	3,3			6	11,8
FR			1	3,3			1	2,0
HT								
IC	2	18,2	7	23,3	2	8,3	5	9,8
K							1	2,0
LO	1	9,1	4	13,3	2	8,3	2	3,9
M	1	9,1	5	16,7	1	4,2	1	2,0
R							3	5,9
RD	1	9,1	1	3,3	2	8,3		
S					2	8,3	2	3,9
T	3	27,3	2	6,7	8	33,3	8	15,7
VR								
X	1	9,1						
J					1	4,2		
-	1	9,1	7	23,3	1	4,2	3	5,9

Tabelle 4b. Zahl der Ausfälle k und die Prozentzahl, mit der jedes Bauelement an der Gesamtzahl der Ausfälle n bei jeder Gerätegruppe beteiligt war

man einen Fehler an der Rücklötlösung mit ziemlicher Sicherheit ausschließen. Der Ausfall muß von einem anderen Bauelement ausgelöst worden sein, das sich aber selbst heilte und deshalb nicht mehr gefunden werden konnte. Ebenso wenig konnte festgestellt werden, ob der ausgefallene Leistungstransistor selbst den Ausfall verursacht hatte oder ebenfalls durch den kurzzeitigen Defekt eines anderen Bauelementes zerstört wurde. Der Ausfall ereignete sich bei einem Lebensalter des Gerätes von 11 Tagen und ist so ein typischer Frühausfall. Frühaus-

fälle von Transistoren kann man u.U. verhindern, wenn man vor dem Einbau bestimmte Parameter mißt und die Exemplare aussondert, bei denen man einen Ausfall befürchten muß. Große Beachtung muß man den Ausfällen durch fehlerhafte Lötstellen schenken, die sich bei einem Lebensalter der Geräte von etwa 1450 Tagen und etwa 1700 Tagen, d.h. nach 4 Jahren bzw. knapp 5 Jahren, ereigneten. Ursache beider Fehler war wie die Lötstellenfehler in der Baugruppe FK (Konvergenzteil, OW Modulator) die ständige Überhitzung der Lötstellen durch Hochleistungswiderstände.

### Echte Konstruktionsfehler

Diese Fehler sind echte Konstruktionsfehler, die entweder durch genügend lange Anschlußdrähte der Hochlastwiderstände, durch Erniedrigung der Betriebstemperatur der Widerstände (Typ mit höherer Belastbarkeit) oder durch großflächige Lötstellen mit besserer Wärmeableitung vermieden werden können. Die Ausfälle der Leistungstransistoren bei den Geräten der Gerätegruppe QHJ ereigneten sich bei einem Lebensalter von 174 Tagen bzw. 193 Tagen. In beiden Fällen handelt es sich um späte Frühausfälle, über die das gleiche zu sagen ist wie über den Ausfall des Leistungstransistors bei dem Gerät der Gerätegruppe QHE.

Außer den drei Baugruppen mit den höchsten Ausfallprozentansätzen, deren Ausfälle bisher beschrieben wurden, hatte auch die Baugruppe SI (Sender-Infrarot) bei der Gerätegruppe QHE mit 13% einen hohen Ausfallprozentansatz. Einen Ausfall bei einem Lebensalter des Gerätes von 2 Tagen brachte ein defekter IC, drei Ausfälle bei einem Lebensalter der Geräte von 219 Tagen, 300 Tagen und 405 Tagen wurden durch schlechte Kontakte der Tasten bzw. der Batteriehalter verursacht. Dies sind ebenfalls schwere Konstruktionsfehler. Es muß einen Service-Techniker beschäftigen, der sieht, daß ein Kunde vergeblich versucht hat, durch einen Schaumgummi-streifen den zu schwachen Kontaktdruck des Batteriehalters zu erhöhen und bei diesem Versuch die Schweißstellen der Kontakte mit dem Kunststoffgehäuse abgebrochen hat.

### Gleiche Symptome bei S/W-Empfängern

In Bild 1 b wurden die Ausfallprozentansätze der Baugruppen von Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten dargestellt. Wie bei den Farb-

fernsehgeräten ist auch bei diesen Geräten der Ausfallprozentansatz in der Baugruppe NN (Netzteil) am größten. Er ist bei der Gerätegruppe PHE- mit 63% erschreckend hoch. Von 32 Ausfällen wurden allein 10 durch Gleichrichter-Dioden und 5 durch Brückengleichrichter verursacht. Vier der Dioden fielen im Lebensabschnitt zwischen 1. und 2. Lebensjahr der Geräte aus, drei weitere Dioden im Lebensabschnitt zwischen 2. und 3. Lebensjahr. Es handelt sich bei diesen Ausfällen um verfrühte Verschleißausfälle durch ständige Überlastung. Diese Überlastung kann entstehen, wenn die Dioden nicht ausreichend dimensioniert sind, um über längere Zeit den Stromstoß beim Einschalten zu verkraften [1]. Sie kann aber auch entstehen, wenn die Dioden zwar theoretisch ausreichend dimensioniert, im Gerät aber falsch untergebracht sind. Dabei können sie sich entweder gegenseitig aufheizen oder werden von anderen Bauelementen aufgeheizt. Vier der Brückengleichrichter fielen im Lebensabschnitt zwischen 3 und 6 Monaten aus. Auch diese Ausfälle wurden durch Überlastung verursacht. Es sind also ebenfalls Konstruktionsfehler. Diese treten bei Brückengleichrichtern in besonders frühem Lebensalter auf, weil sich die Dioden im gemeinsamen Gehäuse gegenseitig aufheizen. Diese Aussage wird durch den Ausfall eines Brückengleichrichters der Gerätegruppe PHJ+ bei einem Lebensalter von 130 Tagen bestätigt. Bei den Geräten der Gerätegruppe PHE- wurden 6 Ausfälle durch defekte Sicherungen verursacht, ohne daß die Geräte nach dem Einsetzen neuer Sicherungen Fehler zeigten! Bei den Geräten der Gerätegruppe PHJ+ wurden dagegen keine Ausfälle durch defekte Sicherungen verursacht. Auch diese Ausfälle müssen wieder als Folge von Konstruktionsfehlern interpretiert werden. Sie ereigneten sich in jedem Lebensalter der Geräte und stets beim Einschalten. Dies läßt darauf schließen, daß die Sicherungen für den Einschaltstrom nicht ausreichend dimensioniert waren. Die Ausfälle in den Netzteilen durch Dioden, Gleichrichter und Sicherungen traten bei den Geräten der meisten europäischen Hersteller auf. Die beiden Ausfälle durch Netzschalter im Lebensalter der Geräte von 1381 Tagen und 2630 Tagen ereigneten sich nur bei einem Gerätetyp, der von zwei europäischen Herstellern vertrieben wurde. Es handelt sich um Verschleißausfälle des Schalterteils für Niederspannung, der auch bei Netzbe-

trieb bei jeder Betätigung hohe Ströme schalten muß. Zum Abschluß der Besprechung der Fehler im Netzteil sei noch auf Bild b hingewiesen. Hier sieht man deutlich, welcher hohen Ausfallprozent die Bauelemente D (Diode), DB (Brückengleichrichter) und F (Sicherung) bei den Geräten der europäischen Hersteller haben.

### Auch Tuner fallen aus

Bei der Gerätegruppe PHJ+ hat außer dem Netzteil auch die Baugruppe VT (VHF-Tuner) einen hohen Ausfallprozent. Die Ausfälle wurden durch zwei Transistoren gleichen Typs beim Lebensalter von 90 Tagen und 887 Tagen in 2 Geräten des gleichen Herstellers verursacht. Von diesen Geräten sind 6 Stück im Ensemble. Eine Ersatzbeschaffung der defekten Trommelkanalwähler war nicht sofort möglich. Es wurde deshalb repariert. Nach der Reparatur mußte festgestellt werden, daß der Zeitaufwand und die nervliche Belastung des Reparateurs sehr hoch waren. Leider war es unmöglich, bei allen Reparaturen an den Geräten unseres Ensembles zumindest den Zeitaufwand zu erfassen, um später auch die Reparierbarkeit als Qualitätskriterium auswerten zu können. Die Geräte dieses Herstellers würden jedenfalls einen schlechten Qualitätswert bekommen haben. Man kann natürlich die Frage stellen, ob man bei Geräten, die nur selten Ausfälle haben, bei der Konstruktion auf leichte Reparierbarkeit achten muß. Die Differenz zwischen dem fortschreitenden Stand der Technik und dem Ausbildungsstand des Service-Personals lassen das aber grundsätzlich anraten. Die beiden anderen Ausfälle ereigneten sich ebenfalls an Trommelkanalwählern und wurden durch defekte Schalterkontakte im Lebensalter von 970 Tagen und 1022 Tagen verursacht. Die häufige Betätigung des Schalters beim Umschalten von VHF und UHF macht sich hier bemerkbar. Allerdings sind nach einigen Jahren auch die Rasten bestimmter Stationstasten verschlissen. Dies ist jedoch eine Dunkelziffer in unserer Statistik, da derartige Fehler nicht gemeldet werden, sondern der Benutzer des Gerätes selbst die Reservetasten programmiert. Später ist dann der genaue Zeitpunkt des ersten Versagens nicht mehr festzustellen. Deshalb ist es nicht möglich, vergleichende Aussagen über die Zuverlässigkeit von Trommelkanalwählern und elektronisch abgestimmten

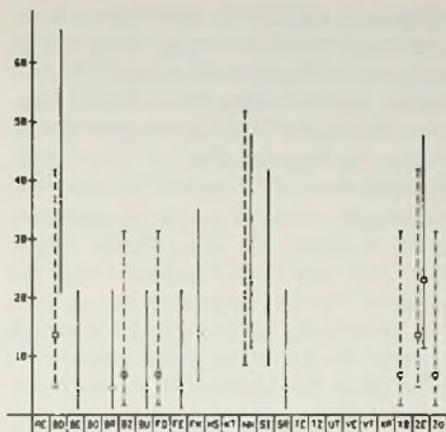


Bild 3 a. Ausfallquoten der Baugruppen mit 90%-Vertrauensbereich für die Gerätegruppe QHJ (Linien gestrichelt) und die Gerätegruppe QHE (Linien durchgezogen). Der Hauptwert der Ausfallquote ist durch einen Querstrich markiert

Kanalwählern zu machen, zumal dann auch die Ausfälle der ICs zur Stabilisierung der Abstimmspannung zur Baugruppe VT gerechnet werden müßten. Da die Zahl der Ausfälle in den anderen Baugruppen sehr niedrig war, lassen sich keine weiteren Erkenntnisse ableiten. Lediglich beim Betrachten des Bildes 2 b erkennt man, daß bei der Gerätegruppe PHJ+ 33% der Ausfälle durch Transistoren verursacht wurden. Fünf von acht Transistoren waren Leistungstransistoren, die im Lebensalter von zwei und mehr Jahren ausfielen. Auch hier muß man fehlerhafte Dimensionierung vermuten, die nach längerer Zeit zu Ausfällen führt.

### Deutsche Netzteile sind schwach

Mit Hilfe der Ausfallprozentätze ist es zwar möglich, Aussagen über unterschiedliche Zuverlässigkeit innerhalb jeder einzelnen Gerätegruppe, nicht aber vergleichende Aussagen zwischen zwei Gerätegruppen zu machen, da das kumulierte Lebensalter  $T_{L95}$  jeder Gerätegruppe dabei nicht berücksichtigt wird. Deshalb wurden für alle Baugruppen jeder Gerätegruppe die Ausfallquote  $\lambda$  und die MTBF berechnet – beide mit dem 90%-Vertrauensbereich. Die berechneten Werte sind in Bild 3 a für die Gerätegruppen QHJ und QHE und in Bild 3 b für die Gerätegruppen PHJ+ und PHE- dargestellt. In diesen Bildern ist bei jeder Baugruppe der Unterschied in der Zuverlässigkeit gut zu erkennen. Betrachten wir zuerst die

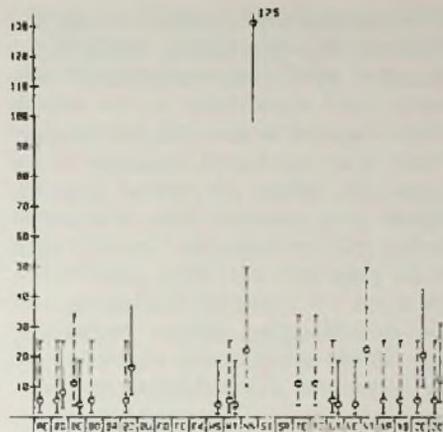


Bild 3 b. Ausfallquoten der Baugruppen mit 90%-Vertrauensbereich für die Gerätegruppe PHJ+ (Linien gestrichelt) und die Gerätegruppe PHJ- (Linien durchgezogen). Der Hauptwert der Ausfallquote ist durch einen Querstrich markiert

Farbfernsehgeräte. Der Ausfallprozentatz in der Baugruppe BD (Bedienteil) bei den Geräten europäischer Hersteller ist nur 10% größer als bei den Geräten japanischer Hersteller. Die Ausfallquote dieser Baugruppe liegt aber bei den Geräten europäischer Hersteller 150% über der der Geräte japanischer Hersteller. In der Baugruppe NN (Netzteil) ist der Ausfallprozentatz der Geräte der europäischen Hersteller 10% kleiner als bei den Geräten japanischer Hersteller. Die Ausfallquote ist aber 3% größer als die der Geräte japanischer Hersteller. Ähnliches gilt für die Baugruppe ZE (Zeilenendstufe). Es soll darauf verzichtet werden, alle in den Bildern 3 a und 3 b ablesbaren Details zu diskutieren. Lediglich auf die extrem hohe Ausfallquote der Baugruppe NN (Netzteil) bei der Gerätegruppe PHE- soll noch hingewiesen werden.

### Zuverlässigkeit ist keine Kostenfrage

In [1] wurde festgestellt, daß die Zuverlässigkeit der Geräte japanischer Hersteller insgesamt größer ist, als die der Geräte europäischer Hersteller. Beim Vergleich der Ausfallquoten der einzelnen Baugruppen der Geräte wird dies meist bestätigt. Ist man Anhänger der häufig vertretenen Meinung, daß mehr Zuverlässigkeit mehr Geld kostet, müßten die Geräte japanischer Hersteller teurer sein als die Geräte der europäischen Hersteller. Dies ist nach meiner Kenntnis nur bei den Geräten

eines japanischen Herstellers richtig. Nun muß man die Frage stellen, ob die Zuverlässigkeit der Geräte europäischer Hersteller nicht ausreichend ist. Ich möchte diese Frage mit einem Vorbehalt bejahen. Wenn aber japanische Hersteller in der Lage sind, Geräte mit höherer Zuverlässigkeit zum gleichen Preis anzubieten, sollten auch europäische Hersteller dazu in der Lage sein. Die vorher gestellte Frage wurde mit Vorbehalt beantwortet, weil die Zuverlässigkeit einiger Baugruppen der Geräte europäischer Hersteller und besonders die Zuverlässigkeit der Farbfernsehgeräte europäischer Hersteller im ersten Lebensabschnitt meiner Meinung nach nicht ausreichend ist. Auch bei der Untersuchung der Zuverlässigkeit von Farbfernsehgeräten deutscher Hersteller [20] wurde festgestellt, daß der Wert der Ausfallquote von der ersten Inbetriebnahme beim Benutzer bis zum Lebensalter von etwa 50 Tagen von  $5000 \cdot 10^{-6}/h$  auf etwa  $500 \cdot 10^{-6}/h$  fällt, d.h. die Zuverlässigkeit der Geräte im frühen Lebensalter sehr schlecht ist. Die Reparaturkosten der Frühausfälle, die sich schon zum Teil im Herstellerwerk ereignen, erhöhen die realen Herstellungskosten der Geräte. Auch die Kosten für die Reparatur der Ausfälle, die sich während der Garantiezeit ereignen, wurden bisher zum großen Teil (zu Recht) vom Hersteller der Geräte getragen. Eine nicht veröffentlichte Untersuchung hat ergeben, daß bei vergleichbaren Geräten japanischer und europäischer Hersteller die Garantiekosten bei Geräten europäischer Hersteller viermal so hoch waren (!).

Ein Teil der Frühausfälle entsteht durch Fertigungsfehler. Bei der großen Zahl möglicher Fertigungsfehler ist es schwierig, bei der Endkontrolle alle Fehler zu finden, besonders die Fehler, die nur zeitweise auftreten. Deshalb muß möglichst fehlerfrei gefertigt werden. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Konstruktion der Geräte auch fertigungsgerecht ist. Entscheidend für eine fertigungsgerechte Konstruktion ist eine gute Rückkopplung zwischen Fertigung und Entwicklungslabor.

## Konsequenzen

Wie man in Bild 2 erkennt, werden viele Ausfälle von Halbleiter-Bauelementen verursacht. Um festzustellen, ob der Ausfall durch einen Fehler im Bauelement verursacht wurde, müssen möglichst viele Bauelemente gesammelt und eingehend

untersucht werden, um den Fehlermechanismus zu entdecken. Liegt diese Ausfallsursache im Bauelement, müssen Prüfverfahren und Prüfstrategien entwickelt werden, mit deren Hilfe es möglich ist, die Fehler der Bauelemente vor dem Einbau zu erkennen [14]. Selbstverständlich muß gleichzeitig versucht werden, Bauelemente herzustellen, die keine Fehler haben. U.u. muß das Layout geändert oder ein anderer Typ von Bauelementen verwendet werden. Es ist schwer, die Zuverlässigkeit von ICs vorzuberechnen [11] oder deren Schwachstellen zu erkennen. Bei der Besprechung der Fehler im Bedienteil wurde bereits auf ein wirksames Prüfverfahren hingewiesen. Sicher ist es zweckmäßig, bereits beim Entwurf der ICs bessere Schutzmaßnahmen vorzusehen. In vielen Fällen ist der Schutz durch einfache Dioden oder Z-Dioden nicht ausreichend. Dann müssen Halbleiter mit mehr als zwei Sperrschichten (z.B. Thyristorfunktionen) in den Chip eingebaut werden [12].

Wichtig zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Bauelementen ist vor allem der Rückfluß der Erkenntnisse aus Langzeituntersuchungen in die Entwicklung. Es muß ein Fehlerkatalog erstellt werden, in dem alle Fehler zusammengestellt sind, die bei früheren Gerätetypen als Konstruktionsfehler erkannt wurden. Mit Hilfe dieses Katalogs muß jede neue Konstruktion untersucht werden. Das gleiche Verfahren muß auch von den Herstellern der Bauelemente benutzt werden.

Auf der Suche nach weiteren Erklärungen für die höhere Zuverlässigkeit der Geräte japanischer Hersteller wurden die Schaltungen der Geräte unseres Ensembles untersucht. Bei der Besprechung des Bildes 1 wurde bereits darauf hingewiesen, daß einige Baugruppen bei allen Geräten besonders fehleranfällig sind. In Bild 3 kann man ablesen, daß die Ausfallquote dieser Baugruppen bei den japanischen Geräten aber meist niedriger ist. Bei der Besprechung von Bild 2 wurde ebenfalls darauf hingewiesen, daß es kritische Arten von Bauelementen gibt, die besonders viele Ausfälle verursacht haben. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Zahl der Ausfälle in den Baugruppen aber auch in den Gerätegruppen mit der Zahl der verwendeten kritischen Bauelemente zusammenhängt. In einer Studie [13] wurde aus den Schaltungen der verschiedenen Geräten für jede kritische Baugruppe die Zahl der kritischen Bauelemente ermittelt. Hier-

aus wurde für jede kritische Baugruppe allein und für alle kritischen Baugruppen einer Gerätegruppe eine mittlere Zahl von kritischen Bauelementen berechnet. Diese Mittelwerte lagen für die meisten kritischen Baugruppen bei den Geräten der japanischen Hersteller unter den Mittelwerten der europäischen Hersteller. Dies beweist zumindest für das untersuchte Ensemble, daß höhere Zuverlässigkeit nicht immer höhere Kosten verursacht, sondern im Gegenteil durch gezielte, d.h. entwickelte Zuverlässigkeit geringere Materialkosten, geringere Montagekosten, geringere Reparaturkosten im Werk und geringere Garantiekosten nach Auslieferung der Geräte entstehen. Außerdem können die Werbungskosten gespart werden, die bei schlechter Zuverlässigkeit – beim Verbraucher meist schlechte Qualität genannt – aufgewendet werden müssen, um den Verbraucher die negative Werbung durch schlechte Qualität vergessen zu machen.

## Literaturverzeichnis

- [1] H. J. Blasberg, J. Herrmann: Ausfall- und Zuverlässigkeitsdaten von transportablen Fernsehgeräten; Funk-Technik 11/81.
- [2] H. J. Blasberg: Die Ausfallhäufigkeit der Baugruppen von Fernsehgeräten. Funk-Technik, 35. Jahrgang Nr. 4/1980
- [3] H. J. Blasberg: Die Ausfallquoten von Bauelementen in Farbfernsehgeräten; Funk-Technik, 35. Jahrgang Nr. 12/1980
- [4] R. L. Minear, G. A. Dodson: Effects of Electrostatic Discharge on Linear Bipolar Integrated Circuits; Bell Telephone Labs, Reading, P.A.
- [5] H. J. Blasberg: Statistische Auswertung der Ausfalldaten von transportablen Fernsehgeräten; Fernseh- und Kino-Technik, 33. Jahrgang Nr. 8/1979.
- [6] H. Rehderer: Störspannungen in Niederspannungsnetzen; etz, Band 100 (1979), Heft 5, Seite 216–220.
- [7] F. D. Martzloff: EMC 1979, Int. Symposium EMC Rotterdam; Seite 449–454.
- [8] W. T. Roades: IEEE 1979, Int. Symposium in EMC San Diego; Seite 171–179.
- [9] H. Kunz: Entstehung und Simulation von Netzstörungen; Elektroniker CH Nr. 10/1980, D. Nr. 8/1980
- [10] H. J. Blasberg: Die Zuverlässigkeit von Farbfernsehgeräten; Funk-Technik, 34. Jahrgang Nr. 12/1979.

[11] T. Turner: IC Failure-rate calculations evaluate components realistically; EDN April 15, 1981

[12] R. L. Minear, G. A. Dodson: Effects of Electrostatic Discharge on Linear Bipolar Integrated Circuits; Bell Telephone Labs, Reading, PA

[13] J. Herrmann: Ermittlung von Zahlenwerten der Zuverlässigkeit transportabler europäischer und japanischer Fernsehgeräte; Diplomarbeit am Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik, Universität Karlsruhe, 1980.

[14] K. Hoffmann, H. Röder, R. Vogt: Ein

neues Verfahren zur Bestimmung der Lebensdauer von elektronischen Bauelementen; Frequenz, 35 (1981) 7

## Lautsprecherboxen in ungewöhnlicher Form

Eine dänische Forschergruppe, die aus Designern und Technikern besteht, hat einen Lautsprecher entwickelt, der sich in Form und Funktion von den üblichen Lautsprechern unterscheidet.

Der Zweck war, Kunden zu berücksichtigen, die in ihrem Lautsprecher zwei Eigenschaften vereinigt sehen wünschen, nämlich hohe technische Qualität und eine schlichte, natürliche Formgebung.

Ein Lautsprecher muß die selben Erfordernisse wie ein Musikinstrument erfüllen:

- er muß unaufdringlich sein
- er muß naturtreu wiedergeben
- er muß eine schöne, natürliche Form haben.

In einem viereckigen Lautsprechergehäuse entstehen Resonanz- und Turbulenzwirkungen, die sich in die Gehäusekonstruktion übertragen und die Lautsprecherkomponenten beeinflussen. Baut man dagegen die Lautsprecherkomponenten in ein zylindrisches Gehäuse ein, so erreicht man eine Neutralisierung dieser Einwirkungen, sowie eine ruhige und natürliche Wiedergabe aller Passagen.

Der Lautsprecher TUBE-100 mit seinem besonderen Design und seiner Qualität ist dazu geeignet, ein schöner und natürlicher Bestandteil jeder Wohneinrichtung zu sein.

Unabhängig von seinem Standort liefert er den akustischen Spiegel von jedem Musikinstrument und den individuellen Charakter jeder Stimme. Gleichgültig, wo man sich im Raum befindet, wird die Qualität der Wiedergabe überall dieselbe sein. Getestet wurde die Tonqualität des „TUBE-100“ in einem natürlichen Wohnumfeld, nämlich einem möblierten Wohnzimmer, in dem die sich hier befindenden verstärkenden und dämpfenden Faktoren auf das totale Lautbild Einfluß haben. (Bild 1).



Bild 1. Lautsprecher in rundem Gehäuse aus Dänemark

Technische Daten:

Nennbelastung: 100 W  
 Impedanz: 8  $\Omega$   
 Übertragungsbereich: 20–30 000 Hz  
 Prak. Betriebsleistung: 93 dB/1 W  
 Tiefton: 8 Dynamic Damping  
 Zwischenton: 4 Konus  
 Hochton: 1 Dome  
 Übertragungsfrequenzen: 800/5000 Hz  
 Netto Volumen: 26 l  
 Netto Gewicht: 12 kg  
 Gehäuse: Matt-weiß, schwarz  
 Höhe: 110 cm

Vertrieb in Deutschland:  
 Werner Lundby, Ottenshof 11  
 3000 Hannover 71, Tel. 05 11/51 37 56

## DROP-IN GaAs-FET-Verstärker für 2 bis 18 GHz

Die kleinen Verstärker mit axialen Anschlüssen eignen sich zum Einbau in Stripline- oder Microstripschaltungen besonders gut. Sie sind in Dünnschichttechnik aufgebaut und in einem Metallgehäuse untergebracht.

Zum Schutz gegen HF-Einstreuungen über die Versorgungsspannung erfolgt die Zuführung der Betriebsspannung über ein RFI-Filter.

Es werden zwei Baugrößen mit folgenden Abmessungen geliefert:

Baugröße R-1:

36,6 × 29,0 × 7,6 mm (S- und C-Band)

Baugröße R-2:

32,8 × 25,1 × 7,6 mm (X- und K-Band)

Bei den genannten Baugrößen liegt die Verstärkung zwischen 6 dB und 22 dB. Die Bandbreiten sind zum Teil größer als eine Oktave, z. B.: 2 GHz bis 6 GHz oder 7,5 GHz bis 18 GHz.

Die Ausgangsleistung bei 1 dB Kompression ist + 10 dBm, die Sättigungsleistung liegt bei + 19 dBm.

Beispiel einer Standardspezifikation am Typ A 55 H-82:

Frequenzbereich:	4...8 GHz
Verstärkung:	17 dB
Rauschzahl:	5,5 dB
VSWR	2,1 : 1

(Eingang u. Ausgang):

Stromaufnahme: 120 mA bei 12 V  
 Diese Serie von Drop-in-GaAs-FET-Verstärkern wurde in einer neu gegründeten Forschungsabteilung bei TRW AERTECH entwickelt. Diese Abteilung beschäftigt sich ausschließlich mit dem Einsatz neuer Techniken an Mikrowellenbauelementen, wie Zirkulatoren, Mischern und Verstärkern. □

# Mikrocomputer in der Unterhaltungselektronik

## 11. Folge: Der Mikrocomputer als Bauelement der Steuer- und Regeltechnik

Jeder Radio- und Fernsichttechniker, der ein Gerät mit Mikrocomputer auf seinen Tisch bekommt, sollte die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Bausteins kennen. Dann geben ihm die weitreichenden Steuerfunktionen keine Rätsel auf, und Fehler sind rasch eingekreist. Dipl.-Phys. Wolfgang Link, Dozent an der Fachschule für EDV in Paderborn, ermöglicht mit dieser Beitragsfolge den Einstieg in die Mikrocomputer-Technik, wobei er stets die Bedürfnisse des Radio- und Fernsichttechnikers im Auge behält.

Bisher wurde der Mikroprozessor, seine Erweiterung zum Mikrocomputer und der Datenfluß in ihm beschrieben. Das geschah – vor allem hinsichtlich der Peripheriegeräte – unter dem Aspekt eines datenverarbeitenden Bauelements. In Zukunft wird aber der Mikroprozessor zunehmend zur Steuerung und Regelung verwendet werden. In ähnlicher Weise erging es schon dem Operationsverstärker, der ursprünglich nur für Analogrechner und Analogregelungen verwendet wurde, aber seit Einführung billiger integrierter Operationsverstärker ein Universalbauelement der Elektronik ist. Bevor in einem späteren Kapitel die Anwendungen des Mikrocomputers in Geräten der Unterhaltungselektronik behandelt wird, sollen hier kurz einige Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie der Mikrocomputer zur Meßwerterfassung und zum Steuern und Regeln verwendet wird.

### Die Temperatur wird gemessen und geregelt

Im einfachsten Fall handelt es sich bei der Temperaturmessung um eine Ein- oder Zwei-Punkt-Messung, beispielsweise mit Hilfe eines Minimum- oder Maximumgebers.

Bild 60 zeigt, wie ein solcher Grenzwertgeber – beispielsweise ein Bimetallschalter – an einen Mikrocomputerkanal angeschlossen wird. Möchte man Minimum und Maximum abfragen, muß ein zweiter Geber über eine zweite Anschlußleitung mit dem Kanal verbunden werden. Um einwandfreie Pegel zu gewährleisten, wird in dieser Schaltung ein Pull-up-Widerstand verwendet, der bei geöffnetem Schalter für „H“-Niveau sorgt. Wenn angenommen wird, daß der Schalter bei Erreichen der Temperaturgrenze öffnet, muß der Mikroprozessor lediglich regelmäßig die am Kanal anliegende Information einlesen und überprüfen, ob auch an der niederwertigsten Binärstelle (bit 0) „L“-Niveau liegt.

Bei manchen Anwendungen ist freilich eine kontinuierliche Temperaturmessung erforderlich. Man verwendet dann eine Schaltung nach Bild 61. Die Temperatur wird durch ein analoges Bauelement – einen Temperatursfühler – erfaßt. Dazu eignen sich NTC-Widerstände oder spezielle Temperatursfühler auf Halbleiterbasis. NTC-Widerstände ändern ihren Widerstand allerdings nicht linear mit der Umgebungstemperatur. Sie sind daher nur für einen begrenzten Temperaturbereich einsetzbar, will man nicht zu große Ungenau-

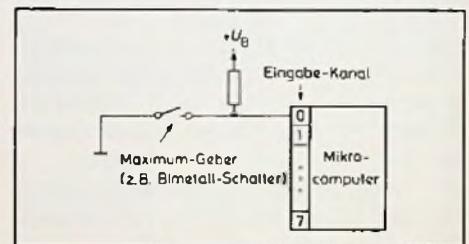


Bild 60. Ein-Punkt Grenzwerttemperaturabfrage durch einen Mikrocomputer (mit Pull-up-Widerstand)

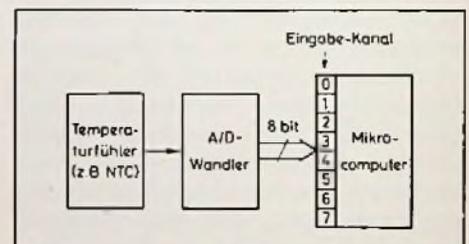


Bild 61. Temperaturmessung. Der analoge Meßwert des Temperatursfühlers wird im Analog-Digital-Wandler digitalisiert, in den Mikrocomputer eingelesen und daraus die exakte Temperatur errechnet

igkeiten bei der Messung in Kauf nehmen. Temperatursfühler auf Halbleiterbasis arbeiten dagegen über einen großen Temperaturbereich sehr linear.

Die von der Temperatur veränderte analoge Größe Widerstand oder Spannung muß zuerst in ein Bitmuster umgewandelt werden. Man nennt diesen Vorgang „digitalisieren“ und verwendet dazu Analog-Digital-Wandler. Der Mikrocomputer liest dann den digitalisierten Wert ein und er-

rechnet daraus die Temperatur. Warum der Rechengvorgang notwendig ist, soll an einem Beispiel gezeigt werden: Die vom Mikrocomputer eingelesenen Zahlenwerte ( $x$ ) seien bei  $0^\circ\text{C}$   $x = 40$  und bei  $40^\circ\text{C}$   $x = 120$ . Um bei  $0^\circ$  auch 0 als Temperaturwert zu erhalten, muß vom eingelesenen Wert 40 subtrahiert werden. Bei  $40^\circ$  ergibt sich dann 80 als Zahlenwert, also muß dieser Wert noch durch 2 dividiert werden, um auf den richtigen Wert 40 zu kommen. Arbeitet der Temperaturfühler linear, sind nach diesem Umrechnungsverfahren ( $(x-40)/2$ ) automatisch auch alle anderen Temperaturwerte richtig. Soll nun nicht nur eine Temperaturmessung, sondern eine Temperaturregelung stattfinden, verwendet man eine Anordnung, wie in Bild 62 gezeigt. Hier muß die digitalisierte und umgerechnete Temperatur – der „Temperatur-Istwert“ – mit dem im Computer gespeicherten Sollwert verglichen werden. Soll ein zu häufiges Ein- und Ausschalten vermieden werden, kann das bei Schaltern übliche Hystereseverhalten nachgebildet werden. Dazu wird eine untere Temperatur angegegeben, bei der die Heizung eingeschaltet und eine obere Temperatur, bei der sie ausgeschaltet werden soll.

### Schrittmotorsteuerung

Schrittmotoren werden überall dort verwendet, wo es auf eine genau definierte Anzahl von Umdrehungen oder Bruchteile von Umdrehungen der Antriebswelle ankommt. Das ist beispielsweise der Fall wenn der Schreib-Lesekopf einer Disketten-Station auf die gewünschte Spur positioniert werden soll oder wenn der Bohrkopf einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine auf eine genaue vorgegebene Position vorfahren soll.

Bild 63 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Schrittmotors. Versorgt man die Statorwicklungen derart mit Strom, daß ein umlaufendes Magnetfeld entsteht, so wird der Anker dem umlaufenden Magnetfeld folgen. Pro Spulenumschaltung ergibt sich ein genau definierter Drehwinkel. Die Anzahl der nacheinander an die einzelnen Spulen ausgegebenen Impulse bestimmt also den Drehwinkel oder die Drehzahl des Ankers. Wird der Umschaltvorgang bei einer bestimmten Spule abgebrochen, verharrt der Anker bei dieser Spule und der Drehvorgang ist beendet. Bild 64 zeigt die Ansteuerung eines Schrittmotors durch einen Mikrocomputer. Anhand des

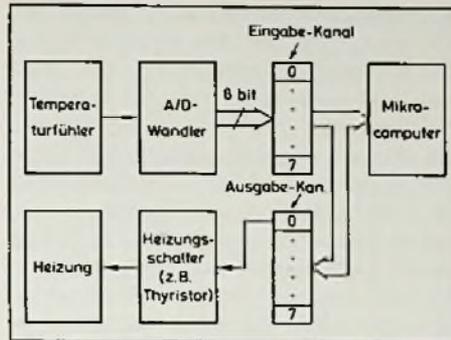


Bild 62. Temperatur-Regelkreis. Der digitalisierte Temperaturwert (Istwert) muß im Mikrocomputer mit dem gespeicherten Sollwert verglichen werden. Ist er niedriger als die Solltemperatur, wird die Heizung durch Ausgabe eines „H“-Pegels auf dem Ausgabe-Kanal eingeschaltet

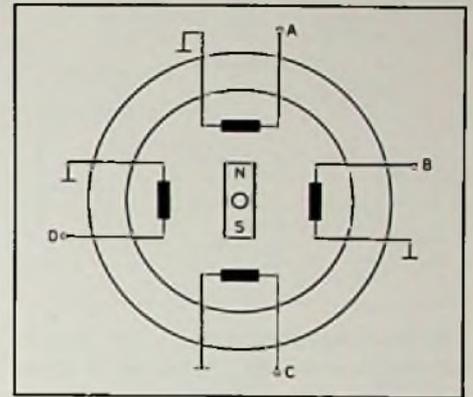


Bild 63. Prinzipieller Aufbau eines Schrittmotors. Der Permanentmagnet-Anker wird durch das magnetische Feld der auf dem Stator befindlichen Spulen bewegt

in Bild 65 dargestellten Impulsplans für die Stromversorgung der Wicklungen ergeben sich die der Reihe nach vom Mikrocomputer auszugebenden Datenwörter. Mit Hilfe des vom Hersteller für den Motor vorgegebenen Drehwinkels pro Umschaltvorgang kann der Mikrocomputer aus der Anzahl der ausgegebenen Impulse die genaue Drehzahl errechnen oder umgekehrt für eine vorgegebene Drehzahl die erforderlichen Umschaltimpulse ermitteln.

### Drehzahlmessung bei Gleichstrommotoren

Um die Drehzahl eines Motors zu messen, muß die Drehung der Motorwelle in eine elektrische Größe umgewandelt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten: Eine Schlitzscheibe in Verbindung mit einer Gabellichtschranke, ein Hall-Element in Verbindung mit einem auf die Motorwelle geklebten Magnet, eine Induktionsspule mit einem auf der Welle aufgeklebten Magnet oder bei sehr langsam drehenden Wellen die Verwendung eines Reed-Schalters in Verbindung mit einem auf die Motorwelle geklebten Magnet.

In Bild 66 ist die Drehzahlmessung mit Hilfe eines Mikrocomputers und einer Schlitzscheibe dargestellt. Werden die vom Fototransistor durch die Bewegung der Schlitzscheibe erzeugten Impulse während einer genau definierten Meßzeit vom Mikrocomputer gezählt, so kann die

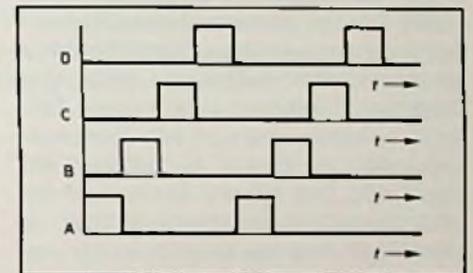
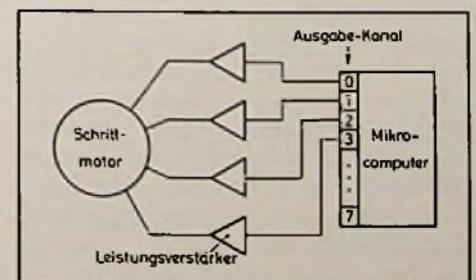


Bild 64. Ansteuerung des Schrittmotors durch einen Mikrocomputer. Für die Leistungsverstärkung finden vorwiegend Leistungs-Darlington's Verwendung, da sie eine sehr hohe Stromverstärkung haben

Bild 65. Impulsplan für die „Bestromung“ der Spulen eines Schrittmotors. Wenn die Wicklungen A bis D der Reihe nach mit den niederwertigen Anschlüssen (bit 0 bis 3) des Kanals verbunden sind, müssen der Reihe nach vom Mikrocomputer die Zahlen  $01_{16}$ ,  $02_{16}$ ,  $04_{16}$ ,  $08_{16}$  ausgegeben werden



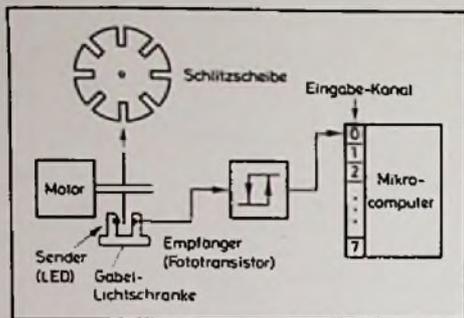


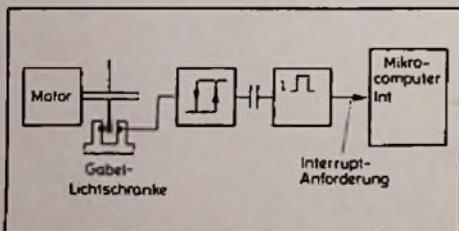
Bild 66. Drehzahlmessung. Die Schlitzscheibe wandelt die mechanische Drehbewegung mit Hilfe der Gabel-Lichtschranke in elektrische Impulse um

Umdrehungszahl bei vorgegebener Anzahl der Schlitze vom Mikrocomputer errechnet werden. Beträgt beispielsweise die Meßzeit eine Sekunde und hat die Schlitzscheibe 10 Schlitze, so muß die Anzahl der gezählten Impulse durch 10 dividiert werden, um die Umdrehungszahl pro Sekunde zu erhalten. Damit der Mikroprozessor nicht pausenlos durch den Zählvorgang belegt ist, kann man ein Zähler-IC vorsehen, das vom Mikrocomputer regelmäßig zu Beginn der Meßzeit gelöscht wird, und dessen Zählerstand am Ende der Meßzeit abgefragt wird. Eine andere Möglichkeit bestände darin, die von der Gabel-Lichtschranke kommenden Impulse als Interruptsignale zu verwenden, wobei der Zählvorgang jeweils durch das Interrupt-Unterprogramm durchgeführt würde.

## Drehbewegungs-Melder

Oft braucht man eine Rückmeldung, ob ein elektromechanisch angetriebenes Gebilde sich dreht – beispielsweise ein Plattenteller oder der Bandwickel einer Cassette. Für die Umwandlung der Drehbewegung in eine elektrische Größe bieten sich die gleichen Verfahren an, wie die im

Bild 67. Drehbewegungsmelder (das Monoflop ist nachtriggerbar)



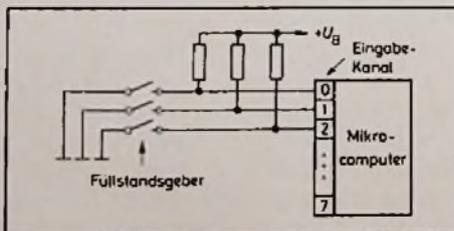
Abschnitt „Drehzahlmessung“ erwähnten. Da hier jedoch nicht der einzelne Impuls von Interesse ist, sondern nur die Tatsache, daß regelmäßig Impulse kommen, die Welle sich also dreht, bietet sich hier die Verwendung eines nachtriggerbaren Monoflops an (Bild 67). Die Verweilzeit des Monoflops muß so bestimmt werden, daß es bei der Minimaldrehzahl der Welle gerade eben wieder neu getriggert wird. Sinkt die Drehzahl unter die Minimaldrehzahl oder bleibt der Motor stehen, kippt das Monoflop regelmäßig zurück oder verharrt dauernd in seinem Ruhezustand. Das dabei auftretende Signal wird als Interrupt-Signal für den Mikroprozessor verwendet.

## Füllstands-Messung

Bild 68 zeigt eine Anordnung zur Messung des Füllstandes eines Gefäßes an drei verschiedenen Stellen: leer, halbvoll, voll. Die von den Füllstandsgebern – beispielsweise Druckdosen – kommenden Signale speisen den Eingabe-Kanal des Mikrocomputers. Den drei verschiedenen Füllhöhen entsprechen also drei verschiedene Dualzahlen. Wenn angenommen wird, daß die nichtbelegten Stellen des Eingabekanal „L“-Niveau führen und daß die Füllstandsgeber bei Erreichen der Füllhöhe öffnen, sind es die den Dezimalzahlen 1, 3 und 7 entsprechenden Dualzahlen. Um den Füllstand zu ermitteln, muß der Mikrocomputer lediglich überprüfen, welche dieser drei Zahlen im Eingabe-Kanal stehen.

Die gleiche Anordnung läßt sich auch für das Erfassen des Plattendurchmessers bei einem Plattenspieler verwenden, um festzustellen, ob keine, eine 17 cm-, 25 cm- oder 30 cm-Schallplatte aufgelegt ist. Anhand dieser Information kann dann der Mikrocomputer die Schwenkbewegung des Tonarms steuern. (Wird fortgesetzt)

Bild 68. Füllstandsmessung bei drei Pegelstufen



## Neues vom Mars

### Natürlicher Laser

Amerikanische Wissenschaftler haben einen natürlichen Laser entdeckt. Es ist das Kohlendioxid der Mars-Atmosphäre. Sie ist im Bereich der infraroten Wärmestrahlung bei 0,01 Millimeter Wellenlänge ungefähr eine Milliarde Mal heller, als normal zu erwarten wäre. Die Entdeckung gelang einer Arbeitsgruppe am Goddard-Raumflugzentrum der Raumfahrtbehörde NASA unter Dr. Michael Mumma. Die ungewöhnlich starke Strahlung, die aus 70 bis 90 Kilometer Höhe über der Marsoberfläche stammt, war bereits von anderen Forschern verzeichnet worden. Zu ihnen gehörte der Miterfinder des Lasers, Dr. Charles Townes. Erst der NASA-Gruppe gelang jedoch der endgültige Nachweis, daß es sich um eine Laser-Strahlung handelt. Wie Mumma in „Science“ (Bd. 212, S. 45) berichtet, stammt die Energie des Lasers in der Mars-Atmosphäre von der Sonne. Ihre Strahlung lädt die Kohlendioxid-Moleküle der oberen Mars-Atmosphäre mit Energie auf. Sie entledigen sich der überschüssigen Energie, indem sie Infrarotstrahlung von 0,01 Millimeter Wellenlänge aussenden. Trifft sie ein anderes Kohlendioxid-Molekül, lädt sie es mit Energie auf. Ist das Kohlendioxid-Molekül bereits aufgeladen, wird es durch die Strahlung veranlaßt, sich seinerseits der überschüssigen Energie durch Aussendung derselben Strahlung zu entledigen.

Bei technischen Kohlendioxid-Lasergeräten werfen Spiegel die Infrarotstrahlung immer wieder in das Gas zurück, bis so viele Moleküle aufgeladen sind, daß sie insgesamt eine Dauerstrahlung aussenden. In der Mars-Atmosphäre ist die Zahl der Kohlendioxid-Moleküle so groß, daß es dieses Kunstgriffes nicht bedarf. Mumma und seine Gruppe haben gemessen, daß die Zahl der energiegeladenen Moleküle dort hundertmal größer als die der nichtgeladenen ist. Damit ist die Voraussetzung für das Aussenden von Laserstrahlung erfüllt. Die Entdeckung mag eine durchaus irdische Folge haben: In den Vereinigten Staaten wird immer noch um das Laser-Patent prozessiert. Die Entdeckung eines natürlichen Lasers könnte die juristische Position der Patentinhaber schwächen: Natürliche Vorgänge sind nämlich nicht patentfähig. Dr. B

Hi-Fi-Cassettenrecorder

# Umgerüstet auf Metallband

Seit der IFA '81 gibt es die portable Stereo-Kompaktanlage „HiFi-Studio 1“ von Telefunken in einer Version, die u. a. auf Metallband ausgelegt wurde – das „HiFi-Studio 1 M“. Metallbänder bieten gegenüber CrO<sub>2</sub>-Bändern eine bessere Höhen-Aussteuerbarkeit und der Klirrfaktor liegt bei Vollaussteuerung im tief- und mittelfrequenten Bereich deutlich tiefer. Zum Abspielen von Metallbändern bedarf es gegenüber herkömmlichen Cassettenrecordern noch keiner besonderen Schaltungstechnik. Doch hat Metallband sehr hohe Werte für die Koerzitivfeldstärke und Sättigungsremanenz, so daß aufnahmeseitig der Cassettenrecorder im „HiFi-Studio 1 M“ neue Schaltungsdetails aufweist.

Wolfgang Klausberger, Mitarbeiter der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover, erläutert in folgendem Beitrag, welche Maßnahmen zum „Umrüsten“ der Kompaktanlage auf Metallband notwendig waren.

## Die „Köpfe“ sind neu

Die guten magnetischen Eigenschaften des Metallbands stellen nicht nur höhere Anforderungen an den Aufsprechkopf, sondern auch an den Löschoszillator, der einen um rd. 6 dB höheren Löscho- und Vormagnetisierungsstrom an den Löscho- bzw. A/W-Kopf liefern muß. Ein verschleißfester Sendust A/W-Kopf mit einem hohen Sättigungsfluß und einer mechanischen Spaltbreite von 1,3 µm garantiert geringen Klirrfaktor sowie guten Frequenzgang. Zum Verringern der Wirbelstromverluste ist der Kern des Kopfes je Spur dreifach lamelliert.

Für die erforderliche Löscho- und Vormagnetisierung bei Aufnahmen mit Metallband sorgt ein Voll-Ferit-Löscho-Kopf. Obwohl der Löschostrom 120 mA bis 130 mA beträgt, entsteht im Löschokopf eine so geringe Wirkleistung ( $P_v = 250 \text{ mW}$ ), daß keine thermische Bandbeschädigung auftreten kann.

## Ein Löschoszillator für niedrige Betriebsspannung

Das „HiFi-Studio 1 M“ ist sowohl für Netzbetrieb 220 V/110 V als auch für 12-V-Batteriebetrieb (Akkumulator, Primärzellen, Fremdspannungsanschluß) ausgelegt. Der hohe Löscho- und Vormagnetisie-

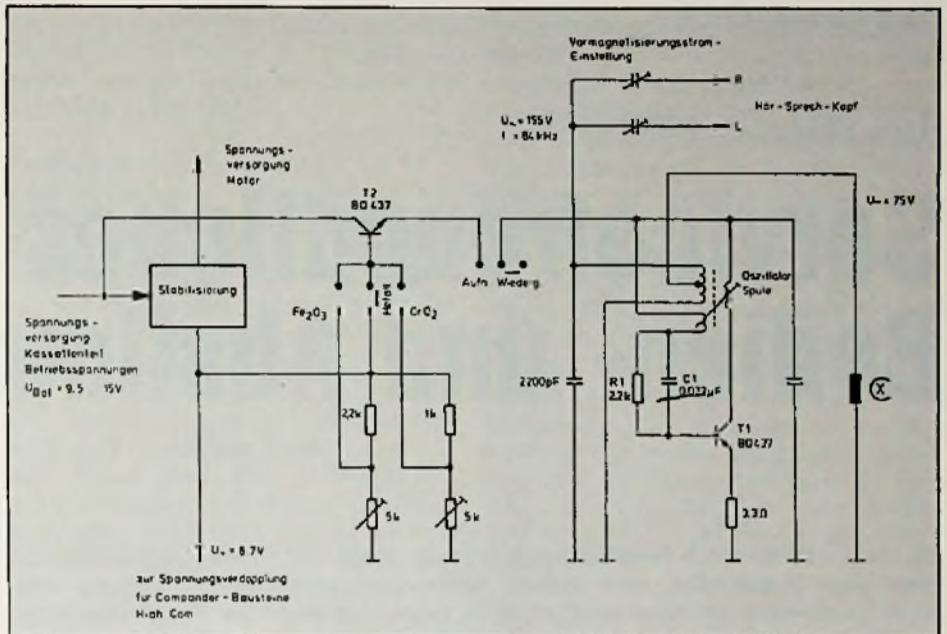


Bild 1. Prinzipschaltung des Löscho- und Vormagnetisierungsoszillators im „HiFi-Studio 1 M“. Dieser Oszillator liefert auch bei einer Batteriespannung von nur 9,5 V noch genügend Löscho- und Vormagnetisierungsenergie für einwandfreie Aufnahmen mit Metallband (Bild: Telefunken)

rungsstrom ist also mit einer verhältnismäßig kleinen Betriebsspannung aufzubringen, denn es muß der Aufnahme- und Wiedergabebetrieb mit Metallband bis zu einer möglichen Batterie-Unterspannung von 9,5 V gewährleistet sein.

Das Prinzip des Löscho- und Vormagnetisierungszosillators mit seiner Spannungsversorgung zeigt Bild 1. Die vom Versorgungsteil des Gerätes gelieferte Spannung im Bereich von 9,5 V bis 15 V wird von einer Transistorstufe auf 8,7 V stabilisiert. Bei Metallbandaufnahmen steuert diese Spannung direkt die Basis des Emitterfolgers T2. An dessen Ausgang steht dann eine stabile Betriebsspannung von 8 V für den Oszillator bereit. Bei den Bandsorten Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und CrO<sub>2</sub> wird die Basisspannung von T2 und damit auch die Versorgungsspannung des Oszillators entsprechend der geringeren Vormagnetisierung niedriger eingestellt.

Bei Cassettenrecordern, die nur für Netzbetrieb vorgesehen sind, steht für die Dimensionierung der Oszillatorschaltung meist eine Gleichspannung von rd. 24 V zur Verfügung. Da gegenüber dem mit nur 8 V gespeisten Oszillator des „HiFi-Studio 1 M“ die gleiche Löscho- und Vormagnetisierungsleistung aufgebracht werden

muß, ist die Stromaufnahme des Oszillators solcher Geräte geringer. So hat der Oszillator der Kompaktanlage bei Metallbandaufnahmen eine Stromaufnahme von 250 mA, die allerdings mit CrO<sub>2</sub>- oder Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Bändern auf 150 mA bzw. 90 mA zurückgeht.

Wie Bild 1 zeigt, arbeitet der Oszillator in Meißner-Schaltung, wobei die Kreisspannung mit einem Verhältnis von 32 aus der Kollektorstwicklung herauftransformiert wird. Um bei diesem verhältnismäßig hohen Übersetzungsverhältnis geringe Toleranzen der Oszillatoraten zu erhalten, ist eine präzise Wickelanordnung der Oszillatortorspule mit extrem hohem Kopplungsfaktor Voraussetzung. Die Stromaufnahme der Schaltung läßt sich durch die Wahl des Arbeitspunktes des Oszillatortransistors T1 optimieren. Am günstigsten ist der C-Betrieb, der durch eine starke Rückkopplung erreicht werden kann. Diese rückgekoppelte Spannung wird an der Basis-Emitter-Diode gleichgerichtet und lädt C1 so auf, daß der Arbeitspunkt in Sperrrichtung verschoben wird. Die Höhe der Rückkopplungsspannung ist aber nicht beliebig groß wählbar, da die maximal zulässige Emitter-Basis-Sperrspannung  $U_{EBO} = 5 \text{ V}$  eine Grenze setzt. □

### Farb-Fernsehgeräte

Hans Seehuber, Peter Lindner

# Servicefreundliches Bedien- und Abstimmssystem

Mit dem VTS-Konzept (Video-Tuning-System) bietet Valvo, Hamburg, einen IC-Satz samt Applikation zum Aufbau eines servicefreundlichen Bedien- und Abstimmsystems an. Gorenje Körting, Grassau, hat einen der Applikationsvorschläge modifiziert und rüstet seit Herbst letzten Jahres seine Farb-Fernsehgeräte der oberen Preisklasse mit VTS aus. Die Körting-Entwickler brachten die VTS-Bausteine auf verschiedenen Platinen unter, die im Servicefall ausgewechselt oder selbst repariert werden können. Wie Fehler zu lokalisieren sind, zeigen die Autoren in folgendem Beitrag. Einleitend erklären sie die Aufgaben der einzelnen VTS-Bausteine auf ungewohnt saloppe Weise, die einen schon zum schmunzeln bringen kann. Wir beließen es bei der eigenwilligen Darstellung mit dem „Bauern“ und seinen „Knechten“, weil sie uns als willkommene Abwechslung zum oft über Gebühr strapazierten Techniker-Latein erschien.

Das VTS ist ein fernbedienbares Abstimm- und Bediensystem, das die Abstimmung durch Frequenzsynthese bewerkstelligt. Eine dreistellige 7-Segment-LED-Anzeige informiert über den gewählten Kanal oder Programmspeicher. Alle Analogfunktionen sind am Ortsbedienteil des Gerätes und über die Infrarot-Fernbedienung steuerbar.

Mit diesem Beitrag soll die Servicefreundlichkeit des VTS-Konzeptes aufgezeigt werden. Auf eine detaillierte, für den Praktiker unwichtige Schaltungserklärung wird deshalb verzichtet. Unter Servicefreundlichkeit verstehen wir:

Das Schaltungskonzept und die technischen Funktionsvorgänge müssen klar und verständlich sein.

Der technische Aufbau muß übersichtlich und servicegerecht sein.

Dem Fachmann muß eine ausführliche Dokumentation mit detaillierten Informationen zur Verfügung stehen. Hierzu ist bei Körting ein Sonderheft erschienen.

Die Autoren sind Mitarbeiter der Gorenje Körting Electronic GmbH & Co., Grassau.

## Die Geschichte vom „VTS-Bergbauern“

Folgen Sie uns zur Funktionsbeschreibung des VTS-Konzeptes in die Heimat der Körting-Farbfernseher, in den schönen Chiemgau. Auf einem Bergbauernhof wohnt unsere VTS-IC-Familie:

Da ist zunächst einmal der Mikroprozessor „MAB 8021“, vergleichbar mit einem Bauern vom alten Schlag. Er überwacht und koordiniert die anfallenden Aufgaben, arbeitet auch ein bißchen selber, aber für die Routinearbeiten hat er zuverlässige Knechte, die seine Anweisungen korrekt und selbständig ausführen. Allerdings hat der Bauer ein schlechtes Gedächtnis; vor allem bei Abschalten der Spannungsversorgung würde er alles vergessen. Doch hat er die ideale Ehefrau: Sie heißt „ER 1400“ und vergißt – wie die meisten Ehefrauen – nichts. Er macht es sich deshalb einfach und erzählt ihr alles über die Kanalbelegung. Dafür kann er sie bei Bedarf fragen und gutmütig wie sie ist, gibt sie jedesmal genaue Auskunft.

Nun zu seinen Knechten: Es sind ihrer

drei, und sie heißen „SAA 1061“, „SAB 3013“, und „SAB 3024“. Der „SAA 1061“ ist der Anzeige-Speicher-Knecht. Er überwacht 16 LED-Segmente, die er nach Anweisung des Bauern ein- und ausschaltet. Und da der Bauer kluge Anweisungen gibt, erscheint auf den aus diesen Segmenten gebildeten 7-Segment-Anzeigen immer etwas informatives, wie „P 27“ (Programm 27) oder „C 40“ (Kanal 40).

Der zweite Knecht ist der „SAB 3013“, der Analog-Speicher-Knecht. Er überwacht 6 Analog-Steuerspannungen, die er nach Anweisungen des Bauern eingestellt hat. Diese Analog-Signale steuern die Funktionen Lautstärke, Kontrast, Farbsättigung, Helligkeit, Bässe und Höhen.

Der letzte Knecht ist der „SAB 3024“, der Abstimmspannungsgenerator-Knecht. Er erhält vom Bauern eine Information über die Tuneroszillator-Soll-Frequenz. Diese vergleicht er laufend mit der Ist-Frequenz, und korrigiert notfalls die Abstimmspannung. Dabei helfen ihm seine Freunde, der Frequenzteiler „SAB 1018“ und der Integrator „CA 3140“. Gemeinsam arbeiten sie so zuverlässig, daß sie auf den „AFC-Knecht“, der auf anderen Bauernhöfen unentbehrlich ist, verzichten können.

Wie unterhält sich nun der Bauer mit seinen Partnern? Sie alle können ja nur die Binärsprache! Nun, bei der Gattin ist es einfach. Wie in jeder Ehe gibt es zwischen den Partnern besonders enge Beziehungen, die sich hier als direkte Verbindungsleitungen äußern. Anders läuft die Unterhaltung mit den Knechten. Sie erhalten ihre Befehle über eine gemeinsame Bus-Leitung (G-Bus). Welcher Befehl jetzt für welchen Knecht gilt, ergibt sich aus der

Befehlslänge. Der Anzeige-Speicher-Knecht reagiert nur auf 18 bit lange Befehle, der Analog-Speicher-Knecht akzeptiert nur 12-bit-Befehle und der Abstimmspannungsgenerator-Knecht folgt nur dem 14-bit-Befehl.

Bei einem Programmwechsel zum Beispiel, auf Speicherplatz 5 geschieht dann folgendes: Der Bauer erhält über Fern- oder Ortsbedienung Kenntnis von dem gewünschten Programmwechsel. Zunächst befiehlt er dem Analog-Speicher-Knecht: „Stelle Lautstärke-Steuer-Spannung auf Minimum“. Dann fragt er seine Frau, welche Kanalnummer auf Speicherplatz 5 abgespeichert ist. Aus der Kanalnummer errechnet er schnell die zugehörige Frequenz und kümmert sich persönlich um die richtige Bandwahlspannung. Nun gibt er dem Anzeige-Speicher-Knecht eine Information, die diesen veranlaßt, die Anzeige „P 5“ erscheinen zu lassen. Der Abstimmspannungsgenerator-Knecht erhält eine neue Frequenzvorgabe und ändert die Abstimmspannung entsprechend. Anschließend erhält der Analog-Speicher-Knecht den Auftrag: „Stelle die Lautstärke-Steuer-Spannung wieder auf den alten Wert“.

Der Programmwechsel ist nun beendet und die 3 Knechte achten bis zum nächsten Befehl peinlich genau darauf, daß der zuletzt befohlene Zustand erhalten bleibt.

## Der Aufbau des VTS-Konzepts

Durch das konsequente Zusammenfassen der Bauteile in die entsprechende Funktionsgruppen konnte der Forderung nach einem servicereichen Aufbau voll Rechnung getragen werden. Die Funktionsgruppen befinden sich auf drei leicht austauschbaren Platinen, die einzeln im Bedienteil eingesteckt sind.

### Anzeige-Platine (ANZ-M)

Auf dieser Platine befindet sich eine dreistellige 7-Segment-LED-Anzeige für die Angabe des momentan abgestimmten Kanals bzw. angewählten Programmspeichers. Die einzelnen Segmente werden von der integrierten Schaltung „SAA 1061“ (IC 01) angesteuert.

### Mikroprozessor-Platine (MP-1)

Auf dieser Platine befindet sich der Mikroprozessor „MAB 8022“ (IS 01) und der nichtflüchtige Speicher „ER 1400“ (IS 05)

mit der dazugehörigen Beschaltung. Die Mikroprozessor-Platine ist frontseitig mit einem Tastenfeld verbunden, über das die Ortsbedienung erfolgt.

### Analog-Memory-Platine (ANZ-MEM)

Mit dem Schaltkreis „SAB 3013“ (IS 51) werden 6 Steuerspannungen für Stellfunktionen erzeugt. Diese Steuerspannungen können zum Teil über die Normregler am Bedienteil vom Kunden nach seinem individuellen Geschmack beeinflusst werden.

Das Stand-by-Netzteil und die Abstimmspannungs-Erzeugung befindet sich auf der ZP-4-Platine. Die Abstimmspannungs-Erzeugung besteht aus dem Frequenzteiler „SAB 1018“ (IS 54) mit Frequenzüberwacher „SAB 3024“ (IS 53) und dem Operationsverstärker „CA 3140“ (IS 52).

## Service-Meßpunkte

Bei einem Defekt im VTS kann die fehlerhafte Stufe in vielen Fällen durch Kontrollieren der nachstehenden Spannungen und Signale lokalisiert werden.

**G-Bus:** Der G-Bus führt neben den wichtigsten Betriebsspannungen die Signalleitungen „Dien“, „Data“ und „Clock“, über die die verschiedensten Informationen vom Prozessor zu den einzelnen Bausteinen gelangen. Als Meßpunkt bietet sich der G-Bus-Stecker (ZP 4-Platine) an. Hier müssen folgende Spannungen oder Signale anliegen:

Stift 7	+ 12 V	Stift 4	Data
Stift 6	+ 5 V	Stift 2	Dien
Stift 5	Masse	Stift 3	Clock

Der Clock-Impuls besteht aus einem Rechteck-Signal (5 V<sub>ss</sub>/12,5 kHz), das aus der 3-MHz-Clock-Frequenz des Mikroprozessors abgeleitet wird. Auf den Leitungen „Data“ und „Dien“ liegt normalerweise Low-Pegel. Drückt man zum Beispiel die „Lautstärke-Minus“-Taste, so treten auf diesen Leitungen Impuls-Folgen (5 V<sub>ss</sub>) auf. Diese Signale haben unterschiedliche Formate bzw. Frequenzen und sind deshalb schwer zu triggern. Für die Funktionskontrolle reicht jedoch allein ihr Vorhandensein aus.

**Negative Versorgungsspannung:** Am Stecker MP 3/Stift 3 der ZP-4-Platine steht für den Memory-Baustein die negative Versorgungsspannung (– 23 V).

**Referenzfrequenz:** Die Abstimmspan-

nungs-Referenzfrequenz (4 MHz) steht mit der Amplitude von 5 V<sub>ss</sub> an Pin 5 der integrierten Schaltung „SAB 3024“.

**Processor-Reset:** Der Reset-Impuls sorgt für eine ordnungsgemäße Funktion des Mikroprozessors. Er ist auf der MP-1-Platine an der Anode der Diode „D 02“ meßbar.

Aus dem Fehlerbild und den vorstehenden Meßergebnissen erkennt man in den meisten Fällen, welcher Baustein für den jeweiligen Fehler verantwortlich ist. Es empfiehlt sich, die angegebenen Spannungen und Signale auch direkt an den verdächtigen IC's zu prüfen, um Leiterbahnunterbrechungen feststellen zu können. Sind die Signale hier noch in Ordnung, so ist der Baustein selbst defekt oder es liegt ein Fehler am Anschluß-Interface vor.

## Fehlersuch-Methodik

Die nachstehende Fehlerbeschreibung soll an einem etwas komplizierten Fehler aufzeigen, wie bei der logischen Meßfolge im Abstimmsystem vorzugehen ist. Das Fehlerbild lautet: Kein Sender anwählbar, obwohl die Signale an den zuvor genannten Meßpunkten in Ordnung sind. Die Meßfolge sieht dann so aus:

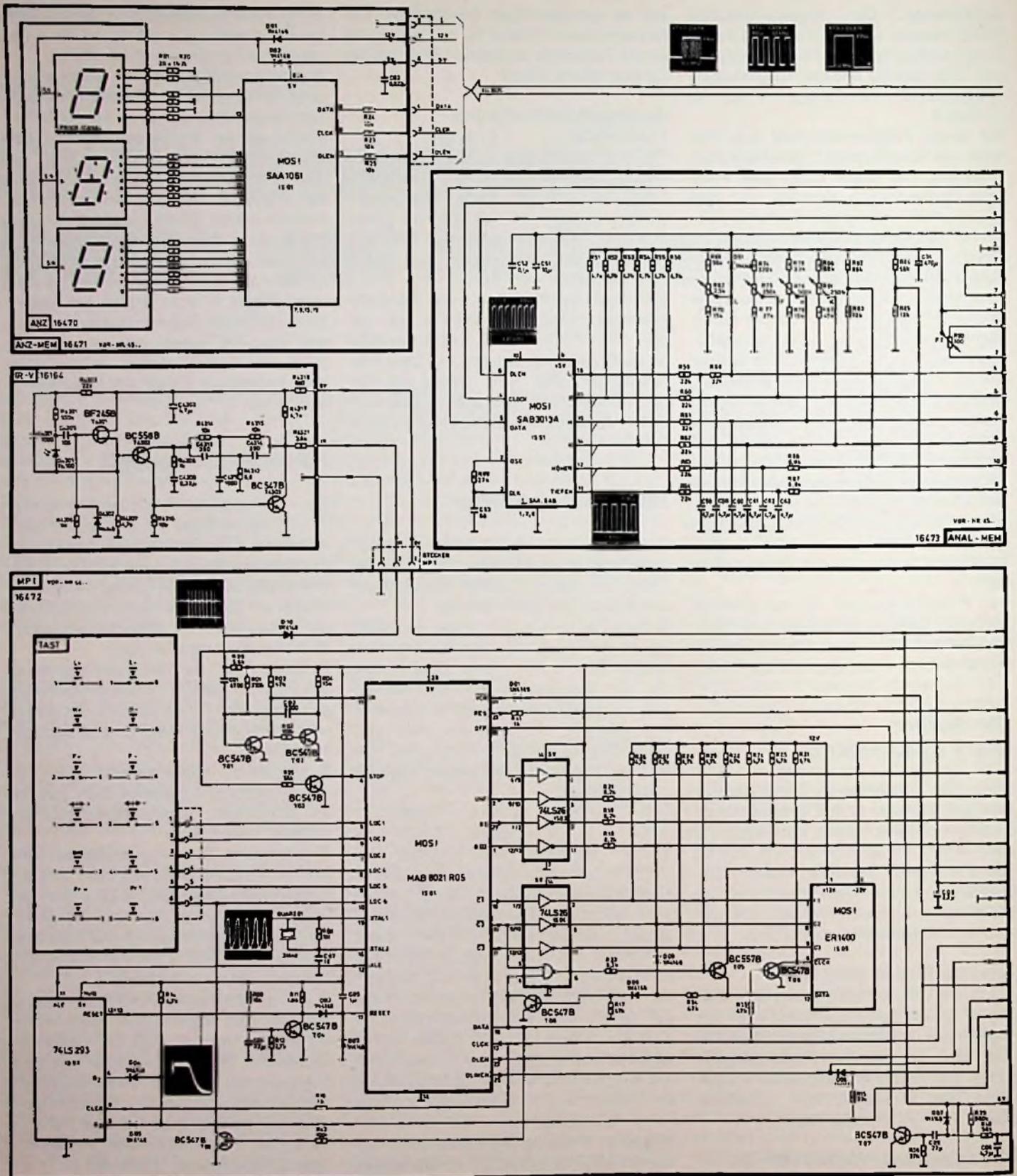
- Überprüfen der Bandwahlspannung am Tuner. Ergebnis: Bandwahlspannung vorhanden. Erkenntnis: Tuner defekt oder Abstimmspannungs-Erzeugung nicht in Ordnung.

- Messen der Abstimmspannung am Tuner. Ergebnis: 0 V konstant (Soll: 0,5...28 V). Erkenntnis: Abstimmspannungs-Erzeugung fehlerhaft.

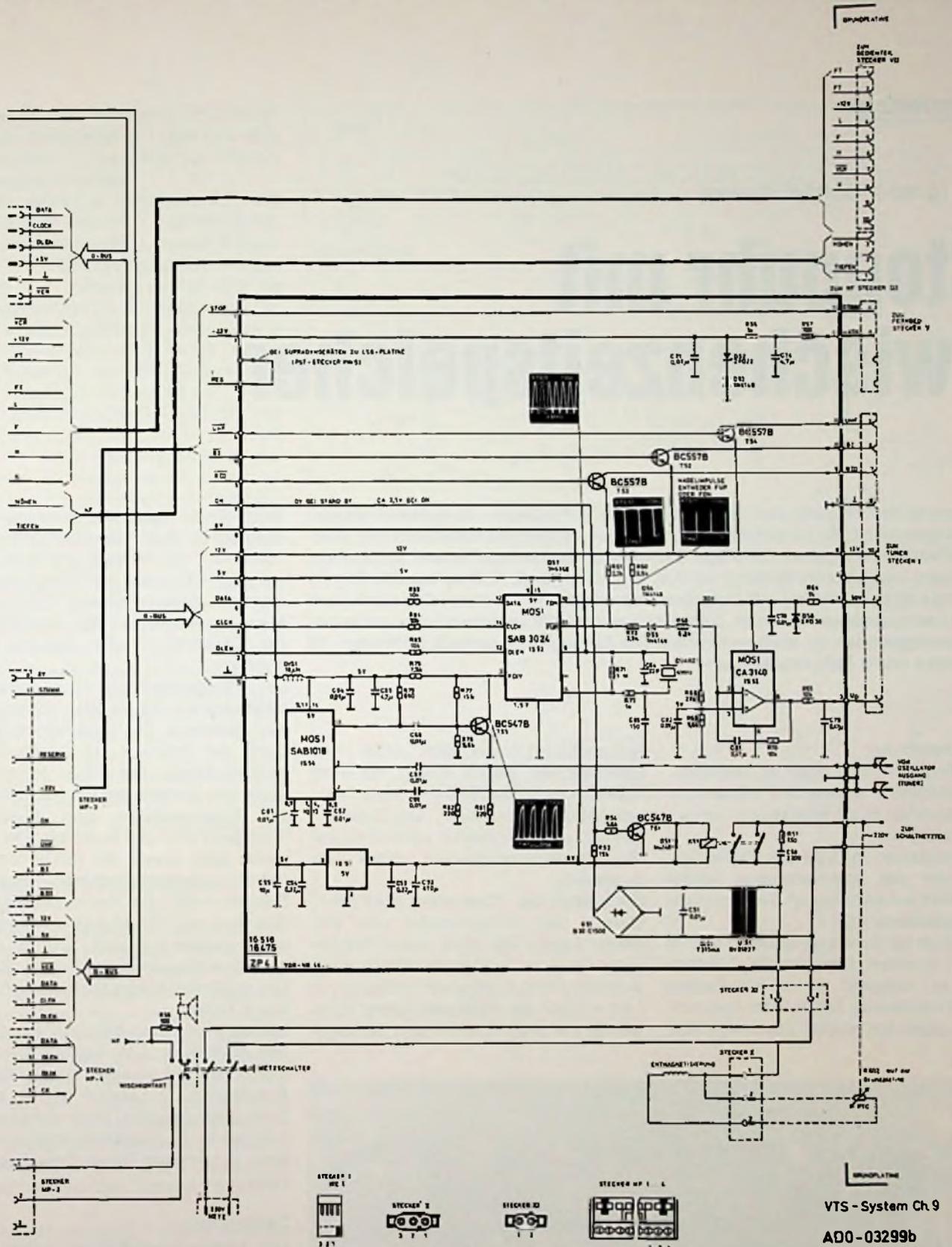
- Überprüfen des Frequenzteilers. Prüfen der Teilerfrequenz mit dem Oszilloskop (Kollektor von T 55 auf ZP-4-Platine). Ergebnis: Es liegt ein Rechteck-Signal (rd. 5 V<sub>ss</sub>) an, dessen Frequenz sich beim Umschalten VHF/UHF erheblich ändert. Erkenntnis: Teiler in Ordnung.

- Da die gemessene Abstimmspannung (0 V) für den angewählten Kanal offensichtlich zu klein ist, muß der Frequenzüberwacher SAB 3024 „FUP“-Impulse (Frequenz up) abgeben. Überprüfung der FUP-Impulse am Pin 10 der Schaltung „SAB 3024“. Ergebnis: Impulse (12 V<sub>ss</sub>) vorhanden. Erkenntnis: Fehler im Bereich Operationsverstärker „CA 3140“.

- Überprüfung des Operationsverstärkers „CA 3140“. Ergebnis: Pin 2/3 liegen auf Null-Potential (Soll: rd. 5 V). Erkennt-



Stromlauf des Video-Tuning-Systems (VTS) in Körting-Farbfemsehgeräten



nis: Spannungsteiler am Pin 3 nicht in Ordnung. Überprüfung des Spannungsteilers. Ergebnis: R66 unterbrochen. Erkenntnis: Fehler gefunden. Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß das „VTS“ trotz des hohen Bedien-

Komforts ein leicht überschaubares und deshalb servicefreundliches Konzept hat. Dies wurde durch einen Mikroprozessor erreicht, dem viele Service-Techniker zu Unrecht einen übergroßen Respekt oder sogar Unbehagen entgegenbringen. Hier

sei gesagt, daß sich ein Mikroprozessor im Service wie ein herkömmlicher digitaler Baustein verhält, und auch so zu behandeln ist. (Siehe auch die Reihe „Mikrocomputer in der Unterhaltungselektronik“) □

## Bauanleitung

Ing. (grad.) Michael Arnoldt

# Stoppuhr mit Zwischenzeitspeicher

Bei sportlichen Wettkämpfen, so wie sie heute im Fernsehen dargeboten werden, überträgt man häufig Zwischenzeiten, die Auskunft über die Kontinuität des Wettkampftellers geben. Derartige Zwischenzeitmessungen setzen Stoppuhren mit einem zusätzlichen Speicher voraus. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine derartige Meßeinrichtung mit Zwischenzeitanzeige, die bei etwas Geschick auch leicht nachgebaut werden kann. Dargestellt werden die Zeiten auf einer achtstelligen Anzeigeeinheit im Multiplexbetrieb. Die Zählkapazität umfaßt 9 Minuten, 59 Sekunden und 9 Zehntelsekunden.

### Beschreibung

Die Stoppuhr hat zwei Betriebsarten:

- Gleichzeitige Anzeige von Zähler- und Speicherinhalt durch Ansteuerung von einem Multiplexer

- Wechselnde Anzeige des Zählerstandes oder des Speicherinhaltes (rechts bzw. links auf dem Display) durch manuelle Umschaltung (Bild 1).

Kernstück der Schaltung ist der IC MM 74 C 927 in einem 18poligen DIL-Gehäuse (Bild 2). Aufgrund der IC-Konstruktion können wahlweise Zähler- oder Speicherinhalt abgerufen werden. Durch eine Mul-

tiplexschaltung lassen sich Zähler- und Speicherinhalt, jeweils 4stellig, auf einer 8stelligen Anzeigeeinheit (HP 5082-7441) nebeneinander darstellen. Die Schaltungen IC 3 und IC 4 bilden in Verbindung mit den Verknüpfungsgliedern einen Frequenzteiler.

Die 3. Stufe des Zählerteilers zählt bis 6. Gelangt vom Frequenzteiler eine Eingangsfrequenz von 10 Hz an den Takteingang T(12), so beträgt die Zählkapazität 9 min 59 s 9/10 s, mit einer Auflösung von 1/10 s. Über den Rückstufeneingang R(13) werden die Stufen mit H-Pegel zurückge-

setzt. Die 4. Stufe weist einen Übertragsausgang Ü(14) auf, der beim Zählerstand 5599 nach den H-Pegel und beim Übergang auf 0000 nach den L-Pegel schaltet. Liegt am Speichereingang Sp(5) der H-Pegel, so werden die BCD-Informationen der Zählstufen in die Speicher übernommen.

Der Anzeigeumschalter erhält sowohl die Informationen des Zählers als auch die des Speichers. Die Umschaltung erfolgt durch das Potential am Display-Select-Eingang DS(6). Bei DS = H wird der Stand des Zählers, bei DS = L der Inhalt der Speicherstufen zum Multiplexer durchgeschaltet und angezeigt. Der Multiplexer leitet jeweils die BCD-Informationen einer einzigen Stufe zum 7-Segment-Dekoder weiter. Die Ausgangstreiber des Dekoders sind für Anzeigen mit gemeinsamer Katode ausgelegt, d. h. sie ziehen die Segmentanschlüsse nach H (Bild 3). Der maximale Ausgangsstrom beträgt 80 mA je Treiber.

Der integrierte Umschalt-Oszillator steuert den Multiplexer und legt nacheinander das H-Potential an einen der Multiplexer-Ausgänge A...D. Letztere werden an die Stellentreiber geführt und bewirken außerhalb des IC die Zuordnung jeder Anzeigestelle zur richtigen Zähler- bzw. Speicherstelle.

### Zeitmeßteil

Ein 1-MHz-Quarzoszillator arbeitet als Zeitreferenz. Nach Teilung durch  $10^5$  entsteht ein Signal von 10 Hz. Dieses Signal gelangt über den 27-k $\Omega$ -Widerstand und den Transistor T 1 (BC 237 B), der in Verbindung mit Flip-Flop FF 1 (1/2 CD 4013) als Torschaltung mit Start-Stop-Funktion



Bild 1. Stoppuhr mit Zwischenzeitspeicher (Frontansicht)

arbeitet, an den Takteingang T(12) des integrierten Bausteines IC 1 (MM 74 C 927). Der Baustein IC 1 schaltet bei fallender Eingangsflanke weiter.

Von der Basis des Transistors T 1 führt eine Germaniumdiode D 1 an den Q-Ausgang des Flip-Flops FF 1, dessen Takteingang (T) und Dateneingang (D) unbenutzt bleiben. Die Steuerung erfolgt über die Eingänge Setzen (S) und Rücksetzen (R). Beide erhalten zunächst L-Pegel über je einen 100-k $\Omega$ -Widerstand. Durch kurzzeitiges Schließen des Start-Tasters kippt der Q-Ausgang nach H. Das Tor (T 1) wird nicht beeinflusst. Durch Betätigen des Stop-Tasters wird Q = L (maximal 50 mV) und die Basis-Emitter-Spannung des Transistor T 1 beträgt beim Auftreten der 10-Hz-Impulse und einer Durchlaßspannung der Germaniumdiode von rd. 0,3 V nur noch 0,3 V...0,4 V. Dadurch wird der Transistor T 1 gesperrt.

In diesem Falle liegt im Zähler das Zeitmeßergebnis vor. Bei automatischer Anzeigeumschaltung zwischen Zähler und Speicher erscheint der Wert in den rechten vier Anzeigestellen. Wird nun kurzzeitig der Speicher-Taster geschlossen, so übernehmen die Speicher das Zählergebnis. Der Wert steht nun in den linken vier Stellen der Anzeige. Mit Hilfe des Rückstell-Tasters läßt sich anschließend der Zähler auf Null setzen und mit der Start-Taste ein neuer Zeitmeßvorgang einleiten.

## Anzeigeumschaltung Zähler/ Speicher

Die Multiplexausgänge A...D liefern zeitlich verschobene Impulse mit H-Pegel (Bild 4). Eine Multiplexperiode T ist in 32 Zeiteinheiten aufgeteilt. Davon entfallen je 7 auf eine Phase hohen Pegels. Zwischen zwei Phasen hohen Pegels liegt eine Zeiteinheit mit L-Pegel an beiden Ausgängen. Diese Pausen (interdict blanking time) vermeiden ein „Übersprechen“ zwischen benachbarten Anzeigestellen. Übersprechen könnte zum Beispiel bei höheren Multiplexfrequenzen und ungünstiger Überschneidung der Schaltflanken auftreten.

Der Multiplexausgang A steuert über die Stellentreiber-Transistoren T 2 und T 7 die Anzeigestellen der höchsten Wertigkeit (Most Significant Digit, MSD). Das sind hier die Minuten. Den Abschluß einer Multiplexperiode bildet mit D = H-Pegel die Stelle mit der geringsten Wertigkeit (Least Significant Digit, LSD).

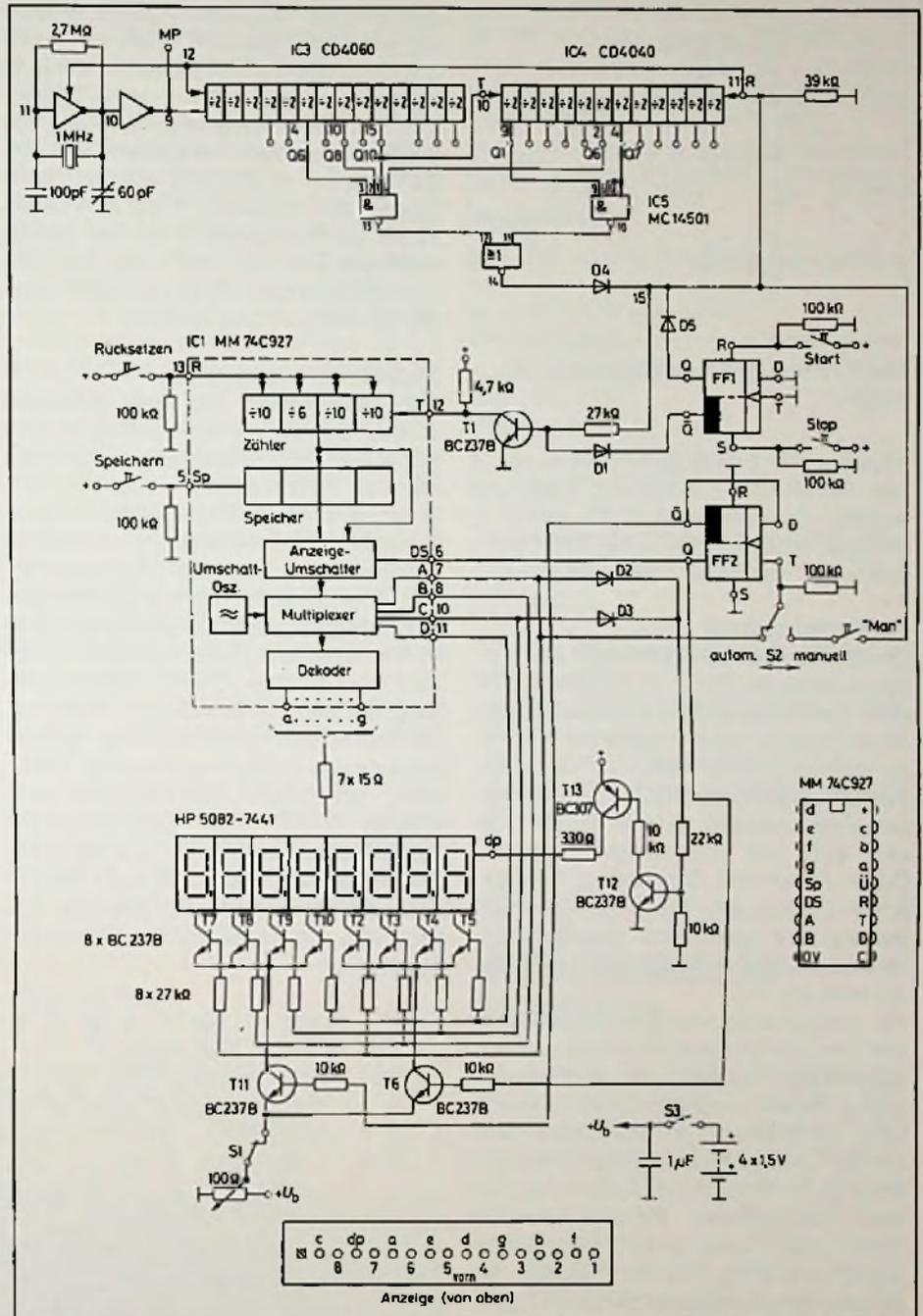


Bild 2. Schaltbild der Stoppuhr mit Zwischenspeicher

Die Emittoren der Stellentreiber T 2...T 5 bzw. T 7...T 10 liegen nicht direkt auf Nullpotential, sondern werden über die Transistoren T 6 bzw. T 11 durchgeschaltet. Diese dienen als externe Anzeigeumschalter zwischen Zähler und Speicher. Der Multiplexausgang A ist über den Schalter S 2 auf den Takteingang des Flip-Flops FF 2 geführt. Dieses arbeitet durch die Rückführung zwischen  $\bar{Q}$  und D als Binärteiler.

Mit Auftreten der positivgerichteten A-Flanke kippt dieses Flip-Flop von einem Zustand in den anderen.

Gibt der Ausgang Q = H-Pegel ab, so leitet der Transistor T 6 die Stellenströme der vier rechten Anzeigen ab. Dort wird dann der Inhalt der Zählstufen angezeigt. Der Transistor T 11 ist jetzt gesperrt, da währenddessen  $\bar{Q}$  = L-Pegel liefert. Die nächstfolgende positive A-Flanke läßt das

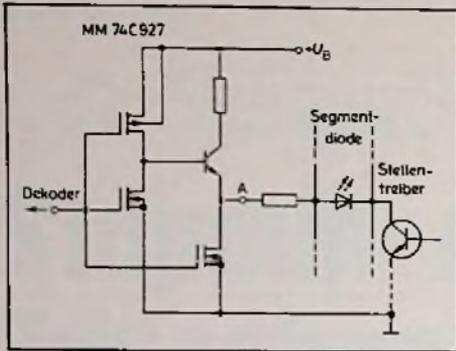


Bild 3. Segmentausgangstreiberschaltungen

Flip-Flop FF 2 umkippen. Dieses sperrt den Transistor T 6 mit  $Q = L$ -Pegel und schaltet den Transistor T 11 mit  $\bar{Q} = H$ -Pegel durch. Jetzt wird der Speicherinhalt in den vier linken Stellen angezeigt.

### Dunkelschaltung

Da die Anzeigen den überwiegenden Teil des Stromes der Stoppuhr aufnehmen, ist eine Leuchtstärkesteuerung durch das 100- $\Omega$ -Potentiometer vorgesehen. Schaltet man 15- $\Omega$ -Widerstände zu den Segmenten in Reihe, so läßt sich die Stromaufnahme zwischen 25 mA und 65 mA und damit die Leuchtstärke variieren. Durch Öffnen des Schalters S 1 verlöschen die Anzeigen völlig, der Zeitmeßvorgang wird jedoch nicht beeinflusst, die Stromaufnahme verringert sich allerdings auf etwa 0,6 mA.

Die Anzeigeumschaltung zwischen Zähler und Speicher erfolgt im vorstehenden Fall automatisch anhand der Multiplexfrequenz, die vom Auge nicht mehr aufgelöst wird. Soll entweder nur der Zähler- oder nur der Speicherinhalt dargestellt werden, so ist der Schalter S 2 in die Stellung „Manuell“ umzuschalten. Schließt man den Taster „Man“, so wird die 10-Hz-Taktfrequenz an das Flip-Flop FF 2 geführt. Sie schaltet dann fortlaufend zwischen Anzeige von Zähler- und Speicherinhalt hin und her und kann in der vorgewählten Position angehalten werden.

### Dezimalpunktanzeige

Zum einfacheren Ablesen der Anzeige können über den Eingang dp Dezimalpunkte eingblendet werden. Sie sind dann entsprechend dem maximalen Anzeigewert 9 : 59 : 9 zwischen LSD und LSD + 1 bzw. MSD - 1 und MSD vorzusehen, und über die Multiplexausgänge A bis C anzusteuern. Sie lassen sich nicht direkt

durch diese Multiplexausgänge treiben, da der Ausgangsstrom relativ gering ist und durch die zum Entkoppeln erforderlichen Dioden D 2 und D 3 weiter vermindert wird. Die Ansteuerung muß daher mit zwei invertierenden Transistoren T 12 (BC 237 B) und T 13 (BC 307) erfolgen. Dabei steuert der Transistor T 12 den Basisstrom des Transistors T 13. Der 330- $\Omega$ -Vorwiderstand für die Dezimalpunkt-Leuchtdioden paßt deren Leuchtstärke an die der anderen Segmente an.

### Zeitreferenzerzeugung

Als Quarzoszillator und erste Teilerkette arbeitet der integrierte Baustein CD 4060 (IC 3). Den aktiven Teil des Oszillators bildet ein invertierender Verstärker. Der Quarz wird mit zwei Kondensatoren in  $\pi$ -Schaltung betrieben und ergänzt die Gesamtphasendrehung des Oszillators auf 360°. Der 2,7-M $\Omega$ -Widerstand liefert dem Invertiereingang eine Vorspannung und ist im Wert unkritisch. Zum Entkoppeln ist ein Verstärker nachgeschaltet, dessen Ausgang (9) als 1-MHz-Meßpunkt (MP) bezeichnet ist und zur Kontrolle der Normalfrequenz dient. Die nachfolgende Teilerkette hat einen Teilungsfaktor von 100 000. Damit erhält man eine Ausgangsfrequenz von 10 Hz. Da die Teiler binär aufgebaut sind, muß auch die Codierung binär erfolgen. Die Zahl 100 000 setzt sich aus folgenden Dualzahlen zusammen:

$$\begin{aligned} 1 \cdot 2^{16} &= 65\,536 \quad (Q\,17) \quad + \\ 1 \cdot 2^{15} &= 32\,768 \quad (Q\,16) \quad + \\ 1 \cdot 2^{10} &= 1\,024 \quad (Q\,11) \quad + \\ 1 \cdot 2^2 &= 512 \quad (Q\,10) \quad + \\ 1 \cdot 2^7 &= 128 \quad (Q\,8) \quad + \\ 1 \cdot 2^5 &= 32 \quad (Q\,6) \end{aligned}$$

Da die Zählkapazität der jeweiligen Stufe  $Q_n \cdot 2^{n-1}$  beträgt, werden die NAND-Gatter-Eingänge MC 14501 (IC 5) durch die Ausgänge  $Q_{n+1}$  steuert. Die Ausgänge des NAND-Gatter werden durch das NOR-Gatter verknüpft. Ist der Zählerstand 100 000 erreicht, so gelangt der NOR-Gatterausgang (14) auf H-Pegel. Dieses Signal wird über die Diode D 4 an die Rückstelleingänge R der Zähler gelegt. Diese sind sonst über den Widerstand 38 k $\Omega$  auf Nullpotential gelegt. Nach dem Rückstellen schaltet der Ausgang 14 sofort wieder auf L-Pegel und der Zählervorgang beginnt erneut. Rückstellen kann man auch durch die Start-Stop-Schaltung. Dadurch wird erreicht, daß die Zeit zwischen dem Betätigen der Start-Taste und dem Auftreten des ersten Rückstellimpulses (es ist zugleich der erste Zählimpuls für die Stoppuhr) exakt 100 ms beträgt. Da die Teilerkette des IC CD 4060 über den Ausgang Q 11 nicht verfügt, die ihr zugeordnete Zweierpotenz  $2^{10}$  jedoch benötigt wird, muß das Signal für den Frequenzteiler IC 4 bereits am Ausgang Q 10 abgegriffen werden.

### Spannungsversorgung

Die Höhe der Betriebsspannung wird durch den integrierten Baustein MM 74 C 927 bestimmt. Sie soll 5 V betragen und darf 6 V nicht überschreiten. Die Versorgung aus vier Mignon- oder Babyzellen zu je 1,5 V hat sich in der Praxis bewährt.

### Aufbau

Das Bild 5 zeigt das fertig bestückte Gerät. Die Anzeigeeinheit wird senkrecht auf die Basisplatine gestellt und über ihre Lötunkte angeschlossen. Die Segmentanschlüsse a...g werden durch, etwa 1 mm

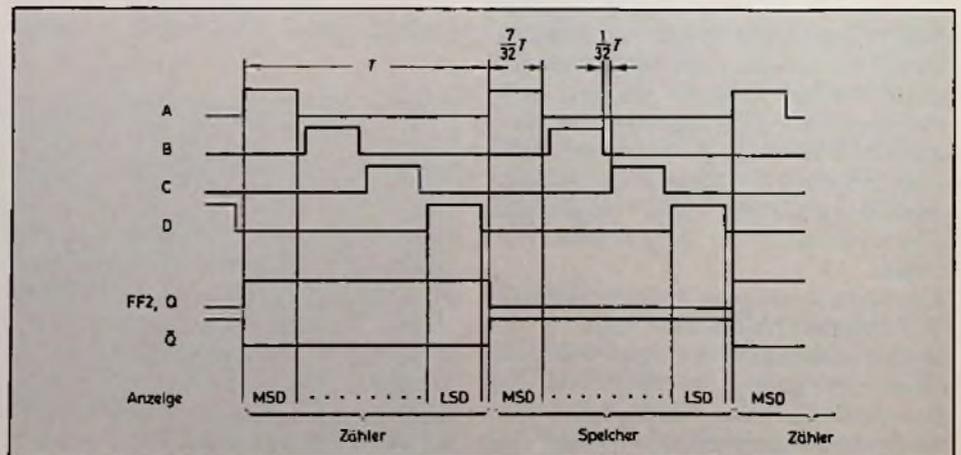


Bild 4. Multiplexsignale

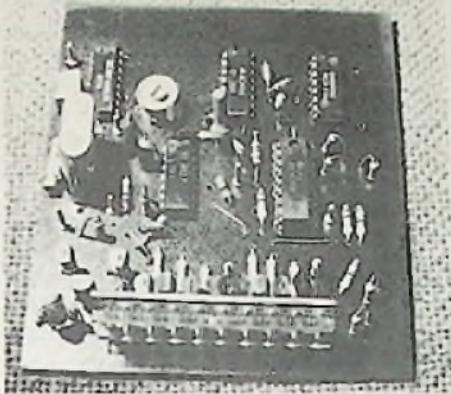


Bild 5. Aufbau der Musterplatine

dicke Blankdrahtverbindungen nach vorn in die Basisplatine geführt. Zum Fixieren und Ausrichten der Anzeigeeinheit beginnt man am besten mit den beiden äußeren Anschlüssen c und f an.

Die Kollektoren der Transistoren T 2...T 5 sowie T 7...T 10 werden direkt in die Lötunkte eingesetzt und auf der Rückseite der Anzeigeeinheit verlötet. Die Anschlußverbindungen verleihen der Anzeigeeinheit ausreichende mechanische Stabilität, eine zusätzliche Befestigung erübrigt sich damit.

Da gerade bei sportlichen Veranstaltun-

gen mit vollem Tageslicht oder Sonnenschein zu rechnen ist, empfiehlt es sich, vor der Anzeige eine rote Farbscheibe anzubringen.

Im Mustergerät wurde der Quarz, um die Bauhöhe des Gehäuses niedrig zu halten, ohne Fassung benutzt und direkt angelötet. Gelötet werden darf jedoch nur an den Spitzen der Anschlüsse mit einem 30-W-Lötkolben. Die Erwärmung ist in jedem Fall so gering wie möglich zu halten.

Mit dem Trimmer kann der Quarz auf seine Sollfrequenz gezogen werden. Da die ohne Abgleich erzielbare Genauigkeit bereits höher ist als das Verhältnis von Zählaufang (6000 Zehntelsekunden) zu Zählerauflösung (1 Zehntelsekunde), ist dieser Abgleich nicht unbedingt erforderlich. Das ganze Gerät wurde auf einer Druckplatte aufgebaut, deren Vorlage das Bild 6 im Maßstab 1:1 zeigt.

Für etwaige Variationswünsche zum beschriebenen Gerät sollen für den IC-Typ MM 74 C 92 X noch folgende Erläuterungen gegeben werden:

Er existiert in vier Versionen, die sich hinsichtlich einiger Funktionen unterscheiden.

● MM 74 C 925: vier Zählerstufen, Teilerfaktor jeweils 10, kein Übertragungsausgang, ohne Display Select, 16 Anschlüsse

● MM 74 C 926: wie MM 74 C 927, je-

doch sämtliche Teilerfaktoren 10

● MM 74 C 928: wie MM 74 C 927, die 4. Stufe zählt jedoch (MSD) bis 2 (3 ½ Stellen). Vorhanden ist ein zusätzliches Überlauf-Flipflop.

In Vorbereitung sind ferner die äquivalenten RCA-Typen CD 22925... CD 22928

## Bauteilleiste

IC 1 MM 74 C 927 (National Semiconductor)

IC 2 CD 4013 (MC14013)

IC 3 CD 4060

IC 4 CD 4040 (MC 14040)

IC 5 MC 14501

Anzeige HP 5082-7441

T 1...T 12 BV 237 B (npn)

T 13 BC 307 (pnp)

1 Quarz 1 MHz

Taster, Schalter, Potentiometer 100 Ohm

## Literatur

[1] National Semiconductor: Datenblatt MM 74 C 927

[2] RCA: Datenblätter CD 4013, CD 4060, CD 4040

[3] Motorola: Datenblatt MC 14501

[4] Hewlett-Packard: Datenblatt. Anzeige HP 5082-7441

## Video

## Halbleiterlaser für Bildplatten

Die Entwicklung eines Halbleiterlasers, der sich für den Einsatz in digitalen Bild- und Schallplattenspielern eignet, ist den niederländischen Philips-Forschungslabors gelungen. Bislang mußten in solchen Plattenspielern kleine Helium-Neon-Gaslaser verwendet werden. Unter Hinweis auf die Erfahrung des Unternehmens in der Glühlampenherstellung hatten Firmensprecher die Serienherstellung und den großtechnischen Einsatz solcher Edelgas-Laser stets als problemlos bezeichnet. Die neue Laserdiode beruht auf einem Galliumarsenid-Einkristall. Auf ihn sind Schichten aufgebracht, in denen ein Teil des Galliums durch Aluminium ersetzt ist. In einer dieser Schichten wird beim Durchgang eines elektrischen Stroms Licht abgegeben. Die Laserdiode, die sich laut Firmenangabe auch für die Nachrichtenübertragung in Glasfasern eignet, soll leicht zu fertigen sein. -web-

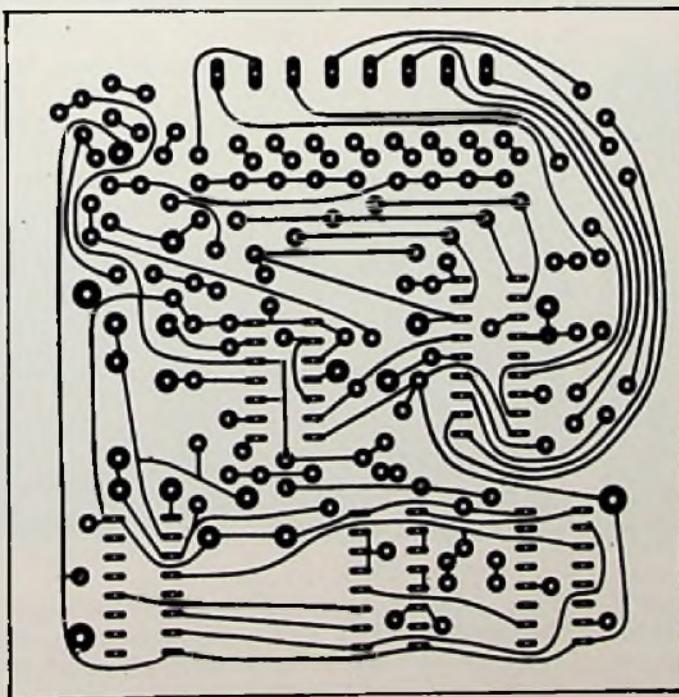


Bild 6. Musterplatine

### EISCAT: Ionosphären-Radar jenseits des Polarkreises

Sechs europäische Länder vereinbarten gemeinsame Trägerschaft für ein „European Incoherent Scatter Association“ (EISCAT) genanntes Forschungsprojekt. Die Pläne sahen vor, Radar-Anlagen hoher Leistung nördlich des Polarkreises aufzubauen, um mit ihrer Hilfe sowohl die räumliche Verteilung als auch die Bewegungen von geladenen und ungeladenen Partikeln in Höhen zwischen 80 und 2000 km, also in der Ionosphäre, zu beobachten. Anfang 1976 trafen sich Vertreter von wissenschaftlichen Organisationen aus Finnland, Frankreich, Großbritannien, Norwegen, Schweden und der Bundesrepublik Deutschland in Kiruna, dem offiziellen Sitz der Organisation, zur ersten Festlegung des Arbeitsgramms. In den folgenden Jahren wurden im Ramfjordmoen-Tal, etwa 25 km südlich der norwegischen Universitätsstadt Tromsø, je eine im VHF- und im UHF-Bereich arbeitende Radar-Anlage mit Sendern und Empfängern errichtet. Außerdem entstanden bei Sodankylä in Finnland und bei Kiruna in Nord-Schweden EISCAT-Stationen mit Empfängern für das UHF-Radar.

#### UHF-System läuft seit 1980

Während das UHF-System seit Ende 1980 betriebsfähig ist und bereits wissenschaftlich benutzt wird, traten beim VHF-System unvorhergesehene Schwierigkeiten auf. Man zog als Senderöhre einen Typ heran, der sich in kernphysikalischen Beschleunigern bewährt hat. Doch führte eine konstruktive Änderung, die sich leistungssteigernd auswirken sollte, zu Ausfällen und damit zu Verzögerungen im Zeitplan. Nunmehr konnte jedoch – nach feierlicher Übergabe der EISCAT-Station Kiruna am 26. August 1981 in Anwesenheit des schwedischen Königs – das Forschungsprogramm voll anlaufen.

#### Hohe Sendeleistungen

Das VHF-System strahlt sein Signal mit 650 kW mittlerer Sendeleistung auf der Frequenz 224 MHz ( $\Delta$  134 cm Wellenlänge) über eine Antenne ab, dessen 120 m langer und 40 m breiter Reflektor die Form eines aufgeschnittenen parabolischen Zylinders hat. Er ist in vier einzeln um ihre waagerechte Achse schwenkbare Segmente unterteilt (Bild 1). Für das UHF-Sy-

stem verfügen die drei Stationen in Tromsø, Kiruna und Sodankylä über je eine horizontal und vertikal rundum frei schwenkbare Parabolantenne von 32 m Durchmesser (Bild 2). Die Arbeitsfrequenz des Senders ist 933 MHz ( $\Delta$  32 cm Wellenlänge); seine mittlere Ausgangsleistung beträgt 250 kW.

Wie der Projekt-Name bereits andeutet, registrieren die Anlagen inkohärente Streuung von Radiowellen an Partikeln in der oberen Atmosphäre. Die elektromagnetischen Wellen der Radar-Sender veranlassen beispielsweise freie Elektronen in der Ionosphäre und Magnetosphäre zu Schwingungen. Sie werden ihrerseits in alle Raumrichtungen abgestrahlt, weisen jedoch eine vom anregenden Signal unterschiedliche Wellenlänge auf, d. h. sie sind inkohärent. Aus dem in die Radarantennen einfallenden Teil dieser Strahlung lassen sich bei sorgfältiger Analyse verschiedene physikalische Eigenschaften der Ionosphäre und Magnetosphäre ermitteln, z. B. sowohl Dichte und Temperatur der Elektronen als auch Temperatur und Masse der Ionen, ferner die Dichte des



Bild 1. Seitenansicht der aus einem in vier Segmente unterteilten Zylinderausschnitt bestehenden UHF-Antenne für das EISCAT-Projekt. Am vorderen Segment ist der in waagerechte Lage geschwenkte Reflektor und links darüber die gedeckte Antennenbrücke zu erkennen.  
(Foto: MPG/Gerwin)

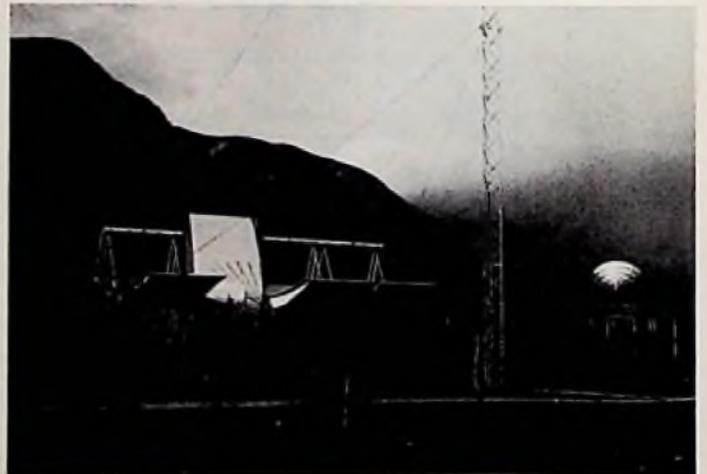


Bild 2. Antennenanlage der EISCAT-Station Tromsø. Rechts der beliebig schwenkbare Parabolspiegel für das VHF-Radar und links die nur um eine Achse schwenkbare UHF-Antenne, bei der eines der vier Reflektor-Segmente hochgeklappt ist.  
(Foto: MPG/Gerwin)

Anteils von Neutralgas am gesamten Gasvolumen sowie die Durchschnittsgeschwindigkeit des ionisierten Gases. Insgesamt geben diese Daten Aufschluß über die Strömungssysteme in der Ionosphäre, über großräumige elektrische Felder und über den Einfall energiereicher Teilchen aus dem Weltraum.

## Störungen der Ionosphäre verlieren ihr Geheimnis

Die Wissenschaftler von Instituten aus den sechs europäischen Ländern – von deutscher Seite arbeiten das Max-Planck-Institut für Aeronomie in Katlenberg-Lindau bei Göttingen und das Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München mit – wollen in zahlreichen Untersuchungsreihen die für verschiedene Naturphänomene, insbesondere für das Nordlicht, ursächliche Wechselbeziehung zwischen dem von der Sonne kommenden Solarwind und dem die Erde bis weit in den interplanetaren

Raum umgebenden Magnetfeld aufklären. Aus den gewonnenen Daten müßte zu entnehmen sein, wie die Ionosphäre mit den tieferen Schichten der Atmosphäre und mit der Magnetosphäre verbunden ist. Das könnte dazu beitragen, den Zusammenhang zwischen magnetischen Stürmen und Störungen der Ionosphäre aufzuhellen. Ein weiteres Ziel ist die Beobachtung vertikaler Winde und atmosphärischer Wellen, von denen man annimmt, daß sie die in großen Höhen entwickelte Energie mit tieferen Luftschichten austauschen. Auch dem „Polarwind“ – aufsteigende Ströme von Elektronen und leichten Ionen entlang der Erdmagnetfeld-Linien – gilt das Interesse, zumal noch unbekannt ist, ob der Polarwind bis in den freien Raum hinausgreift. Schließlich sollen die Radarmessungen Unterlagen über die Ausbreitung atmosphärischer Schwellen mit Minuten- bis Stundenperioden erbringen.

Für die Wahl der Stations-Standorte nörd-

lich des Polarkreises war maßgebend, daß sich in der Nähe des Nordpols die Feldlinien der Erd-Magnetosphäre konzentrieren. Sie treffen bei Tromsø fast senkrecht auf die oberen Schichten der Atmosphäre. An der Erdoberfläche stehen sie in einem spitzen Winkel von nur 12° zur Lotrechten. Nicht weit von der EISCAT-Station Tromsø entfernt breitet sich auch der Antennenwald für das „Heating“-Experiment aus, mit dem die Universität von Tromsø und das Max-Planck-Institut für Aeronomie die Ionosphäre lokal begrenzt durch fokussiert abgestrahlte Radiowellen aufheizen. Dadurch bildet sich in den oberen Luftschichten eine „heiße Blase“, die ihrerseits elektromagnetische Wellen extrem niedriger Frequenz emittiert und das Magnetfeld der Erde zum Pulsieren bringt. Mit diesen stationären Funk- und Radar-Einrichtungen ist Tromsø zu einem internationalen Zentrum der Ionosphärenforschung ausgebaut worden. at

## Solarenergie

### Die Sonne funkt den Ruf ins Tal

Nur wenige Berghütten verfügen über ein Telefon, um im Ernstfall Hilfe aus dem Tal zu rufen. Der Deutsche Alpenverein (DAV) geht deshalb mit Unterstützung des Bayerischen Staatsministers für Landesentwicklung und Umweltfragen Alfred Dick dazu über, seine 250 Berghütten in den bayerischen und österreichischen Alpen nach und nach mit Funksprechanlagen auszurüsten. Das in den Öztaler Alpen gelegene „Hohenzollernhaus“ erhielt jetzt sogar einen Solargenerator, um die Stromversorgung der Funkanlage unabhängig vom bisher eingesetzten Benzinaggregat sicherzustellen. Das für dieses Pilotprojekt von Siemens gelieferte Modul (SHF 141-36) leistet bis zu 16,5 W. Eine Pufferbatterie mit 72 Ah kann mindestens drei sonnenlose Wochen überbrücken (Bild 1).

Schon vor einem Jahr war in den bayerischen Bergen auf der Kessel-Alm unterhalb des Wendelsteins eine kleine Solaranlage montiert worden, die allerdings eine an das Fernsprechnetz der Deutschen Bundespost angeschlossene Telefonanlage speist. Gleichzeitig wurden die ins Tal führenden Kupferkabel durch metallfreie Lichtwellenleiter ersetzt, um den Einfluß

atmosphärischer Störungen auszuschließen. Inzwischen verfügen schon zehn Almhütten über eine derartige Anlage. Demgegenüber beträgt die Entfernung

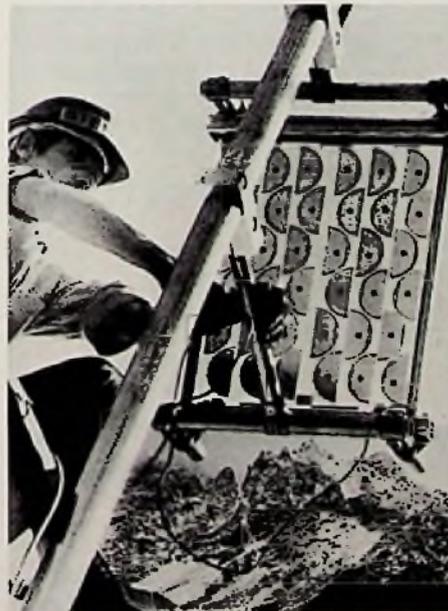


Bild 1. Montage des Solargenerators zur Speisung der Funkanlage am „Hohenzollernhaus“ (Siemens – Pressebild)

des 2123 m hoch gelegenen Hohenzollernhauses zum nächsten Talort immerhin 18 km. Auf einer derart langen Strecke ereignen sich gerne mechanische Beschädigungen von Kabelverbindungen, etwa durch umstürzende Bäume, Schneelawinen oder Erdbeben. Deshalb wurde hier eine Funkanlage installiert.

Das 1924 von der Berliner DAV-Sektion Tirol errichtete Hohenzollernhaus wird heute von der Sektion Starnberg betreut. Hüttenreferent Siegfried Steger: „Endlich haben wir mit der Funksprechanlage eine preisgünstige Nachrichtenverbindung mit dem Tal. Das wartungsfreie Solarzellenmodul macht die Anlage hundertprozentig betriebssicher, ohne daß ständig das Benzinaggregat läuft.“

Erleichtert ist auch der Hüttenwirt des 50-Betten-Hauses, das von vielen Mitgliedern und Gästen auf dem Weg zum Glockturm, dem 3330 m hohen Hausberg, vom Frühjahr bis in den Herbst hinein frequentiert wird. Mit Sonnenstrom kann jetzt auch der Ruf nach Nachschub für Lebensmittel oder Brennmaterial ins Tal gefunkt werden. Der Kanal eins (75,675 MHz) dient der Versorgung, Kanal zwei (76,425 MHz) der Bergrettung.

# Die Kompensation und ihre Bedeutung in der Meßtechnik

Ein wichtiger Grundsatz der Meßtechnik lautet:

Das Meßobjekt darf durch die Meßeinrichtung nicht verfälscht werden! Diese Forderung war in der Frühzeit der Nachrichtentechnik garnicht so einfach zu erfüllen. Die verfügbaren Meßinstrumente hatten alle einen recht hohen Eigenverbrauch und waren damit niederohmig. Sie belasteten während des Meßvorganges das Meßobjekt. Die Folge davon war, daß der durch das Meßgerät fließende Strom den Spannungsabfall am Innenwiderstand des Meßobjektes erhöhte. Die gemessene Spannung war deshalb stets kleiner als die tatsächlich vorhandene.

Das Kompensationsverfahren war und ist auch heute noch das einzige Verfahren, bei dem eine absolut belastungsfreie Messung möglich ist. Der belastungsabhängige Fehler ist hier deshalb Null.

## Prinzipielles

Die Bilder 1 und 2 zeigen in einer Gegenüberstellung die elektrischen Verhältnisse bei der direkten Messung und bei der Messung mit einer Kompensationsschaltung. Bei der Kompensation wird eine bekannte Vergleichsspannung  $U_N$  soweit erhöht, bis sie gleich der zu messenden Spannung  $U_{kl}$  ist. In diesem Falle wird die Differenz zwischen beiden und damit auch der durch den Nullindikator fließende Strom Null. Der Wert der Vergleichsspannung kann am Spannungsmesser abgelesen und als Meßspannung angesehen werden.

## Neue Anwendungsgebiete

Heute im Zeitalter der MOS-Verstärker stehen Meßinstrumente zur Verfügung, deren eingebauter Meßverstärker praktisch belastungsfreie Messungen garantiert. Insofern ist die Bedeutung des Kompensationsverfahrens als Mittel zur fehlerfreien Messung statischer Größen etwas zurückgegangen. Dafür gibt es unzählige neue Anwendungsgebiete, in denen man die Kompensation in irgendeiner Form wieder findet.

Man denke dabei nur an Messungen, bei

denen der zu messenden Größe eine störende Gleichspannung überlagert ist. Diese kann mit einer zweiten Spannung wegkompensiert werden. Ein typischer Fall ist

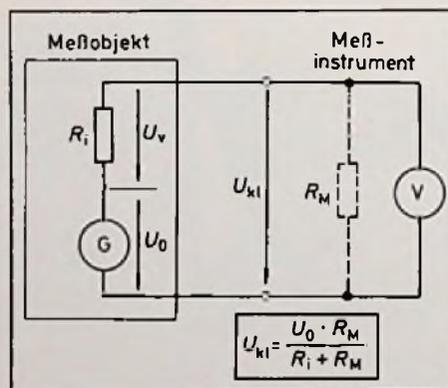


Bild 1. Spannungsmessung mit Meßinstrumenten. Das Instrument belastet stets das Meßobjekt

die Bestimmung des Innenwiderstandes von Netzteilen, Batterien oder Akkumulatoren. Zu diesem Zweck belastet man den Ausgang des Meßobjektes mit einem bekannten Widerstand  $R_L$ . Aus dem Verhält-

nis zwischen der Leerlaufspannung  $U_0$  und der sich unter Last einstellenden Spannung  $U_L$  kann man den Innenwiderstand  $R_i$  mit folgender Formel berechnen:

$$R_i = R_L \cdot \left( \frac{U_0}{U_L} - 1 \right)$$

Nun ist der Innenwiderstand in der Praxis so gering, daß man durch einen zulässigen Laststrom einen Spannungsrückgang von höchstens 1% der Nennspannung erhält. Diese geringe Änderung wird aber von normalen Zeigerinstrumenten praktisch nicht angezeigt. Mit Digitalmessern können sie zwar gemessen werden. Derartige Instrumente stehen aber noch nicht überall zur Verfügung.

Um mit Zeigerinstrumenten trotzdem zu brauchbaren Meßergebnissen zu gelangen, kompensiert man die störende Leerlauf-Gleichspannung mit einer veränderbaren Vergleichsspannung weg (Bild 3). Der Spannungsmesser zeigt in diesem Falle Null an und kann deshalb auf einen niederen Meßbereich eingestellt werden. Wird in diesem Falle der Ausgang des Netzteiles belastet, so zeigt der Spannungsmesser nur die Abweichung von der Leerlaufspannung an.

Das gleiche Verfahren wird auch in solchen Fällen angewendet, in denen Meßgerät und Meßobjekt auf verschiedenen hohen Potentialen liegen. Im Bild 4 ist  $U_{Pot}$  die Potentialspannung. Wollte man, wie häufig üblich, die Klemmenspannung des Meßobjektes gegen Erde oder Nullpotential messen, so würde das Meßgerät die Summe aus Potential- und Klemmenspannung anzeigen. Um das zu vermeiden, wird die Kompensationsspannung so eingestellt, daß sie gleich der Potential-

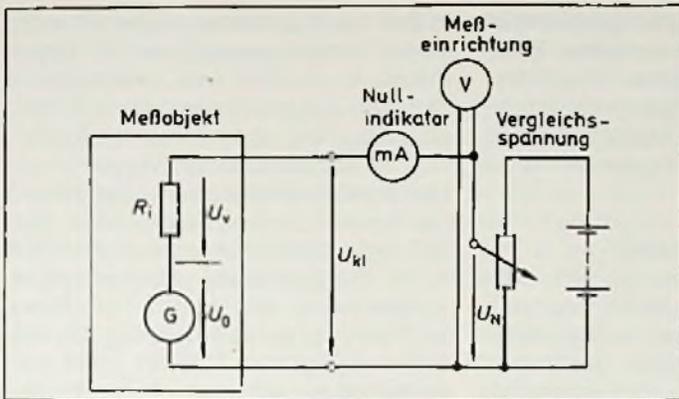


Bild 2. Prinzip des Kompensationsverfahrens. Das Meßobjekt wird nicht belastet

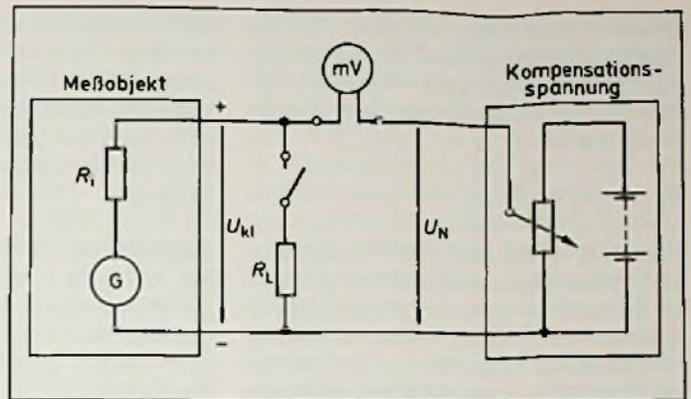


Bild 3. Kompensation störender Gleichspannungen bei der Innenwiderstandsbestimmung von Spannungserzeugern (z.B. von Batterien)

spannung  $U_{pot}$  ist. Der Spannungsmesser zeigt dann Null an, sofern man ihn für diesen Nullabgleich vorübergehend an den Anschluß b des Meßobjektes gelegt hat. Nach dem Abgleich erfolgt die Messung, bei der der Spannungsmesser wieder am Anschluß a liegt, so wie es in Bild 4 dargestellt ist. Er zeigt dann nur die Klemmenspannung des Meßobjektes an. Allerdings wird hier der Ausgang des Meßobjektes durch das Meßgerät belastet. Bei hochohmigen Meßobjekten ist es deshalb besser, die Summe aus Potential- und Klemmenspannung durch Kompensation zu bestimmen und anschließend die ebenfalls durch Kompensation ermittelte Potentialspannung davon abzuziehen.

Bei derartigen Messungen ist höchste Vorsicht am Platze, vor allem dann, wenn die Potentialspannung größer als 42 V ist. In diesem Falle liegt die Meßeinrichtung auf dem gleichen Potential und kann den Benutzer gefährden. Aus Sicherheitsgründen sollte man deshalb schutzisolierte

Meßgeräte mit potentialfreien Meßeingängen verwenden.

Der Absolutwert der Kompensationsspannung ist bei dieser Messung von untergeordneter Bedeutung. Wichtig ist lediglich, daß er konstant ist und nicht während der Messung unkontrollierbar „wegläuft“.

Benutzt man das Kompensationsverfahren dagegen zur Spannungsmessung, so wird neben dem Nullindikator ein zweites Instrument zur Messung der Kompensationsspannung benötigt. Auf dieses kann man beim Kompensationsverfahren nach Poggendorf verzichten. Es benötigt eine hochstabile Normalspannung und ein Präzisions-Potentiometer mit geeichter Skala (Bild 5). Im abgeglichenem Zustand ist die Meßspannung  $U_{kl}$  gleich der mit dem Spannungsteilverhältnis multiplizierten Normalspannung  $U_N$ :

$$U_{kl} = U_N \cdot \frac{R_{qu}}{R_{ges}}$$

Kann die Konstanz der Normalspannung

nicht garantiert werden, so steht die Doppelkompensation nach Bild 6 zur Verfügung. Hier wird der Normalspannungserzeuger nicht belastet. Für ihn kann dann ein Normalelement (z. B. ein Weston-Element) verwendet werden, dessen positive Elektrode aus Quecksilber, dessen negative Elektrode aus Cadmiumamalgame besteht und dessen Elektrolyt eine Cadmiumsulfatlösung ist. Als Depolarisator dient Quecksilbersulfat. Das Element hat eine sehr genaue Ursprungsspannung von 1,019 V, darf aber praktisch nicht belastet werden.

Im Bild 6 a wird zunächst die Potentiometerstellung  $R_1$  gesucht, bei der die Normalspannung  $U_N$  wegkompensiert wird. In diesem Falle ist  $U_N = I \cdot R_1$ . Der Schalter steht in der Stellung „Vergleich“.

Anschließend schaltet man ihn in die Stellung „Messen“ und gleicht mit dem zweiten Schleifer den Widerstand  $R_2$  so ab, daß der Indikator Null anzeigt. Dann ist  $U_{kl} = I \cdot R_2$ . Da durch beide Widerstände der

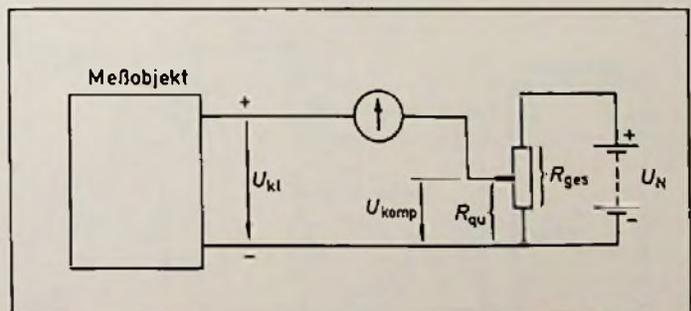
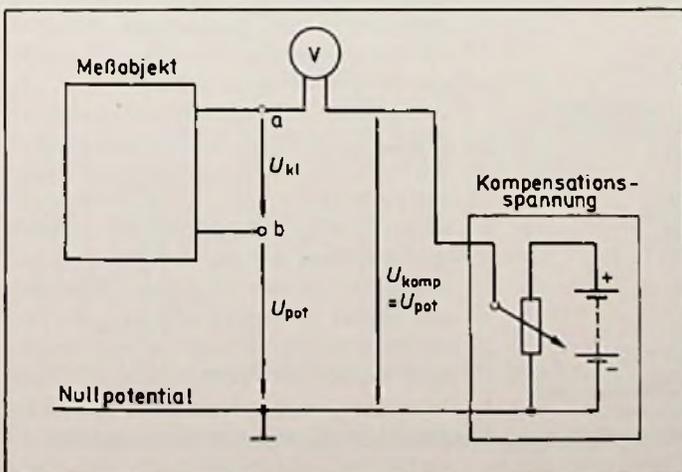


Bild 4. (links) Kompensation bei der Messung an Meßobjekten, die auf hohem Potential liegen

Bild 5. (oben) Mit geeichten Potentiometern kann die unbekannte Spannung unmittelbar abgelesen werden

gleiche Strom fließt, verhalten sich die Spannungen proportional zu den Widerstandswerten. Aus dieser Proportion läßt sich die Formel für die Meßspannung ableiten. Sie ist:

$$U_{kl} = U_N \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

Nachteilig ist hier, daß das Präzisionspotentiometer zwei voneinander unabhängige Schleifer braucht. Derartige Potentiometer sind sehr teuer. Wirtschaftlicher ist die Schaltung nach Bild 6b, bei der nur ein Schleifer auf dem Präzisionspotentiometer erforderlich ist.

Hier wird zunächst in Schalterstellung „Vergleich“ der Strom mit dem Potentiometer P soweit verändert, bis das Produkt aus dem Strom und dem Wert des Präzisionswiderstandes R 1 gleich der Normalspannung U<sub>N</sub> ist. In diesem Falle wird die Differenz zwischen beiden und damit der Indikatorausschlag Null.

Im Anschluß daran wird der Schalter in die Stellung „Messen“ umgeschaltet und der Widerstand R 2 soweit verändert, bis der

Instrumentenausschlag Null geworden ist. In diesem Falle stehen die beiden Spannungen U<sub>N</sub> und U<sub>kl</sub> wieder im gleichen Verhältnis zueinander, wie die Widerstände R 1 und R 2 und die Meßspannung U<sub>kl</sub> kann mit der vorigen Formel berechnet werden.

### Zum Eichen verwendbar

Ein wichtiges Anwendungsgebiet findet die Kompensation bei der Eichung hochgenauer Strom- und Spannungsmesser. Auch bei der zuverlässigen Bestimmung von Meßfehlern ist sie unerlässlich. Das Bild 7 zeigt eine Schaltung für die Eichung von Strommessern. Ein verlässliches Maß für den wirklichen Strom ist der Spannungsabfall an einem in Reihe geschalteten Präzisionswiderstand R<sub>M</sub>. Auf Grund der daran anstehenden Spannung U<sub>kl</sub> erhält man den Strom I nach dem Ohmschen Gesetz:  $I_M = U_{kl} : R_M$ . Voraussetzung für eine genaue Eichung ist dann allerdings wieder eine absolut belastungsfreie Messung dieser Spannung, so wie sie durch die Kompensation möglich ist.

Im Bild 7 wird der Strom mit dem Potentiometer P 2 so eingestellt, daß der Strommesser einen bestimmten, für die Eichung wichtigen Zeigerausschlag hat (z. B. Vollauschlag). Der Kompensationshilfsstrom wird in Schalterstellung „Vergleich“ mit dem Potentiometer P 1 so eingestellt, daß die Normalspannung kompensiert wird und der Indikator Null anzeigt. Nachdem in die Schalterstellung „Messen“ umgeschaltet wurde, wird mit dem Potentiometer P 3 erneut auf Nullauschlag des Indikators abgeglichen. Dadurch erhält man wieder mit der bekannten Proportion den Spannungsabfall U<sub>kl</sub> am Meßwiderstand R<sub>M</sub>.

**Beispiel:** Ein zu eichender Strommesser hat bei 2 A Vollausschlag. Ihm wird ein Meßwiderstand R<sub>M</sub> = 0,5 Ω in Reihe geschaltet. Der Präzisionswiderstand R 1 hat einen Wert von 1,019 kΩ. Die Normalspannung ist U<sub>N</sub> = 1,019 V. Der Hilfsstrom wird so eingestellt, daß der Spannungsabfall an R 1 gleich der Normalspannung U<sub>N</sub> wird.

Bild 7. (rechts) Kompensationsschaltung zur Eichung von Strommessern

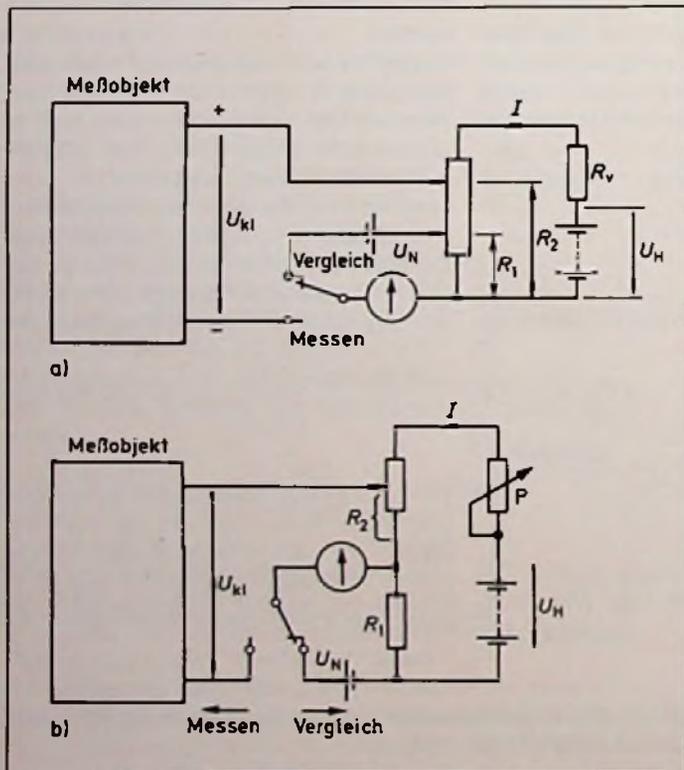


Bild 6. Die Doppelkompensation gestattet die Verwendung von Normalelementen als Vergleichsspannung

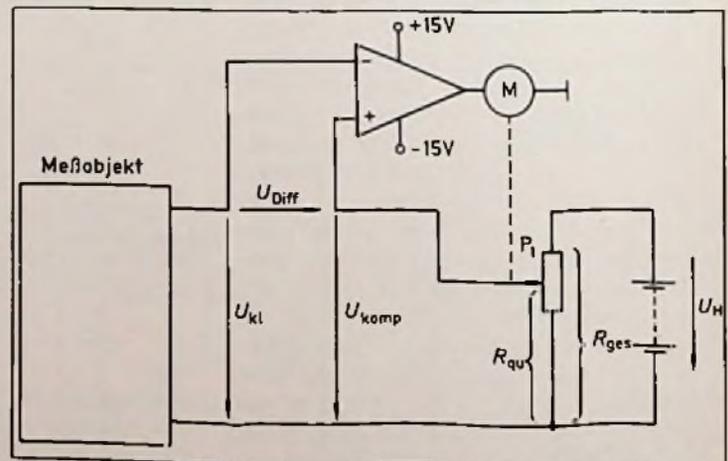
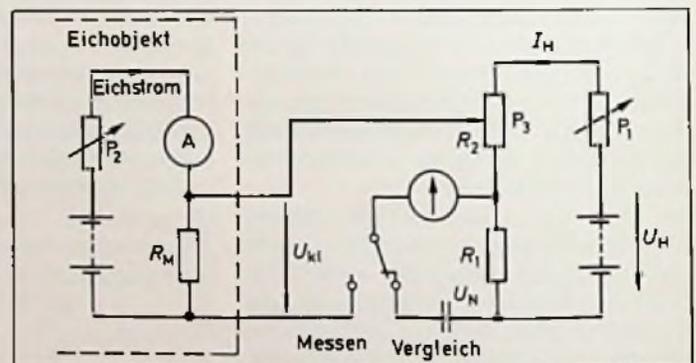


Bild 8. Schaltung eines selbstabgleichenden Kompensators

In der Stellung „Messen“ muß das Potentiometer P 3 so eingestellt werden, daß  $R_2 = 1030 \Omega$  ist.

1. Wie groß ist der Hilfsstrom  $I_H$ ?
2. Wie groß ist der Spannungsabfall am Meßwiderstand  $R_M$ ?
3. Wie groß ist der tatsächliche Strom durch das Instrument?
4. Wie groß ist der Meßfehler?

Lösung: zu 1. Der Hilfsstrom ist

$$I_H = \frac{U_N}{R_1} = \frac{1,019 \text{ V}}{1019 \Omega} = 1 \text{ mA}$$

zu 2. Der Spannungsabfall am Meßwiderstand  $R_M$  ist

$$U_{kl} = U_N \frac{R_2}{R_1} = 1,019 \text{ V} \frac{1030 \Omega}{1019 \Omega} = 1,03 \text{ V}$$

zu 3. Der tatsächliche Strom durch das Instrument ist

$$I_{RM} = \frac{U_{kl}}{R_M} = \frac{1,03 \text{ V}}{0,5 \Omega} = 2,06 \text{ A}$$

zu 4. Das Instrument hat einen Meßfehler von

$$F = \frac{I_{Instr} - I_{RM}}{I_{RM}} = \frac{2 \text{ A} - 2,06 \text{ A}}{2,06 \text{ A}} = -2,9 \cdot 10^{-2}$$

$$= -2,9 \cdot 10^{-2}$$

$$F = -2,9\%$$

### Beim Regeln wichtig

In der Meß- und Regelungstechnik, sowie bei sogenannten Kompensationsschreibern verwendet man selbstabgleichende Kompensatoren. Diese findet man auch in den Nachlaufsteuerungen der Fernwirktechnik. Grundsätzlich erhält man diese, wenn man den Potentiometerschleifer des Bildes 5 durch einen kleinen Servo-Motor antreibt. Gespeist wird der Motor aus der am Indikator wirkenden Spannung. Das Bild 8 zeigt die Prinzipschaltung. Da die erforderliche Leistung des Servo-Motors größer ist, als diejenige, die im Meßstromkreis zur Verfügung steht, speist man ihn aus einem Verstärker. In Bild 8 ist es ein als Komparator (Vergleicher) geschalteter Operationsverstärker. Solange die Kompensationsspannung noch nicht gleich der Meßspannung  $U_{kl}$  ist, wirkt zwischen den Verstärkerausgängen eine Differenzspannung, die dann auch eine Verstärkerausgangsspannung zur Folge hat. Mit dieser wird der Motor angetrieben. Dieser verschiebt den Schleifer des Potentiometers soweit, bis die Kompensationsspannung gleich der Meßspannung ist. In diesem Falle erhält der Motor keine Betriebsspannung mehr und bleibt stehen. Den Schlei-

fer des Potentiometers kann man mit einer Skala versehen und an dieser das Verhältnis zwischen den Widerständen  $R_{ges}$  und  $R_{qu}$  bzw. die Spannung  $U_{kl}$  ablesen. In Kompensationsschreibern ist das Potentiometer ein sehr langgestreckter Widerstand, dessen Schleifer von einer Schnecken spindle angetrieben wird. Mit ihm verbunden ist ein Schreibkopf, der den Verlauf der Meßspannung auf einem darunter durchgezogenen Papierstreifen in Abhängigkeit von der Zeit aufzeichnet.

### Kompensation in der Digitaltechnik

Seit dem die Elektronik in alle Bereiche der Technik eindringt, wird die Kompensation mehr und mehr auch in elektronischen Meßgeräten, vor allem in Digitalmeßgeräten angewendet. Der wichtigste Teil eines digitalen Meßgerätes ist der Analog/Digital-Wandler, der die Meßspannung  $U_{kl}$  in eine zählbare Größe, z. B. eine Anzahl von Impulsen umwandelt.

Das Bild 9 zeigt seine Blockschaltung. Sowohl die Meßspannung als auch das Nullpotential werden mit dem zeitproportionalen Spannungsanstieg einer Sägezahnflanke verglichen. Dafür sind zwei Vergleichsstufen vorhanden und zwar eine für Null und eine für den Meßwert. Sobald die Sägezahnspannung das an deren invertierenden Eingang wirkende Potential überschreitet, wird die Ausgangsspannung positiv und steuert den nachgeschalteten Schmitt-Trigger so um, daß er ausgangsseitig ein Signal 1 liefert. Mit diesen beiden Ausgangssignalen steuert man ein Exklusiv-ODER-Gatter, das nur dann ein Ausgangssignal 1 liefert, wenn aus-

schließlich an einem der beiden Eingänge ein Signal 1 wirkt. Deshalb erhält man am Ausgang dieses Gatters ein Signal 1 von dem Moment an, da die Sägezahnspannung Null erreicht bis zu dem Moment, da die Sägezahnspannung den Wert der Meßspannung erreicht. Mit diesem Signal wird ein weiteres UND-Glied freigegeben, durch das während der Zeit Impulse aus einem Normalfrequenzgenerator hindurchgelangen und dann in einem Zähler gezählt oder auf andere Weise digital weiterverarbeitet werden. Im Bild 10 sind die einzelnen Spannungen in gleichen zeitlichen Maßstäben dargestellt. Wie daraus ersichtlich ist, wird die Zeit  $t_x$  umso kürzer, je kleiner die Meßspannung und je größer die Steilheit der Sägezahnspannung ist. Umso weniger Impulse der Normalfrequenz gelangen aber auch während der offenen Zeit durch das UND-Glied. Die Impulszahl verhält sich proportional zur Meßspannung. Bei negativen Meßspannungen erreicht die Sägezahnspannung die Meßspannung, bevor sie durch Null geht. Damit schaltet der Schmitt-Trigger II vor dem Schmitt-Trigger I, und die Flanke (e) trifft vor der Flanke (d) ein. An der Wirkungsweise ändert sich aber nichts. Die Reihenfolge der beiden Flanken kann man allerdings als Information über die Polarität zusätzlich heran ziehen.

In modernen digitalen Spannungsmessern wird der Zählerstand des anzeigenenden Zählers als kompensierende Größe herangezogen. Seine binären Zahlenwerte werden in einem Digital/Analogwandler wieder in eine Spannung umgewandelt und diese dem Meßwertvergleich zuge-

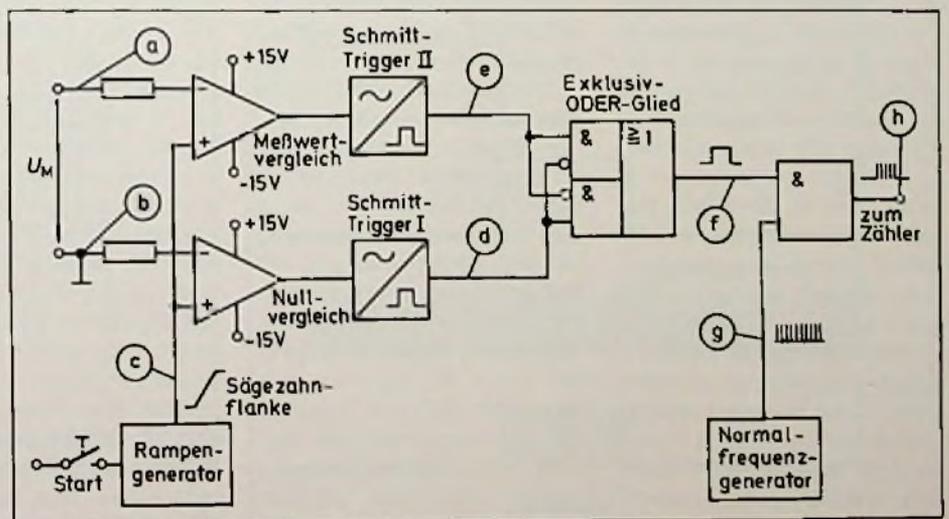


Bild 9. Das Kompensationsverfahren als Analog/Digital-Wandler

führt. Solange dort die Vergleichsspannung nicht gleich der Meßspannung ist, solange verändert der Zähler seinen Inhalt und der D/A-Wandler seine Ausgangsspannung. Erst wenn beide Spannungen gleich sind, wird der Zählvorgang mit dem UND-Glied abgestoppt und der angezeigte Wert entspricht dem Meßwert (Bild 11). Wie man sieht, handelt es sich auch hierbei um einen selbstabgleichenden Kompensator ohne irgendwelche beweglichen Teile. Die Kompensation hatte schon immer eine besondere Bedeutung bei der Messung nichtelektrischer Größen. Ob bei der Temperaturmessung in industriellen Prozessen oder bei der Messung mechanischer Größen, wenn es auf Zuverlässigkeit oder Genauigkeit ankommt, bedient man sich deren Vorteile. Für die Temperaturmessung werden wegen ihrer großen Vorteile oft Thermo-

mente verwendet. Diese sind zwar von Natur aus niederohmig. Genau messen kann man mit ihnen aber nur dann, wenn auf den meistens sehr und unterschiedlich langen Meßleitungen keine Spannungsabfälle auftreten. Zweifellos eignen sich zur Messung auch nullpunktstabile Gleichspannungsverstärker mit hochohmigen Eingängen. Deren Nullpunktstabilität wird aber auch wieder mit elektronischen Kompensationsverfahren hergestellt. Seitdem derartige Anlagen vorwiegend über Computer gesteuert werden, ist an ihre Stelle häufig auch die digitale Kompensation getreten, die dann gleich computergerechte Binärinformationen liefert.

Die Messung mechanischer Größen, wie Dehnungen, Kräfte, Drücke oder Drehmomente geschieht in den meisten Fällen mit Widerstandssensoren. Bei diesen erhält

man eine Widerstandsänderung, die von der mechanischen Größe abhängt. Sie werden in eine Brückenschaltung eingefügt, die im Ruhezustand auf Null abgeglichen wird. Die Ausgangsspannung des einen Brückenspannungsteilers kompensiert diejenige des zweiten Brückenspannungsteilers, so daß die Differenz zwischen beiden und damit auch der Diagonalstrom Null wird.

Ändert sich der Widerstand des Dehnungsmessstreifens, bedingt durch die einwirkende mechanische Größe, so steigt die Brückenausgangsspannung proportional mit dieser Größe an, sofern die Brückendiagonale nicht belastet wird. Mit Hilfe der Kompensation kann auch in diesem Falle eine Belastung vermieden und eine genaue Messung garantiert werden.

Eine wichtige Rolle spielt die Kompensation ferner bei der Messung der relativen Feuchte. Hier muß einmal die absolute Feuchte und die Temperatur gemessen werden. Die Feuchte wird mit einem speziellen Lithium-Chlorid-Fühler und die Temperatur mit Thermistoren gemessen. Beide Fühler werden in getrennte Brückenschaltungen eingefügt, deren Diagonalspannungen sich gegenseitig kompensieren. Der Abgleich erfolgt über einen selbstabgleichenden Kompensator, dessen Schleifer mit einer Skala versehen und in % rel. F. geeicht werden kann.

Daneben gibt es viele Anwendungen auf anderen Gebieten. Allen gemeinsam ist die Möglichkeit genauer Messungen, die sich allerdings auf rein statische Vorgänge beschränkt.

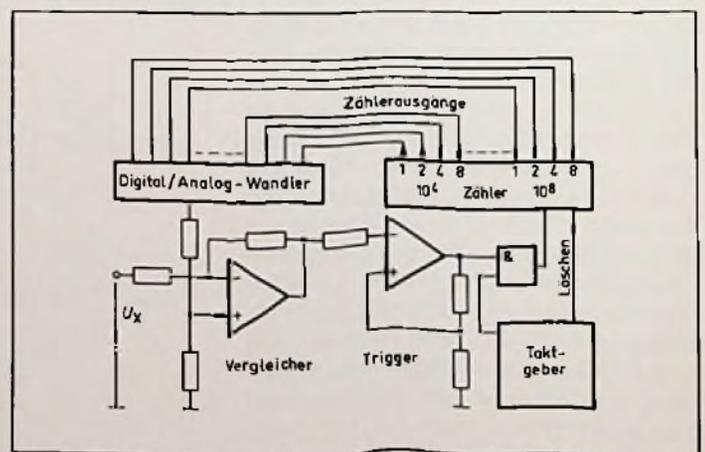
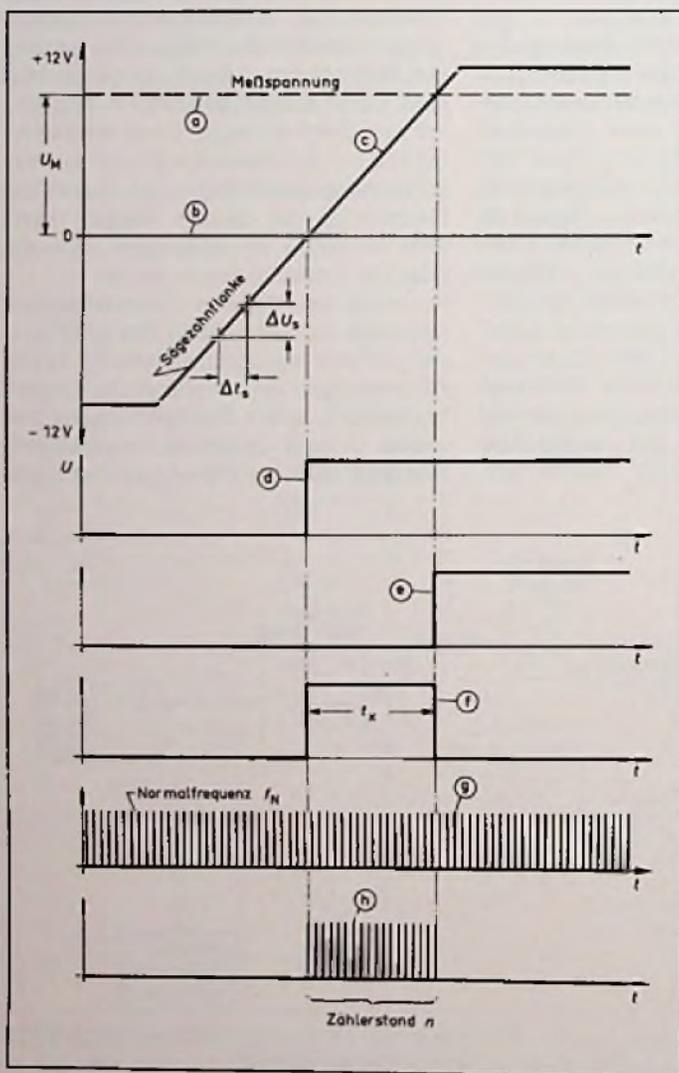


Bild 10. Zeitabhängigkeit der einzelnen Spannungen im A/D-Wandler nach Bild 9

Bild 11. Digitalspannungsmesser nach dem Kompensationsverfahren

## Neue Meßgeräte

### LCD-Multimeter mit 30 Bereichen

Dieses LCD-Multimeter mit 3½-stelliger 13 mm hoher Anzeige dürfte kaum noch Wünsche offenlassen. Lediglich der Frequenzbereich von 40 Hz...1 kHz ist für den RFT-Service etwas zu kurz geraten. Die Gleichspannungsmeßbereiche sind: 0 bis 200 mV/2/20/200/1000 V (Fehler:  $\pm 0,4\% \pm 1$  Digit), Eingangswiderstand in allen Bereichen 10 M $\Omega$ , größte Auflösung 100  $\mu$ V. Dies alles gilt auch für die Wechselspannungsbereiche, die jedoch einen größeren Fehler zulassen:  $\pm 1,2\% \pm 5$  Digit. Die Gleichstrombereiche sind: 0 bis 200  $\mu$ A/2/20/200/1000 mA/10 A (Fehler:  $\pm 0,7\% \pm 1$  Digit, ab 1 A mindestens  $\pm 1\% \pm 4$  Digit), größte Auflösung 0,1  $\mu$ A, Spannungsabfall 250 mV (in den oberen beiden Bereichen 400 mV). Das gleiche gilt für die Wechselstrombereiche, deren Fehler mit  $\pm 1,2\% \pm 3$  Digit bzw. ab 1 A mit mindestens  $\pm 1,5\% \pm 4$  Digit angegeben wird. Widerstandsmeßbereiche: 0 bis 20  $\Omega$ /200

$\Omega$ /2/20/200 k $\Omega$ /2/20 M $\Omega$ , größte Auflösung 10 m $\Omega$ , Fehler um  $\pm 1\% \pm 3$  Digit. Zur Stromversorgung dienen 6 Mignonzellen, die eine Betriebszeit von 2000 h sicherstellen sollen. Inter-Mercador GmbH & Co. KG, Zum Falsch 36, 2800 Bremen 44



### Oszilloskop von der Insel

Zu einem Endverkaufspreis von unter 1000 DM bietet die britische Firma Scopex ein 10-MHz-2-Strahl-Oszilloskop an (Modell 14D-10). Die Empfindlichkeit der Vertikal-Verstärker reicht von 2 mV/Skt bis 10 V/Skt, wobei das Einstellen in 1-2-5-Sequenz erfolgt (maximale Eingangsspannung 400 V). Für die beiden Kanäle sind folgende Betriebsarten möglich: Zweistrahl, alternierend oder gechopped (110 kHz), nur Kanal A, die Addition beider Kanäle, das Invertieren des Signals in Kanal B (zur Subtraktion beider Kanäle) und XY-Betrieb. Beim XY-Betrieb ist Kanal A auf die Horizontal-Ab-

lenkung geschaltet, während Kanal B die Vertikal-Ablenkung übernimmt. Im XY-Betrieb reicht die Bandbreite von 0...1 MHz; die Phasendrehung bei 50 kHz bleibt unter 3°. Die Horizontal-Ablenkung hat 16 kalibrierte Bereiche von 1  $\mu$ s/Skt bis 100 ms/Skt, die sich ebenfalls mit 1-2-5-Sequenz einstellen lassen. Dehnung der Zeitachse ist um den Faktor 5 möglich, so daß die kürzeste Ablenkzeit 200 ns/Skt beträgt. Der niedrigste interne „Trigger-Level“ wird mit 0,3 Skalenteil angegeben. Externe Triggersignale müssen mindestens einen Wert von 250 mV (Spitze-Spitze) haben. Die Sichtrohre ist standardmäßig

mit P-31-Phosphor beschichtet (Sonderausführung mit P-7-Phosphor, Nachleuchtröhre) und bietet ein Sichtfeld von 10 cm  $\times$  8 cm (1 cm = 1 Skt).



Zum Abgleich von Tastköpfen steht ein 80-mV-Rechtecksignal bereit. Scopex hat derzeit noch keine Verkaufsniederlassung in der Bundesrepublik Deutschland, sichert aber zu, daß Bestellungen vom Mutterhaus schnell und zuverlässig ausgeführt werden.

Scopex Instruments Ltd., Pixmore Avenue, Letchworth/Hertfordshire SG6 1JJ Großbritannien

## Besprechungen neuer Bücher

**Presse-Taschenbuch Rundfunk, Fernsehen, Audiovision 1981/82.** Herausgeber: Philips GmbH, Hamburg. 296 Seiten, DIN-A6-Taschenbuchformat. Pels 27 DM. Erschienen und bearbeitet im Kroll-Verlag, Seefeld Obb.

„Auf der täglichen Suche nach dem Kontakt zur richtigen Person ist dieses Taschenbuch zu einem unentbehrlichen Helfer geworden.“ Dieser Satz aus dem Begleitschreiben zum Rezensionsexemplar ist kein leeres Gerede – er stimmt. Die ungemein hohe „Packungsdichte“ sowie die kurze Zugriffszeit auf das Adressen- und Namenmaterial machen aus dem Büchlein eine gerne genutzte Alternative und Ergänzung zur eigenen Kartei. Namen, Anschriften, Telefon-

und Telexnummern sind in bewährter Manier aufgelistet und übersichtlich in folgende „Kapitel“ gepackt: Journalisten und Fachschriftsteller, Publikationen und Dokumentationen, Funk und Fernsehen, Industrie und Handel, Behörden, Aus- und Fortbildung sowie Verbände und Organisationen. Auf 24 Seiten am Schluß des Buches gibt Philips eine kurze Darstellung über sich und wichtige neue Produkte. Der kleine „who is who“ der Branche „Unterhaltungselektronik“ kann freilich nur so aktuell sein, wie die eingereichten Eintragungswünsche. Fehlerhafte Angaben lassen sich daher nicht vermeiden.

**Focus on Electronics.** Von G. Moellerke. 304 Seiten. Pels 34 DM. AT-Verlag, Aarau (Schweiz)

Das Buch enthält Artikel und Kurzberichte, die zum größten Teil in der Fachzeitschrift „Elektroniker“ erschienen sind. Es handelt sich um Originalberichte – besonders aus dem Gebiet der Elektronik – aus amerikanischen und britischen Zeitschriften oder unmittelbar von Elektronikfirmen. Der Leser erfährt dadurch das Neueste aus seinem Fachgebiet; vor allem aber kann er seine Englischkenntnisse erweitern, denn neben den englischsprachigen Aufsätzen findet er die deutschen Erläuterungen, die ihm das mühsame Nachschlagen in Wörterbüchern ersparen. Bei schwierigen englischen Ausdrücken wird zudem die Aussprache in der internationalen Lautschrift angegeben. Erstmals veröffentlicht ist hier die Serie mit sechs Episoden aus dem Berufsleben eines Elektronik-Ingenieurs. Der Benutzer dieses Buches begegnet darin Situationen, die ihm aus dem beruflichen Alltag bekannt sind, an denen er sofort teilnimmt. So lernt er ohne Mühe beispielhafte Ausdrucksweisen kennen.

## Patent-Anmeldungen

**Farbdecoder für einen Farbfernsehempfänger.** Patentanspruch: Farbdecoder für einen Farbfernsehempfänger, in dem die in Demodulatoren aus dem modulierten Farbträger gewonnenen Farbsignale durch als Ladungsverschiebeschaltung ausgebildete Verzögerungsleitungen um eine Zeitdauer verzögert und aus den verzögerten und unverzögerten Signalen in als Matrix wirkenden Addierstufen die Farbdifferenzsignale gewonnen werden, wobei die Verzögerungsleitungen, die Demodulatoren und die Addierstufen in integrierter Technik auf einem Halbleiterchip als Ladungsverschiebeschaltung ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Ausgangselektrode des Demodulators und die Ausgangselektrode der Verzögerungsleitung zu beiden Seiten einer Elektrode liegen, die die Ausgangselektrode der Addierstufe bildet.

DBP.-Anm. H 04 n, 9/39.  
OS 2 931 557  
Offengelegt am 19. 2. 1981  
Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Frankfurt  
Erfinder: Dipl.-Ing. Peter Christiansen; Dipl.-Ing. Gerhard Kohlbacher

**Informationsgerät für Fahrzeuge.** Patentanspruch: Informationsgerät für Fahrzeuge, insbesondere für Kraftfahrzeuge mit einem Wegstreckenzähler, mit auf einem Tonträger gespeicherten Informationen und einem Wiedergabegerät, dadurch gekennzeichnet, daß für den Tonträger, welcher wegabhängige Markierungen enthält, denen die wiederzugebenden Informationen zugeordnet sind, eine Vergleichseinrichtung vorgesehen ist, welche die wegabhängigen Markierungen des Tonträgers mit den Signalen des Wegstreckenzählers des Fahrzeugs vergleicht und bei Voreilen des Tonträgers gegenüber diesen Markierungen den Vorlauf des Tonträgers stoppt und bei Nacheilen beschleunigt, bis Übereinstimmung besteht, und daß eine Korrektur-

einrichtung vorgesehen ist, durch deren Betätigung der Fahrer eine Synchronisierung der Markierungen des Tonträgers mit den Signalen des Wegstreckenzählers bewirken kann.  
DBP.-Anm. G 11 b, 27/10.  
OS 3 001 699  
Offengelegt am 23. 7. 1981  
Anmelder: Daimler Benz AG, Stuttgart  
Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Rapp

**Vorrichtung zum Erleichtern der Auswahl von Schallplatten oder anderen Tonträgern.** Patentanspruch: Vorrichtung zum Erleichtern der Auswahl von Schallplatten oder anderen Tonträgern für ihr Abhören an Abhörstationen oder ihren Verkauf, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Wiedergabegerät, wie z. B. einen Plattenspieler enthält, mit dem Bandaufzeichnungsgeräte elektrisch verbunden sind, deren Bänder in Abschnitte aufgeteilt sind, die jeweils einer bestimmten Aufnahme zugeordnet sind, daß für jeden der Abschnitte ein Mittel zu seiner Markierung vorgesehen ist und daß die Bandaufzeichnungsgeräte jeweils mit min-

destens einem Abhöranschluß verbunden sind, der mit einer Steuervorrichtung versehen ist, durch die ein Aufnahmeabschnitt automatisch eingestellt wird und sofort wiedergegeben werden kann.  
DBP.-Anm. G 11 b, 25/000.  
OS 2 947 156  
Offengelegt am 12. 2. 1981  
Anmelder, zugleich Erfinder: Daniel Rouffet, Bierghes-lez-Hal (Belgien)

**Einrichtung für die Steuerung von mehreren Komponenten einer Rundfunkempfangs- und/oder Wiedergabeanlage.** Patentanspruch: Einrichtung für die Steuerung von mehreren Komponenten einer Rundfunkempfangs- und/oder Wiedergabeanlage, dadurch gekennzeichnet, daß alle Komponenten durch eine Steuerinformationsübertragungsstrecke miteinander verbunden sind.  
DBP.-Anm. H 03 j, 9/00.  
OS 3 003 425  
Offengelegt am 6. 8. 1981  
Anmelder: Braun AG, Frankfurt  
Erfinder: Ing. (grad.) Heinz Schiebelhuth

## FUNK TECHNIK

Fachzeitschrift  
für die gesamte  
Unterhaltungstechnik

Gegründet von Curt Rint  
Offizielles Mitteilungsblatt  
der Bundesfachgruppe  
Radio- und Fernsehtechnik  
Erscheinungsweise: Monatlich

### Verlag und Herausgeber

Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-1  
Telex 04-61 727 hueh d  
Geschäftsführer:  
Heinrich Gefers (Marketing)  
Heinz Melcher (Zeitschriften)  
Verlagskonten:  
PSchK Karlsruhe 485 45-753  
Deutsche Bank Heidelberg  
0265 041, BLZ 672 700 03

### Redaktion

Redaktionsanschrift:  
FT-Redaktion  
Landsberger Straße 439  
8000 München 60  
Telefon (0 89) 83 80 36  
Telex 05-21 54 88 huem d

Außenredaktion:  
Ing. Lothar Starke  
Lindensteige 61  
7992 Tettmang  
Telefon: (0 75 42) 88 79

Chefredakteur:  
Ing. Lothar Starke  
Resort-Redakteure:  
Curt Rint  
Ing. (grad.) Stephan Schall  
Ständiger freier Mitarbeiter:  
Reinhard Frank, Embühren (Hi-F)

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 Bomscheuer

### Bezugspreis:

Jahresabonnement: Inland DM 90,- einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten; Ausland: DM 90,- zuzüglich Versandkosten.  
Einzelheft: DM 8,- einschließlich MWSI, zuzüglich Versandkosten.

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

### Bestellung:

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

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

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

### Anzeigen

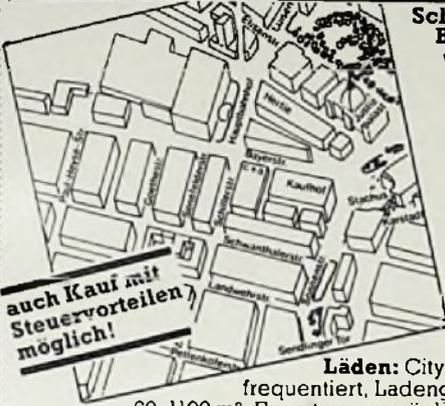
Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH  
Im Weiher 10, Postf. 10 28 69  
6900 Heidelberg 1  
Telefon (0 62 21) 4 89-203  
Telex 04-61 727 hueh d

Anzeigenleiter:  
Walter A. Holzapfel

Gültige  
Anzeigenpreisliste  
Nr. 13 vom 1. 1. 1981

Druck  
Schwetzinger Verlagsdruckerei  
GmbH

# BÜROS UND LÄDEN MÜNCHEN - ZENTRUM



**Schwanthaler Str. 31**  
**Büros:** zentral, hervorragend erreichbar, repräsentativ ausgestattet, Service-Einrichtungen, Parkplätze im Haus.  
 Insges. 4500 m<sup>2</sup>, stockwerkweise abgeschlossen teilbar von 30-1300 m<sup>2</sup>, Aufteilung und Ausstattung nach Wunsch.

**auch Kauf mit Steuervorteilen möglich!**

**Läden:** City-Einkaufslage, stark frequentiert, Ladengrößen im EG von 60-1100 m<sup>2</sup>, Erweiterungsmöglichkeit im 1. OG um 1300 m<sup>2</sup>, jetzt noch Sonderwünsche möglich!

**Ein erfolgversprechender Standort. Rufen Sie uns an:**  
 BGB-Ges. Schwanthalerstr. 31 · Drömer-Schneider-Haydn · Mauerkircherstr. 8 · 8000 München 80 · **089/98 97 92**

**neu**  
 von den Grundlagen bis zum individuellen Programmieren mit dem Christian-kompakt-kurs **basic**  
 Einfach Postkarte schicken Sie nur Vorname, Nachname, Geburtsdatum an:  
 Techn. Lehrlingsbüro Dr. Ing. P. Christian Gebel 7750 Konstanz, Postf. 3389 in Österreich für Fortschreibung 6900 Bregenz

**neu**  
 Der Christiani-Lehrgang Amateurfunk-Lizenz - der Einstieg in das weltumspannende Abenteuer Amateurfunk **amateurfunk lizenz**  
 Detaillierte Vorbereitung auf den Erwerb der Lizenz Klasse C Einrich Postkarte schicken Sie nur Vorname, Nachname, Geburtsdatum an:  
 Techn. Lehrlingsbüro Dr. Ing. P. Christian Gebel 7750 Konstanz, Postf. 3389 in Österreich für Fortschreibung 6900 Bregenz

# Ihre Fachberater

**Jahrbuch für das Elektrohandwerk 82**

**Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 82**

## Jahrbuch für das Elektrohandwerk 82

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

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

## Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik 82

Etwa 400 Seiten. Mit vielen Schaltbildern, Wickeltabellen, Diagrammen. Taschenbuchformat, flexibler Kunststoffeinband, DM 12,80 (Fortsetzungspreis DM 10,25; siehe unten), zuzüglich Versandkosten. Das „Jahrbuch für Elektromaschinenbau + Elektronik“ enthält alle wichtigen Unterlagen für Elektromaschinenbau und Elektronik, die man in Werkstatt und Betrieb laufend zur Hand haben muß. Die neue Ausgabe 1982 erfüllt wieder alle Ansprüche an einen modernen, praxisbezogenen Fachkalender.

### Fortsetzungspreis

Für unsere Jahrbücher bieten wir einen Vorzugspreis an, wenn Sie zur Fortsetzung bestellen. (Dann wird Ihre Bestellung also für 1983 ff. vorgemerkt.) Wir gewähren dann einen Preisnachlaß von 20% auf den jeweils gültigen normalen Verkaufspreis. Im Falle der Ausgabe 82 also statt DM 12,80 / Fortsetzungspreis 10,25. Der Fortsetzungsauftrag kann jährlich bis spätestens 30.6. für das folgende Jahr gekündigt werden.

# Hüthig & Pflaum Verlag

### Bestellscheine

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

Vor- und Zuname

Straße Platz/Ort

Datum Unterschrift

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

**FT**

**-Ausgabe Nr. 1 vom Januar 1982 erscheint am 11.1.82**

Wenn Sie

**FT**

**auch als Werbeträger nutzen wollen, bitten wir bis zum 15.12.81 um Ihre Disposition.**

für Kfz. Maschinen. Werbung  
**PVC-Klebeschilder**  
**FIRNEN-BAG-u. Magnet-Schilder**  
**BICHLMEIER 82 Ro-Kastenau**  
 Erlenweg 17 Tel. 080 31/31315

# Hüthig

## Zur Theorie und Praxis der Antennen

Edmund Stirner

# Antennen

### Band I: Grundlagen

1977, 229 S., 111 Abb., kart., DM 38, –  
ISBN 3-7785-0424-X

### Band II: Praxis

1980, 214 S., 144 Abb., kart., DM 44, –  
ISBN 3-7785-0491-6



Doz. Edmund Stirner  
Fachhochschule  
Coburg

Dr. Alfred Hüthig  
Verlag GmbH  
Postfach 102869  
6900 Heidelberg 1

Neben den „klassischen“ Antennentypen, wie z.B. Dipol-, Yagi-, Langdraht-, Rhombusantennen usw., werden auch die neuesten Entwicklungen der Antennentechnik wie ebene phasengesteuerte Antennen, phasengesteuerte Zylinder-Gruppenantennen, breitbandige logarithmische Strahler, gerillte Trichterstrahler, Mehrmoden-Koaxialstrahler und aktive Antennen beschrieben. Die Antennentypen werden unter Berücksichtigung der praktischen Gegebenheiten vorgestellt. Um auch dem Leser ohne besonderen Vorkenntnisse den Einstieg auf dem Gebiet der Antennen zu erleichtern, werden die Grundbegriffe der Antennentechnik erläutert, der Einfluß des Erdbodens auf die Antennengrößen erklärt und Beispiele von Antennen-Anpassungsschaltungen und Symmetriegliedern gegeben. Beide Bände ergänzen einander und erleichtern Studenten und Ingenieuren der Nachrichtentechnik, interessierten Technikern der Antennenbaufirmen, der Bundespost und der Rundfunkanstalten, die ihre Kenntnisse über Antennen ergänzen oder auffrischen wollen, den Einstieg in die Praxis dieser vielfältigen Technik.

125 Goethestr. 11  
1255 Wilmersdorf

Z L 15933

Mickel, G.