

# ELRAD

H 5345 E

DM 6,80 · M 6,80

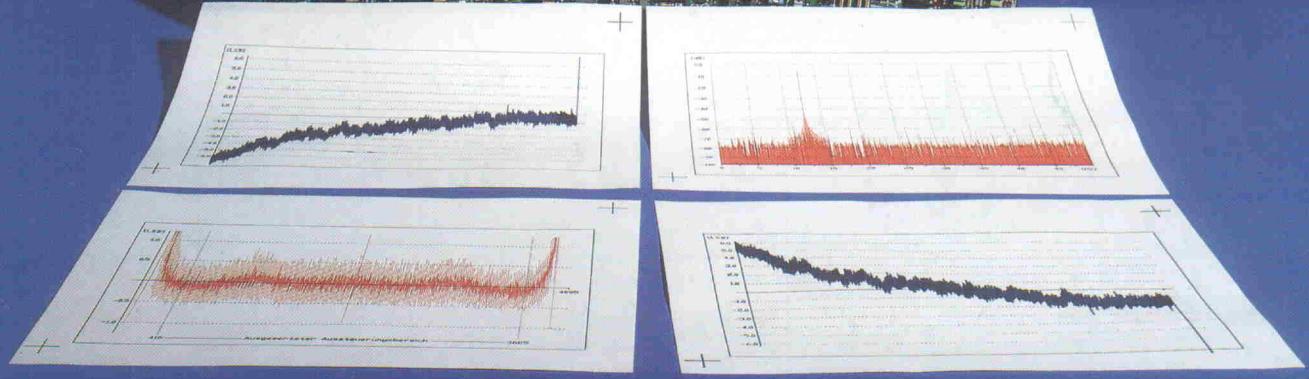
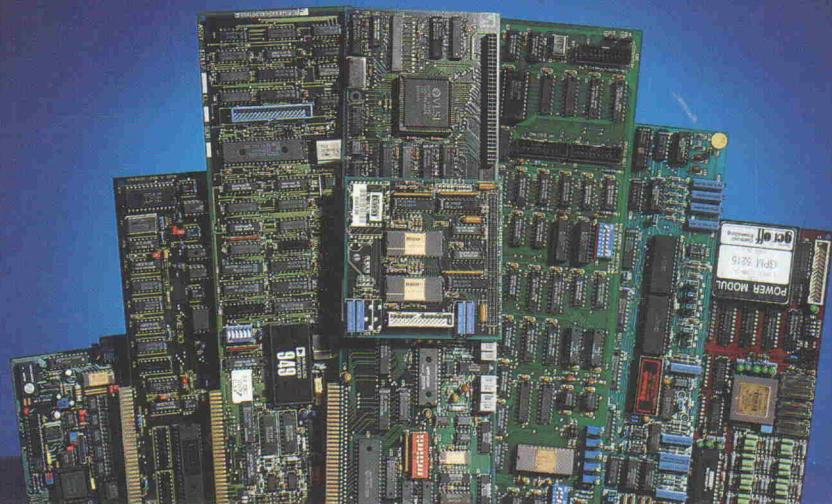
öS 58,- · sfr 6,80

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Service:  
Äquivalenzliste  
DDR-ICs

5/90

5/90



Grundlagen: Endstufen-Design

Projekte:

Audio: 100 W bipolar an 8  $\Omega$   
HF: Kanalselektiver Antennenverstärker  
Kfz-Meßtechnik: AutoCheck  
für ASU u.v.a.m.

Entwicklung:

Design-Corner: EEPROM-Filter  
Schaltungstechnik: Neue Video-ICs  
Laborblätter: Elektronische Analog-  
schalter

## PC-Meßkarten:

# Keine

# ohne Mängel

# GESUCHT

$$\int \frac{1}{x^3 \sqrt{a+x^2}} dx$$

FÜR DIE LÖSUNG NUTZEN SIE  
2000 JAHRE MATHEMATIK  
IN IHREM PC!

- *DERIVE* ist ein mathematisches Expertensystem für Ihren PC.
- *DERIVE* rechnet mit Formeln.
- *DERIVE* vereinfacht Terme, differenziert und integriert symbolisch.
- *DERIVE* löst Gleichungen, manipuliert Matrizen u. v. m.
- *DERIVE* rechnet auch wie ein herkömmlicher Taschenrechner.
- *DERIVE* erstellt 2- und 3-dimensionale Grafiken.
- *DERIVE* ist einfach zu bedienen.
- *DERIVE* benötigt nur 512 K RAM und ein Diskettenlaufwerk.
- *DERIVE* ist unentbehrlich für jeden, der mit Mathematik zu tun hat.

Ich bestelle eine Einzellizenz von *DERIVE* auf einer  $5\frac{1}{4} \circ 3\frac{1}{2}$  Zoll-Diskette für S 3020,-/DM 430,- (inkl. Versand, exkl. MwSt.)

Senden Sie mir nähere Unterlagen zu *DERIVE*.

Name:

Adresse:

Zu senden an: UNIWARE GmbH, Schloß Hagenberg,  
A-4232 Hagenberg.

Die Lösung mit  
**DERIVE**™

Derive is a trademark of Soft Warehouse, Inc.  
Honolulu, Hawaii, U.S.A.

$$-\frac{\ln \left[ \frac{\sqrt{(x+a)} - \sqrt{a}}{x} \right] \frac{2}{x}}{2a} \frac{3/2}{2ax} \frac{2}{\sqrt{(x+a)}}$$

# Schwarz-Rot-Geld

Bestnoten für die Wirtschaft. Beim Bruttosozialprodukt wieder plus 3...4 %, Deutsche Industrienorm. Die Bundesrepublik liegt im Export gleichauf mit den USA, einem Land mit der dreifachen Bevölkerungszahl. Die Messegesellschaft Hannover meldet zur CeBIT neuen Besucherrekord, die Aussteller melden 'handfeste' Abschlüsse. Die bevorstehende Industriemesse lässt ähnliche Erfolge erwarten.

Ein in der Öffentlichkeit wenig beachtetes wirtschaftliches Fitness-Zentrum für westdeutsche Dauer-Power ist die DIN. Wer dabei nur an die Kompatibilität von Omas Herdringen denkt, ist schon durchgeflogen: Die strenge Norm garantiert zwar auch eine konstante, vor allem jedoch eine im Weltvergleich unübertroffene Qualität. DIN setzt Maßstäbe.

Maßstäbe, an die sich demnächst auch DDR-Industrielle halten müssen, wollen sie mithalten. Die Bürger haben nämlich im März die D-Mark gewählt, außerdem wollen sie mehrheitlich den Direktanschluß nach Artikel 23 Grundgesetz, der die vom Wiedervereinigungsartikel 146 geforderte neue, gemeinsame Verfassung vermeidet. Verständlich übrigens, denn die Wirtschaft, und um die geht es, ist ja in bester Verfassung. Dank der hohen fachlichen Qualifikation der DDR-Ingenieure und -Naturwissenschaftler ist eine wesentliche Voraussetzung gegeben, westdeutsche Standards zu erreichen. Und was DIN ist, wissen zumindest Ost-Elektroniker: Während fünf von uns beliebig gewählte und untersuchte West-Elektronikzeitschriften die nun schon wieder viele Jahre alte, 'neue' DIN-Norm für Gattersymbole in Schaltbildern absolut ignorieren, verwendet der führende DDR-Elektroniktitel rfe ausschließlich eben diese DIN-Norm.\*)

So stünde also alles zum gesamtdeutschen Besten, wenn da nicht die neue Relativitätstheorie wäre: die von der Relativität des Bruttosozialprodukts, von den Kosten des Wachstums. Viele, allen voran der Präsident des statistischen Bundesamtes, wollen, daß endlich richtig gerechnet wird. Was beispielsweise derzeit noch an Anwalts-, Gerichts-,

Polizei-, Krankenhaus- und Werkstattkosten positiv ins Bruttosozialprodukt eingeht, wenn ein Unfallauto und sein Fahrer wieder flottgemacht werden, ist kein zusätzliches Leistungsergebnis: Fahrer und Auto gibt es nach wie vor nur einmal. Und was wir an natürlichen Ressourcen verfrühtstücken, was wir an Umwelt vernichten, muß ebenfalls abgezogen werden. Das Öko-Sozialprodukt, um das es geht, ist um 100, 200 oder mehr Milliarden D-Mark geringer, je nach Ansatz.

Bonn möchte beim richtigen Rechnen wohl gerne mitmachen, richten sich doch die EG-Beiträge nach dem nationalen Sozialprodukt. Doch die Industrie will nicht. Denn nur brutto steht sie so glänzend da; sie läßt sich ihre Abwässer und Abgase, ihre FCKWs und PVCs und tausend andere umweltkriminelle Produkte, Verfahren und Exkremente weder verbieten noch mit negativem Vorzeichen bilanzieren. Ihr Öko-Image hat sie mit deutscher Gründlichkeit, normgerecht nach DIN auf den Nullpunkt abgewirtschaftet.\*\*)

Die Deutsche Messe AG, Hannover, will zur bevorstehenden Industriemesse mit Sonderveranstaltungen die Themen 'Modernisierung der DDR-Industrie' und Umwelt anpacken. Besondere Bedeutung dürfte dem Ost-West-Symposium 'Mensch – Natur – Technik' zu kommen, das am 7. und 8. Mai unter der Schirmherrschaft von Bundespräsident Richard von Weizsäcker in Loccum/Klausur stattfindet und mit CSSR-Staatspräsident Václav Havel, Ex-Bundeskanzler Helmut Schmidt und zahlreichen Professoren, Ministern sowie Wirtschaftsführern und -experten aus Ost und West hochkarätig besetzt ist. Am 9. Mai werden dann die Klausur-Ergebnisse im Tagungs-Centrum Messe der Öffentlichkeit vorgestellt.

'Neue Ansätze des Denkens sollen den Menschen helfen, auf dem Weg ins nächste Jahrtausend das Verhältnis zu Natur und Technik neu zu bestimmen ...' schreibt die Messegesellschaft dazu.

Auf dem Weg ins nächste Jahrtausend sind wir spätestens seit der ersten industriellen Revolution, und die Notwendigkeit umzudenken wird nur noch von einer Seite bestritten. Die Wirtschaft muß jetzt, heute zur Besinnung kommen, das Prinzip des planetaren Öko-Systems

anerkennen, also ihren eigenen totalitären Anspruch aufzugeben, sich den ökologischen Umbau der Gesellschaft gefallen lassen und endlich echte Leistung zeigen. Bisher macht sie Power, indem sie dem Ressourcenfaß Erde mit großtechnischen Mitteln unten Löcher in den Boden bohrt und oben ihren Müll hineinlegt. Blind- und Scheinleistung zugleich. Die elementaren Ressourcen Wasser, Luft, Boden sind bereits katastrophal belastet. Der alte Grundsatz 'Was gut ist für die Wirtschaft, ist gut für den Menschen' hat, wie wir heute wissen, zu keinem Zeitpunkt gestimmt. So, wie bisher verfahren wurde, ist das Gegenteil wahr.

Der kranke Planet hat derzeit 0,5 °C Fieber. Wenn er stirbt, war das globale Sozialprodukt unterm Strich negativ. Öko wie brutto, nach menschlicher und nach Industriennorm.



Manfred H. Kalsbach



\* In Elrad finden sich die Normgatter in der Regel dann, wenn auch der Autor des Beitrags sie benutzt hat; also selten. Aus der verbreiteten Ignoranz den Schluß zu ziehen, daß diese Norm überflüssig ist, dürfte statthaft sein.

\*\*) Gemeint ist die DIN 18 164. Sie bestimmt für Dämmstoffe aus Polyurethan-(PUR-)Hartschaum, ein sehr verbreitetes Isoliermaterial im Bauwesen, daß sie 'unter Mitwirkung von Halogenkohlenwas serstoffen als Treibmittel ... erzeugt werden.' Deshalb kann ein Unternehmen im rheinischen Viessen, das einen völlig FCKW-freien, ansonsten aber alle Mindestwerte der DIN 18 164 erfüllenden PUR-Hartschaum herstellt, ihr Produkt im Lande des Propheten nicht vermarkten. Das Umweltministerium, das bereits im vergangenen Jahr vom Deutschen Institut für Normung e.V. erfolglos eine Neufassung der Norm verlangte, ist rechtlich und faktisch machtlos. Das Institut ist keine Behörde, sondern ein Organ der Wirtschaft.

## Messen

### Die Frühjahrstermine

Die Aufbruchstimmung in der DDR war während der Leipziger Frühjahrsmesse (Foto) und in ihrem Umfeld deutlich zu spüren. Unser Bericht versucht unter anderem, auch Eindrücke dieser nichttechnischen Entwicklungen zu vermitteln (Seite 62). In der CeBIT-Rückschau geht es vor allem um neue CAD-Techniken (Seite 9). Eine Kurzvorschau auf die Hannover-Messe Industrie, 2. – 9. Mai 1990, rundet unseren 'Messekatalog' ab (Seite 18).



## Audio

### Hundert Watt bipolar

Nach langer Zurückhaltung in Sachen 'modulare Endstufe' hier nun ein an 8 Ohm hundert Watt starkes Bonbon mit einem NPN/PNP-Pärchen und niedrigem Klirrfaktor, variabler Betriebsspannung und hoher Nachbausicherheit. Für alle, die keine MOSFETs oder Darlingtons am Lautsprecher mögen.

**Seite 56**

## Audio-Grundlagen

### Endstufen unter der Lupe

Seit der Einführung von Transistorschaltungen in den Audiobereich sind einige Jahrzehnte lang die unterschiedlichsten Schaltungstechniken entwickelt worden. John Linsley Hood, selbst ein erfolgreicher Endstufen-Designer, gibt einen Einblick in die Einzelheiten wegweisender Endstufen-Konzepte.

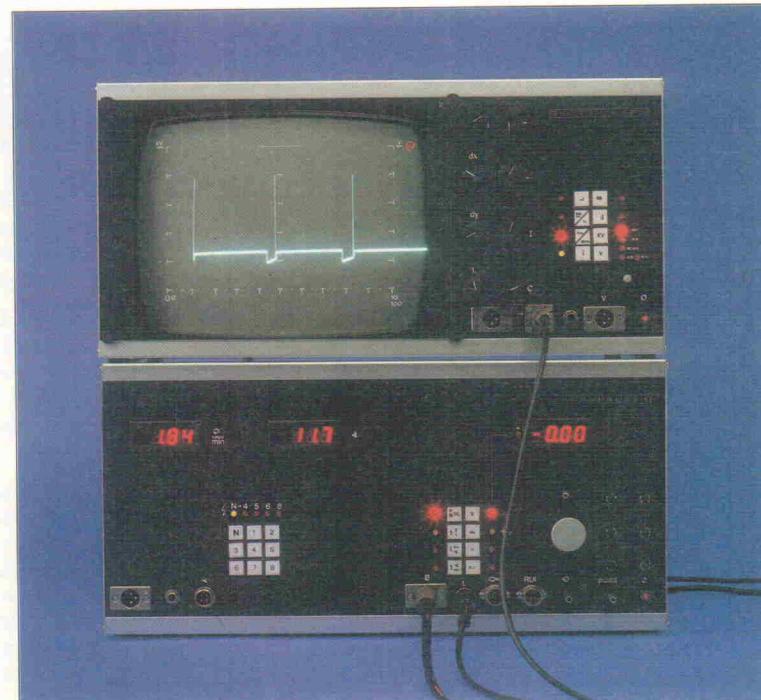
**Seite 50**

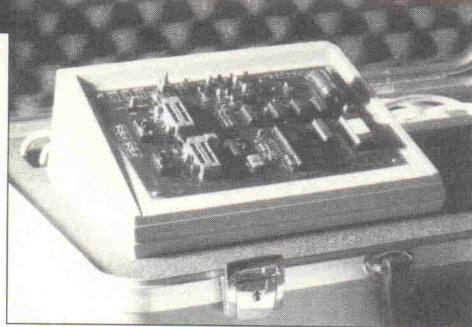
## Hf-Technik

### TV-Verstärker: Eine Hf-Studie

Klein wie ein Antennenverstärker ist er, unser 'selektiver Antennenvorverstärker für TV-Füllsender'. Doch umfangreich wie eine Studie ist unser Beitrag. Weil alle Designkriterien, alle Fragen der Optimierung detailliert besprochen werden. Und zwar ab

**Seite 78**





## Filter-Design am PC

Mit einer neuen Technologie lassen sich analoge, digitale und nichtflüchtige EEPROM-Strukturen auf einem Chip vereinen. Ein Resultat dieser Technik sind Schaltfilterbausteine mit programmierbarem Koeffi-

zientenspeicher 'on-chip'. Ein PC und ein vom Hersteller angebotenes Design-Kit genügen, um den Bausteinen individuelle Filterkurven einzuprägen.

**Seite 42**

## Die Elrad-Laborblätter

### Elektronische Analogschalter

Mit fast allen Typen von elektronischen Analogschaltern lassen sich analoge Spannungen ab Gleichspannung bis über 10 MHz sehr schnell, nämlich mit Schaltzeiten zwischen 50 ns und 500 ns, ein-, aus- und umschalten. Viele dieser ICs gestatten die bidirektionale Arbeitsweise – wie mechanische Schalter. Diese neue Folge der Elrad-Laborblätter bringt zunächst eine umfangreiche Typenübersicht, später interessante und wichtige Anwendungsbeispiele.

**Seite 71**

## Kfz-Meßtechnik

### AutoCheck (1)

Welche Betriebsdaten kann ein Verbrennungsmotor dem Besitzer des in Elrad 2...4/90 beschriebenen AutoScopes noch verheimlichen? Die Drehzahl und den Schließwinkel zum Beispiel. Vorteilhaft wäre auch eine getrennte Unterdruckmessung sowie -erzeugung. Von besonderem Reiz könnte außerdem die Möglichkeit sein, einzelne Zylinder abzuschalten. Dies alles (und noch viel mehr) ermöglicht AutoCheck

**Seite 34**

# Inhaltsverzeichnis

**Titelstory**

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
5/90  
H 534/E  
PC-Meßkarten:  
Keine ohne Mängel

### Multifunktionskarten ...

... für PCs gelten als vergleichsweise preiswerte Form, um zumindest die Hardware-Voraussetzungen bei Meß-, Steuer- und Regelauflagen zu schaffen. Sieben dieser 'Universalbenutzer' mußten sich im Elrad-Testlabor einer genauen Prüfung unterziehen. Als sinnvolle Ergänzung folgt eine Marktübersicht mit ausführlicher Beschreibung von Meßwerterfassungs- und Auswertungs-Software.

**Seite 20**

	Seite
<b>Editorial</b>	3
aktuell	
<b>Bauelemente</b>	6
<b>Labor &amp; Service</b>	7
<b>That was CeBIT-Time</b>	9
<b>Halbleiter</b>	12
<b>Firmenschriften &amp; Kataloge</b>	16
<b>Stromversorgung</b>	17
<b>Industrie-Messe '90</b>	18
Test Multifunktionskarten	
<b>Keine kann alles</b>	20
Software	
<b>Die Software-Seite der Medaille</b>	29
Kfz-Meßtechnik	
<b>AutoCheck (1)</b>	34
Design Corner	
<b>Filter-Design am PC</b>	42
Schaltungstechnik aktuell	
<b>Neue Video-ICs</b>	47
Audio-Grundlagen	
<b>Endstufen unter der Lupe</b>	50
Audio	
<b>Hundert Watt bipolar</b>	56
aktuell	
<b>Leipziger Messe</b>	62
Service	
<b>IC-Nomenklatur</b>	64
Laborblätter	
<b>Elektronische Analogschalter</b>	71
<b>Arbeit und Ausbildung</b>	76
HF-Technik	
<b>HF-Studie</b>	78
Mathematik	
<b>Die trigonometrischen Funktionen</b>	86
Schaltungstechnik Aktuell	
<b>Klangsynthese mit SAM 8905 (2)</b>	91
<b>Die Inserenten</b>	101
<b>Impressum</b>	101
<b>Dies &amp; Das</b>	102
<b>Vorschau</b>	102

## Labor & Service

### Intelligenter Kabeltester

Die Puchheimer Firma Meilhaus Elektronik stellt mit dem 'IEEE-Test' einen prozessorgesteuerten IEEE-488-Bus-Kabeltester vor. Das Gerät, das preislich bei 1500 D-Mark liegt, untersucht GPIB- und RS-232-C-Kabel auf falsche Verbindungen, Kurzschlüsse und Durchgang.



### LCR-Meter mit variabler Meßfrequenz und -spannung

Das Modell 3520 von ASM-Hioki, 8025 Unterhaching, erlaubt die Messung passiver elektronischer Komponenten wie Kondensatoren, Spulen oder Widerständen unter realistischen Einsatzbedingungen. Erreicht wird dies über eine im Bereich 0,05...1,0 V<sub>rms</sub> veränderliche Meßspannung sowie eine in den Grenzen 40 Hz und 100 kHz einstellbare Meßfrequenz. Das Gerät verfügt weiterhin über zwei manuell oder automatisch wählbare Betriebsarten, nämlich serielle oder paralleläquivalente Messung.

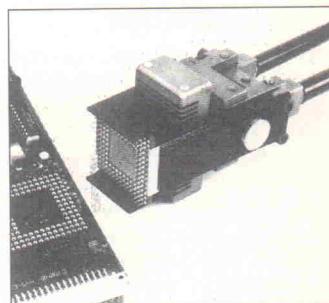
Die Meßwerte für Kapazität und Verlustfaktor, Induktivität und Güte oder Impedanz und Phasenwinkel können gleichzeitig angezeigt werden. Die eigentliche Messung erfolgt mit der sogenannten 4-Leiter-Meßmethode. Optionell ist das Gerät mit einem GPIB-Interface lieferbar.



Es gibt zwei unterschiedliche Testmodi: automatische Untersuchung aller Adern im Scan Mode beziehungsweise einzelner Leitungen im Step Mode. Während der Scan Mode eine komplette Untersuchung in etwa einer Sekunde ermöglicht, ist der Step Mode besonders zur Identifikation einzelner Leitungen bei unbekannten Kabeln geeignet.

aufgabe anpassbar. Neben den vier Analog-Eingangssignalen können bis zu acht binäre Signale verarbeitet werden. Die Triggerung kann dabei von jedem dieser Kanäle über DC-, AC-, Hoch- oder Tiefpaßkopplung erfolgen.

Dank der maximalen Abtastrate von 20 k Sampels/s werden selbst im 4-Kanal-Betrieb 500-Hz-Eingangssignale noch mit 10 Punkten/Periode aufgezeichnet. Gespeicherte Signale können dann mit wählbarer Geschwindigkeit am Bildschirm dargestellt werden. Neben Y/t-Darstellung ist auch eine beliebige Zuordnung der Eingänge zum Y/X-Betrieb möglich. Die Datenspeicherung auf der 1,44-MByte-Disk erlaubt auch eine spätere Analyse der Meßwerte.



### Universelles PGA-Ausziehwerkzeug

Ein ebenso komfortables wie robustes Ausziehwerkzeug für Pin Grid Arrays stellt die Heilbronner Firma Elektronik-Kontor unter dem Namen 'Extra-Tool' vor. Dieses Werkzeug lässt sich für alle PGAs von 9 × 9 bis 17 × 17 einsetzen.



### Portabler Schnellschreiber

Neue Wege beschreitet Gould mit dem portablen Schreiber Windograf. Das Gerät ist mit einem Thermofestkopf-Schreiber, einem 7"-Bildschirm und einem 3,5"-Diskettenlaufwerk ausgerüstet und mit vier Verstärkermodulen an die Meß-

Zur Anpassung an die Gehäusegröße wird zunächst der Abstand eines parallelen Plattenpaares auf die PGA-Größe eingestellt. In einem zweiten Schritt sind die beiden Greifer mittels Rändelschrauben zu positionieren. Das Plattenpaar kann jetzt auf die Platine gesetzt werden; das Greiferpaaß hebt das PGA senkrecht aus der Fassung.

### Hinweis für unsere Leser in der DDR

Der Verlag bietet ELRAD ab sofort im Einzelverkauf und Abonnement im Verhältnis 1:1 an.

Das Jahresabonnement kostet M 71,40. Schüler und Studenten erhalten gegen Vorlage einer Studien- oder Schulbescheinigung das Abonnement zum Vorzugspreis von M 61,20.

Benutzen Sie für Ihre Bestellung die in diesem Heft enthaltene Abonnementabrufkarte.

aktuell

#### Teleskop-Ausziehträger



#### SÜSSCO · 2 Hamburg 62

Erweiterungs-Programm  
Einfache Montage  
Einfach u. zweifach ausziehbar.  
Mit und ohne Stopp-Vorrichtung.  
Leichte Gleitfähigkeit.  
Geringes Eigengewicht –  
hohe Tragkraft.  
Material Aluminium-Legierung.  
Liefierbar in sieben verschiedenen  
Größen.

Telefon (0 40) 5 31 10 21 FS 212202  
Telefax 0 40/5 31 10 25

#### SÜSSCO - der unentbehrliche Helfer! Kennen Sie den Wert?

Mit SÜSSCO Widerstands- und Kapazitätslöschern ermitteln Sie schnell den gewünschten Wert. Durch die quasi-logarithmische Abstufung nach der Normreihe E6 stehen die folgenden R- und C-Werte stets griffbereit zur Verfügung:

100 Ω	100 pF
150 Ω	150 pF
220 Ω	220 pF
320 Ω	320 pF
470 Ω	470 pF
680 Ω	680 pF
1 K Ω	1000 pF
1,5 K Ω	1500 pF
2,2 K Ω	2200 pF
3,3 K Ω	3300 pF
4,7 K Ω	4700 pF
6,8 K Ω	6800 pF
10 K Ω	10000 pF
15 K Ω	15000 pF
22 K Ω	22000 pF
33 K Ω	33000 pF
47 K Ω	47000 pF
68 K Ω	68000 pF
100 K Ω	100000 pF
150 K Ω	150000 pF
220 K Ω	220000 pF
330 K Ω	330000 pF
470 K Ω	470000 pF
680 K Ω	680000 pF

#### SÜSSCO 2 HAMBURG 62

Telefon (0 40) 5311021 FS 212202

#### SÜSSCO-Baby-Gehäuse

haben zahlreiche positive Eigenschaften und sind durch Groß Serien für viele Länder der Welt besonders preiswert.  
Abschirmung von passiven und aktiven Filtern, Schaltungen mit kleinen Stoßstandards betreffend. Die Materialzusammensetzung ist aus Eisen, Mangan, Nickel, Zink, Blei, Zinn, Titan, Aluminium, garantiert beste Qualität und Wetterfestigkeit! Vielseitige Einsatzmöglichkeiten in der Elektro- und Elektronikindustrie. Ideal für NF- und HF-Akkus, Oszillatoren, sequentielle und kombinatorische Digitalschaltungen, Spannungs-Netzteile usw.

#### SÜSSCO 2 HAMBURG 62



#### Stelltransformatoren

Eine fast unbegrenzte Auswahl von Stelltransformatoren wird den elektrischen und mechanischen Erfordernissen aller Aufgaben gerecht. Durch die Kombination der Netzspannung von 12-220 V und Dreiphasennetze von 220 oder 380 V, bei Frequenzen von 50-400 Hz, in eingeschalteten Modellen bis zu 1200 Hz, und Leistungen bis 300 A Hand- oder motorbetrieben erlauben sie eine bequeme Spannungssteuerung, sowie „Über- und Unterspannungssteuerung“.

#### SÜSSCO · 2 Hamburg 62





4. Kongressmesse  
für industrielle  
Meßtechnik

17.-19 September 1990  
Rhein-Main-Halle  
Wiesbaden

## Die Messe für die Meßtechnik

und nur für die Meßtechnik. Für nichtelektrische Größen: von der Meßwert-Erfassung über die Aufbereitung, Kodierung, Speicherung, Übertragung, Formatierung bis zur Verarbeitung und Darstellung im Computer. Für elektrische Größen (Labor-, Fertigungs- und Kommunikationsmeßtechnik): von Multimetern über Digitaloszilloskope bis zum PC-gestützten Labormeßplatz.

## Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

## Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

**Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (050 33) 70 57.**

Bitte senden an:

NETWORK GmbH  
Wilhelm-Suhr-Straße 14  
D-3055 Hagenburg



Ich bin interessiert als:  Kongreßteilnehmer  
 Ausstellungsbesucher  
 Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Unterlagen zu.

Name \_\_\_\_\_ Abt. \_\_\_\_\_

Firma/Institution \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Telefax \_\_\_\_\_ Telex \_\_\_\_\_

## Mikroprozessorbaugruppen zum Messen, Steuern und Regeln

### ECB

Durch zunehmendes Interesse am ECB-Bus können wir größere Stückzahlen günstiger fertigen. Seit 1. November '89 bieten wir daher deutlich günstigere Preise bei den meistgekauften Baugruppen:

#### CPU's:

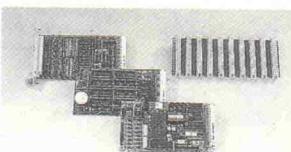
##### ECB-CPU/S

mod. Z80-Prozessorkarte m. Sockel für 32KEPROM, 32KRAM, 2xRS232, Adreßerw. nur noch 339,72 DM (298 DM + 14 % MwSt.)

##### ECB-CPU8SC

Z80-CPU, Uhr, Akku-RAM 128 Byte, 2xRS232, 20 Bit Parallelport, 3x16Bit Zähler nur noch 681,72 DM (598 DM + 14 % MwSt.)

ECB-Bus: seit über 10 Jahren bewährtes 19"-Steckkartenprogramm. 8-Bit-Bus mit Z80, Z280 und 68008-CPU's oder als Bitbus-E/A-Station.



### Die gängigsten ECB-BAUGRUPPEN JETZT NOCH GÜNSTIGER

#### 24 Volt:

##### ECB-24VB

16 dig. Eingänge 24V=, optoentkoppelt.  
16 Ausg. 24V/500 mA, P-schaltend  
nur noch 339,72 DM (298 DM + 14 % MwSt.)

#### A/D:

##### ECB-16AD12C

12-Bit AD-Wandler-Baugr., 0...10 Volt/± 5 V od. ± 10 Volt, 16 Eingänge, integrierte S & H, Meßverstärker 1/10/100/1000  
nur noch 681,72 DM (598 DM + 14 % MwSt.)

#### Schnittstellen-Karten:

##### ECB-SCC2

2 ser. Schnittstellen m. RS232/V24 od. 20mA, progr. Baudrate, 20 Bit Parallelport  
nur noch 339,72 DM (298 DM + 14 % MwSt.)

##### ECB-4PIO

4 PIO (parallele IO) Bausteine m. je 2x 8 Bit-Ports, großes Rasterfeld  
nur noch 225,72 DM (198 DM + 14 % MwSt.)

#### Speicherkarten:

##### ECB-1MCE

Speicherbaugruppe für gem. Bestückung 32K/128K, RAM/EPROM, Akkupufferung  
nur noch 339,72 DM (298 DM + 14 % MwSt.)

##### ECB-64KCE

ECB-Speicherbaugruppe f. gem. Best. 8K RAM/EPROM, getaktete Akkupufferung  
nur noch 396,72 DM (348 DM + 14 % MwSt.)

#### Busplatinen:

##### ECB-BUS10

10 Steckplätze  
nur noch 191,52 DM (168 DM + 14 % MwSt.)

### BITBUS

#### ELZET VOR ORT : BITBUS

Das Feldbus-Netzwerk von INTEL benutzt den bewährten ECB-Bus für direkte E/A (aktiv) oder gekoppelt an eine Z80/68008-CPU (passiv)

##### ECBBITCPU

Aktiver Bitbus-Controller auf dem ECB-BUS Preis: 453,72 DM (398 DM + 14 % MwSt.)

##### ECB-BIT

Passive Bitbus-Schnittstelle für den ECB-Bus Preis: 567,72 DM (498 DM + 14 % MwSt.)

#### Für den Leitrechner:

##### PC-BIT

Passive Bitbus-Schnittstelle für PC/AT-kompatible, Master oder Slave  
Preis: 567,72 DM (498 DM + 14 % MwSt.)

##### BITMON

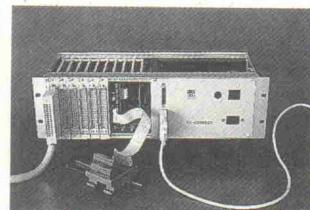
Monitorprogramm für den BITBUS unter MS-DOS incl. 8044 Assembler und Download  
Preis: 795,72 DM (698 DM + 14 % MwSt.)

### Passend zu Ihrem PC/XT/AT

Der E/A-Prozessor für industrielle Steuerungen mit 24V=, Zählern, Analogsignalen. Direkt aus dem PC in den Schaltschrank über RS232:

#### PC-Expander

19"-Baugruppenträger für PC-E/A über ECB-Steckkarten, Netzteil, E/A-Prozessor, 24V-Baugruppe, RS232-Kabel + Software, wahlweise auch als BITBUS-Netzwerk  
Preis: 1.140 DM (1.000 DM + 14 % MwSt.)



#### PC-Z80

8MHz-Z80-Coprozessorkarte mit CP/M-Emulation in IBM-PC/XT/AT direkt einsteckbar, zur Entwicklung von Z80-Software  
Preis: 567,72 DM (498 DM + 14 % MwSt.)

#### PCDISK

Diskettenstation mit RS232-Anschluß und MS-DOS-Diskettenformat. Dialog-/Protokollmodus oder steuerbar über eigenes Programm, incl. Schalttafelgehäuse, Netzteil  
Preis: 1.137,72 DM (998 DM + 14 % MwSt.)



In Ihrer Nähe:  
Ingenieurbüros mit ELZET 80-Lager

Esmed GmbH  
Fehlerstraße 5, 1000 Berlin 41  
Tel. 030/8511900, Fax 8526300

GMS mbH  
Leimenrode 4, 6000 Frankfurt 1  
Tel. 069/5976587, Fax 559545

Busse + Münchinger Datentechnik GmbH  
Asperger Str. 10, 7000 Stuttgart 40  
Tel. 0711/804004, Fax 804005

PTL Elektronik GmbH  
Schulstraße 28, 8000 München 19  
Tel. 089/169977, Fax 169970

Schweiz: Bernhard Elektronik  
Aarauer Str. 20, 5734 Reinach AG  
Tel. CH 064/716944, Fax 716944

## Bauteile und Komplettanlagen

Alles für den Satellitenempfang

**Satellitentechnik**  
K.-H. Agster

D-1000 Berlin 41, Forststr. 20  
Tel. 030/821 5227, Fax 822 9502



SATELLITE SYSTEM

LEITERPLATTEN in allen gängigen Ausführungen;  
FRONTPLATTEN aus Alu, CNC-gefräst;  
SCHILDERR aus Alu;

Infos und Katalog kostenlos.

HOFMANN · LEITER- UND FRONTPLATTEN  
POSTFACH 1140 · BERGSTR. 17 · D-8417 LAPPERSDORF  
TELEFON: 0941/8 8285 · TELEFAX: 0941/8 4527

## HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK

LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPPELT
- LSP-SCHUTZSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZÖGERUNG
- TEMP.-SCHUTZSCHALTUNG
- ÜBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

320 W sin/4 Ohm, K ≤ 0,002%, TIM nicht meßbar,  
0–180 000 Hz, Slewrate ≥ 580 V/μs, DC-Offset 20 μV,  
Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM 229,—**

**gn electronics**  
Lerchenbergstr. 18, 7251 Weissach-Flacht, Tel. 07044/32133



Auch heutzutage sind Stomausfälle keine Seltenheit! Wenn das in Ihrer Nähe passiert, heißt das – wertvolle Daten gelöscht, teure Ausfall- und Instandsetzungszeiten!  
Mit DVS-Notstromgeräten schützen Sie Ihr Unternehmen 100%ig vor solchen "Schicksalsschlägen"!

Zum Beispiel: Sinus-Dauerwandler  
1 kVA (Akku 20 Min.)  
ab DM **4.526,94** (3.971,- + MwSt.)

**DVS**

DVS Datentechnik GmbH · Ludwig-Thoma-Straße 1a  
8034 Germering · Tel. (0 89) 8 41 90 64-66 · Fax (0 89) 8 41 11 69

100 mA	ICL ...	387N	3.05	SA ...	551	6.86	723
78L02	0.60	232	7.69	393N	0.45	602	9.77
78L05	0.53	7106	7.29	394CH 11.63	6.63	SAA ...	2004
78L06	0.54	7106R	7.49	833	1.90	1027	8.25
78L08	0.54	7107	7.47	1886N	9.45	1094-2	14.98
78L09	0.54	7107R	7.49	1889N	11.63	1250	7.35
78L10	0.54	7109	15.94	2903N	0.63	1281	16.05
78L12	0.53	7117	7.49	3911N	3.98	3007 P	6.18
78L14	0.54	7129	68.11	3911B	5.79	3048	5.35
78L15	0.54	7138	7.49	3916	7.77	3190	2.39
78M06	0.08	7136	7.49	3916	5.77	3410	3.19
78M08	0.08	7139	36.63	4250	3.75	3501V 12.45	208B
78M12	0.89	7111D	3.04	MC ...	580	6.75	3506
78M14	0.89	7680	3.28	1310P	1.88	3524N	1.49
78M18	0.92	7665	10.68	1377P	7.49	3526AN	3.44
78M20	0.92	7673	4.42	1458P	0.43	3526A	12.59
78M24	0.92	8038	8.91	1488	0.52	3560A	10.69
2 Amp.		8069	3.91	1489	0.54	3561A	10.45
78S05	0.09	ICM ...	149A	0.68	75176BP 3.94	4280	5.00
78S07	0.99	7170	21.89	3305	1.28	75169N 2.99	4283
78S10	0.99	7207	21.01	3361N	6.28	5000	4.445
78S12	0.89	7226	77.19	1244	1.19	5000	4.75
78S14	0.89	7242	6.24	34060	0.42	42P	4.35
78S18	1.16	7855	0.80	75492	1.79	SSM ...	7000
78S24	1.16	L ...	NE ...	NE ...	2015P	13.95	7280
78S75	1.35	149V	3.72	521 ...	2024P	6.87	13.87
1 Amp.		168V	3.69	555	0.47	8140	5.99
7805	0.53	200CH	2.17	556	0.61	8145	3.38
7806	0.59	200CT	6.98	565	3.31	861A	1.45
7808	0.59	200CV	2.17	566	2.59	TEA ...	1007
7812	0.53	201B	0.85	567	0.93	120S	1.08
7815	0.53	272	2.95	572	7.33	120T	1.27
7818	0.59	293B	7.75	592	1.39	120U	1.07
7820	0.59	296	12.89	612	6.08	830	2.32
7824	0.59	4805CV	4.19	614	11.69	830AS	1.29
100 mA		4901B	3.40	646B	1.15	820M	0.92
7910	0.59	5660	7.45	5045	8.29	920	3.84
7915	0.59	5711	5.05	5050	15.87	950A	5.44
1 Amp.		347	1.62	5205	11.39	2800	4.84
7905	0.59	531	0.61	5532AN	2.37	TCA ...	0.64
7908	0.63	563	0.69	5532N	1.58	105	0.71
7912	0.59	355	1.29	5534AN	1.65	335A	0.72
7915	0.59	356	1.27	5534N	1.47	440	3.19
CA ...		357	1.27	5537	5.45	730A	0.81
3028A	4.48	398	4.98	5560	8.37	740A	0.82
3046	0.89	LM ...	OP ...	560	8.19	850A	0.64
3048	12.75	11 ...	5.79	94	15.16	858	0.70
3052	6.28	335Z	5.63	97	16.16	858	1.59
3056	1.77	224	0.86	107	10.99	995	3.27
3082	1.88	301	0.72	17	10.99	TDA ...	3.72
3085	2.79	308	1.05	20	13.88	1013A	5.23
3086	1.05	311	0.43	27	11.99	1029	4.99
3089	2.73	317	0.89	37	11.99	1072	4.67
3096	1.98	318N	0.91	41	17.98	1170S	2.69
3100	4.17	319N	2.25	47	19.57	1514A	16.40
3130	2.25	324N	0.43	50	27.67	1515A	10.12
3140	1.33	325N	12.89	77	6.41	1516O	2612
3146	2.98	335Z	2.45	90	0.50	1517A	2.07
3160	2.22	335Z	2.02	215	23.03	1670A	4.04
3161	2.12	337	1.28	227	26.98	1905	2.69
3162	4.49	330N	0.44	470	33.39	2002V	1.68
3189	3.15	348N	0.69	490	16.96	2003H	2.62
3240	2.88	358N	0.46	PC ...	533A	23.06	551
3280	5.56	359	8.81	4136	1.46	551	3.95
3306	29.32	380N	2.37	4151NB	1.67	551	3.95
DAC ...		385Z	4.99	4195NB	2.07	551	3.95
08	4.95	386	1.35	4558P	0.78	551	3.95

**elpro**

Harald-Wirag-Elektronik

Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2

Tel. 06154 / 52336

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog '90 kostenlos an!

## SONDERANGEBOTE!!!!

1N4007 ... % 6.50	DC 400	3.95	27C84-150	5.45	Basismaterial Iolo-LED's
500 St. ... 30 ...	=FOH 300	7.50	27C56-150	7.90	Standard-LED 3 u. 5 mm rot, gelb, grün, orange % 12,90
1N4148 ... % 2.60	10 Sl.	9.5	27C56-70	8.50	70° einseitig
1000 St. ... 19.95	P 600 K	0.90	27C56-60	10.95	27C512-150
10000 St. ... 190	10 Sl.	7.50	27C100-200	28.90	100x160
1N4448 ... % 3.95	SB 360	1.20	27C104-250	25.90	100x233
500 St. ... 18.90	10 Sl.	9.50	27C104-250	24.50	300x400
8A 150 ... 0.25			51100-80	19.90	27C104-250
50 St. ... 10 ...			51245-80	20.90	27C104-250
BYW 80-200 ... 0.75	BC 327/337	9.50	43256-10	18.00	100x160
			80282-10	439	100x233
			80387-16	44.90	300x400
				28.95	DUO-LED rotgrün 5mm 0.98

WEITERE SONDERANGEBOTE IN UNSERER NEUER KOSTENLOSEN SONDERLISTE gleich anfordern, SMD-Anwender bitte SMD-Liste anfordern!! Widerstandssortiment R1370: alle E12-Werte von 1 Ohm bis 22 MΩ mit 1% W garantieren 5 % 1370 St. nur 29.95 € für opzessor, Eproms, statische und dynamische RAMs zu günstigen Tagespreisen; bitte anfragen!

R. Rohleder · Saarbrücker Str. 43 · 8500 Nürnberg 50 · Tel. 0911/48 55 61



Verkauf nur über den Fachhandel

Neuheiten 90/91

**MONACOR®**

**MONARCH®**

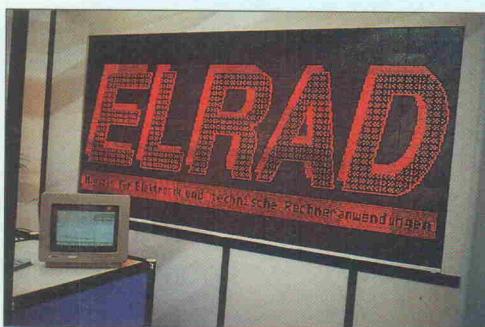
INTER-MERCADOR GMBH & CO. KG · IMPORT-EXPORT  
Zum Falsch 36 · 2800 Bremen 44 · Tel. 0421/48 90 90  
8

# That was CeBIT Time

Nach Angaben der Pressestelle der Deutschen Messe AG hat die diesjährige Hannover-Messe CeBIT die Erwartungen der Aussteller mehr als erfüllt. Mit rund 560 000 Besuchern wurde das Ergebnis des Vorjahres noch einmal übertroffen. Damit hat die CeBIT ihre Funktion als

internationale Leitmesse der Büro-, Informations- und Telekommunikationsindustrie ausgebaut.

Auch ELRAD war vertreten. Auf dem Stand des Heise-Verlags stellte die Redaktion das DSP-System vor.



## CAD-Komplettystem für Leiterplatten

Die Firma LPKF CAD/CAM Systeme GmbH aus 3000 Hannover 1 ist seit Jahren bekannt für ihr umfangreiches Komplettystem zur Entwicklung von Leiterplatten. LPKF stellte auf der CeBIT ihre Schaltplan- und Layoutsoftware, ein leistungsfähiges CAD-System mit Transputer, vor, das sich durch eine besonders schnelle Grafik hervorhebt. Die Bauteile-Bibliothek umfaßt alle gängigen Digital- und Analogtypen einschließlich der SMD-Serien. Eine automatische Plazierung von Bauteilen ermöglicht das Programm CAD-Place. Es unterstützt den Entwickler in den Fällen, in denen er nicht mehr die optimale Position eines Bauteils bestimmen kann, weil er nicht alle betroffenen Verbindungsnetze gleichzeitig bewerten kann.

Eine hundertprozentige Entflechtung lässt sich mit der Soft-

ware COLORCAM mit Dialog- und Rerouter erzielen. Der Dialogrouter ermöglicht jederzeit eine Unterbrechung des Auto-Routvorganges für einen manuellen Eingriff, um dann fortzufahren. Der Rip-up-and-retry-Router entfernt selbstständig störende Leiterbahnen, um sie an anderer Stelle neu zu verlegen.

Mit Hilfe des LPKF-Fräsbohrplotters ist die Anfertigung von Testmustern und Kleinserien direkt in der Entwicklungsumgebung möglich. Die oft langen Wartezeiten bei den Leiterplattenherstellern entfallen damit, was gerade in der Entwicklungsphase einer Schaltung von großer Bedeutung ist. Ganz aktuell ist die Leiterplattenherstellung mit Hilfe von Lasertechnik, die es erlaubt, Isolationen in höchster Genauigkeit in extrem kleiner Bahnbreite (50 µm) zu fertigen.

LPKF-Contac ist eine kompakte, unkomplizierte und umweltfreundliche Durchkontaktierung zur Herstellung mehrlagiger und durchkontaktierter Platten direkt im Entwicklungsbüro.

Mit der Multilayer-Presse, die laut LPKF neben dem Laserfräser auf der Hannover-Messe Industrie in der Halle 13 Stand D06/01 vorgestellt wird, lassen sich mehrlagige Leiterplatten ohne Umweg zum Galvanobetrieb schnell und wirtschaftlich herstellen.

Die Stärke des Systems besteht darin, daß der Elektronikentwickler im Labor in die Lage versetzt wird, auch komplizierte Leiterplatten innerhalb kurzer Zeit herzustellen, ohne auf Unterlieferanten angewiesen zu sein. Das Ergebnis ist eine drastische Reduzierung der Entwicklungszeit. Der Preis der Schaltplan- und Layoutsoftware beträgt für die Grundversion 12 140 D-Mark.

## Chili, die Paintbox für den Atari ST

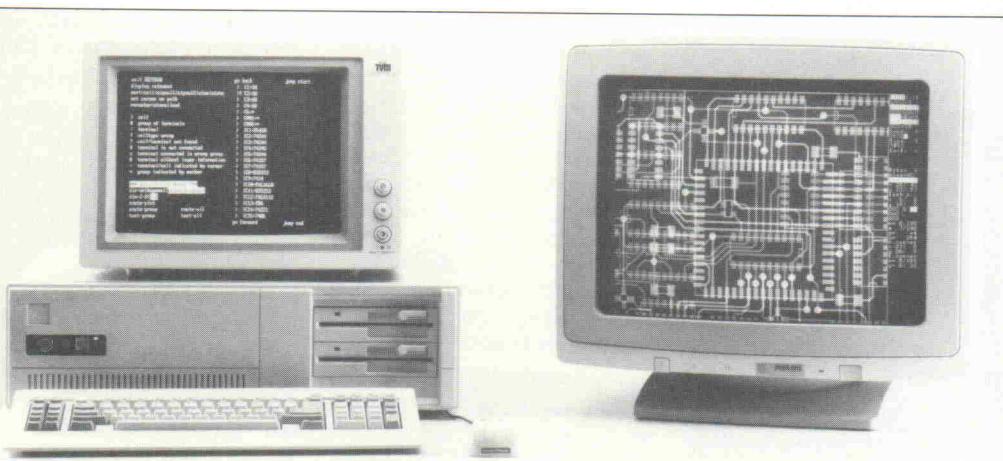
Auf dem Atari-Stand der CeBIT stellte die Firma Richter aus 5820 Gevelsberg die brandaktuelle Videografikkarte Chili der Schweizer Marvin AG vor. Es kann ein vollständiges Bild in Echtzeit (0,02 s) mit 65 000 Farben über einen 17,7-MHz-Flashwandler eingelesen werden. Als absolute Neuheit kann Chili beliebig wählbare Ausschnitte einlesen, die wie Sprites behandelt werden. Über digitale Rückkopplung lassen sich somit Kaleidoskopeffekte erzeugen.

Das FBAS-Signal wird direkt digitalisiert und anschließend einem Digital-Signal-Prozessor zugeführt. Dieser errechnet in Echtzeit aus dem Farbkreis die richtigen Werte in Luminanz und Chrominanz. Einmal im Speicher, können diese Werte beliebig verändert und abschließend einem weiteren Prozessor übergeben werden, der RGB und FBAS erzeugt.



Ein eigens für Chili entwickelter Video Management Prozessor (VMP) verwaltet alle Signalprozessoren und A/D-D/A-Wandler sowie alle definierten Sprites und Windows.

Unzählige Effekte in allen Farben und Variationen sind möglich. Einzelne Buchstaben können auf beliebigen Bahnen an ihre Position gebracht werden. Horizontales und vertikales Scrollen kann mit Spiegelungen oder anderen Effekten kombiniert werden. Der Preis der Chili-Karte beträgt 3798 D-Mark.





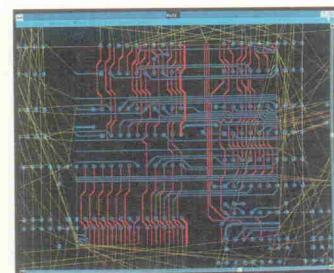
## XT-kompatibler Handheld-Rechner

Wer an keinem Ort auf seinen Rechner verzichten möchte oder kann, für den bietet die Gercom Vertriebs GmbH mit Sitz in 8192 Geretsried den nur 1100 g schweren Handheld-PC T 412 an. Der Rechner ist wasser- und staubdicht, schock- und vibrationsgeschützt. Eine komplette ASCII-Tastatur und eine beleuchtete grafikfähige Supertwisted-LC-Anzeige – 8 Zeilen mit je 40 Zeichen – sind integriert. Als Betriebssystem wird ein original MSDOS Version 3.3 verwendet.

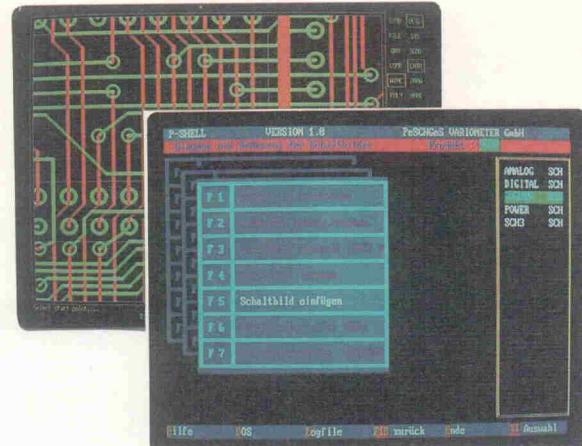
Für die Datenübertragung und Speicherkonfiguration steht Software im EPROM zur Verfügung. Eigene Programme können in allen gängigen Programmiersprachen geschrieben werden. Als Wechselspeicher wird eine RAM-Card benutzt, die wie ein Floppylaufwerk angesprochen wird und mittels einer Lesestation problemlos von jedem PC gelesen und beschrieben werden kann.

Auch im Gerät können neben dem Arbeitsspeicher RAM- und EPROM-Disks eingerichtet werden. Zur Kommunikation sind zwei serielle Schnittstellen COM 1 und COM 2 vorgesehen. Hierüber erfolgt der Austausch mit einem ortsgebundenen PC. Mit einer Akkuladung ist ein Dauerbetrieb von acht Stunden möglich. Für das Grundgerät inklusive Betriebssystem und Netzteil wird ein Preis von 5700 D-Mark angegeben, eine 256-KByte-RAM-Karte kostet 415 D-Mark.

## Deutsche Benutzeroberfläche zum Master Designer



Seit Anfang 1987 vertreibt die Firma Peschges Variometer aus 5102 Würselen Software von P-CAD Europa. Bei dem Master Designer handelt es sich um ein High-End-Leiterplatten-Layoutsystem inklusive Schaltbildeingabe, Layouteditor, Forward- und Back-Annotation sowie CAM-Interfaces.



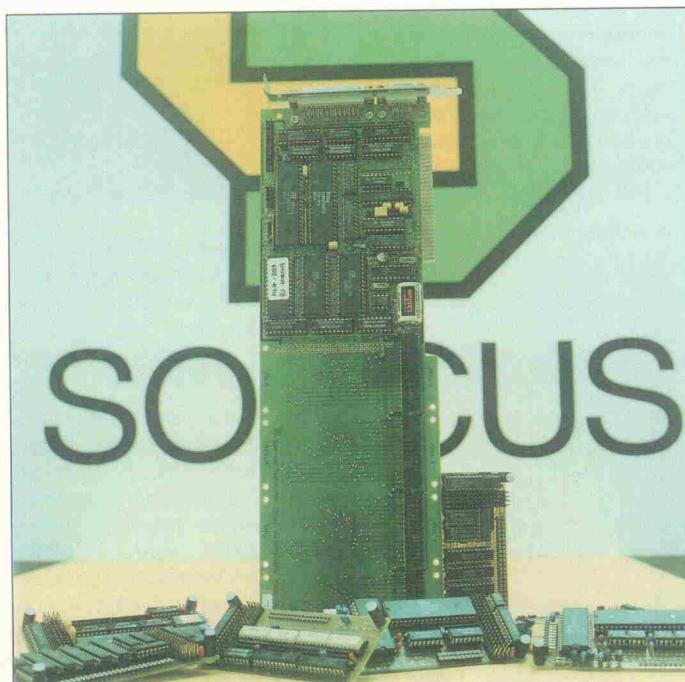
Auf der CeBIT stellte Peschges Variometer für das System Master Designer die deutsche Benutzeroberfläche PSHELL vor, unter der der Benutzer funktionsstasten- oder mausgesteuert durch den gesamten Designprozeß geführt wird. Besonders der Anfänger und der gelegentliche Benutzer werden hierdurch in die Lage versetzt, die volle Leistung des Master Designers auszuschöpfen. Der Preis beträgt 2950 D-Mark.

Vollautomatische und manuelle Bauteilplatzierung erlaubt das Programm Master Router und Placer. Es können Histogramme zur Optimierung der Bauteilplatzierung angezeigt werden. Der einhundertprozentige P-CAD-Rip-up-Router erlaubt die Bearbeitung von 32 Lagen.

Der Associate Designer ist ein preiswertes Leiterplatten-Layoutsystem, das speziell auf Ein-

steiger zugeschnitten ist. Es bietet eine Schaltbildeingabe, einen Layouteditor und eine Library. Es ist voll aufwärtskompatibel zum Master Designer.

Auf der CeBIT stellte Peschges Variometer das System MAXROUTE vor. Es ist eine Symbiose aus interaktivem und automatischem Router als Zusatzsoftware für CAD-Systeme wie PCAD, CADSTAR, PADS-PCB, CADDY, CALAY und andere. Die Software kombiniert die Vorteile eines leistungsstarken, interaktiven Layouteditors mit der Schnelligkeit eines Autorouters mit Maze-, Rip-up- und Shove-Algorithmen. MAXROUTE ist lauffähig unter MS-Windows und erlaubt dadurch die Verwendung nahezu jeder Grafikkarte. Der Preis dieser Software liegt bei 15 000 D-Mark inklusive Schnittstelle.



## Neue Basiskarte für das Modular-4-System

Sorcus Computer, 6900 Heidelberg, stellte zur CeBIT eine neue Basiskarte für das Modular-4-System für PCs vor. Dabei handelt es sich um eine intelligente, modulare Multi-Funktionskarte, die frei vom Anwender konfiguriert werden kann. Es stehen vier Steckplätze für Interface-Module auf der Karte zur Verfügung. Trotzdem belegt die Karte nur einen Steckplatz auf dem PC. Das System zeichnet sich durch seine hohe Flexibilität in der Anpassung an verschiedene Meß-, Steuerungs- und Kommunikationsaufgaben und umfangreiche Software-Unterstützung aus.

Die neue Modular-4-Basiskarte ist hardwaremäßig ein kompletter, unabhängiger Computer mit einer 16-Bit-Z-280-CPU. Durch

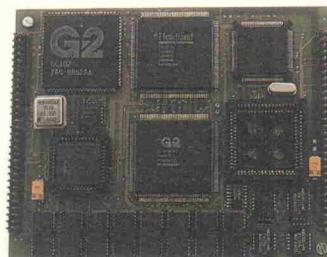
die freie Programmierbarkeit ist die Karte nicht auf bestimmte Aufgaben festgelegt. Ein mitgeliefertes 'on board'-Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem und eine komplett Programmabibliothek ersparen dem Anwender in den meisten Fällen die Echtzeitprogrammierung.

Alle aufgesteckten Module werden automatisch in das Multitasking-Betriebssystem der Basiskarte eingebunden, das heißt, jedes Modul identifiziert sich selbst und wird entsprechend den Erfordernissen des Anwenders konfiguriert und installiert. Da die Modular-4-Karte praktisch unabhängig vom PC arbeiten kann, ergibt sich die Möglichkeit einer echten Parallelverarbeitung zum PC.

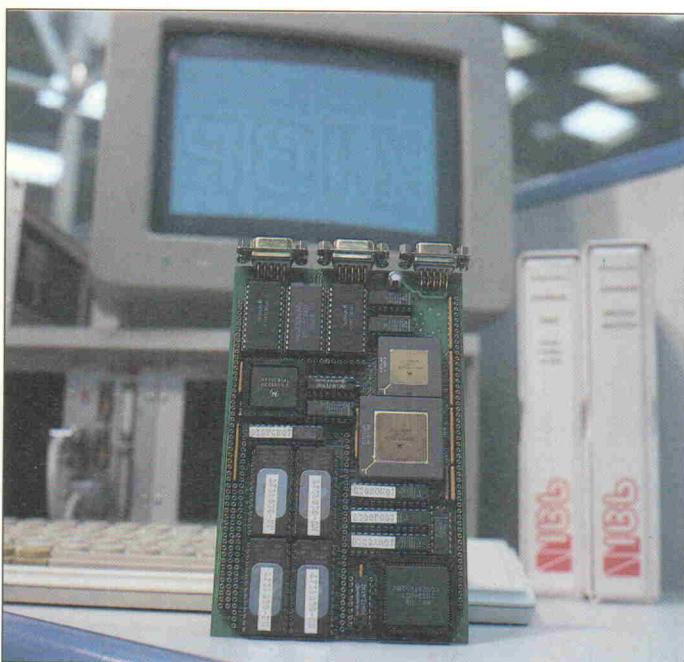
## Kompatibler AT als kompaktes Steckmodul

Die Idee, die hinter der Entwicklung des AT-Motherboards Nano PC-386 auf einem Steckmodul von  $122 \times 96$  mm steht, ist, OEM-Kunden eine Möglichkeit zu bieten, daß sie ohne großen Entwicklungsaufwand einen AT-Rechnerkern in ihre Produkte integrieren können. Damit wird der Zugriff auf die komplette PC-Software ermöglicht.

Durch die Verwendung von hochintegrierten Bausteinen sowie den Einsatz von SMD-Technik sind alle Funktionen der AT-Karte auf engstem Raum realisiert. Neben der 32-Bit-CPU 80386SX befinden sich auf dem Nano-PC-386-



Steckmodul bereits ein 1-MB-DRAM mit Parity sowie ein 64-KByte-EPROM für das System-BIOS, ein 64-KByte-EPROM für ein User-BIOS. Als Option ist ein Sockel für den Numericoprozessor vorgesehen. Für den Einsatz in einem Standard-PC oder in einem AMS-Industriesystem ist eine Standard-Basisplatine für das Nano-PC-386-Steckmodul mit der Bezeichnung ISA-1 verfügbar.



## ST-kompatibler Industrierechner mit 68020

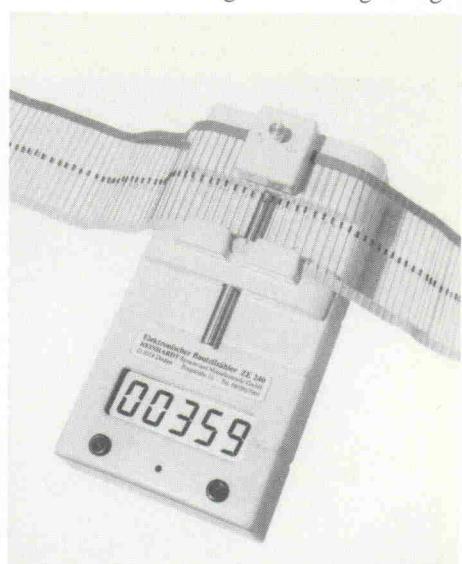
Ebenfalls auf dem Atari-Stand wurde die neue Karte 190 ST<sub>020</sub> der Firma IBP, 3000 Hannover, vorgestellt, die eine Erweiterung der 190ST-Reihe um ein Modell mit 68020-CPU darstellt. Die kompakte, nur 14 TE breite Kassette in 19"-Technik stellt einen vollständigen, zur Mega-ST-Serie von Atari kompatiblen Rechner dar, der zusätzlich ein Bus-Interface (wahlweise VME-Bus, Euro-Bus oder ECB) beinhaltet. In der Version mit 68020-CPU wird er mit 16 MHz getaktet und greift auf das Betriebssystem mit 32-Bit-Breite zu.

Sowohl unter GEMDOS als auch in der Version mit RTOS im EPROM bietet der Rechner eine erhebliche Leistungsverbesserung, die durch den Einsatz eines schnellen Cache nochmals gesteigert werden kann. Außerdem ist ein Steckplatz für den Coprozessor 68881 mit maximal 25 MHz Takt vorhanden. Insgesamt ist damit ein System verfügbar, das nicht nur im industriellen Einsatz, sondern bei allen Anwendungen mit erhöhtem Leistungsbedarf eine modulär erweiterbare Lösung bietet.

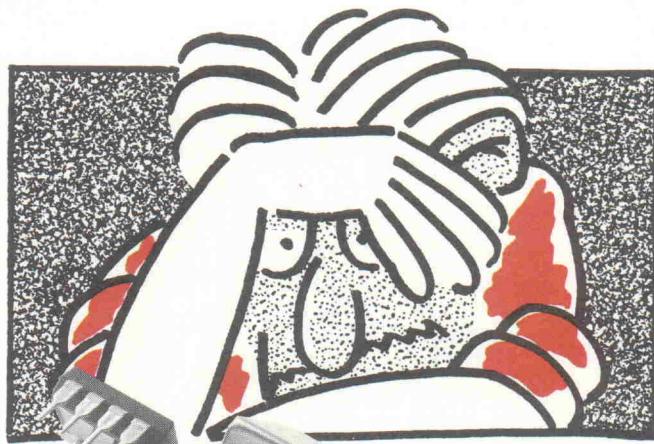
## Bauteilzähler für axial-, radial-, SMD-gegurtete Bauelemente

Mit unserer neuen ZE 240 haben wir die erfolgreiche ZE 215 noch weiter verbessert und sie so den Anforderungen von morgen angepaßt.

- Extrem flexibel für radial, axial und SMD
- Äußerst robustes Alugussgehäuse
- Sehr hohe Zählgenauigkeit
- Extrem hohe Zählgeschwindigkeit
- Portabel, NC-Akkus, netzunabhängig
- 5-stellige, gut ablesbare LCD Anzeige
- RS 232-Schnittstelle für Datensysteme
- Bauteilanschlußeinstellung 1 bis 7
- Umpulvorrichtung für Rollen, Papierführung für Bestückungsmaschinen



**REINHARDT**  
System und Messelectronic GmbH  
D-8918 Diessen Pf.107 Tel.: 08196/7001



Gut  
zu wissen  
wer's hat.

SCHWINGQUARZE  
MONOLITHISCHE QUARZFILTER  
OSZILLATOREN

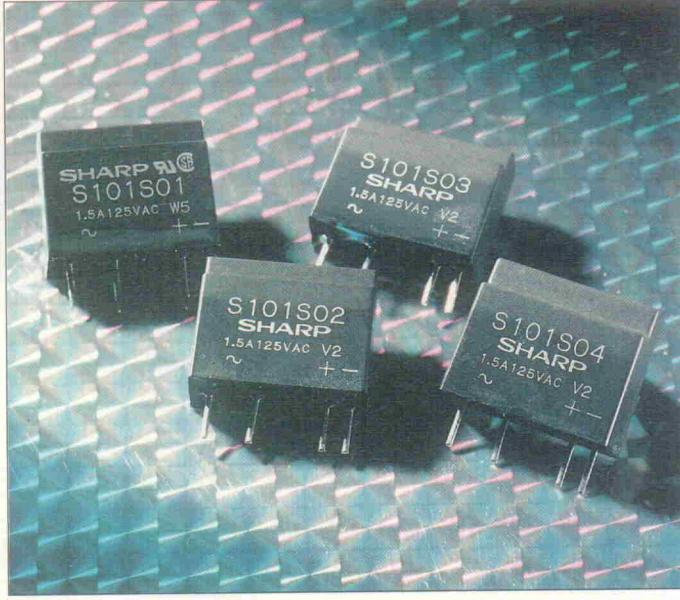
**GUNZ**  
INDUSTRIEVERTRÄFTUNG

KARLSTRASSE 6  
D-7737 BAD DÜRRHEIM 1  
TEL. 0 77 26 / 80 61 · FAX 0 77 26 / 72 54

## Halbleiter

### Halbleiter ersetzen mechanische Relais

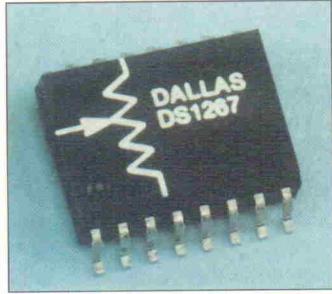
Bei den Bauelementen S101S01,...,S101S04 von Sharp Electronics in 2000 Hamburg handelt es sich um Halbleiterrelais. Die integrierte



Schaltung ist eingangsseitig mit einer Infrarot-Diode und ausgangsseitig mit einem Fototriac und einem Triac versehen. Die Elektronik ist komplett in einem hochhitzebeständigen, nicht brennbaren Harzkörper eingegossen. Die Bauteile sind neben einer hohen Zuverlässigkeit und einer langen Lebensdauer vor allem wegen ihrer geringen Größe interessant. Diese Eigenschaften – und auch der

hohe Widerstand gegen Stromstoß (maximal 71 A) sowie die hohe Isolationsprüfspannung (4000 V<sub>eff</sub>) legen ihren Einsatz anstelle mechanischer Relais nahe, die beispielsweise zum Ein- und Ausschalten von Fernsehgeräten dienen.

Einen neuen Standard auf dem Markt der Fototriac-Koppler legt Sharp mit dem Baustein S1M3063 vor. Er benötigt lediglich die Hälfte des Eingangssteuerstroms üblicher Koppler, nämlich maximal 5 mA. Bei einem Dauerlaststrom von 100 mA<sub>eff</sub> und einem Durchlaßstrom von maximal 50 mA arbeitet der S1M3063 mit der periodischen Spitzenspannung von 600 V. Er enthält einen Nulldurchgangskreis und weist eine Isolationsprüfspannung von 5000 V<sub>eff</sub> auf.



die für zweifache Präzision hintereinandergeschaltet werden können.

Um das Digitalpotentiometer einzustellen, schreibt der Benutzer ein 8-Bit-Wort in ein On-Chip-Register. Da diese Nummer in einem Read/Write-Memory gespeichert ist, können Einstellungen elektronisch gelesen werden. Die Potentiometer können über einen seriellen Port eingestellt und gelesen werden.

### Digital-Potentiometer

Das DS 1267 Digital-Potentiometer von Dallas Semiconductor – Vertrieb durch die Atlantic Elektronik GmbH aus 8033 Martinsried – kann durch Software eingestellt werden. Ein einziger Chip enthält zwei Potentiometer mit 256 Positionen,

ideal für Applikationen wie zum Beispiel adaptive Systeme. Da es von der Software kontrolliert wird, können Systeme mit dem DS 1267 im Einsatz rekaliert werden. Es sind Versionen mit 10 kΩ, 50 kΩ und 100 kΩ erhältlich.

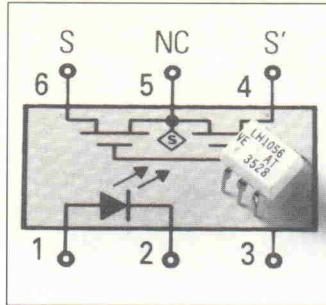
HALBLEITER		RABATTE I BEI GERICHTETER ANKAUFE		ALLE BAUTEILE		NEU IN LIEFERPROGRAMM :		74 HC		74 HCT		74 HCT		74 HCT		74 HCT		74 HCT	
		ab 10 St.	2%	INHALT DER JEWELIGEN	1. WAHL FÜHRER	SONDERAKTION	SERIEN-NR. UND ACT - BITE AMFRAGEN	HC1527	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
74 LS	54 ... -42 155 ... -79 259 ... -70 129 ... -20	74LS001	1,5A125VAC W5	74LS001	1,5A125VAC W5	74LS001	1,5A125VAC W5	74LS001	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
K10M	23 ... -12 138 ... -79 260 ... -2,6 580 ... -2,6	74LS002	1,5A125VAC W5	74LS002	1,5A125VAC W5	74LS002	1,5A125VAC W5	74LS002	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS003	1,5A125VAC W5	74LS003	1,5A125VAC W5	74LS003	1,5A125VAC W5	74LS003	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS004	1,5A125VAC W5	74LS004	1,5A125VAC W5	74LS004	1,5A125VAC W5	74LS004	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS005	1,5A125VAC W5	74LS005	1,5A125VAC W5	74LS005	1,5A125VAC W5	74LS005	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS006	1,5A125VAC W5	74LS006	1,5A125VAC W5	74LS006	1,5A125VAC W5	74LS006	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS007	1,5A125VAC W5	74LS007	1,5A125VAC W5	74LS007	1,5A125VAC W5	74LS007	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS008	1,5A125VAC W5	74LS008	1,5A125VAC W5	74LS008	1,5A125VAC W5	74LS008	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS009	1,5A125VAC W5	74LS009	1,5A125VAC W5	74LS009	1,5A125VAC W5	74LS009	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS010	1,5A125VAC W5	74LS010	1,5A125VAC W5	74LS010	1,5A125VAC W5	74LS010	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS011	1,5A125VAC W5	74LS011	1,5A125VAC W5	74LS011	1,5A125VAC W5	74LS011	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS012	1,5A125VAC W5	74LS012	1,5A125VAC W5	74LS012	1,5A125VAC W5	74LS012	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS013	1,5A125VAC W5	74LS013	1,5A125VAC W5	74LS013	1,5A125VAC W5	74LS013	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS014	1,5A125VAC W5	74LS014	1,5A125VAC W5	74LS014	1,5A125VAC W5	74LS014	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS015	1,5A125VAC W5	74LS015	1,5A125VAC W5	74LS015	1,5A125VAC W5	74LS015	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS016	1,5A125VAC W5	74LS016	1,5A125VAC W5	74LS016	1,5A125VAC W5	74LS016	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS017	1,5A125VAC W5	74LS017	1,5A125VAC W5	74LS017	1,5A125VAC W5	74LS017	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS018	1,5A125VAC W5	74LS018	1,5A125VAC W5	74LS018	1,5A125VAC W5	74LS018	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS019	1,5A125VAC W5	74LS019	1,5A125VAC W5	74LS019	1,5A125VAC W5	74LS019	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS020	1,5A125VAC W5	74LS020	1,5A125VAC W5	74LS020	1,5A125VAC W5	74LS020	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS021	1,5A125VAC W5	74LS021	1,5A125VAC W5	74LS021	1,5A125VAC W5	74LS021	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS022	1,5A125VAC W5	74LS022	1,5A125VAC W5	74LS022	1,5A125VAC W5	74LS022	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS023	1,5A125VAC W5	74LS023	1,5A125VAC W5	74LS023	1,5A125VAC W5	74LS023	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS024	1,5A125VAC W5	74LS024	1,5A125VAC W5	74LS024	1,5A125VAC W5	74LS024	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS025	1,5A125VAC W5	74LS025	1,5A125VAC W5	74LS025	1,5A125VAC W5	74LS025	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS026	1,5A125VAC W5	74LS026	1,5A125VAC W5	74LS026	1,5A125VAC W5	74LS026	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS027	1,5A125VAC W5	74LS027	1,5A125VAC W5	74LS027	1,5A125VAC W5	74LS027	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS028	1,5A125VAC W5	74LS028	1,5A125VAC W5	74LS028	1,5A125VAC W5	74LS028	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS029	1,5A125VAC W5	74LS029	1,5A125VAC W5	74LS029	1,5A125VAC W5	74LS029	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS030	1,5A125VAC W5	74LS030	1,5A125VAC W5	74LS030	1,5A125VAC W5	74LS030	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS031	1,5A125VAC W5	74LS031	1,5A125VAC W5	74LS031	1,5A125VAC W5	74LS031	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS032	1,5A125VAC W5	74LS032	1,5A125VAC W5	74LS032	1,5A125VAC W5	74LS032	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS033	1,5A125VAC W5	74LS033	1,5A125VAC W5	74LS033	1,5A125VAC W5	74LS033	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS034	1,5A125VAC W5	74LS034	1,5A125VAC W5	74LS034	1,5A125VAC W5	74LS034	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS035	1,5A125VAC W5	74LS035	1,5A125VAC W5	74LS035	1,5A125VAC W5	74LS035	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS036	1,5A125VAC W5	74LS036	1,5A125VAC W5	74LS036	1,5A125VAC W5	74LS036	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ... -2,8	74LS037	1,5A125VAC W5	74LS037	1,5A125VAC W5	74LS037	1,5A125VAC W5	74LS037	-74	HC375	-98	HC1527	-1,18	HC1574	1,-48	CD4053	1,-04	CD4095	-98
DS65	01 ... -39 75 ... -48 162 ... -74 275 ... -2,8 595 ...																		

## Ein komplettes 240-V-Netzteil auf einem Chip

Mit der Bezeichnung HV-2405 E hat die Harris Semiconductor GmbH mit Sitz in 8000 München ein IC entwickelt, das direkt aus einem 240-V-Netz eine geregelte Gleichspannung zwischen 5 V und 24 V gewinnt. Alle wesentlichen Funktionen von Transformator, Gleichrichter bis zum Spannungsregler sind in einem 8-Pol-DIL-Gehäuse vereint.

Der patentierte HV-2405 E basiert auf einer bipolaren 500-V-Hochspannungstechnologie mit dielektrischer Isolation von Harris. Er ist damit so robust,

dass er Spitzen bis 6 kV nach IEEE 587 verträgt. Der Ausgang ist im gesamten Temperaturbereich mit 50 mA belastbar, wobei der eingebaute Kurzschlusschutz für maximale Sicherheit sorgt. Der Leistungsbedarf von 600 mW bei Vollast sinkt im Leerlauf auf unter 200 mW.



## Halbleiterrelais mit optischer Ansteuerung

Halbleiterrelais von AT&T - Vertrieb Sasco GmbH aus 8011 Putzbrunn - sind bidirektionale, lineare, im Ruhezustand offene Schalter, die herkömmliche mechanische Relais in vielen Applikationen ersetzen können. Sie werden direkt mit TTL-Pegel aus der Logik heraus angesteuert. Die integrierte GaAlAs-Leuchtdiode gibt die anstehenden Signale an ein monolithisches IC weiter.

Die in den Versionen ein- und zweipolig erhältlichen Halbleiterrelais sind alle strombegrenzt und weisen eine Isolationsspannung von 1500 V auf. Die

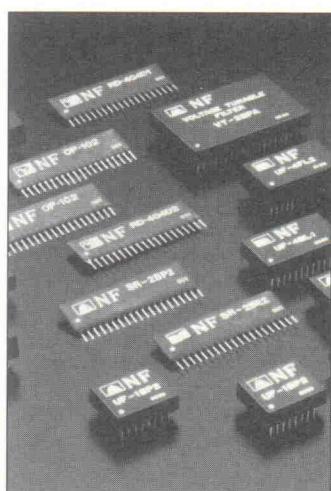
Firma Sasco führt alle Versionen der einpoligen Schalter mit 280 V...400 V, 70 mA...150 mA und einem  $R_{on}$  von 12  $\Omega$ ...50  $\Omega$  in einem 6-Pin-DIL-Gehäuse und die zweipoligen Schalter mit 200 V und 280 V, 200 mA und 12  $\Omega$  beziehungsweise 25  $\Omega$  im 8-Pin-DIL-Gehäuse ab Lager.

## Widerstandsprogrammierbare Filterbausteine

Der führende Hersteller von Filtermodulen, NF Electronics, ist in Deutschland durch die nbn Elektronik GmbH, 8036 Hersching, vertreten. Zahlreiche widerstandsprogrammier-

bare Filterbausteine der SR-Serie im Single-In-Line-Gehäuse sind im großen Angebotssortiment verfügbar.

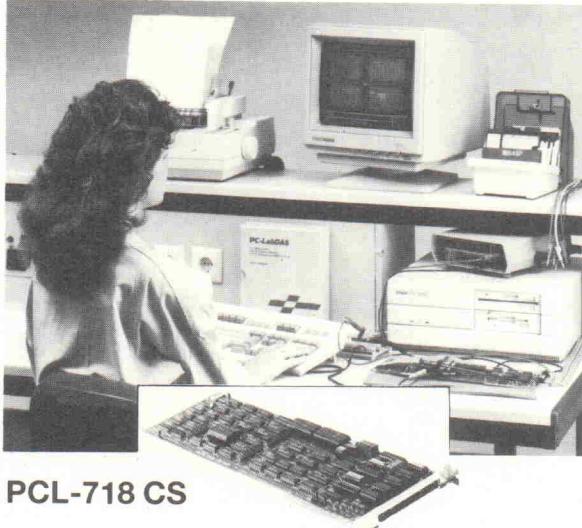
Die Filtermodule sind als Tiefpaß-, Hochpaß-, Bandpaß- und Bandsperrfilter mit verschiedenen Eckdaten wie Charakteristik, Welligkeit und Güte lieferbar. Die Eckfrequenz wird über von außen beschaltete Widerstände definiert. Aufschluß über die unterschiedlichen Ausführungen gibt ein Produkt-Daten-Buch, das bei nbn Elektronik angefordert werden kann.



## Meßtechnik für Experten

### spectra PCL-Hardware

- PC-Einsteckkarten für
- A/D, D/A, Digital E/A
- Schrittmotorsteuerung
- Relaisausgänge
- IEEE-Interface
- RS 422-Interface
- vielfältiges Zubehör
- Multiplexer, Vorverstärker, Anschlußpanels



### z. B. Das Komplettset PCL-718 CS zum gleich Loslegen:

**Masterkarte PCL-718** ● 16 SE/8 DE 12-Bit-Eingänge ● 2 analoge Ausgänge mit 12 Bit ● je 16 digitale Ein- und Ausgänge ● 3 16-Bit-Zähler ● unterstützt Interrupt und DMA ● 60.000 Messungen/Sekunde

**Anschlußpanel PCLD-780** ● 20 Kanäle mit reserviertem Platz für Filter, Shunt etc. ● 2 x 20-Pin-Flachbandkabel

**Software PCL-LabDAS** ● flexibles Programm zur Meßwerterfassung und Meßwertverarbeitung.

**DM 2.543,- inkl. MwSt.**

Fordern Sie unsere  
PC-LabCard Broschüren an.

**spectra**



**REICHELT**



**ITT**

ELEKTRONIK  
DER SCHNELLE FACHVERSAND



## MARKENHALBLEITER

### TRANSISTOREN

### TRANSISTOREN

### TRANSISTOREN

BC

BD

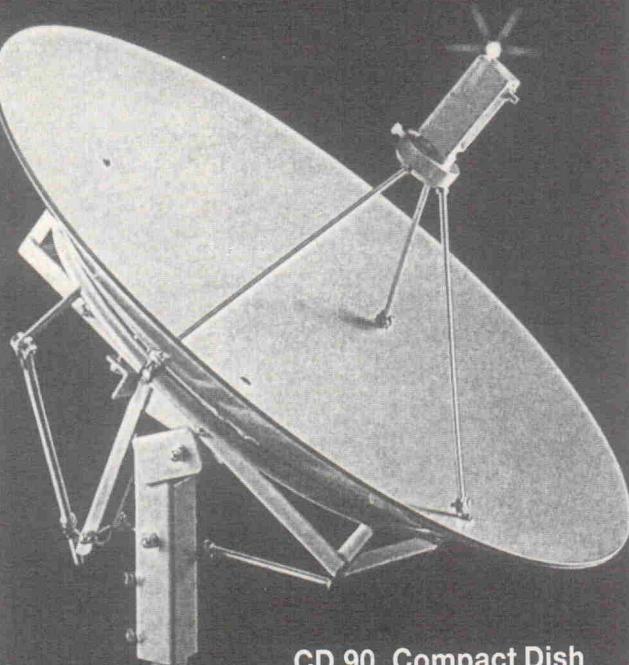
BUX

UA 78..

INTEGRIERTE SCHALTUNGEN												INTEGRIERTE SCHALTUNGEN																			
CA	LM	NE	TAA	TDA	TDA	LM	NE	TAA	TDA	LM	NE	TAA	TDA	LM	NE	TAA	TDA	LM	NE	TAA	TDA	LM	NE								
3086 DIL 1.15	35CZ	15.80	5080 DIL 63.20	550	1516Q	7.95	3780	11.50	3088 DIL 4.95	224 DIL 0.83	5081 DIL 63.25	611T	2.30	1517N	8.10	3800	20.25	3089 DIL 2.75	239 DIL 1.50	5090 DIL 9.55	6305	3.65	1519N	9.00	3803A	15.50					
3090 DIL 3.10	258 DIP	1.00	5105 DIP 9.30	761A	1.45	1520A	9.75	3810	6.15	3094 DIP 2.65	293 DIP 1.20	5118 DIL 23.05	765A	1.55	1521	9.50	3825	3.45	3096 DIL 1.95	301 DIP 0.73	5119 DIL 45.70	861A	1.60	1522	3.40	3950A	6.50				
3100 DIP 4.20	301 TO 1.70	5119 DIL 45.70	865A	1.85	1524A	6.50	4050B	4.45	3102 DIP 1.95	301 DIP 0.73	5120 DIL 29.60	2761A	2.05	1534	125.00	4092	14.49	3127 DIL 6.85	305 TO 2.65	5180 DIL 29.60	4765A	3.75	1535N	61.60	4180	4.80					
3130 DIP 2.35	307 DIP 1.50	5205 DIP 11.25	4761A	3.55	1535N	61.60	4180	4.80	3130 TO 3.80	308 DIP 1.05	5205 TO 16.20	4765A	3.75	1541A	57.30	4190	7.40	3140 DIP 1.40	309 TO 4.30	5230 DIP 5.70	1542	15.30	4260	4.10	3140 TO 3.40	310 DIP 5.40	5512 DIP 3.70	1543N	10.50	4290	5.70
3146 DIP 3.25	311 DIP 0.45	5514 DIL 5.10	1572	5.60	4400	4.40	4400	7.95	3160 DIP 2.20	311 TO 2.80	5517 DIL 3.80	1574V	4.55	4420	5.70	3161 DIP 2.65	317 TO 3.45	5521 DIL 20.65	120	1.40	1574V	5.45	4420	3.30							
3162 DIP 9.95	317-220 0.91	5530 DIP 9.40	1205	1.25	1576	6.40	4421	6.45	3183 DIL 6.40	318 DIP 1.95	5532 DIP 1.55	120U	1.10	1578	6.45	4431	4.70	3189 DIL 3.15	319 DIL 2.10	5532A DIP 2.30	231A	1.75	1579	6.90	4432	5.10					
3240 DIP 3.15	323 TO 5.05	5533 DIL 6.45	1596	6.70	4433	4.40	4433	7.95	325 DIL 13.55	5534 DIP 1.60	5534 DIP 1.60	1598V	3.80	4440	4.40	334 TO 902 1.80	5534A DIP 1.80	5534A DIP 1.80	1598V	3.80	4440	7.95	335 TO 902 2.60	5535 DIP 6.70	5535 DIP 6.70	1598V	3.80	4440	7.95		
336 TO 902 2.15	5537 DIP 6.25	5537 DIP 6.25	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	337 TO 903 3.35	5537 TO 20.10	5537 TO 20.10	1598V	3.80	4440	7.95	338 TO 12.30	5560 DIL 6.75	5560 DIL 6.75	1598V	3.80	4440	7.95	339 TO 12.30	5561 DIL 4.10	5561 DIL 4.10	1598V	3.80	4440	7.95		
340 TO 20.10	5562 DIP 12.50	5562 DIP 12.50	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	341 TO 20.10	5562 DIL 3.85	5562 DIL 3.85	1598V	3.80	4440	7.95	342 TO 20.10	5563 DIL 13.75	5563 DIL 13.75	1598V	3.80	4440	7.95	343 TO 20.10	5564 DIL 4.10	5564 DIL 4.10	1598V	3.80	4440	7.95		
344 TO 20.10	5565 DIL 13.90	5565 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	345 TO 20.10	5566 DIL 13.90	5566 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	346 TO 20.10	5567 DIL 13.90	5567 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	347 TO 20.10	5568 DIL 13.90	5568 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
348 TO 20.10	5569 DIL 13.90	5569 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	349 TO 20.10	5570 DIL 13.90	5570 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	350 TO 20.10	5571 DIL 13.90	5571 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	351 TO 20.10	5572 DIL 13.90	5572 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
352 TO 20.10	5573 DIL 13.90	5573 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	353 TO 20.10	5574 DIL 13.90	5574 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	354 TO 20.10	5575 DIL 13.90	5575 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	355 TO 20.10	5576 DIL 13.90	5576 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
356 TO 20.10	5577 DIL 13.90	5577 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	357 TO 20.10	5578 DIL 13.90	5578 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	358 TO 20.10	5579 DIL 13.90	5579 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	359 TO 20.10	5580 DIL 13.90	5580 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
360 TO 20.10	5581 DIL 13.90	5581 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	361 TO 20.10	5582 DIL 13.90	5582 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	362 TO 20.10	5583 DIL 13.90	5583 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	363 TO 20.10	5584 DIL 13.90	5584 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
364 TO 20.10	5585 DIL 13.90	5585 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	365 TO 20.10	5586 DIL 13.90	5586 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	366 TO 20.10	5587 DIL 13.90	5587 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	367 TO 20.10	5588 DIL 13.90	5588 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
368 TO 20.10	5589 DIL 13.90	5589 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	369 TO 20.10	5590 DIL 13.90	5590 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	370 TO 20.10	5591 DIL 13.90	5591 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	371 TO 20.10	5592 DIL 13.90	5592 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
372 TO 20.10	5593 DIL 13.90	5593 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	373 TO 20.10	5594 DIL 13.90	5594 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	374 TO 20.10	5595 DIL 13.90	5595 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	375 TO 20.10	5596 DIL 13.90	5596 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
376 TO 20.10	5597 DIL 13.90	5597 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	377 TO 20.10	5598 DIL 13.90	5598 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	378 TO 20.10	5599 DIL 13.90	5599 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	379 TO 20.10	5600 DIL 13.90	5600 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
380 TO 20.10	5601 DIL 13.90	5601 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	381 TO 20.10	5602 DIL 13.90	5602 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	382 TO 20.10	5603 DIL 13.90	5603 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	383 TO 20.10	5604 DIL 13.90	5604 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
384 TO 20.10	5605 DIL 13.90	5605 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	385 TO 20.10	5606 DIL 13.90	5606 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	386 TO 20.10	5607 DIL 13.90	5607 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	387 TO 20.10	5608 DIL 13.90	5608 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
388 TO 20.10	5609 DIL 13.90	5609 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	389 TO 20.10	5610 DIL 13.90	5610 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	390 TO 20.10	5611 DIL 13.90	5611 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	391 TO 20.10	5612 DIL 13.90	5612 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
392 TO 20.10	5613 DIL 13.90	5613 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	393 TO 20.10	5614 DIL 13.90	5614 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	394 TO 20.10	5615 DIL 13.90	5615 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	395 TO 20.10	5616 DIL 13.90	5616 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
396 TO 20.10	5617 DIL 13.90	5617 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	397 TO 20.10	5618 DIL 13.90	5618 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	398 TO 20.10	5619 DIL 13.90	5619 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	399 TO 20.10	5620 DIL 13.90	5620 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
400 TO 20.10	5621 DIL 13.90	5621 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	401 TO 20.10	5622 DIL 13.90	5622 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	402 TO 20.10	5623 DIL 13.90	5623 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	403 TO 20.10	5624 DIL 13.90	5624 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
404 TO 20.10	5625 DIL 13.90	5625 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	405 TO 20.10	5626 DIL 13.90	5626 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	406 TO 20.10	5627 DIL 13.90	5627 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	407 TO 20.10	5628 DIL 13.90	5628 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
408 TO 20.10	5629 DIL 13.90	5629 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	409 TO 20.10	5630 DIL 13.90	5630 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	410 TO 20.10	5631 DIL 13.90	5631 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	411 TO 20.10	5632 DIL 13.90	5632 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
412 TO 20.10	5633 DIL 13.90	5633 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	413 TO 20.10	5634 DIL 13.90	5634 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	414 TO 20.10	5635 DIL 13.90	5635 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	415 TO 20.10	5636 DIL 13.90	5636 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
416 TO 20.10	5637 DIL 13.90	5637 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	4440	7.95	417 TO 20.10	5638 DIL 13.90	5638 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	418 TO 20.10	5639 DIL 13.90	5639 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95	419 TO 20.10	5640 DIL 13.90	5640 DIL 13.90	1598V	3.80	4440	7.95		
420 TO 20.1																															

INTEGRIERTE TLC		SCHALTUNGEN C-MOS 74LS..		INTEGRIERTE SCHALTUNGEN 74LS..		JAPAN-HALBLEITER		JAPAN-HALBLEITER		HYBRID-IC'S		
251	DIP	3.90	4000	0.35	000	0.31	258	0.57	00	0.36	7400	0.62
252	DIP	6.25	4001	0.31	01	0.30	259	0.56	02	0.36	7401	0.66
254	DIL	10.10	4002	0.35	02	0.31	260	0.34	03	0.55	7402	0.51
271	DIP	1.20	4006	0.69	03	0.31	261	2.65	04	0.36	7403	0.58
272	DIP	1.90	4007	0.35	04	0.30	266	0.34	08	0.36	7404	0.62
274	DIL	3.40	4008	0.73	05	0.32	273	0.77	10	0.36	7405	0.53
277	DIP	5.75	4009	0.47	06	0.85	275	4.70	11	0.36	7406	0.71
279	DIL	6.50	4010	0.47	07	0.90	279	0.56	14	0.50	7407	0.76
339	DIL	2.70	4011	0.31	08	0.30	280	0.59	20	0.36	7408	0.72
372	DIP	1.85	4012	0.35	09	0.32	283	0.57	21	0.36	7409	0.83
374	DIL	2.75	4013	0.47	10	0.31	290	0.64	27	0.36	7410	0.61
393	DIL	2.15	4014	0.69	11	0.31	292	12.80	30	0.36	7411	0.65
555	DIP	1.05	4015	0.73	12	0.32	293	0.58	32	0.36	7412	0.89
556	DIL	2.15	4016	0.47	13	0.31	294	15.40	42	0.72	7413	0.62
4017		0.66	14			0.39	295	0.58	51	0.37	7414	0.72
4018		0.67	15			0.31	297	9.00	58	0.96	7415	0.80
4019		0.46	18			0.75	298	0.58	73	0.55	7417	0.80
145		12.90	4020			0.69	19	0.73	299	2.60	7420	0.82
170		3.95	4021			0.69	20	0.32	320	7.70	75	0.59
4002		6.60	4023			0.35	22	3.15	77	0.62	7424	0.82
ULN			4024			0.63	24	0.94	323	2.70	85	1.00
2001		0.99	4027			0.46	28	0.32	348	1.70	107	0.56
2002		0.84	4028			0.64	30	0.32	352	1.09	109	0.56
2003		0.73	4029			0.66	31	1.60	353	0.59	112	0.60
2004		0.83	4030			0.44	32	0.31	354	6.20	113	0.59
2064B		3.00	4031			1.00	33	0.31	355	5.20	123	0.80
2065B		3.20	4032			0.77	37	0.31	356	7.30	125	0.56
2066		3.00	4033			1.00	38	0.31	357	4.45	126	0.58
2068		3.50	4034			2.60	40	0.31	365	1.44	131	1.00
2069		3.70	4035			0.72	42	0.54	366	0.44	132	0.54
2070		3.30	4038			0.76	43	0.63	367	0.44	133	0.38
2071		3.70	4040			0.73	44	0.63	368	0.43	137	0.83
2074		2.95	4041			0.73	47	0.89	373	0.81	138	0.65
2075		3.10	4042			0.63	48	1.15	374	0.74	139	0.65
2076		2.95	4043			0.71	49	1.15	375	0.70	147	0.83
2077		3.30	4044			0.71	51	0.30	377	0.84	148	0.81
2801		1.55	4045			1.35	54	0.32	378	0.66	151	0.71
2802		1.55	4046			0.86	55	0.32	379	0.59	153	0.74
2803		1.40	4047			0.71	56	3.00	381	4.25	154	2.40
2804		1.60	4048			0.71	57	3.00	382	4.25	155	0.77
XR			4049			0.46	63	2.95	384	5.95	157	0.74
205		13.00	4052			0.69	69	2.25	386	0.58	160	0.79
210CN		7.70	4053			0.69	74	0.39	393	0.56	160	0.80
215CN		8.75	4054			0.93	75	0.46	395	0.59	163	0.80
320P		2.45	4055			0.78	76	0.58	396	5.20	164	0.79
555CP		1.00	4056			0.77	78	0.62	398	2.00	165	0.83
1468CN		4.65	4059			0.20	83	0.57	399	0.58	166	0.81
1488P		0.71	4060			0.69	85	0.63	422	1.20	173	0.79
1489P		0.74	4063			0.77	86	0.40	440	5.15	174	0.77
1524M		23.15	4066			0.47	90	0.55	441	5.15	175	0.79
2200CP		1.70	4067			2.85	91	0.87	442	6.10	181	3.20
2203		0.99	4068			0.35	92	0.63	443	9.86	182	1.20
2204		1.10	4069			0.30	93	0.58	444	5.15	190	1.05
2206CP		6.30	4070			0.35	95	0.60	445	1.80	191	1.05
2207CP		5.60	4071			0.35	96	0.87	446	8.30	192	0.86
2208CP		4.20	4072			0.35	107	0.45	447	3.65	193	0.82
2209CP		4.30	4073			0.35	109	0.46	448	9.86	194	0.90
2211CP		4.60	4075			0.35	112	0.46	449	9.15	195	0.89
2212CP		9.70	4076			0.73	113	0.48	465	2.35	221	0.88
2216CN		4.70	4077			0.35	114	0.50	466	7495	1.50	1788
2228CP		10.90	4078			0.35	122	0.55	467	2.35	237	0.85
2240CP		2.70	4081			0.35	123	0.70	468	7497	6.85	844
2242CP		2.50	4082			0.35	125	0.43	490	6.20	1405	0.95
2243CP		3.65	4085			0.47	126	0.46	533	6.50	2402	0.98
2264CP		3.10	4086			0.47	132	0.41	534	1.65	243	0.99
2271CP		2.80	4089			1.05	138	0.32	540	1.35	244	0.94
2556CP		2.55	4093			0.45	137	0.84	541	1.35	245	1.10
3403CP		1.00	4094			0.73	138	0.46	568	6.50	251	0.80
3524CP		1.60	4095			0.93	139	0.50	569	6.50	253	0.80
4136CP		1.45	4096			1.00	145	1.30	590	11.35	257	0.78
4151CP		1.35	4097			2.90	147	1.60	591	1.31	258	0.73
4194CN		4.70	4098			0.75	148	1.40	592	11.35	259	0.83
4195CP		2.30	4099			0.87	151	0.56	593	11.35	266	0.66
4212CP		1.75	4104			1.05	152	0.54	594	11.35	267	0.66
4558CP		0.81	4102			1.05	153	0.55	595	11.35	279	0.80
4739CP		2.45	4103			0.34	154	1.70	597	11.35	280	0.88
4741CP		1.50	4101			0.73	155	0.52	598	14.55	283	0.84
8038CP		6.60	4502			0.73	156	0.55	599	11.35	292	1.95
ZN			4503			0.71	157	0.55	600	14.60	294	1.95
404		1.55	4508			2.15	160	0.68	602	10.30	298	0.77
409CE		3.70	4510			0.74	161	0.75	603	10.30	299	0.75
411E		5.50	4511			0.84	163	0.68	605	31.80	354	1.20
414Z		2.30	4512			0.70	164	0.56	606	10.30	356	1.20
415E		3.25	4513			2.65	165	1.00	607	10.30	365	0.75
416E		4.10	4514			1.95	166	0.56	611	37.40	366	0.75
424P		3.05	4515			2.00	168	0.60	613	37.40	367	0.74
425E		4.00	4517			1.85	170	0.58	74140	1.90	957	0.50
426E		12.50	4518			0.67	173	0.75	74141	1.90	957	0.50
427E		24.85	4520			0.73	175	0.57	74142	1.20	907	1.10
428E		14.05	4521			1.40	181	1.90	74143	1.60	940	3.05
429E		4.85	4522			1.00	183	2.20	74144	1.20	941	0.92
432CJ		109.80	4526			0.95	189	4.70	74145	1.20	947	0.52
433CJ		89.70	4528			0.92	191	0.58	74146	1.20	948	0.44
434E		2.90	4530			2.50	192	0.59	74147	1.20	949	0.37
435E		13.75	4531			1.05	193	0.58	74148	2.10	950	0.47
436E		3.75	4532			0.73	194	0.59	74149	2.10	951	0.54
447E		29.20	4534			5.70	195	0.57	74150	2.10	952	0.50
448E		23.10	4536			2.20	196	0.58	74151	2.10	953	0.49
449E		8.55	4538			0.74	197	0.59	74152	2.10	954	0.44
450E		22.00	4539			0.98	198	5.55	74153	2.10	955	0.44
451E		23.40	4541			0.74	201	0.88	74154	2.10	956	0.44
452E		24.85	4542			0.73	202	0.88	74155	2.10	9	

ONLY THE SKY IS  
YOUR LIMIT.



**CD 90 Compact Dish prime focus 40.6 dB (11 GHz)**

Für ASTRA, Kopernikus und Eutelsat mit unseren Compact-Dish's.

Fordern Sie ausführliches Prospektmaterial an.

# MWC

Ihr kompetenter Partner für Satelliten-Empfang seit 1986

**Micro Wave Components GmbH** · Brunnenstr. 33  
5305 Alfter-Oedekoven · West-Germany  
Telefon (0228) 645061 · Telefax (0228) 645063  
Telex 889688 mwcbn d

**Ihr Blick ins All.**  
Mit uns können Sie alles erreichen.

aktuell

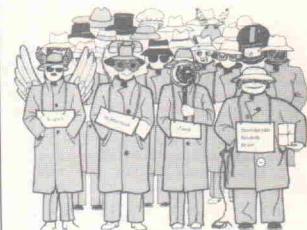
## Farnell

Mit ihrem neuen, 624 Seiten umfassenden Katalog informiert die Farnell Electronic Components GmbH mit Firmensitz in 8024 Deisenhofen über ihr derzeitiges Lieferprogramm. In 26 Kapiteln finden sich hier wohl die meisten der für die Elektronik/Elekrotechnik benötigten Bauteile und Werkzeuge.

Das Angebot wurde unter anderem in den Bereichen diskreter und integrierter Halbleiter, Fachliteratur, Optoelektronik, Meßgeräte und Anzeigegeräte, Steckverbinder und Meßleitungen sowie Stromversorgungen und Trafos erweitert. Neben den Eigenprodukten befinden sich ausschließlich Erzeugnisse bekannter Firmen im Lieferprogramm.

**Farnell**  
Electronic Components

HELMUT SINGER ELEKTRONIK



**SONDERLISTE**  
**23**

## Technik aus zweiter Hand

Der Aachener Surplus-Anbieter Singer stellt in seiner Sonderliste 23 sein aktuelles Lieferprogramm vor. In Rubriken wie Signalquellen, HF-Meßtechnik, Spectrum Analyzer, Laborgeräte, Störmeßgeräte, Microwave-Meßgeräte, Strahlungsmeßgeräte, Datentechnik und Funktechnik geordnet finden sich hier bewährte, teilweise originalverpackte, aber aus den unterschiedlichsten Gründen von öffentlichen Dienststellen oder von der Industrie ausgemusterte Komponenten namhafter Hersteller zu günstigen Preisen.

Besondere Erwähnung soll auch das Handbucharchiv finden: Zu etwa 75 % der auf 196 Seiten angebotenen Geräte verfügt man bei Singer über technische Unterlagen wie Bedienungsanleitungen beziehungsweise Schaltpläne.

## heho

'Elektronische Bauelemente' ist der schlichte Name des neuen Katalogs der Firma heho-Elektronik. Und genau das ist auch der Schwerpunkt des 100seitigen Programms. Auf eine Kurzbeschreibung der Grenzdaten und Hersteller wurde hier vollständig verzichtet. Wichtiger scheint es der in 7950 Biberach ansässigen Firma zu sein, das umfangreiche Programm und dessen Preise vorzustellen; die Entwicklung elektronischer Baugruppen sollte sich schließlich auf Datenblätter stützen.

**ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE**

heho

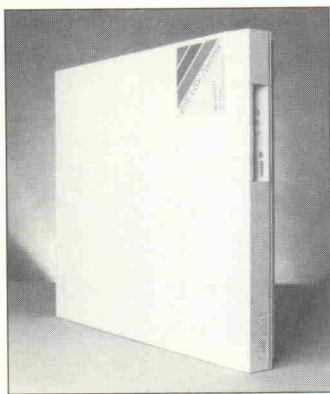
Hermann-Voigt-Str. 42  
7950 Biberach  
Telefon 07351/2035  
Telefax 07351/28865

JANUAR '90

## Stromversorgung

### 350-VA-PC-Power

Die Firma BSE, 8551 Heroldsbach, liefert USVs des Herstellers Merlin Gerin. Beispielsweise mit Hilfe der mikropac XP-USV können kleine und mittlere EDV-Anlagen bis zu zehn Minuten netzunabhängig betrieben werden.



Bei einem weiten Eingangsspannungsbereich von 187 V bis 264 V stehen weitestgehend stabile Ausgangsspannungen von 220 V oder 240 V zur Verfügung. Laständerungen von 100 % führen zu Ausgangsspannungsänderungen von nur  $\pm 10\%$ . Bei Batteriebetrieb wird eine Ausgangsfrequenz von 50 Hz  $\pm 2\%$  bei einer maximalen Sekundärleistung von 350 VA garantiert. Im Online-Betrieb dagegen ist die Versorgungseinheit mit 1 kVA belastbar. Dank der flachen Bauweise (h: 60 mm; b: 430 mm; t: 479 mm) lässt sich das Gerät platzsparend unter dem Rechnergehäuse unterbringen.

### Line Conditioner

Zum Schutz gegen Netzstörungen eignen sich die neuen Line Conditioner der Niederländischen Firma Powerhouse. Sie unterdrücken Gegenakt-Störsignale mit Hilfe eines Netzfilters. Zusätzlich werden Gleichtakt-Störungen bis zu 130 dB gedämpft: Verantwortlich hierfür ist natürlich ein Trenntransformator.

Drei Geräteserien in den Leistungsklassen 125 VA...50 kVA stehen dem Anwender zur Wahl: Während die Trenntransformatoren der LCA-Reihe mit einer Schirmwicklung ausgeführt sind, verfügen die Trafos

der LCB-Reihe über eine dreifache Schirmung. Diese Erweiterung äußert sich in einer verbesserten Stördämpfung im oberen Frequenzbereich. Bei der LCD-Reihe schließlich findet ein ebenfalls dreifach geschirrter Stell-Trenntrafo Verwendung. Der Preis für ein 300-VA-Gerät der LCD-Reihe beträgt 2015 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

### USV-Anlage mit GS-Zeichen

Neu bei der Münchener Firma Wuntronik ist das USV-Modell Powermaker 84125-GS. Wie der Namenszusatz 'GS' bereits vermuten lässt, verfügt das Gerät über das Zeichen für geprüfte Sicherheit; ursprünglich wurde diese USV speziell für den medizinisch-klinischen Einsatz entwickelt. Da es jedoch zu einem in dieser Leistungsklasse durchaus konkurrenzfähigem Preis von 3995 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer abgegeben wird, zählen laut Wuntronik schon diverse industrielle Unternehmen zu den Benutzern.



Nun zu den technischen Daten: Bei einer Ausgangsleistung von 1 kVA ist die Ausgangsspannung 120 V (60 Hz Sinus) mit  $\pm 3,5\%$  stabil, während die 'europäischen' Ausgänge (220 V, 230 V und 240 V bei 50 Hz Sinus) eine Stabilität von  $\pm 7\%$  aufweisen. Die Frequenzstabilität ist mit  $\pm 1\%$  angegeben, die typische Versorgungszeit beträgt bei Vollast 9 Minuten, bei Halblast werden 30 Minuten überbrückt. Zur Erkennung des Betriebszustandes verfügen Powermaker-Modelle über eine Sonderschaltung, deren Ausgangssignal von der Hard- oder Software ausgewertet werden kann.

# hama®

## HIGHTECH FÜR BILD

## UND TON ■■■



**Kramer electronic · Video-Bausteine für Fortgeschrittene und Profis: Überspielen, nachvertonen, kopieren in professioneller Qualität.**

■ Paint Box Chroma-Corrector ■ HighClass-Enhancer ■ Effekt- und ColorProcessoren  
■ Mixer mit bestechenden Möglichkeiten  
■ RGB Farb-Encoder/Decoder ■ RGB-Umwandler für S-VHS und Hi8 – und andere Bausteine beim Fachhändler.  
Kostenlose Prospekte von Hama, Postfach 80, 8855 Monheim 58, Bayern



**Gut zu wissen wer's hat.**

**WENN'S Z. B.  
UM BATTERIEN GEHT.**

**GANZ**  
INDUSTRIEVERTRETUNG

KARLSTRASSE 6  
D-7737 BAD DÜRRHEIM 1  
TEL. 07726 / 8061 - FAX 07726 / 7254

# Hannover-Messe '90 Industrie

Hier entsteht für die acht Tage vom 2. bis 9. Mai ein Mekka für industrielle Techniken und Zukunftstechnologien. 6000 Aussteller aus mehr als 40 Ländern erwarten zwischen 400 000 und 500 000 Besucher aus über 100 Ländern. Aufgrund der rasanten politischen Entwicklungen in Osteuropa wird die diesjährige Messe stärker als in den vergangenen Jahren als Drehscheibe für Ost-West-Kontakte dienen.

aktuell

## Microtronic

Das Angebot von Bausteinen der Elektronik gehört unverzichtbar zur jährlichen Industriemesse. Zentraler Schwerpunkt dieses Angebots ist die Fachmesse Microtronic in der Halle 13. Leitlinie des Konzepts ist der Einfluß, den die Mikroelektronik auf praktisch alle Industriebereiche nimmt. Durch die Einbeziehung mikroelektronischer Komponenten und Systemlösungen können die Produkte der klassischen Industrien leistungsfähiger, kompakter und natürlich kostengünstiger hergestellt werden.

Das aktuelle Schwerpunktthema der Microtronic 1990 lautet "Mikroelektronik für die Um-

welt". Umweltfragen weisen gezwungenermaßen in der gesamten Wirtschaft, in der Politik und nicht zuletzt im Bewußtsein der Bevölkerung eine starke Präsenz auf, so daß eine große und breit gefächerte Resonanz zu erwarten ist.

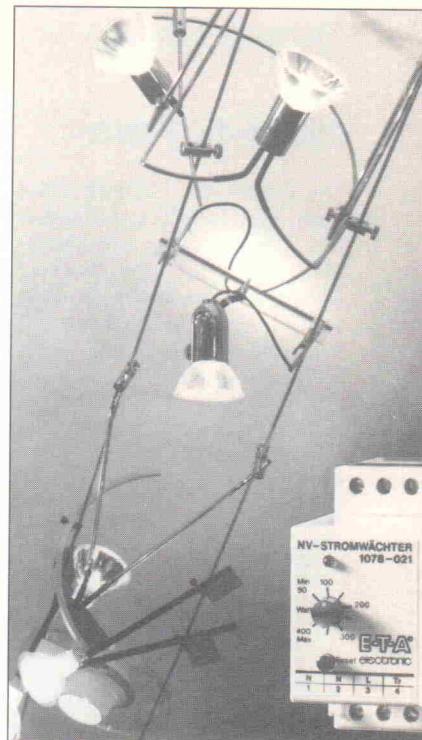
Zu den behandelten Themenbereichen gehören elektronische Schadstoffmessungen, Schallmessungen, Solarenergie-Anlagen und weitere Anwendungsfelder. Rund zehn Unternehmen stellen Produkte, Systeme und Verfahren vor, die durch den Einsatz der Mikroelektronik neue und zum Teil auch spektakuläre Möglichkeiten für die Entlastung der Umwelt aufweisen. Bleibt zu hoffen, daß diesem Bereich steigende Bedeutung beigemessen wird.

## Weltlichtschau Leuchten und Lampen

Mehr als 400 Aussteller aus 24 Ländern präsentieren in den Hallen 9 und 10 den jüngsten Innovationsschub im Bereich Lichttechnik. Der Übergang von der sachlichen Allgemein- zur individuell geplanten Beleuchtung ist noch längst nicht abgeschlossen. Zahlreiche Auszeichnungen etablieren Licht als eigene Kunstform, und so darf auf der Weltlichtschau 1990 mit einigen weiteren Überraschungen gerechnet werden.

Die Zukunft im internationalen Angebot individueller Beleuchtungslösung gehört vor allem der Niedervolt-Halogenlampe, neuerdings zusammen mit der Halogen-Metaldampflampe kleiner Leistung. Parallel dazu wird die Steuerung der Lichtquellen seit dem Einzug der Mikroprozessoren immer komfortabler, flexibler und sparsamer und nicht nur für die Showtechnik und ähnliche Bereiche interessant.

Ebenso wie die Temperatur eines Raumes durch einen



Thermostaten steuerbar ist, kann beispielsweise die Zuschaltung von künstlichem Licht zum Tageslicht über einen entsprechenden Sensor automatisch und stufenlos erfolgen.

## 11. MESSLAB GERÜCHT

"Der Katzensprung von Stuttgart nach Sindelfingen soll am 19.Juni 1990 öffentlich vom örtlichen "Garfield e.V." demonstriert werden"...



Übrigens:  
Parallel zur MessLab findet die Echtzeit'90 statt.  
Messegelände Sindelfingen, 19. bis 21. Juni 1990

Näheres über die MessLab erfahren Sie bei der NETWORK GmbH:  
Telefon (050 33) 7057, Telefax (050 33) 7944.

### Funkbilder für IBM-kompatible PCs XT/AT, C 64/128, Amiga und Atari ST Fernschreiben, Morse und Radio-Kurzwellen-Nachrichten.



Haben Sie schon einmal das Piepsen von Ihrem Radio auf Ihren Bildschirm sichtbar gemacht? Hat es sie schon immer interessiert wie man Wetterkarten, Meteosat-Bilder, Wetter-Nachrichten, Presseagenturen, Postschaftsdienste usw. auf einem Computer sichtbar macht? Ja? -, dann lassen Sie sich eine Einsteiger-Information schicken oder bestellen sie einfach gleich. Steckfertige Karten mit eingebautem Filterkonverter. Alle gängigen Betriebsarten, selbsterkennende Auswertung und Abstimmung. Stufenlose Shiften und Baudrate. Sondereinheit für verschlüsselte Sendungen und Codeanalyse. Drucken, Speichern, automatische Aufzeichnung. Senden und Empfangen von Funkfernenschreiben, Morsezeichen und Faksimile-Bildern. Aufzeichnen, Überarbeiten, Speichern und Drucken.

Unser Angebot - eine Komplett-Ausrüstung mit Anleitung, für den Einsteiger für Funkfern- schreib-, Morse- und Bilder-Empfang. Modul einstecken, mit Lautsprecheranschluß verbinden, einschalten und los geht's.

#### Super-Sonder-Angebot

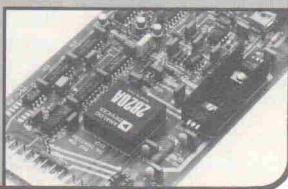
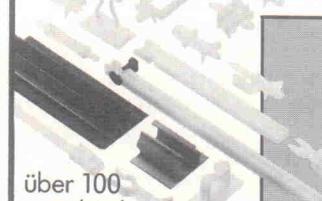
Bitte Info Nr. 23 anfordern bei:

BONITO-Supercom ab 248,00 DM

**Bonito, Ing.-Büro Peter Walter**

Gerichtsweg 3, 3102 Hermannsburg, Telefon 0 50 52/60 52

## MARK-TRONIK VERBINDET rund um die Leiterplatte



**MARK-TRONIK** Inh. Wolfgang Frunzke

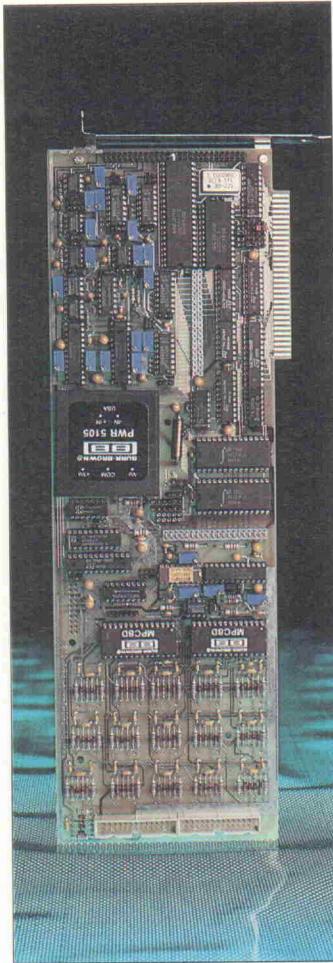
Kahley 15 · 5970 Plettenberg 2 · Telefon: (0 23 91) 56 81  
Telex: 8201789 mkt d · Telefax: (0 23 91) 56 10

## ELRAD-Multifunktionskarte

Die PC-Multifunktions-Karte, die voraussichtlich in Elrad, Heft 7/90, vorgestellt wird, ist auf dem Stand der Firma Burr-Brown in Halle 13, Stand C34/D33, zu sehen. Es handelt sich dabei um eine universelle Steckkarte mit 32 differenziellen Eingängen, deren Signale im Multiplexbetrieb von einem 12-Bit-A/D-Wandler ADS 7800 digitalisiert werden. Die Wandelsgeschwindigkeit beträgt 2,7 µs. Als Eingangsstufe ist der Präzisionsinstrumentenverstärker INA 110 eingesetzt.

Ausgangsseitig sorgt eine 4-Kanal-D/A-Wandlung mit 12 Bit für eine Übersetzung digitaler Signale zur Analogwelt. Die Ausgänge sind sowohl als Spannungs- mit einem INA 105 als auch als Stromtreiber mit dem Spannungs-/Stromwandler XTR 110 ausgelegt.

Als Option lassen sich sowohl die Busleitungen als auch die analogen Ein- und Ausgänge vollständig galvanisch mit Hilfe einer Digi-Pac-Platine entkoppeln.



## ELOXALFRONTPLATTEN selbst herstellen mit GEDAKOP-ALUFOTOPLATTEN!

Mit GEDAKOP-Alufotoplatten können Sie Ihre Frontplatten und Schilder mit kleinstem Aufwand schnell und umweltfreundlich selbst herstellen. In wenigen Minuten erhalten Sie von Ihrer Transparentzeichnung oder einem Film ein einwandfreies **eloxiertes**, ein- oder mehrfarbiges Aluminiumschild. Nach dem Sealen (Verdichten) haben Sie ein kratzfeste und absolut lösungsmittelbeständiges Schild. Die Farbe ist in der kristallharten Oberfläche des eloxierten Aluminums eingeschlossen. GEDAKOP-Alufotoplatten sind von 0,2 bis 3,0 mm Materialstärke lieferbar.

### dD-PRODUKTE-VERTRIEB GMBH

Alex-Möller-Str. 18, 6832 Hockenheim  
Telefon 0 62 05/71 39, Telefax 0 62 05/1 75 13

## SORTIMENTE

Aus Ersatzteillager  
Räumung u. Inventur:

### BAUTEILSORTIMENTE:

Hochwertige Elektronikbauteile, IC's, Transistoren, Kondensatoren, etc. Eine Fundgrube für Hochwertiges Material zum Spottpreis!

500 Teile ohne Widerstände! 25,- DM

1000 Teile mit Widerständen 25,- DM

2000 Teile mit Widerständen 40,- DM

### ROMAN ELECTRONIC

Schützenstr. 7 5468 St.Katharinen  
02645/4992 od. 02241/203708  
Di-Fr: 13-18.30 Uhr Sa : 9-14.00 Uhr

### PLATINENBRUCH:

aus Rundfunk-, Fernseh-, Computertechnik  
Mit vielen gängigen Bauteilen.  
Die Bastlerresource.

2 Kg 12,- DM

5 Kg 25,- DM

10 Kg 45,- DM

### EUROKARTEN: 10 St.

aus Computer und Schaltanlagen  
viele Hochwertige Bauteile!  
Montagmaterial:

### Sortiment KLEINTRAFOS

5 St. alle 220V prim. 17,- DM

### POTIS+TRIMMER:

50 Stück versch. Ausführungen

### KLEINMOTOREN:

12V - 220V

5 Stück

15,- DM

9,- DM

10,- DM

### RECORDELAUFWERKE:

zum Ausschütteln, mit Motor, A/W u. Löschkopf

5 Stück

10,- DM

### KEINKUHLKÖRPER:

interessantes u. preiswertes Sortiment 5 St.

10,- DM

WICHTIG: Keine Verpackungskosten, alle Preise zuzüglich Porto u. NN.

## Deutsch-Deutsches Wirtschaftsforum

Für Dienstag, den 8. Mai, ist kurzfristig ein Deutsch-Deutsches Wirtschaftsforum einberufen worden. Im Tagungszentrum Messe (TCM) werden Vertreter beider deutscher Staaten über die Modernisierung der DDR-Industrie und die 'Möglichkeiten und Chancen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau' unter dem Aspekt des Umweltschutzes und der Energieeinsparung diskutieren.

Unter der Schirmherrschaft von Bundespräsident Dr. Richard von Weizsäcker treffen sich ebenfalls im TCM am 9. Mai Wirtschaftler und Wissenschaftler aus ganz Europa zum West-Ost-Symposium 'Mensch-Natur-Technik'. Hier sollen neue Ansätze des Denkens im sich verändernden Mitte einander der west- und osteuropäischen Staaten diskutiert werden. Sie sollen dem Menschen auf dem Weg ins nächste Jahrtausend helfen, sein Verhältnis zu Natur und Technik neu zu bestimmen und verbessert weiterzuentwickeln.

## Automatisierungs-techniken im Vormarsch

Wie kaum eine andere Branche profitiert die Automatisierungs-technik von der Elektronik-Entwicklung. Fortschritte in der Digitaltechnik und Mikroelektronik führen zu neuen Problemlösungen. Das gilt für Steuerungen und Regelungen ebenso wie für Meßwertaufnehmer zur Verarbeitung, Registrierung und Visualisierung

von Meßwerten. Sensoren und Meßwertaufnehmer erfüllen mehr und mehr Funktionen, die bisher von verarbeitenden Geräten übernommen werden mußten. Die Tendenz geht eindeutig zu mikroprozessorgesteuerten Meßaufnehmern. Analoge Meßtechnik wird zunehmend durch digitale Systeme ersetzt. Das aktuelle Angebot wird in den Hallen 11 und 12 vorgestellt; darüber hinaus stellt die Produktgruppe Prüf- und Testeinrichtungen in Halle 7 aus.

## REALTIME MULTITASKING TURBO PASCAL 5.0/5.5

### RTKernel 2.0

Der professionelle RealTime-Kernel für Meßdatenerfassung, Prozeßsteuerung, Hintergrundverarbeitung!

Mit RTKernel können innerhalb Ihres Pascal Programms beliebig viele Tasks laufen, untereinander kommunizieren sowie Interrupts verarbeiten. Leistungsmerkmale von RTKernel sind:

- Unbeschränkt viele Tasks • 64 Prioritäten • Semaphore • Mailboxen
- Taskwechselzeit 38 µs. (386 20 Mhz) konstant für jede Anzahl Tasks
- Pre-emptive Scheduling • Timeslice- und Ereignis- (Interrupt) gesteuert
- Timer-Interrupt-Rate 0,2 bis 55 ms. • Coprocessor/Emulator-Support
- MS-DOS/PC-DOS "reentrance"-Problem gelöst
- Tastatur-, Platten-, Disketten-Wartezeiten durch andere Tasks nutzbar
- Läuft auf IBM-PC/XT/AT/386/PS2 und Kompatiblen

### Neu in Version 2.0:

- 25 % schneller • Message-Passing (Intertask-Kommunikation)
- RTKernel-Applikationen resident ladbar
- Aus RTKernel-Applikationen beliebige DOS-Programme aufrufbar
- Verbesserte Debug-Möglichkeiten • Neues Handbuch

Mit RTKernel werden geliefert (mit Source-Code):

- Timer (Auflösung ca. 1 Mikrosekunde)
- Bildschirmverwaltung für mehrere Tasks
- Interrupt-Handler für die Tastatur, COM1 und COM2
- Druckssteller für LPT1, LPT2, LPT3
- Demoprogramme

Preis: DM 498,- Demo/Info-Diskette kostenlos  
Upgrade von Version 1.0/1.1: DM 299,-  
Upgrade von Version 1.2: DM 199,-

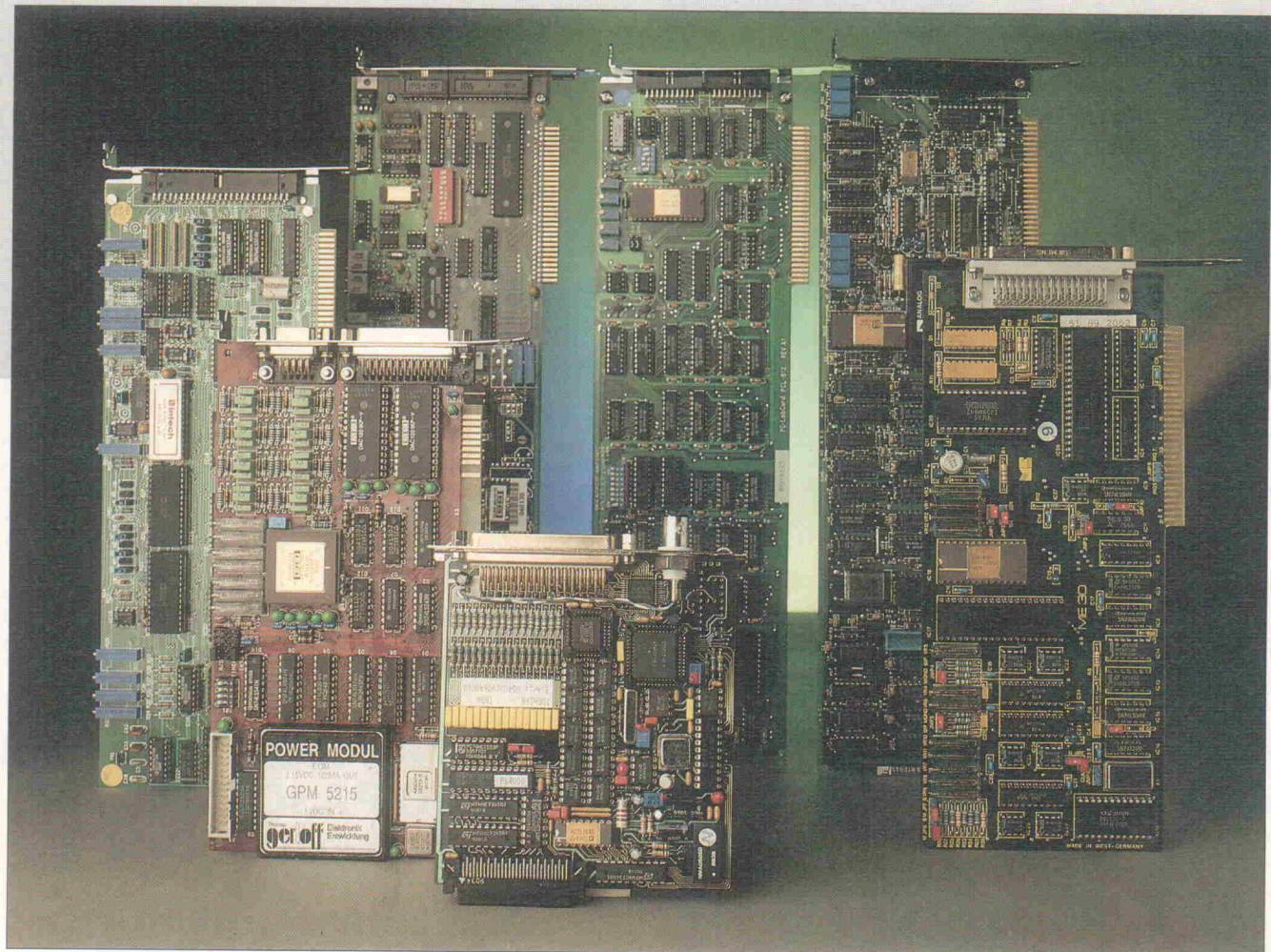
Neu: RTKernel Source-Code: + DM 398,-  
Lieferung per Nachnahme. Versand: DM 6,-

EDV-BERATUNG • SYSTEMANALYSE • PROGRAMMIERUNG  
Krohnkamp 5 • 2000 Hamburg 60 • Tel. 040 / 270 04 21 • Fax. 040 / 27 35 81



# Keine kann alles

## Sieben Multifunktionskarten im Test



Test

### Georg Schnurer

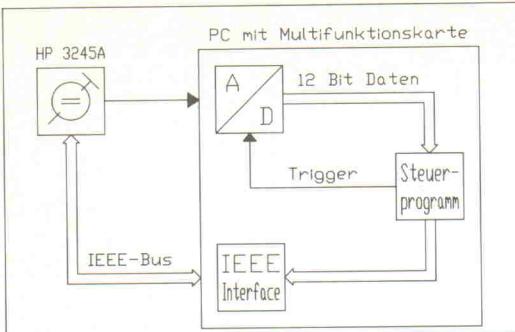
Jeder Meßtechniker wünscht sich ein flexibles und hochgenaues Meßsystem an seinem Arbeitsplatz. Natürlich soll ein solches System Spannungen messen und abspeichern können, Analog- und Digitalsignale ausgeben, Schaltzustände überprüfen, vielleicht regeln können ... und, und, und. Es sollte weiterhin in der Lage sein, die ermittelten Meßergebnisse mit wenig Aufwand auszuwerten und aussagekräftig darzustellen. Ein entsprechender Wunschzettel, angefüllt mit allem, was in der Meßtechnik Rang und Namen hat, ist schnell zusammengestellt. Leider endet jede Aufstellung dieser Art mit einer Endsumme, die das Budget der entsprechenden Kostenstelle zumeist deutlich übersteigt. Als Alternative bieten sich multifunktionale Meßwerterfassungskarten für den PC an. Sieben dieser Universalbenutzer stellten sich einem Test.

**A**ls Auswahlkriterium für den Test mußten die Karten folgende Minimalausrüstung mitbringen: es sollten mindestens 8 Analogeingänge mit 12-Bit-Auflösung, ein 12-Bit-Analogausgang sowie 8 Digitalkanäle verfügbar sein, und das Ganze sollte nur einen 8-Bit-kurzen Slot im PC belegen. Ein Zähler oder Timer rundete das Kartenprofil ab.

#### Auflösungserscheinungen

Die häufigste Messung im Laboralltag stellt sicherlich die Spannungsmessung dar. Aus diesem Grund haben wir den Schwerpunkt unseres Tests auf den Analog/Digital-Wandlerteil der Karten gelegt. Das wichtigste Kriterium für die Qualität eines Meßinstruments ist seine Genauigkeit. Dieser etwas schwammige Begriff soll zunächst präzisiert werden.

Zur Genauigkeit, oder wie es umgekehrt beim DIN heißt – zur Meßunsicherheit, gehört neben der Auflösung einer A/D-Wandlung auch die Linearität und das dynamische Verhalten. Die theoretische Auflösung eines 12-Bit-A/D-Wandlers läßt sich einfach als ein 4095tel des Meßbereichsendwertes ermitteln. Diese Größe wird allgemein als LSB (Least Significant Bit) bezeichnet. Bei einem Meßbereich von 10 V wäre das, wie schon erwähnt, theoretisch 2,441 mV. Der krumme Wert läßt leicht erkennen, daß, wenn ein Hersteller von einem Meßbereich von



**Bild 1.** Ein IEEE-Bus-gesteuerter Gleichspannungsgenerator erzeugt die Spannungsstufen für die INL-Messung.

0...10 V spricht, er eigentlich einen Bereich von 0...9,995895 V meint.

Um Systeme dieser Auflösung reproduzierbar überprüfen zu können, muß erheblicher meßtechnischer Aufwand getrieben werden. Große Anforderungen werden insbesondere an die Referenzspannungsquelle gestellt. Sie sollte mindestens 2 Bit genauer als der Wandler sein. Bezug auf den Meßbereichsendwert sind das 0,0615 Promille. Um jede Karte unter optimalen Bedingungen zu testen, mußte eine Kalibrierung der A/D- und D/A-Wandler durchgeführt werden. Wir haben uns dabei an die Kalibrierweisungen in den Handbüchern zu den Multifunktionskarten gehalten. Nur in einem Fall konnte auf diese Weise kein befriedigendes Ergebnis erzielt werden, so daß wir eine Kalibrierung nach eigenen Überlegungen durchführten, doch dazu später mehr. Bei Karten, deren Kalibrierpotentiometer herstellerseitig mit Lack gesichert waren, haben wir auf ein Nachkalibrieren verzichtet. Alle Verbindungen von und zu den Meßgeräten wurden mit Koaxialkabel – und soweit mitgeliefert – über das passende Anschlußboard hergestellt.

### INL-Test

Der erste Test in unserer Meßreihe diente zur Bestimmung der integralen Nichtlinearität (INL). Diese wird in LSB gemessen und drückt die Abweichung jeder digitalen Wand-

lerstufe von der idealen, analogen Eingangsspannung aus. Die INL kann mit Hilfe einer Kalibrerkurve ermittelt werden. Ein über den IEEE-Bus gesteuerter Generator erzeugt hierzu eine Gleichspannung in Schritten von 1/4 LSB (Bild 1). Für jede Spannungsstufe erfolgten 100 Messungen mit dem A/D-Wandler der Karte. Mit dem arithmetischen Mittel dieser Werte wurde die Differenz zum Sollwert bestimmt. Anschließend normierten wir diesen Wert auf ein LSB. Wie Bild 1 zeigt, beträgt die INL eines idealen 12-Bit-A/D-Wandlers ±0,5 LSB. Der treppenförmige Verlauf dieser mit einer Softwaresimulation erzeugten Kurve entsteht dadurch, daß uns bei dem Spannungsgenerator lediglich eine Auflösung von 10 µV zur Verfügung stand. Die effektive Schrittweite betrug somit bei 10 V Vollaussteuerung nicht genau 1/4 LSB (610,5 µV), sondern lediglich 610 µV. Diese Differenz von 0,5 µV ist verantwortlich für die Treppung des INL-Graphen.

Würde man ein Teilstück dieser Kurve stark vergrößert betrachten, könnte man eine weitere, sehr feine Treppung erkennen. Ursache hierfür ist das 'digitale Verhalten' des A/D-Wandlers. Beim ersten Spannungswert von 0 LSB beträgt das Wandlerergebnis ebenfalls 0, ergo ist die INL in diesem Punkt ebenfalls 0. Bei 1/4 LSB zeigt der Wandler immer noch 0, die INL sinkt auf -0,25 LSB. Der dritte Meßwert, 1/2 LSB, interpretiert

der Wandler jedoch bereits als 1, wodurch eine INL von +0,5 LSB entsteht. Diese Schwankungen um ±0,5 LSB sind die systembedingte Ursache der feinen Treppung.

Aus der so entstandenen INL-Kurve ermittelten wir die maximale INL, den Offset und das Steigungsdelta des Probanden. Diese Aufteilung des Ergebnisses erschien uns sinnvoll, da so einfach zwischen der wirklichen INL der Karte und einer ungenauen Einstellung von Offset und Verstärkung des Eingangsverstärkers unterschieden werden kann. Anzumerken bleibt noch, daß integrale Nichtlinearitäten des Wandlers gerade bei rechnergestützter Auswertung mit Hilfe der Kalibrerkurve auf bis zu 0,5 LSB minimiert werden können.

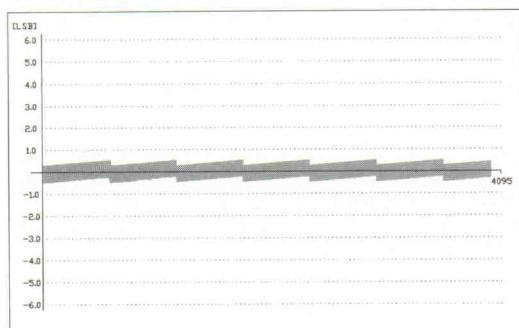
### DNL-Test

Ein weiteres Maß für die Linearität eines A/D-Wandlers bildet die differentielle Nichtlinearität (DNL). Hierunter wird die Abweichung des Wandlergebnisses vom idealen Codesprung verstanden. Auch die DNL wird, wie bereits die INL, in LSB gemessen. Ein idealer A/D-Wandler hat eine DNL von 0 LSB. Für die Ermittlung der DNL gibt es verschiedene Verfahren, wir haben uns für unseren Test den aus der Statistik entliehenen Histogrammtest ausgewählt. Dieses Verfahren bietet sich besonders bei rechnergestützten Messungen an. Mit einem Spannungskurvengenerator wurde dazu eine Dreiecksspannung von 2,1 Hz erzeugt (Bild 3). Die Amplitude dieser Dreiecksspannung betrug 4095 LSB, also die Maximalamplitude des zu testenden Wandlers. Dieses Signal muß nun mit einer nicht kohärenten (phasenverkoppelten) Frequenz abgetastet werden. Wir haben uns für 600 Hz entschieden. Eine Phasenkopplung konnte ausgeschlossen werden, da der Generator unabhängig vom eigentlichen Meßprogramm lief.

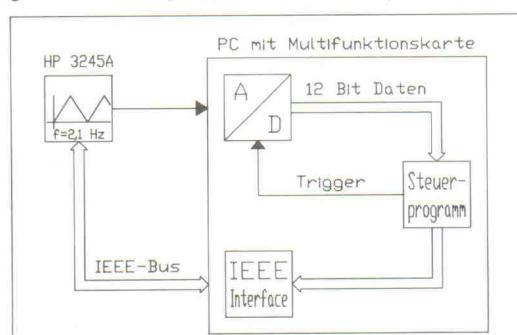
In einer Programmschleife wurden insgesamt 1 000 000 Messungen durchgeführt. Für jeden Meßwert erfolgte eine Klassierung und Ereigniszählung in 4096 Klassen. Der Zählerstand einer jeden Klasse repräsentierte somit ein Maß für die Häufigkeit des Auftretens jedes Wandlercodes. Bei einem Dreiecksignal sollte jeder Code gleichhäufig auftreten. Das Verhältnis der Differenz von Isthäufigkeit und Sollhäufigkeit zur Sollhäufigkeit stellt somit ein Maß für die Abweichung der Treppenbreite des entsprechenden Codes dar.

Um sicherzustellen, daß wirklich alle Wandlercodes gleichhäufig auftreten, wäre es erforderlich gewesen, die Wandler leicht zu übersteuern. Das wollten wir jedoch nicht riskieren und haben deshalb die oberen und unteren Codes nicht berücksichtigt. Zu einer weiteren Begrenzung des bewerteten Bereichs zwangen uns die bei der INL ermittelten, zum Teil recht hohen Offsetspannungen einiger Karten. Dieser Offset führt dazu, daß Codes bis zum Offset nicht und Codes im oberen Bereich zu häufig auftreten. Diese Verzerrungen konnten wir ausschließen, indem wir für die Bewertung der DNL nur den Bereich von 10...90 % der Vollaussteuerung der Wandler berücksichtigten. Bei der Ermittlung der DNL mittels Histogrammtest kann man Missing Codes, also fehlende Stufen, als Einbrüche auf -1 LSB erkennen. Zu breite Stufen sind als positiver Peak im DNL-Graphen erkennbar.

Wie bei allen dynamischen Messungen mit digitalen Systemen ist auch bei A/D-Wandlern eine analoge Vorfilterung mit mindestens halber Abtastrate erforderlich, anderenfalls können Aliasing-Effekte die Messung verfälschen. Bei der DNL-Messung haben wir daher einen Tiefpaßfilter 6. Ordnung mit Butterworth-Charakteristik und einer Grenzfrequenz von



**Bild 2.** Die software-simulierte INL eines idealen A/D-Wandlers.



**Bild 3.** Zur Bestimmung der DNL mit Hilfe des Histogrammtests erzeugt ein IEEE-Bus-gesteuerter Generator eine Dreiecksspannung.

64 Hz vorgeschaltet. Wie überall in der Meßtechnik, so gilt auch hier, daß jedes Element in der Meßkette neben den erwünschten auch unerwünschte Eigenschaften aufweist. In unserem Fall verhinderte das Filter zwar wirkungsvoll alle Aliasing-Effekte, machte sich aber im DNL-Graphen als sinusförmige Überlagerung mit einer Amplitude von  $\pm 0,1$  LSB bemerkbar. Dieser Wert ist im Verhältnis zu den gemessenen DNL-Werten so klein, daß er ohne weiteres vernachlässigt werden konnte.

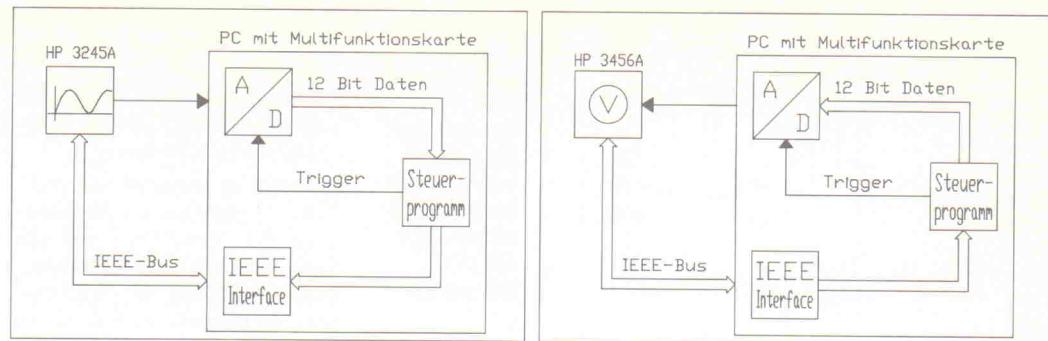
## FFT-Test

Neben der Auflösung und der Linearität eines Wandlers ist natürlich auch sein dynamisches Verhalten interessant. Eine recht aussagefähige Größe ist in diesem Zusammenhang der Signal-Rausch-Abstand der Wandler. Leider ist für dessen genaue quantitative Ermittlung ein Sinusgenerator mit mindestens 90 dB Signal-Rausch-Abstand erforderlich. Der uns zur Verfügung stehende Generator hatte jedoch nur einen garantierten Signal-Rausch-Abstand von 62 dB, der auch durch Vorschalten des Tiefpaßfilters nicht über 85 dB zu steigern war. Wir haben deshalb auf eine quantitative Bewertung verzichtet und lediglich eine qualitative Bewertung durchgeführt. Das Rauschniveau erschien uns hier als geeignetes Maß.

Der Signalgenerator erzeugte eine sinusförmige Spannung von 12,5 Hz mit einer Amplitude von 4095 LSB. Dieses Signal gelangte über einen Tiefpaßfilter mit 16 Hz Grenzfrequenz an die Karte. Mit einer Abtastrate von 100 Hz wurden 10 Wertefelder zu 4096 Meßwerten aufgenommen. Jedes Wertefeld wurde, mit einem Hanning-Fenster versehen, in die FFT geschickt. Aus den so ermittelten 10 Frequenzspektren wurde der Mittelwert gebildet und grafisch dargestellt. Aus diesem Graphen lasen wir das Rauschniveau ab. Den Meßaufbau dieses Tests zeigt Bild 4.

## Mit Speed

Letzter Test für den A/D-Wandler teilte die Ermittlung der effektiven Datenrate und der Wandlungszeit dar. Unter effektiver Datenrate versteht man die Anzahl Messungen pro Sekunde, die mit der

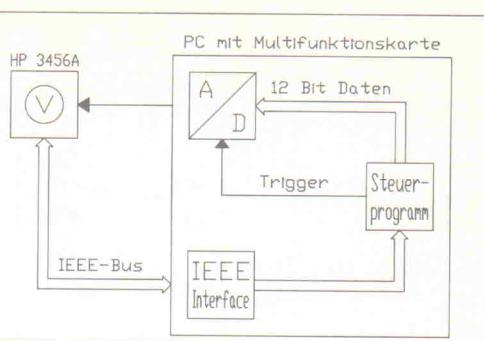


**Bild 4.** Für die Ermittlung des Rauschniveaus wurde eine sinusförmige Spannung erzeugt. Aus 4096 Meßpunkten ermittelte eine FFT das Frequenzspektrum.

Karte im Einzelkanalbetrieb und ohne Umschalten des Multiplexers erreichbar sind. Sollen mehrere Kanäle digitalisiert werden, so muß dieser Wert natürlich durch die Anzahl der Kanäle geteilt werden. Zusätzlich geht dann auch Zeit für das Umschalten und Einschwingen des Multiplexers verloren. Der

von uns ermittelte Wert kann somit als 'Absolut Maximum Rating', wie es im Englischen so schön heißt, angesehen werden.

Ermittelt haben wir diese Werte mit Hilfe eines dreiteiligen Programms. Im ersten Teil haben wir die Zeit gemessen, die für 1 Million Messungen notwendig ist. Der zweite Programmteil ermittelte die Zeit, die für die gleiche Anzahl Schleifen-durchläufe ohne Warten auf das Data-Ready-Signal des Wandlers notwendig ist. Im dritten und letzten Teil wurde die Zeit ermittelt, die das Programm



**Bild 5.** Der Meßaufbau für den Test der DA-Wandler.

ohne Portzugriffe benötigt. Aus den Differenzen dieser drei Messungen kann zum einen die reine Wandlungszeit und zum anderen die effektive Datenrate ermittelt werden.

Bei allen Geschwindigkeitsangaben im Zusammenhang mit PCs gilt insbesondere beim Hoch- oder Runterrechnen auf andere Systeme größte Vorsicht. Wie im Kasten 'Testumgebung' nachzulesen, haben wir den Test mit einem 25-

## Die Testumgebung

Als Testrechner diente ein 386-Rechner mit 25 MHz Taktfrequenz. Der Bustakt des Rechners betrug 8 MHz. Jeder I/O-Zugriff erzeugt 2 Wait-States. Ein Zugriff auf den 8-Bit-Bus wurde mit einem Delay von 2 Bustakten gehandelt. Zur Ausstattung des Rechners gehörte neben einer VGA-Bildschirmkarte, einer Schnittstellenkarte (2 Parallel-, 2 Seriellports) und einem Adaptec-SCSI-Controller mit 200-MByte-Festplatte und je einem 5,25"- und einem 3,5"-Laufwerk auch eine IEEE-Schnittstellenkarte. Sie belegte den I/O-Bereich von 310h bis 31Fh. Der SCSI-Controller belegte den I/O-Bereich von 330h bis 334h und den Adressraum von C800:0 bis CC00:0. Alle getesteten Karten wurden auf den Bereich 300h...30Fh eingestellt. Eine Ausnahme bildeten nur die Karten von Burr Brown, die keinen Port-Bereich, statt dessen den Adressbereich ab CE00:0h belegte, und die Karte von IBP, die den I/O-Bereich von 300h bis 31Fh verwendet. Für den Test dieser Karte wurde die I/O-Adresse der IEEE-Karte auf 320h bis 32Fh geändert, und als Test-

rechner wurde ein Toshiba 3200SX Laptop eingesetzt.

Die Erzeugung der Testspannungen und Testkurven übernahm ein Hewlett-Packard-Generator-Typ HP 3245A.

Im verwendeten Aussteuerungsbereich von 10 V lieferte er eine Auflösung von 10  $\mu$ V bei einem garantierten maximalen Fehler von 0,00071 %. Der Signal-Rauschabstand der Sinusinterpolation dieses Generators ist größer als 62 dB. Die Frequenz ließ sich mit einer Auflösung von 0,001 Hz und einer maximalen Abweichung von  $\pm 50$  ppm für den Bereich 0...1 kHz einstellen. Rampen konnten mit einer maximalen Nichtlinearität von

0,3 % des Ausgangswertes erzeugt werden.

Für die Spannungsmessungen an den D/A-Wandlern wurden ein HP-Digitalvoltmeter, Typ HP 3456A, eingesetzt. Die Auflösung des Geräts ist mit 10  $\mu$ V beim 10-V-Eingangsbe-reich angegeben. HP garantiert eine maximale Meßgenauigkeit von  $\pm 0,0008\% / \pm 2$  Counts für diesen Bereich.

Weiterhin wurde für alle dynamischen Messungen ein Tiefpaßfilter 6. Ordnung mit Butterworth-Charakteristik eingesetzt.

Den Test der I/O-Kanäle übernahmen ein Tektronix Logicanalyser sowie ein Testmustergenerator.



**Praktisch das Maß aller Dinge: Hewlett-Packards 3245A.**

MHz-386-PC durchgeführt. Wer nun hofft, durch einfaches Teilen durch 5 auf die Datenrate in seinem 4,77-MHz-PC schließen zu können, der sei hier nur kurz daran erinnert, daß ein 386 üblicherweise mit einem Bustakt von 8 MHz arbeitet und ein Zugriff auf den 8-Bit-I/O-Bus mit bis zu 8 'Straf-Waits' geahndet wird.

## Der D/A-Teil

Der Test des D/A-Wandlers (Bild 5) gestaltete sich recht einfach. Per Software wurden die Codes von 0...4095 an den Wandler geschickt und die daraus resultierende Spannung mit einem Präzisionsvoltmeter gemessen. Das Resultat dieser Messung gelangte per IEEE-Schnittstelle zurück zum PC. Hier fand die Differenzbildung und die Normierung auf LSB statt. Wie beim INL-Test des A/D-Wandlers wurde auch hier die INL, also die Abweichung vom idealen Spannungswert, ermittelt.

Aus dem Graphen konnte darüber hinaus auch der Offset und das Steigungsdelta in LSB bestimmt werden. Auf eine Geschwindigkeitsmessung wurde verzichtet, da sich diese im wesentlichen aus der Zeit für die Portoperationen ergibt. Schließlich stellen D/A-Wandler prinzipiell nur einen Addierer mit vorgesetztem R-2R-Netzwerk dar.

## 'Seid ihr alle da?'

Für die Überprüfung der Digitalen Ein- und Ausgänge haben wir den 'Kasperle'-Test herangezogen. Dieser einfache, aber wirkungsvolle Test stellt und beantwortet mittels eines Logik-Analyzers und eines Signalgenerators die erste Frage wie in jedem guten Puppenpiel: 'Seid ihr alle da?'

Gegenstand dieses Tests war lediglich, zu prüfen, ob die I/O-Ports der Karte nach den Angaben des Handbuchs programmierbar waren und ob alle Bits ein- beziehungsweise ausgelesen werden konnten. Für die Digitaleingänge generierte ein 8-Bit-Prüfmustergenerator ein vorher via IEEE-Bus übermitteltes Bitmuster. Der Eingangsteil der Karte galt als fehlerfrei, wenn 10 000 Muster ordnungsgemäß erkannt wurden. Analog wurde beim Test der Digitalausgänge verfahren. Die Karte erzeugte ein Bitmuster, ein Logik-Analyzer las dieses ein

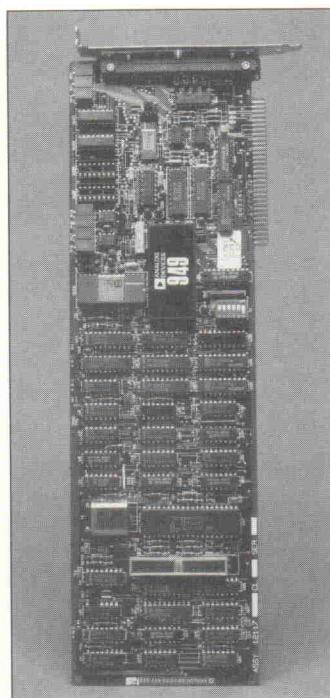
und übermittelte es via IEEE-Schnittstelle an den PC. Waren 10 000 Muster erfolgreich übertragen, galt auch der Ausgangsteil als einwandfrei. Ohne allzuviel vorwegzunehmen, kann bereits hier gesagt werden, daß alle getesteten Karten diese Prüfung ohne Probleme bestanden.

Nun zu den Ergebnissen der Kandidaten im einzelnen.

## Analog Devices RTI 815 F

Die RTI 815 F von Analog Devices kann schon beinahe als Klassiker unter den PC-Meßwerterfassungskarten gelten. Auf der langen Slotkarte fällt zunächst der DC/DC-Wandler ins Auge. Mit diesem trennt Analog Devices die Spannungsversorgung des Analogteils vom PC-Netzteil ab. Diese Maßnahme läßt auf einen sicheren Betrieb auch in gestörter Umgebung schließen. Wahlweise bietet die Karte 16 massebezogene oder 8 differentielle A/D-Eingänge. Mit Hilfe einer kleinen Zusatzplatine kann der Multiplexer auf 32 massebezogene Kanäle erweitert werden. Als A/D-Wandler findet ein nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation arbeitender AD 574K Verwendung.

Im Gegensatz zum Eingangsspannungsbereich läßt sich der Verstärkungsfaktor per Software einstellen. Die zwei 12-Bit-D/A-Wandler vom Typ AD 7545BQ bieten wahlweise 0...10 V und ±10 V Ausgangs-



spannung. Weitere Merkmale der Karte sind je 8 digitale Ein- beziehungsweise Ausgänge. Ein Timerbaustein AM 9513A ermöglicht interne Triggerfrequenzen von 15 Hz bis 1 MHz. Das Interface zum PC-Bus ist über 8 I/O-Ports mit einstellbarer Basisadresse realisiert. Die Karte ist in der Lage, auf verschiedene Bedingungen hin einen Interrupt auf dem PC-Bus auszulösen. Ein Datentransfer mit DMA wird ebenfalls unterstützt. Als Kontakthilfe zur Außenwelt werden zwei Anschlußboards nebst passenden Kabeln angeboten.

Zusammen mit der Karte liefert Analog Devices ein gut gegliedertes Hardwarehandbuch in englischer Sprache. Es erläutert leicht verständlich sowohl die Installation als auch Anschluß und Programmierung der Karte. Besonders der Anwender, der tiefer in die Details der Karte einsteigen möchte, erhält mit den im Anhang zusammengestellten Schaltplänen eine gute Hilfestellung. Ein weiteres Handbuch speziell für die auf sieben 5,25"-Disketten mitgelieferten Softwaretreiber vervollständigt den Lieferumfang der Karte. Speziell für BASIC-Liebhaber lag der von uns getesteten Karte noch ein Handbuch mit einer Beschreibung der BASIC-Treiber in deutscher Sprache bei.

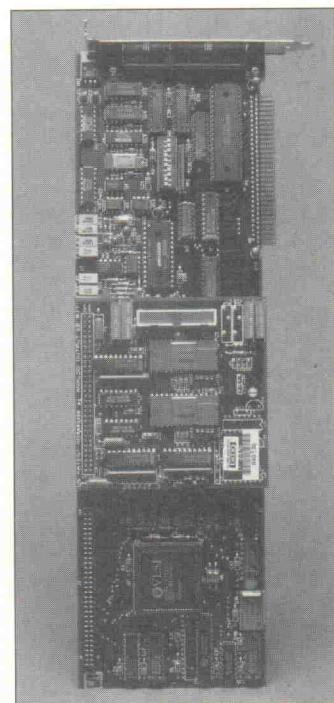
Im Test konnte die Karte jedoch nicht so recht überzeugen. Als erstes fiel der für eine vorabgliche Karte recht hohe Offset von -1,7 LSB beim A/D-Wandler auf. Die ungenau eingestellte Verstärkung des Eingangs-OpAmps sorgte für ein Delta von -2,75 LSB. Hätte man diese Werte durch Nachkalibrierung noch verbessern können, so läßt die DNL von insgesamt 1,61 LSB keine rechte Freude aufkommen. Einzig die Wandlungszeit von nur 8,17 µs und die hohe effektive Datenrate können etwas trösten. Wie bereits beim A/D-Teil, zeigte sich auch bei der Bestimmung der INL des D/A-Wandlers, daß mit Lack gesicherte Abstimmotis nicht unbedingt exakte Einstellung bedeuten müssen. Ein Offset von +2,1 LSB und ein Delta von +2,15 LSB überschatten die ansonsten recht guten 0,38 LSB integrale Nichtlinearität des D/A-Wandlers.

Sieht man von den Einstellungsungenauigkeiten ab, so bleiben zum einen die hohe

Wandlungsgeschwindigkeit – im Feld der PC-Karten war die RTI 815 F die schnellste –, zum anderen jedoch die schlechten Ergebnisse bei der Linearität des A/D-Wandlers zurück. Aber vielleicht ist dies der Preis, der für Geschwindigkeit gezahlt werden muß. Als Einsatzort für die RTI 815 F sind schnelle Meßwerterfassungen mit auf 10...11 Bit verminderter Auflösung denkbar.

## Burr Brown PCI 20098C und PCI 20003M

Das Meßwerterfassungssystem von Burr Brown ist nach einer vollkommen anderen Philosophie als die anderen Systeme im Test aufgebaut. Die Basis bildet eine lange, als Modulträger konzipierte Slotkarte. Auf dieser sind ein DC/DC-Wandler, der A/D-Wandler nebst Multiplexer, der vielseitig programmierbare Timer und das PC-Bus-Interface untergebracht. Zwei Erweiterungsplätze stehen für den individuellen Ausbau des Systems zur Verfügung. Burr Brown wickelt die Kommunikation mit dem PC nicht über I/O-Kanäle ab, sondern nutzt ein 1 KByte großes Speichersegment zum Daten- und Befehlstransfer. Dieses Speichersegment kann mit einem DIL-Schalter in den ansonsten ungenutzten RAM-Bereich von A000:0...EFC0:0 eingeblendet werden. Eine weitere Besonderheit stellt das vollständige Fehlen von Jum-



pern auf dem Modulträger dar. Alle Funktionen wie Eingangsspannungsbereich, Verstärkungsfaktoren oder Kanalkonfigurationen können per Software geändert werden. Selbst die Interruptleitungen IRQ2...IRQ7 können per Software selektiert werden. Ein DMA-Betrieb ist durch den speicherorientierten Daten- und Befehlstransfer ohne Probleme möglich.

Burr Brown verwendet, wie die meisten Kartenhersteller, einen A/D-Wandler vom Typ ADC 574. Diesem ist ein Multiplexer vorgeschaltet. Es stehen entweder 16 massebezogene oder 8 differentielle Spannungseingänge zur Auswahl. Für die Ein- und Ausgabe von TTL-Signalen wird ein 8255-Potbaustein verwendet. Dem Anwender stehen zwei Ports zu je 8 Bit zur Verfügung.

Der D/A-Teil ist auf einer Erweiterungskarte vom Typ PCI 20003M untergebracht. Zwei DAC 811 AH können wahlweise Ausgangsspannungen von  $\pm 5$  V oder 0...10 V realisieren. Leider verläßt Burr Brown bei dieser Erweiterung das 'Softjumper'-Konzept des Modulträgers. Die Auswahl der Ausgangsspannungen muß per Steckbrücken erfolgen.

Zum Modulträger gehört ein Ringordner mit ausführlicher Beschreibung der Installation und aller Funktionen des Boards in englischer Sprache. Mit jedem Erweiterungsmodul liefert Burr Brown eine dieses Handbuch ergänzende Beschreibung. Großen Raum nimmt die Beschreibung der Programmierung ein. Durch das Fehlen von Jumpern gestaltet sie sich naturgemäß aufwendiger als bei den anderen Karten. Für alle wichtigen Betriebsarten und Einstellungen der Karte ist eine Step-by-Step-Anleitung enthalten. Wer sich genau an die Reihenfolge hält, dürfte keine Probleme mit der Programmierung der Karte haben. Technisch interessierte Anwender können anhand der mitgelieferten Schaltpläne die Funktion von Modulträger, Erweiterungsmodul und Anschlußboard nachvollziehen. Wer keine eigenen Treiber schreiben möchte, muß ein Paket mit fertigen Treibermodulen für verschiedene Programmiersprachen zusätzlich erwerben. Für den Test stand uns ein Anschlußboard, Typ PCI 20024T,

zur Verfügung. Als einziger Hersteller liefert Burr Brown als Verbindungen zum Anschlußpanel abgeschirmte Leitungen.

Auch diese Karte wurde vorabgeglichen ausgeliefert. Wir mußten jedoch im A/D-Teil einen Offset von +0,9 LSB und ein Delta von -2,75 LSB feststellen. Leider war der A/D-Wandler auf der Karte defekt, so daß alle diesbezüglichen Meßergebnisse ohne Aussagekraft sind. Trotzdem lohnt ihre nähere Betrachtung, bietet sie doch die Möglichkeit, Wandlerfehler in den Graphen zu interpretieren. Der INL-Graph zeigt bei 2048 einen Einbruch von über 2 LSB. Auch im DNL-Graphen ist bei 2048 ein Einbruch auf beinahe -1 LSB erkennbar. Die hier fehlenden Ereignisse finden sich beim Code 2049 wieder, was an dem Peak auf 3,83 LSB deutlich wird. Dieses Verhalten deutet auf einen Missing-Code bei 2048 hin. Auch der D/A-Wandler war nicht exakt abgeglichen. Ein Offset von -2,32 LSB und ein Delta von 1,09 LSB trüben das sonst hervorragende Ergebnis von unter  $\pm 0,1$  LSB.

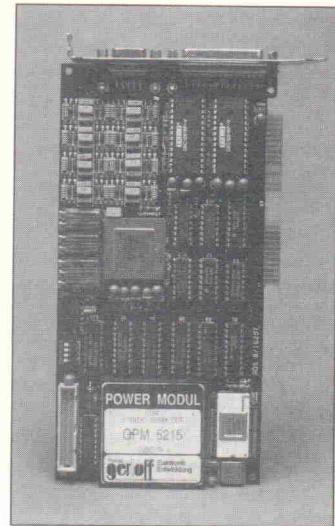
Auffälligstes Merkmal des Burr-Brown-Systems ist seine vollständige Programmierbarkeit und die Modularität. Diese Eigenschaften prädestinieren es für flexible Meßaufgaben. In diesem Punkt kommt es der eingangs erwähnten Universalität am nächsten. Ein Hauch von Genie kommt mit dem speicherorientierten PC-Interface ins Spiel. Daß sich diese Eigenschaft nicht so richtig in der Verarbeitungsgeschwindigkeit auswirkt, liegt zum einen an dem mit 21  $\mu$ s recht langsamem Wandler, zum anderen jedoch auch an der Testumgebung. Intels 80386 hat die Eigenschaft, bei einem Zugriff über die Langwortgrenze hinaus eine sogenannte Exception auszulösen. Diese führt dazu, daß der entsprechende MOV-Befehl nicht wie üblich in einem Taktzyklus abgehandelt wird. Es werden plötzlich vier Taktzyklen erforderlich. Genau diese Art von Zugriffen findet aber statt, wenn das Wandlerergebnis von den Offsets 12h und 13h gelesen wird. Bezuglich des defekten A/D-Wandlers können wir nur hoffen, daß 'Murphy' zugeschlagen hat und andere Anwender von solchen Fehlern verschont bleiben.

## Gerloff ADS 828 T

Auf einer kurzen Slotkarte finden alle Elemente der ADS 828 T der Firma Gerloff Platz. Beherrschende Elemente sind der DC/DC-Wandler und das Meßwertfassungsmodul SDM 863 JH von Burr Brown. Es stehen 8 differentielle Eingänge mit einer Eingangsspannung von +5 V zur Verfügung. Per Software können Verstärkungsfaktoren von 0,5...50 eingestellt werden. Zwei D/A-Wandler mit programmierbarem Ausgangsspannungsreich von 0...10 V, +5V oder +10V vervollständigen den Analogteil der Platine. Im digitalen Teil bildet ein D8253-5 von NEC den Timer. Die Ausstattung mit nur 8 digitalen Ausgängen erscheint recht spartanisch. Alle analogen Signale sind über zwei am Halblech befindliche Sub-D-Buchsen nach außen geführt. Ein im hinteren Teil der Platine befindlicher Pfostenstecker bildet die Verbindung zur digitalen Außenwelt. Für die Karte ist ein Anschlußboard erhältlich. Ein knappes, aber durchaus ausreichendes Handbuch in deutscher Sprache sowie eine Beschreibung der mitgelieferten Turbo-Pascal-Treiber im Quellcode vervollständigen den Lieferumfang.

Eine etwas kuriose Besonderheit stellt die Eingangsbeschaltung der A/D-Kanäle dar. Hier sorgt ein Tiefpaßfilter mit einer Eckfrequenz von 4 kHz für einen beschränkten Frequenzgang. So sinnvoll eine Vorfiltrierung bei der digitalen Signalverarbeitung auch sein mag, bei einer maximalen Abtastrate von 43 kHz erscheint uns diese Filterfrequenz doch recht niedrig. Auf Anfrage beim Hersteller wurde uns dazu mitgeteilt, daß die Karte auf Wunsch auch ohne diesen Tiefpaß erhältlich ist.

Gerloff liefert die Karte kalibriert aus, da diese Kalibrierung jedoch verbesserungsfähig erschien, wurde vor den Messungen nachkalibriert. So konnte ein Offset von unter 0,3 LSB sowohl für den A/D- als auch für den D/A-Bereich erreicht werden. Auch der Verstärkungsfaktor ließ sich ohne Probleme abgleichen. Mit einer INL von +0,8 und -0,26 LSB lag die Karte im Spitzenfeld des Tests. Eine DNL von maximal +0,56 LSB wirkte auch recht gut. Wie stark sich ein nichtvorhandener Offset auf das



Rauschniveau auswirkt, kann an dieser Karte gut beobachtet werden. Lagen alle anderen Prüflinge mit ihrem Rauschniveau oberhalb von -75 dB, so erzielte die ADS 1628 T mit -85 dB den besten Wert.

Abschließend läßt sich feststellen, daß die Multifunktionskarte von Gerloff, so, wie sie ausgeliefert wurde, zum Messen von Signalen unterhalb von 2 kHz gut geeignet ist. Wer eigene Anwendungen in Turbo-Pascal erstellt, hat mit den im Quellcode mitgelieferten Treibern ein gutes Hilfsmittel zur Verfügung. Das Fehlen von Digitaleingängen schränkt natürlich die Universalität der Karte ein, es wäre wünschenswert, wenn dieses Manko beseitigt würde. Auch ein Schaltplan könnte die sonst gute Dokumentation sinnvoll ergänzen.

## IBP TADA

Der Exot unter den Kandidaten war die TADA der Firma IBP. Diese Karte ist ausschließlich für Toshiba-Laptops geeignet. Sie nutzt den Toshiba-eigenen Erweiterungssteckplatz. Entsprechend gedrängt geht es auf der Platine zu. Der SMD-Timerbaustein D 7054 mußte sogar auf die Rückseite der Platine ausweichen. Trotz der räumlichen Enge hat IBP alle sensiblen Bauelemente mit Sockeln versehen, auch für einen DC/DC-Wandler wurde Platz sparsam. Den Kern des Analogeingangsteils bildet ein A/D-Wandler vom Typ CS 5012-KL7. Mit diesem extrem schnellen 12-Bit-Wandler kann die Karte Eingangsspannungen von 0...2,5 V und  $\pm 2,5$  V verarbeiten. Am Multiplexer stehen entweder 16 massebezogene oder 6 differentielle

und 5 massebezogene Eingänge zur Verfügung. Je ein 8- und ein 12-Bit-D/A-Wandler vom Typ AD 7524 beziehungsweise AD 7548 komplettieren den Analogteil der Karte. Der Portbaustein 71055C stellt dem Anwender je zwei freiprogrammierbare 8-Bit-I/O-Ports zur Verfügung. Wie bei Burr Brown, sind auch bei der TADA-Karte alle Funktionen per Software einstellbar. Die Basisadresse der 32 zur Kommunikation mit dem Laptop erforderlichen I/O-Ports ist fest auf 300h eingestellt. Auch der Interruptkanal ist intern mit IRQ2 verbunden. Sollte eine andere Adreßlage oder ein anderer Interrupt benötigt werden, so muß das Adreßdecoder-PAL getauscht werden. Ein DMA-Betrieb wird von der Karte nicht unterstützt.

Die recht knappe deutsche Dokumentation kommt dem Anwender zunächst mit einer Schokoladenseite. Dies ist durchaus wörtlich zu nehmen, auf der ersten Handbuchseite findet der Anwender eines der bekannten Schokoladenquadrate und die Bitte, dieses erst nach dem Studium des Handbuchs zu entsorgen. Auf den folgenden 26 Seiten werden die Funktionen der Karte kurz erläutert. Den Rest des Handbuchs füllen die Datenblätter der verwendeten Bauelemente. Wer eigene Programmiersuchversuche unternehmen will, sollte unbedingt die auf einer beigelegten Diskette befindlichen Demo-Programme studieren, das Handbuch allein liefert nicht genug Informationen für die Programmierung. Treiber und Beispieldaten sind in den Sprachen Pascal, BASIC und Assembler vorhanden.

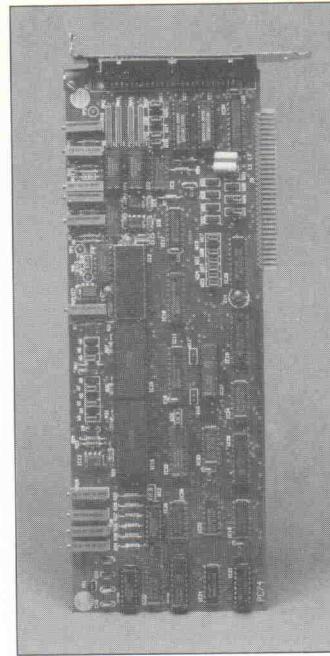
Wie alle anderen herstellerseitig kalibrierten Systeme hatte auch die IBP-Karte sowohl im A/D-Teil als auch im D/A-Teil einen Offset. Dieser lag im

A/D-Zweig bei -0,7 LSB. Die Verstärkung der Eingangsbeschaltung zeigte eine Abweichung von +2,3 LSB. Erfreulich waren dagegen die Ergebnisse von INL (+0,5/-0,6 LSB) und DNL (+0,33/-0,28 LSB). Bei der Geschwindigkeitsmessung lag die TADA mit 6,85 µs pro Wandlung und 92,9 kHz effektiver Datensatz deutlich an der Spitze des Testfeldes. Wie im A/D-Bereich zeigte die Karte auch im D/A-Teil einen Offset. Erscheint dieser mit 0,6 LSB noch gut tragbar, so ist die ungenau eingestellte Verstärkung mit ihrem Delta von -3 LSB schon recht schmerzlich.

Alles in allem hinterließ die TADA-Karte einen guten Eindruck. Besonders die Kombination von Laptop und Meßwertfassungskarte eröffnen neue Möglichkeiten. Wäre die ungeheure Einstellung und der recht mager dimensionierte Eingang-Ausgangsspannungsbereich nicht, so hätte die TADA einen Platz ganz oben auf dem Siegertreppchen verdient.

### National Instruments PC-74 HA

Die Multifunktionskarte PC-74 der Firma Meilhaus gehört zur großen Gruppe der Karten mit einem ADC 574. Diesem vorgesetzten ist ein Multiplexer, der, per Jumper selektierbar, 16 massebezogene oder 8 differentielle Eingänge bietet. Der Eingangsspannungsbereich kann, ebenfalls per Jumper, zwischen 0...10 V, ±2,5 V oder ±5 V festgelegt werden. Verstärkungsfaktoren von 1...10 sind programmierbar. Zwei mit dem AD 667 JN realisierte D/A-Kanäle liefern wahlweise 0...5 V, ±2,5 V und ±5 V. Auf der digitalen Seite bietet die Karte je 8 Ein- und Ausgänge. Ein 8-Bit-Zähler ist fest mit dem aus TTL-Bausteinen und RC-Glied gebildeten Oszillator verbunden. Einen Timer im üblichen Sinne sucht man vergebens. Auch auf eine Trennung von PC-Netzteil und Analogspannungsversorgung via DC/DC-Wandler wurde verzichtet. Per Jumper kann die Basisadresse zwischen 200h und 7F8h eingestellt werden. Das System ist in der Lage, Interrupts auf den Leitungen IRQ2, 3, 5 oder 7 auszulösen. Auch ein Datentransfer über die DMA Kanäle 1 oder 3 wird unterstützt.



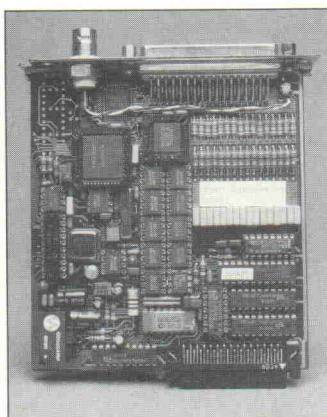
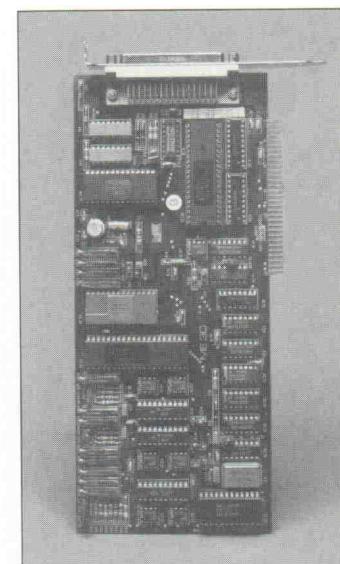
von nur 19,3 kHz. Hier lag die von uns getestete Karte auch deutlich außerhalb der vom Hersteller versprochenen 30 kHz. Als sehr gut erwies sich dagegen der D/A-Teil. So wohl Offset als auch Verstärkung ließen sich problemlos auf 0 abgleichen. Mit einer INL von nur +0,09/-0,08 LSB war diese Karte die beste im Test.

Besonders die hohe DNL dieser Karte läßt auf Probleme mit dem A/D-Wandler schließen. National Instruments sollte sich auch auf Grund der hohen Wandlungszeit dazu entschließen, diesen Teil der Karte zu überarbeiten.

### MCZ Come II Plus

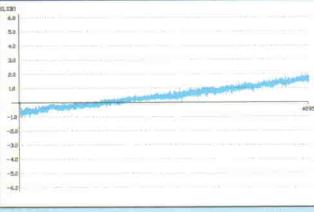
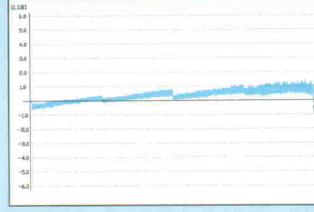
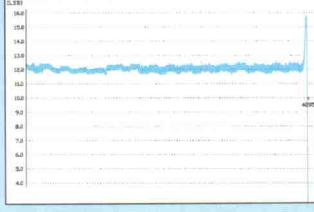
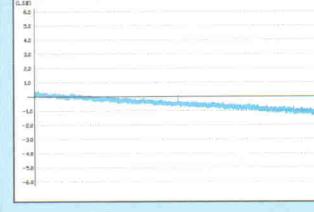
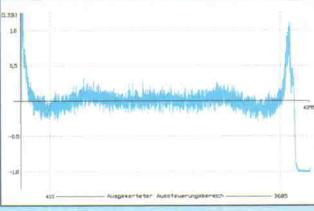
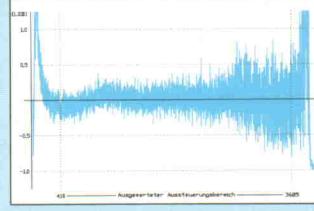
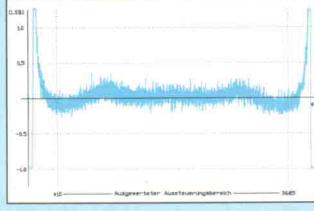
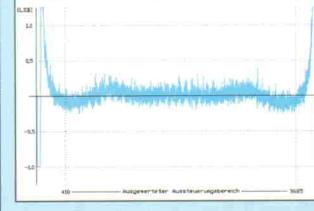
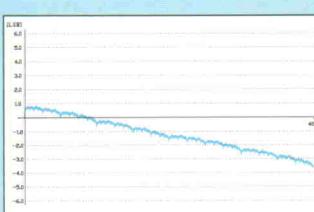
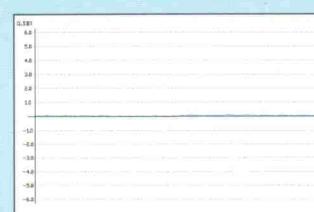
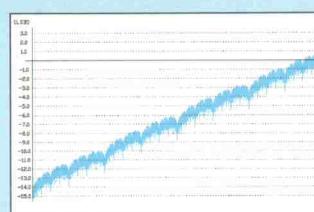
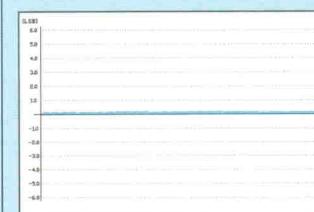
Das Meßwerterfassungssystem Come II Plus der Firma MCZ besteht aus einer kurzen Slotkarte, einer Anschlußbox und einer Meßwerterfassungssoftware. Auf diese Software soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie im folgenden Beitrag in dieser Ausgabe eingehend beschrieben wird.

Herzstück der Come-II-Plus-Karte ist der A/D-Wandler HADC 574 ZCCJ von Honeywell. Ein Multiplexer erlaubt Messungen an 16 massebezogenen Eingängen. Per Jumper kann der Eingangsspannungsbereich von 0...10 V, ±5 V oder ±10 V eingestellt werden. Die Wahl eines Verstärkungsfaktors per Software ist nicht möglich. Zwei D/A-Wandler vom Typ MP 7528 und MP 1230 bieten je zwei 8-Bit beziehungsweise 12-Bit-Analogausgänge. Der Ausgangsspannungsbereich dieser Wandler kann zwischen 0...10 V und ±10 V ausgewählt



	Analog Devices	Burr Brown	Gerloff
Kartenname	RTI-815 F	PCI 20098C; PCI 20003M	ADS 828 T
Preis (DM, ca.)	4500,-	4040,-	1470,- (incl. Pascal-Treiber)
A/D Teil			
Auflösung	12 Bit	12 Bit	12 Bit
Kanalzahl (SE/Diff)	16/8	16/8	-/8
Eingangsspannungsbereich	0...10V, ±5V, ±10V	0...10V, ±5V, ±10V	±5V
Verstärkung	1, 10, 100, 500	1, 10, 100, 25, 50	0,5, 1, 5, 10,
Wandlungszeit	17 µs	35 µs	25 µs
A/D Typ	AD 574K	ADC 574 AKP	SDM 863 JH
D/A Teil			
Auflösung	12 Bit	12 Bit	12 Bit
Kanalzahl	2	2	1
Ausgangsspannungsbereich	0...10V, ±10V	0...10V, ±5V, ±10V	0...10V, ±5V, ±10V
D/A Typ	AD 7545 BQ	DAC 811 AH	DAC 1201 KP-V
I/O Kanäle	8×I + 8×O	2×8 I/O	8×O
Timer Typ	AM 9513A	Gate Array	D 8253
Frequenzbereich	15 Hz ... 1 MHz	2 mHz ... 8 MHz	0,7 Hz ... 50 kHz
Zählerauflösung	3×16 Bit	2×16 Bit oder 1×32 Bit	3×16 Bit
I/O Adresse	200h...3F0h	A000:0...EFC0:0	300h...3F0h
IRQ	2...7	2...7	3...7
DMA	1	1	—
Treiber	opt. Turbo-Pascal, MS-Pascal, MASM, MS-C, MS-Fortran, MS-BASIC, IBM-BASIC	optional für BASIC, C, Pascal	Turbo-Pascal
Messergebnisse A/D Teil			
INL Graph			
INL [LSB]	+0,75/-0,50	+0,22/-0,60 (+0,22/-1,91)*	+0,80/-0,26
Offset [LSB]	-1,70	+0,90	+0,25
Delta [LSB]	-2,75	-2,00	±0,00
DNL Graph			
DNL [LSB]	+0,88/-0,73	+0,76/-0,55 (+1,85/-0,98)*	+0,56/-0,38
FFT			
Rauschpegel	-75 dB	-75 dB	-85 dB
Wandlungszeit	8,17 µs	21,15 µs	19,36 µs
Datenrate	71,8 kHz	30,3 kHz	43,2 kHz
Messergebnisse D/A Teil			
INL Graph			
INL [LSB]	+0,18/-0,20	+0,10/-0,08 -2,32	+0,20/-0,25
Offset	+2,10	+1,09	+0,25
Delta	+2,15	OK	-0,30
I/O Teil	OK	OK	OK

\*siehe Text

IBP	National Instruments	MCZ	Spectra
TADA 3152,- (incl. Treiber)  12 Bit 16/0 oder 6SE + 4Diff 0...2,5 V, ±2,5 V 1, 10 7 µs CS 5012-KL7	PC-74 HA 2160,-  12 Bit 16/8 0...5 V, ±2,5 V, ±5 V 1, 2, 4, 8, 10 33 µs ADC 574 ADJ	Come II Plus 3300,-  12 Bit 16/0 0...10 V, ±5 V, ±10 V 1 25 µs HADC 574 ZCCJ	PC LabCard PCL-812 975,- (incl. BASIC-Treiber)  8 + 12 Bit 16/0 ±1 V, ±2 V, ±5 V, ±10 V 1 33 µs HADC 574 ZCCJ
8 + 12 Bit je 1 0...2,5 V (12 Bit) ±2,5 V (8 Bit) AD 7524 AD, AD 7548 JN 2x 8 I/O  71054 GB 1,58 mHz...6,8 MHz 1x16 Bit, 1x32 Bit 300h 2 — Turbo-Pascal, Turbo-BASIC, QuickBASIC, Assembler	12 Bit 2 0...5 V, ±2,5 V, ±5 V AD 667 JN 8xI 8xO  kein Timer 0,5 mHz...600 kHz 8 Bit 200h...7F8h 2, 3, 5, 7 1, 3  Turbo-Pascal, Turbo C, alle MS-Sprachen	8 + 12 Bit je 2 0...10 V, ±10 V MP 7528 JN, MP 1230 KN 2x 8 I/O + 4 I/O  D 8253 C-2 keine Angaben 3x16 Bit 300h, 380h, 700h, 780h 5, 7  keine Treiber, mit Anwendungsprogramm	12 Bit 2 0...5 V AD 7541 AKN 16 I + 16 O  D 8253 C-2 5 mHz...500 kHz 3x13 Bit 200h...3F0h 2...7 1,3  BASIC, QuickBASIC, optional: MS-C, MS-Pascal, Lattice C, Turbo-Pascal, C86
			
+0,50/-0,60  -0,70 +2,30	+0,55/-0,60  -0,50 +1,80	+0,60/-0,50  +12,20 ± 0,00	+0,10/-2,00  +2,15 -2,00
			
+0,33/-0,28  -72 dB 6,85 µs 92,9 kHz	+0,85/-0,82  -75 dB 46,50 µs 19,3 kHz	+0,34,-0,29  -75 dB 33,00 µs* -*	+0,37/-0,27  -67 dB 19,32 µs 41,0 kHz
			
+0,30/-0,30 +0,60 -3,00 OK	+0,09/-0,08 ±0,00 ±0,00 OK	+1,50/-1,60 -14,50 +14,00 OK	+0,50/-0,50 -0,30 +0,60 OK

werden. Ein Timerbaustein des Typs D8253 sorgt für den notwendigen Takt. Mit zwei Portbausteinen 8255 stehen zwei 8-Bit- sowie zwei 4-Bit-I/O-Ports zur Verfügung. Ein DC/DC-Wandler wird nicht verwendet. Die Basisadresse des PC-Interface lässt sich auf 700h, 780h, F00h oder F80h einstellen. Interrupts können auf den Leitungen IRQ5 oder 7 ausgelöst werden. DMA-Betrieb ist mit dieser Karte nicht möglich.

Ein recht trauriges Kapitel stellt die Dokumentation der Hardware dar. Wird die Belegung des Ausgangssteckers noch beschrieben, so verschweigt das Handbuch alle für eine Programmierung der Karte notwendigen Informationen. Die für den Test erforderlichen Unterlagen wie Portadressen und Belegung wurden erst auf Anfrage beim Hersteller übermittelt. MCZ scheint kein Interesse daran zu haben, daß Anwender die Karte in eigenen Applikationen einsetzen.

Bei der Inbetriebnahme der Karte fiel zunächst der sehr hohe Offset von A/D- und D/A-Teil auf. Ein Versuch, den Offset des A/D-Wandlers nach der Kalibrieranweisung des Handbuchs zu minimieren, war nicht möglich. Selbst wenn das zuständige Poti bis zum Anschlag gedreht war, blieb ein Offset von +12,2 LSB. Auch der Abgleichsversuch am D/A-Wandler brachte keinen Erfolg. Hier blieb ein Offset von -14,5 LSB und ein Delta von +14 LSB das Optimum. Die Ergebnisse der Linearitätstests am A/D-Wandler zeigten deutlich, daß es sich hier nicht um einen Fehler im Wandler, sondern in der Eingangsbeschaltung handelte. Der Verlauf des INL-Graphen des 12-Bit-D/A-Wandlers deutet ebenfalls auf eine fehlerhafte Beschaltung dieses Wandlers hin. Unverständlich bleibt uns auch, warum MCZ die negative Flanke des Statussignals nicht zur Erkennung einer erfolgreich abgeschlossenen Wandlung nutzt. Es bleibt so der Anwendungssoftware überlassen, die Wartezeit von 33 µs bis zum Auslesen des Ergebnisses sicherzustellen. Da die Karte kein Signal für die Anzeige einer erfolgreichen Wandlung zur Verfügung stellt, müßten wir auf eine Messung der Wandlungszeit und der effektiven Datenrate verzichten. Legt man jedoch die vom Hersteller angegebenen 33 µs zugrunde,

so ist auch das alles andere als berauschen.

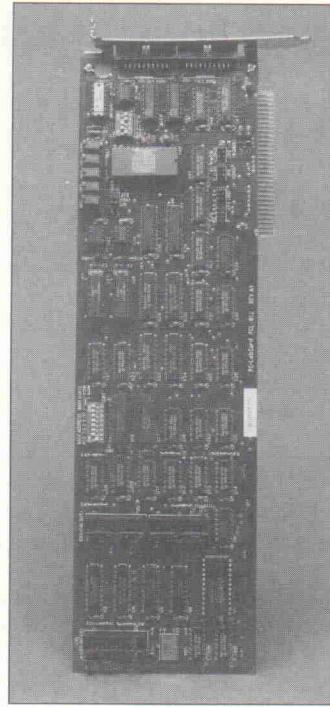
MCZs Come II Plus kommt aus unserer Sicht nur für Anwender in Frage, die ausschließlich das mitgelieferte Softwarepaket benutzen wollen. Wer weitergehende Anforderungen hat, kann diese Karte nicht nutzen.

### Spectra PC LabCard PCL-812

Auch Spectras PC LabCard PCL-812 arbeitet mit einem HADC 574 ZCCJ im Analogeingang. Es können 16 massebezogene Eingänge mit einem Spannungsbereich von  $\pm 1$  V,  $\pm 2$  V,  $\pm 5$  V oder  $\pm 10$  V verwendet werden. Als einziger Anbieter mit einem 574 nutzt Spectra auch den 8-Bit-Modus des Bausteins. Mit der internen Referenzspannungsquelle ist die Karte in der Lage, die zwei D/A-Kanäle mit 0...5 V zu betreiben. Wenn eine externe Referenz vorhanden ist, kann der Ausgangsspannungsbereich auf 0...10 V vergrößert werden. Wie die beiden vorher beschriebenen Karten verzichtet auch die PCL-812 auf einen DC/DC-Wandler. Ein D8253-2 bildet die Timereinheit der Karte. Für digitale Signale stehen je 16 Ein- und Ausgänge zur Verfügung. Die Basisadresse des Systems kann zwischen 200h und 3F0h eingestellt werden. Interrupts werden auf den Leitungen IRQ2...7 ausgelöst. DMA-Betrieb ist auf den DMA-Kanälen 1 oder 3 möglich. Bei der zum Test vorliegenden Karte wird der Eingangsspannungsbereich des A/D-Wandlers per Jumper eingestellt. Seit April ist laut Auskunft eines Spectra-Sprechers eine neue Version der Karte mit der Bezeichnung PCL-812 PG erhältlich, die ein softwaregesteuertes Umschalten der Eingangsspannungen erlaubt.

Das übersichtliche Handbuch in englischer Sprache beschreibt die Karte knapp, aber ausreichend. Alle Informationen, die zur Installation und für die Programmierung der Karte benötigt werden, sind enthalten. Treiber werden für IBMs BASICA und Microsofts Quick BASIC mitgeliefert. Für einen Preis von 350 DM sind weitere Treiber für die Sprachen MS-C, C86, Lattice C, MS-Pascal und Turbo-Pascal erhältlich. Auch ein Anschlußboard für die PCL-812 ist verfügbar.

Auffälligstes Ergebnis der Mes-



sungen war eine stark verzerrte INL-Kurve des A/D-Wandlerteils. Da der DNL-Graph jedoch einwandfrei war, drängt sich der Verdacht auf, daß der OpAmp im Eingang des Wandlers nicht ganz in Ordnung war. Die Auswirkungen dieser Verzerrung zeigen sich deutlich im hohen Rauschniveau von -67 dB. Wandlungszeit und Datentransferrate der Karte boten keinen Anlaß zur Kritik. Der D/A-Wandlerteil zeigte mit einer INL von  $\pm 0,5$  LSB auch brauchbare Ergebnisse. Als echte Fehlplanung müssen jedoch die Abgleichpotentiometer angesehen werden. Diese sind so angebracht, daß die Abstimmsschrauben senkrecht zur Platine stehen. Der Anwender wird so gezwungen, die Platine im ersten Steckplatz zu verwenden, da ein Abgleich sonst nicht möglich ist. Bleibt zu hoffen, daß Spectra bei der neuen Version dieser Karte andere Potentiometer einsetzt.

### Abgesang

Digitale Träume, nun ja, so recht zum Träumen waren die Ergebnisse dieses Tests nicht. Alle Karten bedurften einer mehr oder weniger starken Nachkalibrierung. Dieses war insbesondere bei den vom Hersteller abgeglichenen und versiegelten Karten erstaunlich. Wer in seinem Labor nicht über einen hinreichend genauen Generator verfügt, sollte sich deshalb vom Anbieter eine Kalibrationskurve mitliefern lassen, um

so wenigstens den Meßfehler seiner Karte zu kennen. Dies ist schließlich auch bei konventionellen Meßgeräten nicht unüblich.

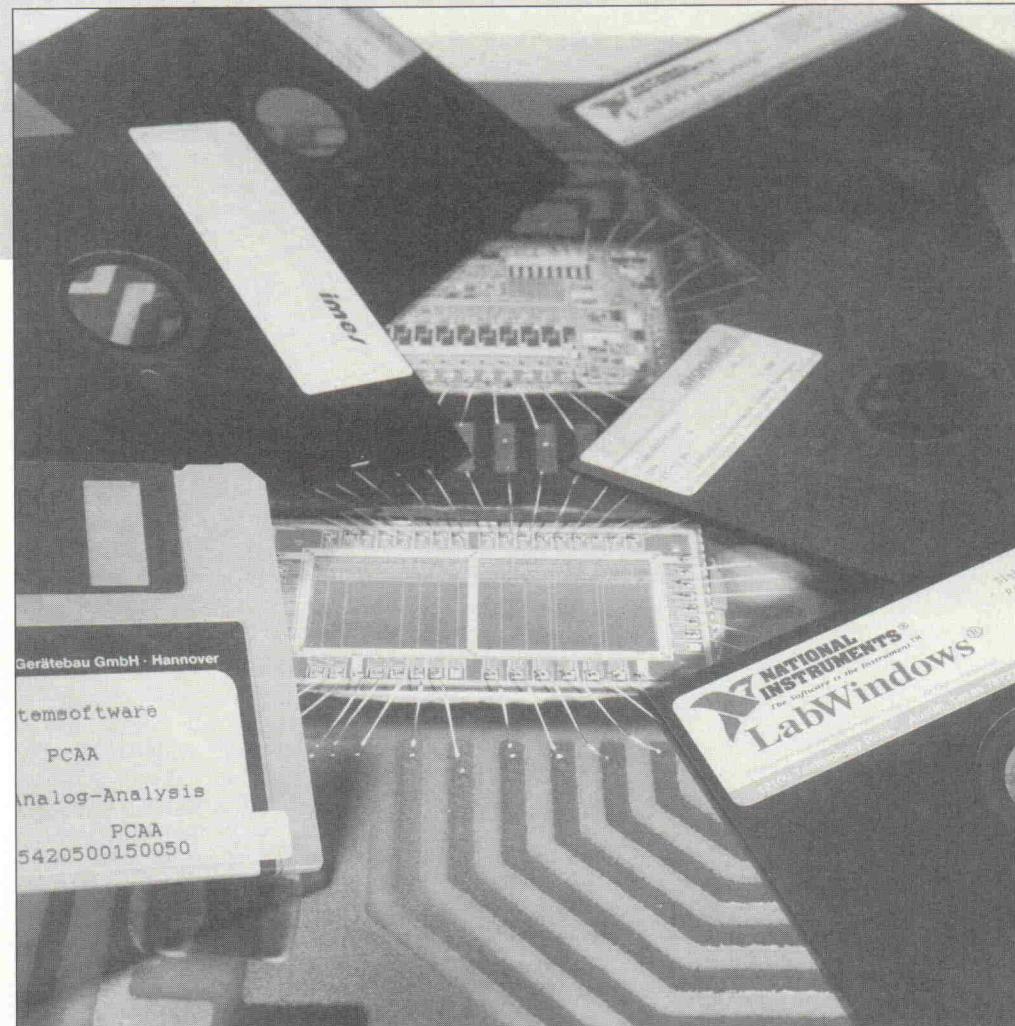
Ob eine Multifunktionskarte die eingangs erwähnte lange Meßgerätewunschliste ersetzen kann, hängt stark vom angestrebten Einsatzbereich ab. Dieses gilt natürlich auch für die Auswahl der Karten selbst. Allgemein kann nur empfohlen werden, besonderes Augenmerk auf die Ausstattung und Erweiterbarkeit der Karten zu legen. So sollte in einer gestörten Meßumgebung nur mit Karten gearbeitet werden, die eine Trennung von analoger und digitaler Versorgungsspannung vom PC-Netzteil gewährleisten. Ist eine eigene Programmerstellung geplant, empfieilt es sich, vor dem Kauf eine Demo-Diskette mit Treibern für die vorgesehene Programmiersprache zu beschaffen. Die Tatsache, daß der Hersteller im Prospekt zum Beispiel Treiber für BASIC anbietet, ist allein nicht ausreichend. Es sollte im einzelnen überprüft werden, ob die Treiber den entsprechenden Dialekt der Sprachen unterstützen. Auch der Umfang der im Treiber enthaltenen Funktionen sollte geprüft werden. Nicht alle unterstützten zum Beispiel alle Betriebsarten der entsprechenden Karte.

Schließlich sollte auch die tatsächlich benötigte Meßgenauigkeit überprüft werden. Die Ergebnisse zeigen zum Teil recht drastisch, daß ein 12-Bit-Wandler nur in den seltensten Fällen mit einer Auflösung von 12 Bit auswertbar ist. Steigt zum Beispiel die INL über 1 LSB, so sollten nur noch 11 der 12 Bit ausgewertet werden. Einen weiteren kritischen Punkt stellen die Herstellerangaben zur Wandlungszeit dar. Einige geben hier die Wandlungszeit des A/D-Wandlers an, die jedoch nicht der tatsächlichen Geschwindigkeit entspricht, da sie weder die Umschalt- und Einschwingzeit des Multiplexers noch die Verzögerung der Sample-and-Hold-Stufe enthält. Zu diesen Delays gesellt sich dann je nach Betriebsart und Kartenbau noch die Transferzeit zwischen PC und Karte.

Ein ebenfalls nicht unwichtiges Auswahlkriterium stellt die Unterstützung von Standard-Meßwertaufnahmesoftware dar. Doch dazu mehr auf den folgenden Seiten.

# Die Software-Seite der Medaille

## Fünf Meßwerterfassungs- und Auswerteprogramme



Software

**Siegfried Reck**

Meßdaten zu erfassen ist – wie im vorangegangenen Artikel beschrieben – das eine Problem. Die gemessenen Rohdaten sinnvoll zu bearbeiten, auszuwerten und in einer ansehnlichen und aussagekräftigen Form zu präsentieren, ist das andere. Einige Hersteller bieten Komplettlösungen, bestehend aus Hard- und Software, an. Andere offerieren komfortable Software-Pakete und überlassen die Auswahl der Hardware weitgehend dem Anwender. Fünf sehr unterschiedliche Vertreter von Meßwerterfassungs- und Auswertesoftware sollen hier vorgestellt werden.

### COME II Plus und GAUS

Das Meßwerterfassungssystem COME II Plus besteht aus einer Multifunktionskarte und der dazugehörigen Software. Mit dieser Kombination kann der Anwender maximal 16 analoge Meßsignale digitalisieren, bis zu 20 digitale Ein- und Ausgangssignale verwalten sowie vier analoge Ausgangssignale erzeugen.

COME II Plus beschränkt sich auf die Erfassung und Speicherung von Meßdaten. Weiterhin können Meßwerte in Listen-

form auf einen Drucker ausgegeben werden (Epson FX-80 und LQ 850).

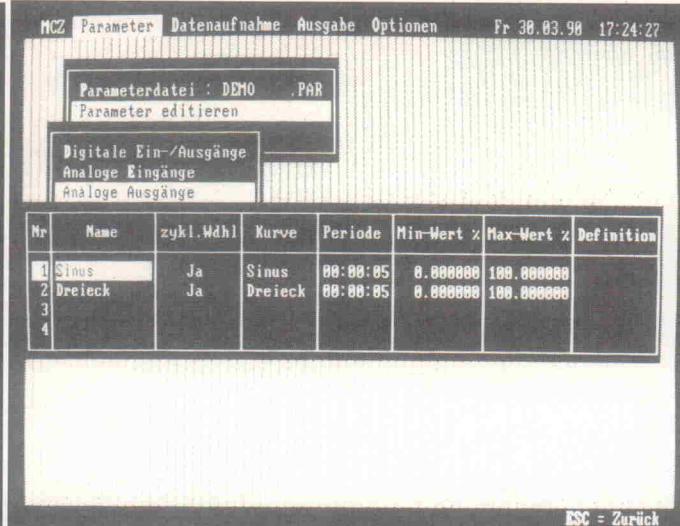
Für die Auswertung und grafische Darstellung ist das separate Programm GAUS zuständig, es verarbeitet ausschließlich die von COME angelegten Meßwertdateien.

Die Struktur dieser Dateien ist nicht dokumentiert. Eine Verarbeitung der Rohdaten mit anderen Programmen ist deshalb nicht möglich. Das Begleitmaterial für das vollständige System (COME, GAUS) besteht aus einem DIN-A5-Ringordner mit den Bedienungsanleitungen

zu beiden Programmen. Alle Funktionen des Meßwerterfassungssystems sind auf 47 Seiten kurz erläutert. Die Beschreibung des Zusatzprogramms kommt mit 28 Seiten aus.

Beide Teilprogramme sind leicht zu bedienen. Ihre Benutzeroberflächen ähneln sich sehr. Sie arbeiten mit einer übersichtlichen Window-Technik, mit Maus- und Tastaturbedienung. Im Unterschied zu COME bietet GAUS für jede aufgerufene Funktion einen Hilfertext an.

Vor jeder Messung mit COME können die Ein- und Ausgänge



**COME:** Mit diesem Programm können die Meßdatenerfassung sowie die Ausgaben auf die analogen und digitalen Ports realisiert werden.

der Multifunktionskarte neu konfiguriert werden. Das Programm berücksichtigt bei den Messungen nur die Kanäle, denen zuvor ein Name zugeordnet worden ist.

Die 20 digitalen I/O-Kanäle sind in drei Gruppen ( $2 \times 8$  und  $1 \times 4$ ) zusammengefaßt. Einzelne Kanäle einer Gruppe können nur gemeinsam als digitale Ein- beziehungsweise Ausgänge definiert werden.

Für jeden der 16 analogen Eingänge kann man festlegen, welche physikalische Größe sich hinter der gemessenen Spannung verbirgt. Eine Grenzwerteinstellung erlaubt die Aktivierung eines vorher bestimmbaren digitalen Ausgangs. Mit Hilfe dieser Einrichtung können einfache Zwei- und Dreipunktregler realisiert werden.

Über die vier Analogausgänge der Multifunktionskarte können während der Messungen Sinus-, Dreieck-, Rechteck- und Rampensignale mit programmierbaren Amplituden und Periodendauern ausgegeben werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, Signale mit beliebigen Kurvenformen mittels einer Wertetabelle (Amplitude, Dauer) frei zu programmieren.

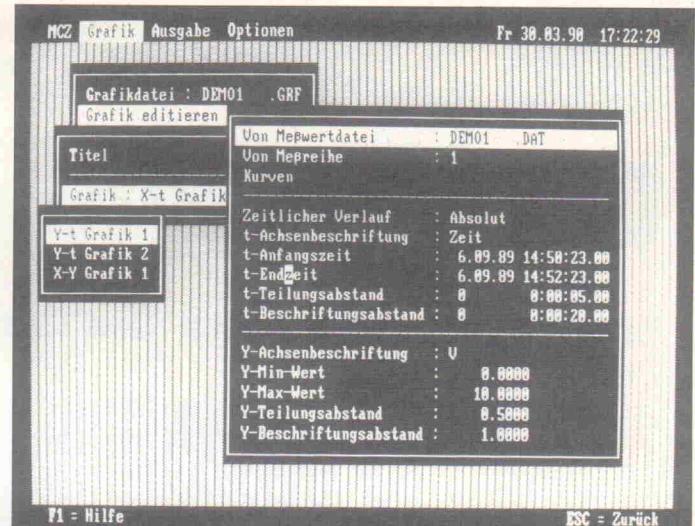
Das Programm beginnt nach dem Aufruf der Meßroutine mit der Datenerfassung, wenn die eingestellte Trigger-Bedingung

erfüllt ist. Meßvorgänge lassen sich auf verschiedene Arten auslösen: per Tastendruck, über ein externes, digitales Signal, per einstellbarer Startzeit oder durch das Erreichen eines Trigger-Levels an einem der Analog-Eingänge.

Die Software ist auf lange Meßperioden ausgerichtet. Allerdings ist die maximale Anzahl von Eingangswerten auf 65 530 beschränkt. COME bestimmt den Meßwert aus dem arithmetischen Mittel einer einstellbaren Anzahl von Abtastwerten.

Während der Messung bringt das Programm die aktuellen Werte der aktivierte Kanäle als Tabelle, Balkengraph oder als Zeitschrieb (y-t-Darstellung) auf den Bildschirm.

Nach Beendigung der Erfassung kann – in einem zweiten



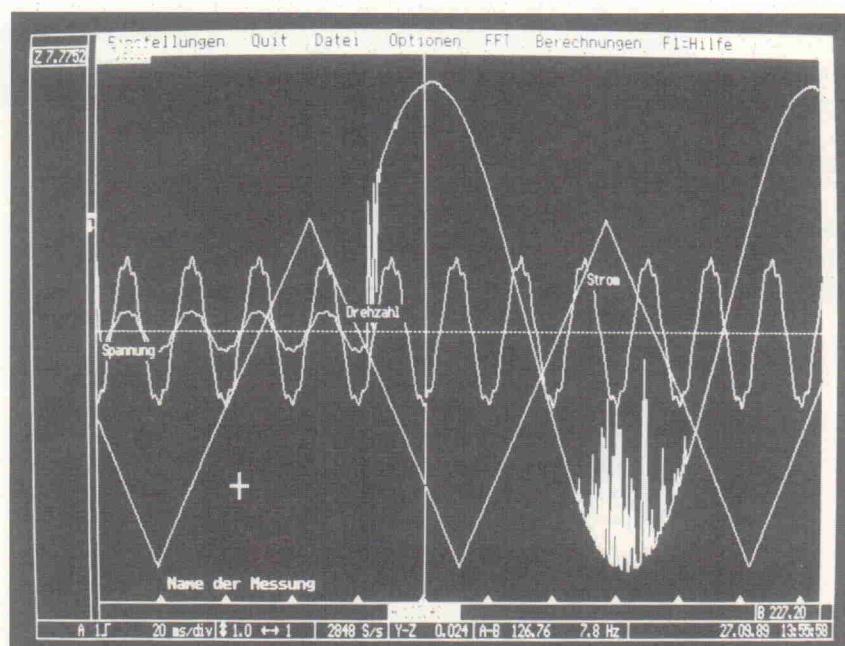
**GAUS** ist für die Auswertung und Präsentation der COME-Daten zuständig.

schreibt es zusammen mit der Meßwerttabellen in die Druckdatei. Sie erscheinen nur auf der Ausgabeliste.

Plots können auf dem Bildschirm dargestellt oder auf einen HP7475-kompatiblen Plotter ausgegeben werden. Das Programm kann die Plotdaten außerdem in einer HPGL-Datei ablegen.

## PCAA

Die Interface-Karte TADA für Toshiba-Laptops und die Software PCAA von IBP bilden zusammen die Komplettlösung für ein mobiles Meßwerterfas-



PCAA bietet gemeinsam mit der Hardware TADA die Möglichkeit, ein mobiles Meßwert- erfassungs- system aufzubauen. Die Aus- wertung der Rohdaten kann mit diesem Programm auf einem 'normalen' PC erfolgen.

sungssystem. PCAA läuft – ohne die Interface-Karte – auf jedem IBM-PC-kompatiblen Rechner. So wird es möglich, mit dem portablen System vor Ort zu messen und die Daten auf einem anderen Rechner auszuwerten.

Die Interface-Karte verfügt über 16 Analogeingänge. Ein Vorverstärker, der auf alle Eingangssignale wirkt, kann per Software in den Signalpfad eingeschleift werden. Die beiden analogen Ausgänge und die digitalen Ports der Karte werden von PCAA nicht bedient.

Das DIN-A5-Handbuch zur Hardware beschreibt kurz (auf 20 Seiten) die Funktionen und den Einbau der Interface-Karte. Außerdem enthält es die Schaltungsunterlagen der Karte und Kopien von den Datenblättern der verwendeten Bausteine. Die Beschreibung der Software ist ebenfalls kurz (48 Seiten) und leicht verständlich. Leider deckt sie sich an einigen Stellen nicht vollständig mit den tatsächlichen Gegebenheiten des Programmablaufs.

PCAA hat eine gut strukturierte Benutzeroberfläche in Fenster-

technik. Die Bedienung kann wahlweise mit Maus oder über die Tastatur erfolgen. Zu jedem Menüpunkt des Programms gibt es einen abrufbaren Text, der die gerade aktivierte Funktion erläutert.

Im Menüpunkt 'Einstellungen' wählt der Anwender vor jeder Messung einzelne Analogeingänge aus, deren Daten bei Auftreten des Triggersignals aufgezeichnet werden sollen. Getriggert wird wahlweise per Tastendruck oder automatisch über einen der 16 Analogkanäle. Der Schwellenwert und die Polarität der Triggerflanke sind einstellbar. Das Erfassungssystem führt insgesamt 32 600 Messungen pro Sekunde durch, dann ist Schluss, und der Datensatz muß weggeschrieben werden. Wenn alle Analogeingänge aktiviert sind, ergibt sich eine Abtastrate von 2037/s je Meßkanal.

Vor einer Messung können die Spannungen an sämtlichen Analogeingängen der Interface-Karte gleichzeitig kontrolliert werden. Die Unterfunktion 'Voltmeter' stellt dazu die aktuellen Eingangswerte als Bal-

kengraph oder numerisch auf dem Bildschirm dar.

Nach einem Meßvorgang befinden sich die eingelesenen Daten im Arbeitsspeicher. Die Funktion 'Berechnungen' wirkt auf die Meßwerte eines ausgewählten Kanals. PCAA ermittelt die Extremwerte dieses Signals und die Zeitpunkte, an denen sie aufgetreten sind. Ferner berechnet es den Effektivwert, die Frequenz, den Grundwellengehalt und den Gleichanteil der gemessenen Signalspannung. Randbedingungen, wie zum Beispiel die Lage der Nullachse, sind mit der Unterfunktion 'Parameter' einstellbar.

Mit dem Cursor kann das auf dem Bildschirm dargestellte Signal abgetastet und so spezielle Zeit- und Amplitudenwerte ermittelt werden.

Neben diesen statistischen Berechnungen kann das Programm schnelle Fourier-Transformationen durchführen. Die Funktion 'FFT' berechnet aus den Meßwerten eines ausgewählten Signals die Werte der Bildfunktion und führt auf Wunsch die Rücktransformation aus. Die Ergebnisse aller

Berechnungen und die der Fourier-Transformationen können lediglich auf den Bildschirm gebracht aber nicht gespeichert werden.

Der Menüpunkt 'Optionen' erlaubt die Beeinflussung der grafischen Darstellung von Meßwertkurven. Der Bildschirm zeigt dabei einen Ausschnitt von 570 Abtastwerten. Dieser Ausschnitt kann über den gesamten Bereich des Meßwertspeichers verschoben werden.

Die ausgewählten Kurven erscheinen wahlweise mit einer gemeinsamen Nulllinie oder in einer 'Split-Darstellung', bei der jeder Graph eigene Hilfslinien für die Skalierung erhält. Außerdem kann das Programm aus den Meßdaten von jeweils zwei Kanälen eine x-y-Grafik erzeugen, diese Funktion ist allerdings nicht dokumentiert.

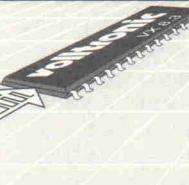
Der Menüpunkt 'Datei' ist für die Speicherung der aufgezeichneten Meßdaten zuständig. Auf einem 'Notizblatt' können maximal 20 Zeilen ergänzender Text mit in diese Datei geschrieben werden. Ein Austausch der Daten mit ande-

BITPARADE		RABATTE:	ab 16 St.	- 2%
			ab 32 St.	- 4%
			ab 72 St.	- 6%
<b>AUCH IM MIX</b>				
4164-100	64K*1	3,78	6116-LP2	2K*8 2,98
4164-120	64K*1	3,68	6264-LP07	8K*8 5,98
41256-60	256K*1	9,98	43256-80	32K*8 17,50
41256-70	256K*1	7,98	43256-100	32K*8 15,95
41256-80	256K*1	6,98	62256-120	32K*8 14,95
41256-100	256K*1	6,48	43256-LFP12	32K*8 15,95
41256-120	256K*1	6,38	2764-250	8K*8 4,95
41464-80	64K*4	7,98	2764-150	8K*8 5,48
41464-100	64K*4	6,98	27C64-250	8K*8 4,78
41464-120	64K*4	6,48	27128-250	16K*8 6,28
511000-70	1M*1	21,95	27C128-150	16K*8 6,98
511000-80	1M*1	21,50	27C128-250	16K*8 6,48
511000-100	1M*1	20,95	27256-250	32K*8 6,48
514256-70	256K*4	21,95	27C256-120	32K*8 7,48
514256-80	256K*4	21,50	27C256-150	32K*8 6,48
514256-100	256K*4	20,95	27C256-250	32K*8 5,68
SIMM-80	256K*8	74,95	27C512-150	64K*8 11,50
SIMM-70	1M*8	209,00	27C512-250	64K*8 9,48
SIPP-70	1M*8	214,95	27011-200	128K*8 41,50
SIMM-70	1M*8	205,00		
NACHNAHMEVERSENDUNG +6,50 DM PORTO HOBBYTECHRONIC DORTMUND: STAND 5080				

**SIMONS**  
ELECTRONIC GMBH  
MEISENWEG 4 PF 2254  
5012 BEDBURG

TEL: 02272/81619  
02272/5980  
FAX: 02272/6159

GUT LÖTBARE GEHÄUSE aus 0,5 mm Weißblech				
Deckel Länge x Breite	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM
37 x 37	2,85	3,55	7,00	7,90
37 x 74	3,55	3,90	7,60	9,00
37 x 111	4,10	4,60	9,00	10,50
37 x 148	4,60	5,10	10,00	11,50
55,5 x 74	3,90	4,75	9,00	10,50
55,5 x 111	5,20	5,75	12,00	13,50
55,5 x 148	6,50	6,95	14,50	16,00
74 x 74	5,25	5,75	10,00	11,50
74 x 111	6,50	7,00	14,00	15,50
74 x 148	7,50	8,30	16,00	17,50
162 x 102	12,00	13,00	—	—
f. Europakarte				
Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung. Platten, Bauteile und Befestigungsteile können angeboten werden.				
LADENÖFFNUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30–12.30 Uhr, 14.30–17.00 Uhr, Samstag 10.00–12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!				
<b>Andy's Funkladen</b> Admiralstraße 119, Abteilung D17, 2800 Bremen 1 Telefax: 0421/372714, Telefon 0421/353060				



Bisher waren zu herkömmlichen IC-Bausteinen viele peripherie Baugruppen notwendig. Das ist jetzt anders. Die neuen **volltronic-IC's** beinhalten bereits unzählige Möglichkeiten für die Signal- und Datenübermittlung. Das spart Platz und Kosten.

**Hannover Messe '90** 2.-9. Mai

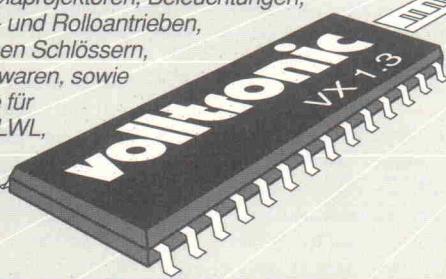
Halle 18 1.OG  
Stand A50

VOLL-ELEKTRONIK  
D-8728 HASSFURT PF 1652  
Export: VOLLTRONIC  
D-8000 MÜNCHEN 71 PF 711040

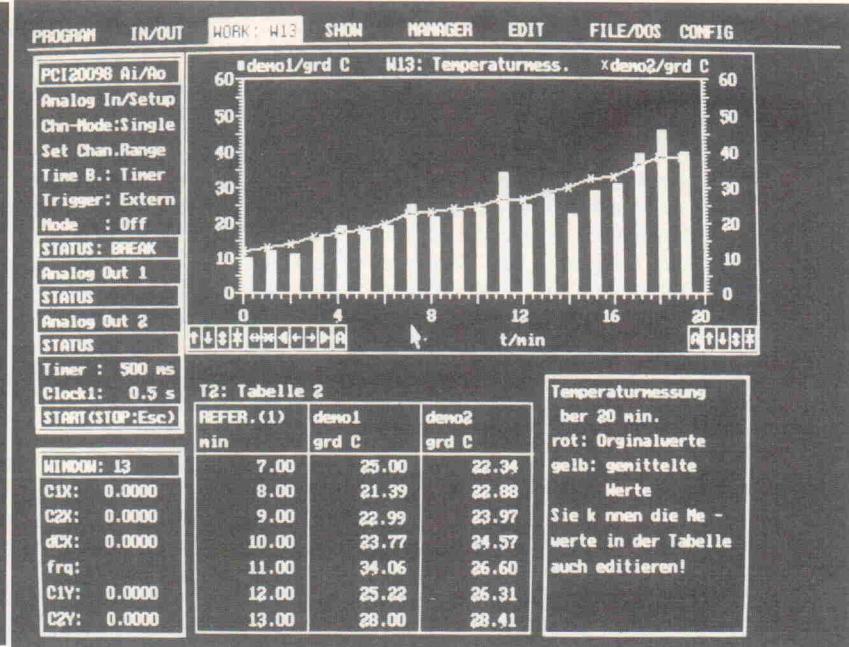


## Die neuen Fernsteuer-IC's

zur Herstellung von Fernsteuerungen für TV, Video, Diaprojektoren, Beleuchtungen, Garagentor- und Rolloantrieben, elektronischen Schlossern, techn. Spielwaren, sowie Datenbusse für Bordnetze, LWL, Koax- oder Zwillingsleitungen.



Software



ren Programmen soll über ASCII-Dateien erfolgen. Die Realisierung dieser Funktion ist für das nächste Update von PCAA angekündigt.

Weiter soll es für die Präsentation der Meßergebnisse in der nächsten Version eine Druckerausgabe geben. Mit dem aktuellen Programm kann lediglich mit der DOS-Funktion 'Print Screen' eine Hardcopy vom aktuellen Bildschirminhalt erstellt werden.

## CAMAQ II

Bei der Erfassung von analogen Meßdaten arbeitet 'CAMAQ II' mit Interface-Karten verschiedener Hersteller zusammen. Deshalb benötigt man zusätzlich zum Programm einen geeigneten Treiber für die verwendete Hardware. Mit entsprechenden Software-Interfaces unterstützt das Programm außer PC-Karten auch Geräte, die über eine IEEE- oder RS-232-Schnittstelle gesteuert werden.

Für die Einarbeitung in das Programm benötigt man laut Handbuch nur wenige Stunden. Die Software arbeitet menügeführt und kann sowohl mit der Tastatur als auch mit einer Maus bedient werden. Zu jedem aktivierte Menüpunkt gibt es eine kurze Hilfestellung. Bei der Anzeige der Hilfertexte ist ein wenig, daß die deutschen Sonderzeichen als Lcke erscheinen. Diese Texte machen übrigens den größten Teil der Programmdokumentation aus.

Bei der Arbeit mit CAMAQ kann der Anwender den Bildschirmaufbau weitgehend selbst gestalten. Aus den Elementen Grafikfenster, Tabelle, Display und Kommentarfeld sind bis zu 16 verschiedene Bildschirmseiten konfigurierbar. Mit der Funktion 'Show' wählt man die Seite aus, die angezeigt oder bearbeitet werden soll. Für wiederkehrende Aufgabenstellungen können die gewählten Konfigurationen abgespeichert werden.

Zur Gestaltung der Grafik-Fenster bietet das Menü 'Edit Window' zahlreiche Funktionen. Unterhalb eines Grafik-Fensters, das bis zu vier Meßwertkurven faßt, befinden sich die Label für grafische Sonderfunktionen. Sie erlauben es, die dargestellten Meßwertkurven in Richtung beider Achsen zu zoomen oder sie zu verschieben. Das Programm bietet außer der y-t-Grafik eine x-y- und eine 3-D-Darstellung an.

Am linken Rand jeder Bildschirmseite befindet sich das sogenannte Hardware-Fenster, dessen Inhalt vom geladenen Treiber abhängt. Es gibt Auskunft darüber, wie die Hardware eingestellt ist und in welchem Betriebszustand sie sich befindet. Innerhalb des Hardware-Fensters kann zwischen verschiedenen Treibern umgeschaltet werden.

Was nach der Messung mit den eingelesenen Daten geschehen soll, muß vorher festgelegt werden. Dies geschieht mit der Funktion 'Edit' und deren Un-

terfunktionen. Man bestimmt, welche Operanden auf welche Weise verknüpft werden. Die Datenverarbeitung für die grafische Darstellung und die Auswertung sind voneinander unabhängig und erfolgen mit Hilfe der Funktionen 'Edit Graph' und 'Edit File'.

Die Verarbeitung der Daten für die Grafikerstellung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt verknüpft das Programm zwei ausgewählte, im RAM verfügbare Datensätze mit den zuvor ausgewählten arithmetischen Grundoperationen. Aus diesem Ergebnis berechnet CAMAQ dann wahlweise den Absolutbetrag, die Wurzel, das Quadrat, die 1. Ableitung oder das Integral.

Die komplizierteren mathematischen Operationen führt das Programm nur mit Meßdatensätzen durch, die in Dateien abgelegt sind. Die Berechnung erfolgt wiederum stufenweise. In der ersten Stufe kann der Anwender zwei voneinander unabhängige Berechnungen definieren. Ihre Ergebnisse sind die Datenbasis für die ausgewählten Operationen der zweiten Stufe. Die Liste der definierbaren Berechnungen umfaßt sämtliche trigonometrische und viele analytische Funktionen.

Statistische Operationen werden in einem Arbeitsgang durchgeführt. Es können dabei die bekannten Kennwerte jeder Statistik oder der wahre Effektivwert aus den Daten einer zuvor bestimmten Quelldatei

**CAMAQ II  
glänzt mit  
hervor-  
ragender  
Grafik und  
weitest-  
gehender  
Unabhän-  
gigkeit von der  
eingesetzten  
Hardware.**

bestimmt werden. Zu den statistischen Funktionen zählt auch die Berechnung der Korrelationsfunktionen. Weiterhin ist das Programm in der Lage, Meßwertkurven zu glätten oder deren Fourier-Transformierte zu ermitteln.

CAMAQ verwaltet maximal 64 Dateien beliebiger Länge. Man kann die mit diesem Programm erzeugten Datensätze in den Formaten ASCII, Byte oder Word ablegen. Außerdem importiert und exportiert das Programm Dateien in den angegebenen Formaten. Die Bedeutung der einzelnen Dateieinträge ist im Handbuch ausführlich dokumentiert. Somit ist ein 'Außenhandel' mit anderen Programmen gewährleistet.

Für die Präsentation der Ergebnisse steht die Funktion 'Print/Plot' zur Verfügung. Der Inhalt des aktuellen Bildschirms, eines Fensters oder einer Tabelle kann auf einen grafikfähigen Drucker geleitet werden. CAMAQ unterstützt sechs verschiedene Druckertypen. Eine Ausgabemöglichkeit an einen Plotter gibt es bisher noch nicht.

## Signalys

Signalys aus dem Hause Ziegler Instruments ist ein umfangreiches Softwarepaket für die Erfassung und die Analyse von Meßdaten. Wie bei CAMAQ verfolgt der Hersteller auch hier die Philosophie größtmöglicher Unabhängigkeit von der eingesetzten Hardware. Es gibt inzwischen Treiber für eine ganze Reihe verschiedener Interface-Karten (siehe Tabelle Seite 90).

Signalys ist modular aufgebaut. Mit dem Grundmodul können analoge Meßwerte erfaßt, aufbereitet und grafisch dargestellt werden. Für speziellere Auswertungen bietet Ziegler verschiedene Zusatzmodule an: Frequenzanalyse, Statistik und Ereignisolation. Außerdem existiert ein Modul für das Design von FIR-Filttern (Finite Impuls Response).

Die analoge Datenerfassung beginnt mit der Auswahl und der Einstellung der Interface-Karte. Der Anwender kann vor jeder Messung einzelne Meßkanäle einzeln auswählen und die Zeitbasis wählen und die Art der Triggerung festlegen.

Signalys speichert die Meßdaten in beliebig langen Meßwertdateien auf der Festplatte ab. Die maximale Anzahl der Samples ist nur durch die Kapazität des Speichermediums begrenzt. Wenn auf Grund der Einstellungen zu viele Daten anfallen würden, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Unmittelbar nach jedem Meßvorgang verzweigt das Programm in die Grafik-Funktion und stellt die eingelesenen Datensätze auf dem Bildschirm dar. Zu einem Datensatz gehören die aufgezeichneten Meßwerte eines Analogkanals. Das Programm legt die Daten der aktiven Meßkanäle auf der Festplatte ab und hält sie für die weitere Verarbeitung bereit.

Das Grundmodul von Signalys bietet Verfahren zur Reduktion, Bearbeitung, Verknüpfung und Filterung der Meßwerte an.

Für die Bearbeitung der Rohdaten stehen verschiedene mathematische Funktionen zur Verfügung. Das Programm kann einzelne Datensätze integrieren, differenzieren und invertieren. Außerdem bietet es arithmetische und trigonometrische Operationen.

Die Meßdaten von gestörten Signalen können über eine einstellbare Anzahl von Werten gemittelt werden. Dieses glättende Bearbeitungsverfahren verwendet wahlweise eine Rechteck-, Dreieck- oder Exponentialbewertung der benachbarten Daten eines Abtastwertes.

Für die Verknüpfung von jeweils zwei gleich langen Datensätzen bietet das Programm

die arithmetischen Grundoperationen an. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, über mehrere Datensätze zu mitteln.

Eine Filterung der Meßdatensätze kann mit FIR-Filttern (maximal 255 Koeffizienten) realisiert werden. Die Anzahl und die Werte der Koeffizienten sind einstellbar. Aus den eingegebenen Werten berechnet das Programm die Übertragungsfunktion und stellt sie grafisch dar. Einige standardisierte Filter sind im Grundmodul von Signalys enthalten.

Mehrere Datensätze – sowohl Rohdaten als auch bereits verarbeitete – können zu einer übergeordneten Einheit, dem 'Versuch', zusammengefaßt werden. Das Programm unterscheidet bei der Archivierung Versuche und einzelne Datensätze.

Für die grafische Darstellung von Meß- und Ergebnisdatensätzen wird zunächst das Layout des Bildschirms bestimmt. Es stehen 16 Formen für das Grafikfenster zur Verfügung. Ist die Ausgabeform festgelegt, können Meß- und Berechnungsergebnisse in einzelnen Unterteilungen des Layouts dargestellt werden.

Das Grafik-Menü von Signalys bietet alle Möglichkeiten für eine professionelle Darstellung der Meßdaten. Mit Hilfe der Funktionen 'Zoom', 'blättern' und 'ausmessen' kann der Anwender die Datensätze der dargestellten Zeitfunktionen manuell auswerten.

Für die Präsentation der Meßergebnisse besteht im Grundmodul die Möglichkeit, den Inhalt

des Grafikfensters an einen Plotter – Signalys verfügt über zahlreiche Plottertreiber – auszugeben oder eine Plot-Datei zu erzeugen.

Die Dokumentation zur Software ist sehr umfangreich und läßt kaum Wünsche offen. Die Einleitung des Handbuchs beschreibt sehr ausführlich und genau, welche Anforderungen an die Hardware bestehen und wie die Software installiert wird. Außerdem gibt sie allgemeine Hinweise zur Bedienung des Programms (Eingaben, Dateiverwaltung usw.). Anhand eines konkreten Beispiels wird der Anwender mit den Funktionen von Signalys vertraut gemacht.

Für weitergehende Anforderungen wie zum Beispiel technische Dokumentationen und spezielle Verfahren zur Auswertung von Meßdaten bietet Ziegler eine Reihe von Zusatzmodulen an. Die Dokumentation dieser Zusatzmodule behandelt jeweils die theoretischen Grundlagen, nennt Beispiele für die Anwendung der verschiedenen Funktionen und zeigt, welche Probleme dabei auftreten können und wie sie gelöst werden.

Mit dem Zusatzmodul 'Technische Dokumentation' können unter anderem die von Signalys erzeugten Grafiken in begleitende Texte eingebunden werden (WordStar und Word).

Das Zusatzprogramm 'FIR-Filter' erweitert die schon im Grundmodul enthaltene Funktion um weitestgehende Entwurfsmöglichkeiten für diese Filter.

Das Programm 'Frequenzanalyse' erlaubt es, die Meßdaten im Frequenzbereich auszuwerten. Das aufgezeichnete Zeitsignal kann über die schnelle Fourier-Transformation im Frequenzbereich abgebildet werden. Dazu stehen Transformationen mit verschiedenen Eingangs- und Ausgangsgrößen zur Verfügung. Die 'reelle FFT' verwendet einen einzelnen Datensatz als reelle Funktion des zu transformierenden Zeitsignals, während die 'komplexe FFT' mit je einem Datensatz für den Real- beziehungsweise den Imaginärteil der Eingangsfunktion arbeitet.

Das Zusatzmodul bietet außerdem weitere Analyseverfahren an, die auf Basis der FFT arbeiten.

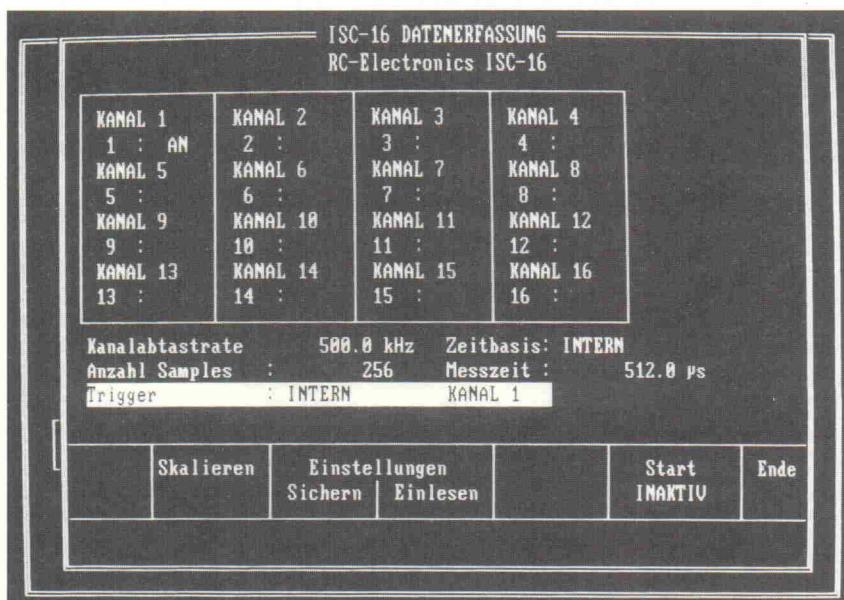
Mit dem Zusatzmodul 'Statistik' stehen mehrere statistische Verfahren zur Auswertung der Meßdatensätze zur Verfügung. Die Funktion 'Parametrische Beschreibung' berechnet die statistischen Kennzahlen Mittelwert, Varianz und Standardabweichung, die Variationsbreite und das Konfidenzintervall.

Die 'Ereignisolierung' ist ein Verfahren zur Auswertung sehr langer Meßdatensätze. In dem aufgezeichneten Verlauf des Meßsignals werden dabei bestimmte, sporadisch auftretende Impulsformen lokalisiert. Die Form der gesuchten Signale legt der Anwender vor dem Start der Isolationsfunktion fest.

Jedes zu isolierende Ereignis ist durch ein Anfangs- und ein Endkriterium definiert. Als Anfangskriterium kann zum Beispiel die Über- oder Unterschreitung eines Schwellwertes verwendet werden. Weitere Kriterien sind die Anstiegs geschwindigkeit des Signals und die Einhaltung einstellbarer Minimal- und Maximalwerte. Ferner läßt sich die Zeitspanne eingeben, während der ein ausgewähltes Kriterium erfüllt sein muß.

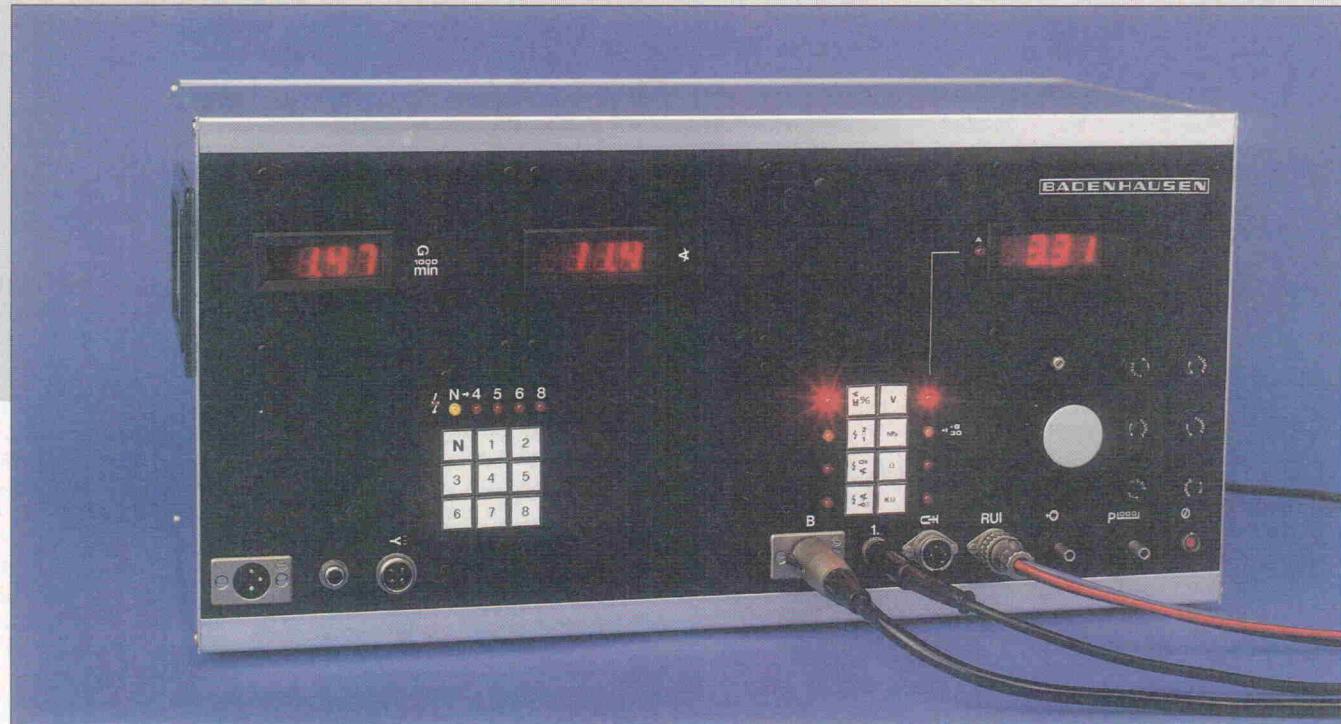
Innerhalb eines Ereignisses können weitere Bedingungen gestellt werden, deren zeitlicher Abstand wiederum als Kriterium für die Isolation einer Signalform dienen kann. Als zusätzliche Bedingung läßt sich der zeitliche Abstand aufeinanderfolgender Ereignisse definieren.

**Analog-konfigurations-menü von Signalys. Zusammen mit den Zusatz-modulen bleibt bei diesem Software-Paket kein Wunsch offen.**



# AutoCheck

## Professionelles Motordiagnose-Meßgerät (1)



### Rolf Badenhausen

In den Elrad-Ausgaben 2...4/90 stellten wir ein Oszilloskop für die Kfz-Technik vor, das seinesgleichen sucht. Entgegen seiner universellen Auslegung können damit nicht sämtliche für die Diagnose relevanten Parameter erfaßt werden. Die so entstandene Lücke zwischen Bedarf und Möglichkeit schließt die hier beginnende zweite Artikelreihe. Sie beschäftigt sich mit dem zweiten, ebenso universell wie betriebssicheren Großgerät unserer Reihe 'Kfz-Meßtechnik': dem professionellen Motordiagnose-Meßgerät.

Das hier beschriebene modulare Schaltungskonzept wird bei hoher Meßgenauigkeit für die Erfassung der Motorbetriebsdaten und -parameter unter anderem auch zur Durchführung der Abgas-Sonderuntersuchung (ASU) eingesetzt.

In bezug auf die Ausstattung von vielen am Markt vertretenen, noch erschwinglichen Prüferäten ist oft zu beanstanden, daß verschiedene zu bestimmende Betriebsdaten nur über eine einzige Anzeige dargestellt werden können. Dieser Nachteil ist in der Meßpraxis besonders gravierend, wenn die Abhängigkeit zweier unterschiedlicher Größen, beispielsweise der Zündzeitpunkt als Funktion der Motordrehzahl, von Interesse ist. Derartige Messungen sind meistens nur mit sehr umständlichen, der Meßgenauigkeit abträglichen Bereichsumschaltungen durchführbar.

Überdies fehlen in verschiedenen, oft mit Digitalanzeigen versehenen Prüferäten häufig Zusatzschaltungen, um auch Kreiskolbenmotoren, Zweitakt-Maschinen oder Ottomotoren

ohne konventionelle Hochspannungsverteilung messen zu können.

In vielen Fällen besteht auch nicht die Möglichkeit, den mit dem Zündzeitpunkt-Stroboskop ermittelten Meßwert als entsprechenden Frühzündwinkel zu digitalisieren beziehungsweise anzuzeigen oder mit einem Kurbelwellen-Positiongeber über ein vom Fahrzeughersteller bereits vorgesehenes Diagnosesystem noch einfacher und mit deutlich besserer Meßgenauigkeit darzustellen; denn ungünstige Sichtverhältnisse im Motorraum und die damit verbundenen Meßfehler durch Parallaxe sorgen oft für zusätzliche Erschwernisse.

Die aus den vorgenannten Kriterien abzuleitenden Forderungen an ein zeitgemäßes Diagnosegerät werden mit der im folgenden vorgestellten Schaltungstechnik noch wesentlich erweitert: Unter anderem können für spezielle Komponentenprüfungen angepaßte (Saugrohr-)Unterdruckwerte erzeugt und – in getrennter Form – gemessen und angezeigt werden. Als eine weitere Besonderheit

kann auch die elektronisch gesteuerte selektive Zylinderabschaltung für mehrzylindrige Motoren bezeichnet werden.

Selbstverständlich sind mit diesem Gerät auch Gleichspannungs- und Widerstandsmessungen möglich. Das Meßsystem kann sowohl aus dem weit verbreiteten 220-V-Netz als auch aus der 12-V-Fahrzeughaltung versorgt werden.

### Das Verteiler-Modul

Motordrehzahl, Schließwinkel und Zündzeitpunkt

Bild 1 zeigt die Aufbereitung der von der Fahrzeug-Zündanlage abgenommenen Impulse zur weiteren Verteilung der impulsbreitmodulierten Ausgangssignale an die A/D-Wandler. Verfahren zur Erzeugung der Zündimpulse sind im Abschnitt 'Aufbau und Verschaltung von Motorzündanlagen' beschrieben.

Auf dem Verteiler-Modul (VT) sind der mit IC 5 aufgebaute Fensterkomparator und das mit IC 4 aufgebaute Data-FF 1 zur

Bildung des Zündwinkels über einen Kurbelwellen-Positiongeber untergebracht. Dieses am Motor befestigte Bauteil erhält über die Anschlüsse P und G eine Vorerregung von zirka 40 mA...50 mA. Der Konstantstrom wird direkt vom Versorgungsmodul in den Anschluß 'P' gespeist. Das Setzen des Flipflops erfolgt über D 8, also synchron mit der Zündung von Zylinder 1, während es vom Positiongeber-Impuls zurückgesetzt wird. Am Kollektor von T 12 steht somit ein pulsweitenmoduliertes Signal zur Verfügung. Die Modulationstiefe ist unabhängig von der Frequenz beziehungsweise von der Drehzahl und entspricht daher dem Zündwinkel.

Über den unter Umständen erforderlichen Anschluß einer Störunterdrückung an die Klemmen 1\*, 2\* und 3\* und deren Aufbau gibt der Abschnitt 'Kurbelwellen-Positiongeber' detailliert Auskunft.

An Anschluß 9 des Verteilermoduls könnte bereits eine induktive Triggerzange zur Impulsabnahme vom ersten Zylinder angeschlossen werden. Da auf eine Pegelregelung zur Signalaufbereitung zurückgegriffen wird, kann C 13 auch entfallen. P 1 befindet sich dann in Mittenstellung. T 7 übernimmt über D 10 und den Anschluß 'Tr.ZL' die Ansteuerung der Thyristor-Zündstufe im Zündzeitpunkt-Stroboskop; T 1, T 6 und T 2 dienen zur erforderlichen Potentialverschiebung für die Triggerimpulse.

Auch für Motoren, an denen nicht mit einem Kurbelwellen-Positiongeber gemessen werden kann, besteht mit einem preiswerten, handelsüblichen Stroboskop mit Induktiv-Triggerzange die Möglichkeit, die Frühzündung des Motors ebenfalls zu digitalisieren beziehungsweise anzugeben. Bild 4 zeigt, wie der Anschluß eines zusätzlich in das Stroboskop-Gehäuse unterzubringenden Potentiometers vorzunehmen ist. Häufig erfüllte Voraussetzung ist, daß die Kathode des Zünd-Thyristors im Hochspannungsteil des Stroboskops sich bereits auf Massepotential befindet beziehungsweise nach vorangegangener Prüfung befinden darf.

Die Ansteuerung des Thyristors geschieht in diesem Fall in Verbindung mit dem Bedienmodul über den Triggerimpuls 'Tr F'.

## Aufbau und Verschaltung von Motorzündanlagen

Etwa 95 % aller Personenkraftwagen, deren Motoren mit Fremdzündung betrieben werden, sind mit einer mechanischen Hochspannungsverteilungsleitung ausgestattet; Bild A zeigt das Prinzipschaltbild.

Der Aufwand für die Zündsteuerung ist vergleichsweise wenig kostenintensiv, jedoch muß die Zündspule in Abhängigkeit der Zylinder- und Motorgrenzdrehzahl für eine relativ hohe Zündfunkenfrequenz ausgelegt sein. Daher sind vielzylindrige Hochleistungsmotoren meistens mit zwei voneinander unabhängig arbeitenden Systemen ausgerüstet.

Erfahrungsgemäß kann allerdings die Funktion der mechanischen Hochspannungsverteiler durch Witterungseinflüsse erheblich beeinträchtigt werden.

Mitunter greifen einige Motorenhersteller auf ein verteilerloses Verfahren zurück, dessen Schema Bild B wiedergibt. Mit dieser Anordnung werden stets zwei Zylinder gleichzeitig gezündet. Entsprechend der Zündfolge des Motors erfolgt also auch bei geöffnetem Auslaßventil im Ausstoßtakt ein Funkenüberschlag an der Zündkerze. Dieser kann im bereits ver-

brannten Gemisch jedoch keine nachteiligen Einflüsse hervorrufen. Diese Zündanlage erfordert am Motordiagnosegerät die Bereichsumschaltung '2:1' für 4-Takt-Motoren.

Die Zündspannungen an den Anschlüssen 4a und 4b der 'Doppelzündspulen' weisen ungleiche Polarität auf; unter Umständen kann sich dies auf Motoren, deren Abstimmung besonders auf minimale Emissionswerte ausgerichtet worden war, ungünstig auswirken. Für diesen Fall gelangt mit zunehmender Tendenz die mit Bild C verdeutlichte Zündanlage zum Einsatz. 2-Takt-Motoren werden schon seit geraumer Zeit nahezu ausnahmslos mit Zündfunken aus einer solchen Anordnung versorgt; dabei wurden maximal drei Zündspulen samt Auslösesystemen für einen Motor eingesetzt. Als Beispiel kann der 3-Zylinder-2-Takt-Motor eines Wartburg dienen. Mit diesem Verfahren werden aber auch 4-Takt-4- und -6-Zylinder-Katalysatormotoren nach modernster Bauart gezündet. Der Meßbereich '2:1' ist in diesem Fall jedoch nur für 2-Takt-Motoren zu wählen. Der Einsatz der Zylinderabschaltung sollte aus Gründen der Kompatibilität nicht beabsichtigt werden.

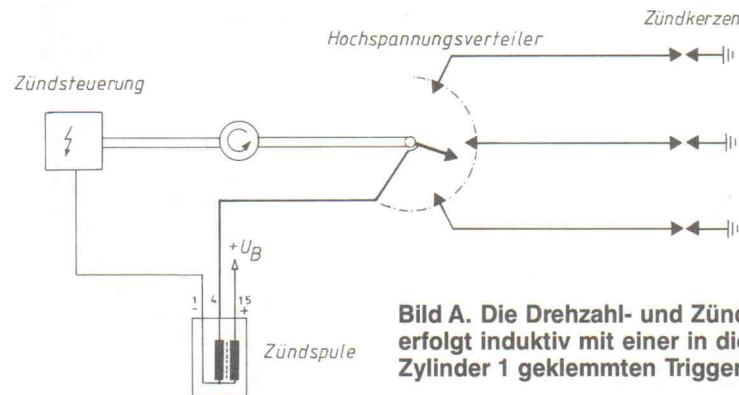


Bild A. Die Drehzahl- und Zündzeitpunktabnahme erfolgt induktiv mit einer in die Zündleitung von Zylinder 1 geklemmten Triggerzange.

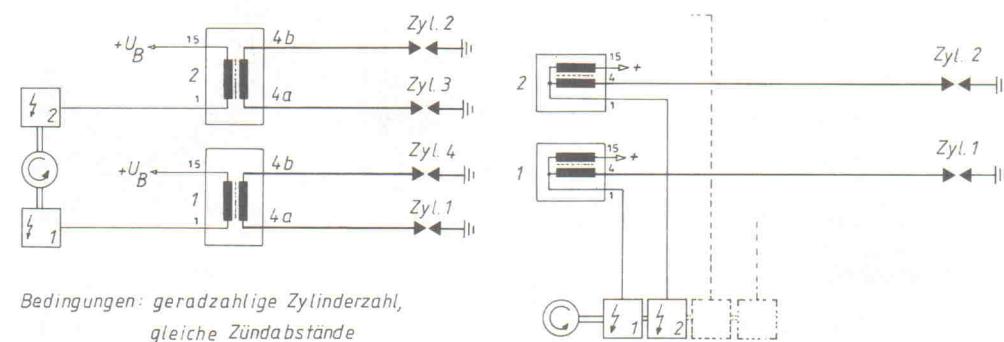


Bild B. Ein Beispiel für verteilerlose Zündanlagen, hier: 4-Takt-4-Zylinder; Zündfolge: 1-3-4-2.

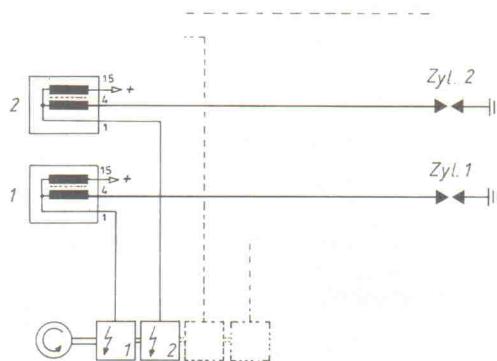
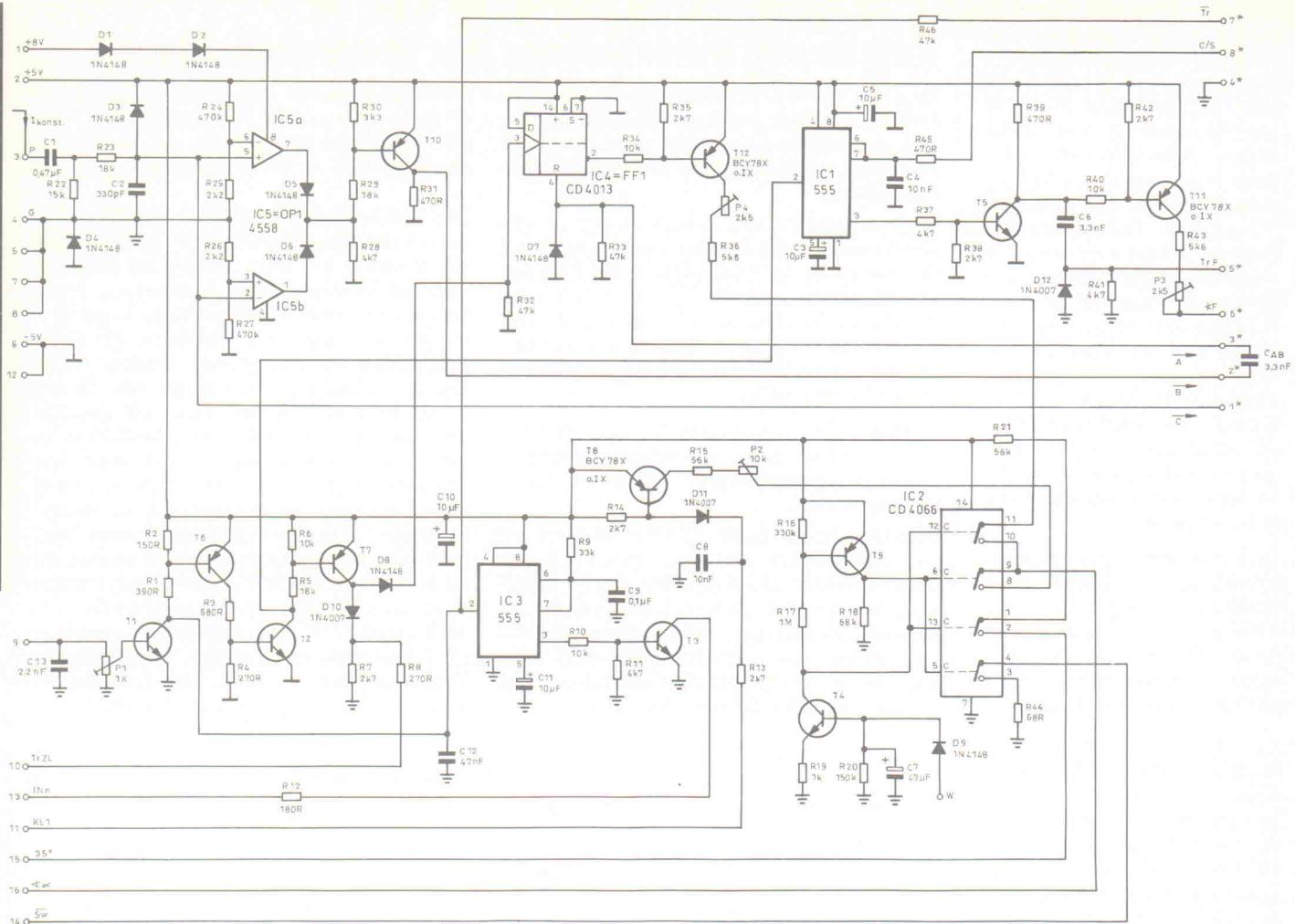


Bild C. Eine weitere zündende Variante besitzt für jeden Zylinder eine eigene Zündspule.

Mit dem am Gehäuse angebrachten Potentiometer ist für diesen Meßvorgang am Fahrzeugmotor so abzugleichen, daß stets bei 'OT' auf der Zündwinkel-Bezugsmarkierung am Motorgehäuse abgeblitzt wird.

Gleichzeitig triggert T 1 das mit IC 3 aufgebaute Monoflop (Bild 1). Dessen Ausgangssignal gelangt über T 3 auf den Anschlußpunkt 'IN n', die 'Information' steckt in der Anzahl dieser gleichbreiten Impulse pro Zeiteinheit. Das pulsfolge-

modulierte Signal wird auf der Drehzahl-Anzeige-Platine zunächst integriert und danach dem A/D-Wandler zugeführt. Bei Verwendung eines MKC-Typs für C 9 ergibt sich ein Driftfehler von zirka 0,005 %/K.

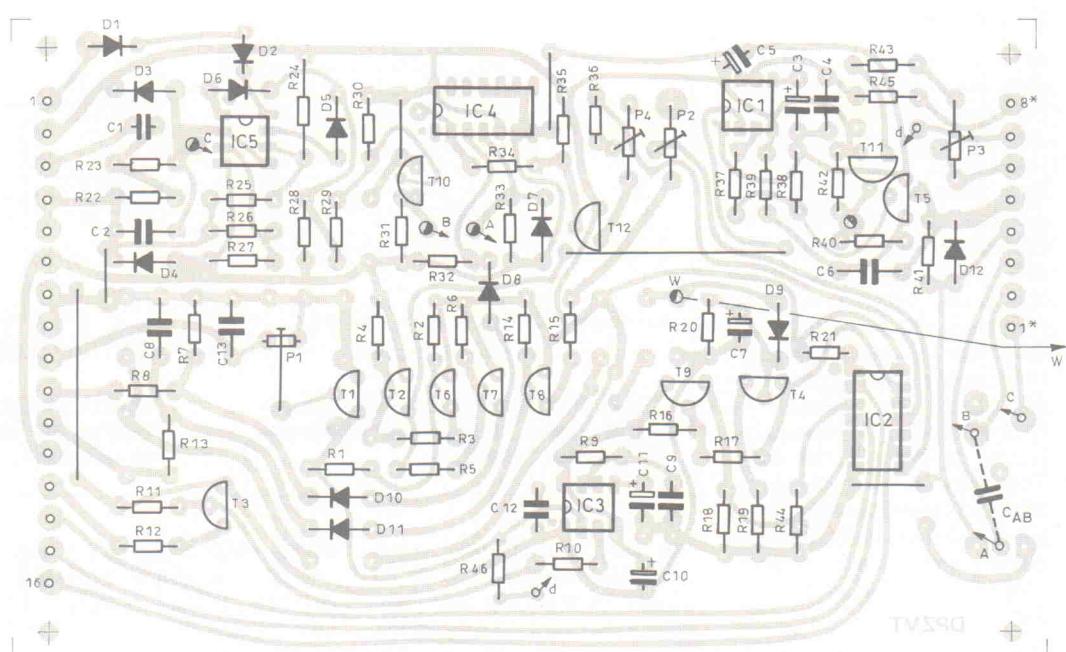


Die Eingangsbeschaltung des Schließwinkel-Schalttransistors T8 mit R 13, C 8 und D 11, formt aus den Impulsen der an Klemme 1 der Zündspule, deren sinusförmige Anteile zirka 600 V<sub>ss</sub> erreichen können, eine Rechteckspannung.

Die Schließwinkelangaben zu den Motorzündanlagen erfolgen laut den einschlägigen Einstelltabellen in Winkel- und/oder in Prozenteinheiten. Durch die weiter zunehmende Motorausstattung mit elektronischen Zündanlagen nach dem TSZ-Prinzip haben bereits in jüngster Zeit die Schließwinkelmessungen jedoch an Bedeutung verloren; daher werden nur Prozentwerte angezeigt. Die zugehörigen Winkelangaben können unmittelbar Bild 5 entnommen werden.

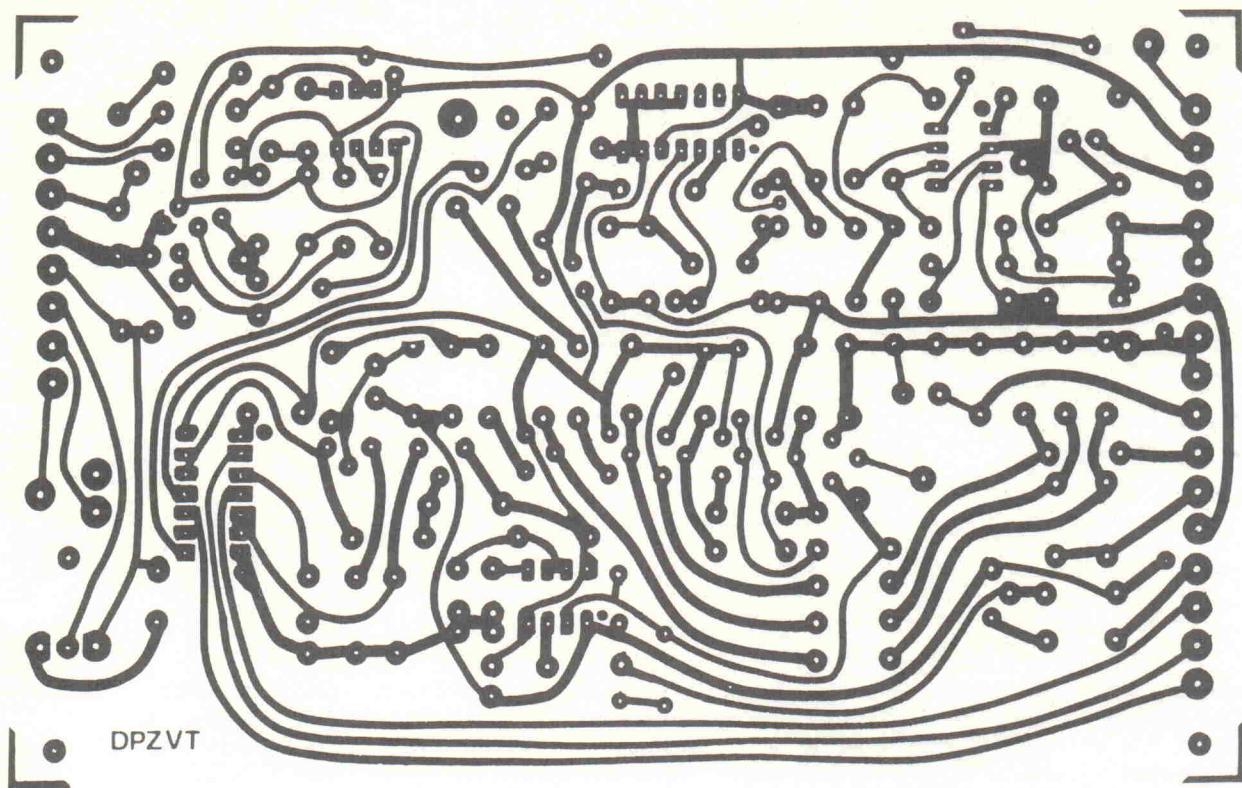
Für die Halbleiter T 8, T 12, T 11 sind die im Schaltbild angegebenen, speziell für Schaltaufgaben entwickelten Transistorzytopen einzusetzen. Durch ihre sehr geringen Exemplarstreuungen im Vergleich zu den bekannteren 'BC'-Versionen wird ein im wesentlichen driftfreier

**Bild 1.** Der in den Anschluß 3 eingespeiste Strom dient zur 'Speisung' des passiven Positionsgebers.



**Bild 2.** Falls das PRZ-Modul nicht benötigt wird, müssen die Anschlüsse 2\* und 3\* mit einem 3,3-nF-Kondensator verbunden werden.

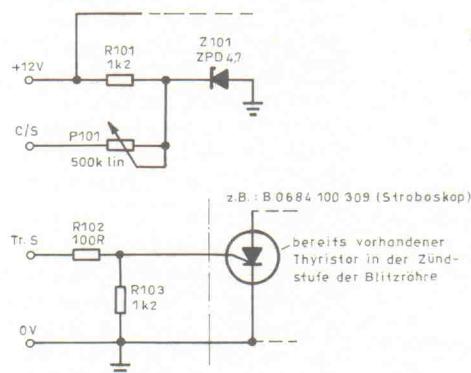
Bild 3. Das Layout des VT-Moduls.



Restspannungsabfall  $U_{CEsatt}$  von nur zirka 6 mV...9 mV garantiert und damit auch der Einsatz von MOS-Schaltern überflüssig. Die Spindeltrimmer P2 bis P4 werden in ihren Mittenstellungen in die Schaltung eingesetzt.

Mit IC 2 erfolgt bereits eine Vorwahl zwischen dem Zündwinkel über Positionsgeber und dem Schließwinkel (Anschluß 11

**Bild 4. Diese Zusatzschaltung ist noch im Stroboskop unterzubringen.**



mit Klemme 1 der Zündspule verbunden). Diese Selektion erfolgt über den Anschluß 'w'. Der Prüfanschluß 14 [sw] bleibt unbeschaltet. Über eine isolierte Verbindung 'd' (siehe Lay-

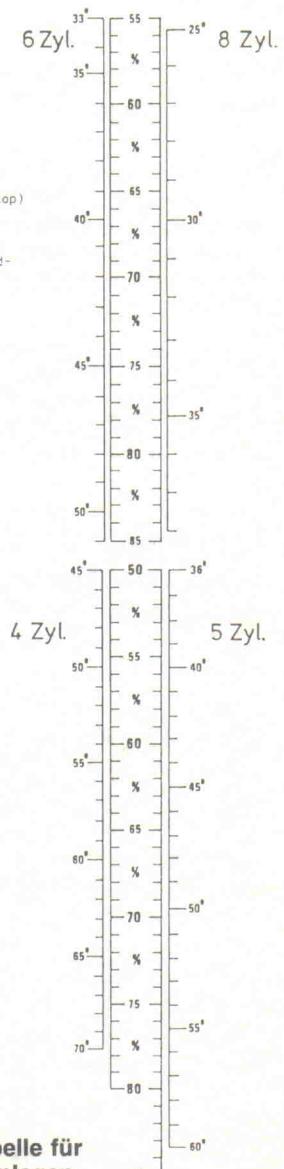
out) ist R 46 mit dem Modulanschluß 7 zu verbinden.

## Kurbelwellen-Positionsgeber

### Funktions-, Anschluß- und Meßverfahren

Bild 6 zeigt eine typische Anordnung mit dem am Motorgehäuse befestigten Induktionsgeber ( $R = 15 \Omega \dots 100 \Omega$ ;  $L = 50 \text{ mH} \dots 100 \text{ mH}$ ); Bild 7 den entsprechenden, oft mit einer Gleichstrom-Vorerregung aufgebauten Induktionsspannungsverlauf.

Die Paarungen Kerbe/Geber beziehungsweise Metallstift/Geber finden in den Nulldurchgängen der Induktionsspannungen statt. Die mit Bild 1 und



**Bild 5. Schließwinkelabelle für Einkreis-Zündanlagen.**

## Stückliste

### Vorteiler

#### Widerstände, Trimmer:

R1	390R
R2	150R
R3	680R
R4,8	270R
R5,23,29	18k
R6,10,34,40	10k
R7,13,14,35,38,42	2k7
R9	33k, 1 % Metallfilm
R11,28,37,41	4k7
R12	180R
R15,21	56k, 1 % Metallfilm
R16	330k
R17	1M
R18	68k
R19	1k
R20	150k
R22	15k
R24,27	470k
R25,26	2k2
R30	3k3
R31,39,45	470R
R32,33,46	47k
R36,43	5k6, 1 % Metallfilm

#### R44

68R

P1 1k, RM5x10

P2 10k Cer. Spindeltrimmer

P3,4 2k5 Cer. Spindeltrimmer

#### Kondensatoren:

C1 470n/63V MKS

C2 330p MK

C3,5,10,11 10 $\mu$

C4 10n MK

C6 3n3

C7 47 $\mu$ /6,3V

C8 10n/1kV

C9 100n MKC

C12 47n

C13 2n2

C<sub>AB</sub> 3n3

#### Halbleiter:

D1...9 1N 4148

D10,11 1N 4007

T1...5 BCY 58 X(IX)

T6...12 BCY 78 X(IX)

IC1,3 NE 555

IC2 CD 4066

IC4 CD 4013

IC5 4558

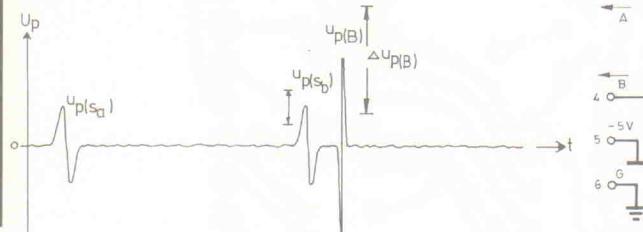
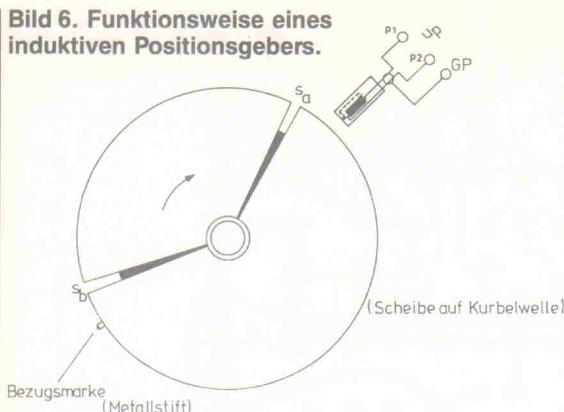
**Bild 6. Funktionsweise eines induktiven Positionsgebers.****Bild 7. Zu große Störanteile des Positionsgeber-Signals können mit Hilfe des PRZ-Moduls 'ausgebügelt' werden.**

Bild 8 gezeigten Schaltungen sprechen sowohl auf Nulldurchgänge in positiver als auch in negativer Richtung an; die Kontakte P 1 und P 2 können also mit beliebiger Polung an die Anschlüsse 'P' und 'G' geschaltet werden.

Bei den von der Kurbelwelle angetriebenen Scheiben ohne die fertigungsbedingten Einschnitte  $s_a$  und  $s_b$  an den für die Zündwinkelmessungen wichtigen Laufflächen-Abschnitten treten keine Störspannungen  $u_{p(sa)}$  beziehungsweise  $u_{p(sb)}$  auf, so daß die Laufflächenunebenheiten deutlich unterhalb eines festlegbaren Mindestpegels liegen. In diesem Fall ist die Schaltung nach Bild 8 nicht erforderlich. Die Anschlüsse 2\* und 3\* des in Bild 1 gezeigten VT-Moduls sind dann lediglich mit einem 3,3-nF-Kondensator zu verbinden.

Verschiedene Motoren weisen aber deutlich erkennbare Scheibenabschläge – wie dies durch Bild 6 in etwa verdeutlicht wird – auf. Zudem müssen als Erschwernis für die Dimensionierung einer zuverlässigen Detektion noch zusätzliche, dem Induktionsgesetz folgende Spannungstoleranzen infolge von serientypischem Einbauspielmaß und Drehzahlschwankungen berücksichtigt werden. Für ein  $u_{p(B)}$  wurde der Bereich der zugehörigen Spannungsschwankung des 'parasitären' Signals einmal in Bild 7 mit eingezzeichnet.

Daher wird mit der Zusatzschaltung nach Bild 8 zunächst aus den Höchstwerten des Bezugsmarkensignals der vorangegangenen Scheibenenumdrehungen eine in der Praxis veränderliche Triggerschwelle abgeleitet. Hierbei stellen die OPs 1.2 und 1.4 einen Fensterkomparator mit 'dynamischem' Fenster dar. Die Größe dieses Fensters wird mit OP 1.1 und 1.3 sowie R 2...5 automatisch für optimale Störunterdrückung angepaßt und in C 2, C 4 gespeichert.

So kann nur nach Eintreffen des 'aktuellen' Bezugsmarkensignals an OP 1.2, 1.4 der Kondensator C 5 über die leitende Diode D 4 oder D 5 aufgeladen werden. Über den unmittelbar nachfolgenden Nulldurchgang dieser Spannung wird durch die nun leitenden Transistoren T 1 und T 2 der Kondensator C 5 mit einem entsprechenden Spannungsabfall an R 7 entladen. Zwar leiten auch diese beiden Transistoren in den Nulldurchgängen der bezeichneten parasitären Spannungen, jedoch

**Bild 8. DPZ-PRZ. Pegelregelung für Zündwinkelabnahme zum VT-Modul.**

kann der in diesen Fällen ungeladene Kondensator C 5 keinen Spannungsabfall an R 7 hervorrufen.

Der Nulldurchgang des Bezugsmarkensignals findet jedoch nicht zeitgleich mit dem oberen Totpunkt des Kolbens im ersten Zylinder statt, sondern – zwecks Meßbereichserweiterung – erst nach seinem Überschreiten weit im Spätzündungsbereich (negative Zündwinkelangaben!), und zwar nach Festlegungen der Motorhersteller derzeit entweder bei dem Referenz-Bezugswinkel  $-20,0^\circ$  oder  $-35,0^\circ$ .

Speziell dazu erhält der für die Winkelmessungen eingesetzte A/D-Wandler noch entsprechend festgelegte Referenzspannungen über seinen Anschluß 'Pa'.

## Stückliste

### Positionsgeber-Zusatz

#### Widerstände:

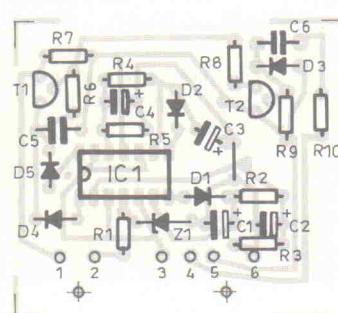
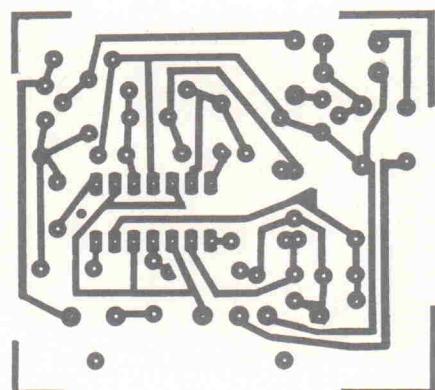
R1	100R
R2,4	18k
R3,5,9	47k
R6	100k
R7	270R
R8	2k7
R10	470R

#### Kondensatoren:

C1,3	4µF Tant.
C2,4	10µF Tant.
C5	22n MK
C6	3n3

#### Halbleiter:

D1...5	1 N 4148
Z1	ZPD 6,8
T1	BC 557 B
T2	BC 547 B
IC1	LM 324

**Bild 9. Das 'dynamische Fenster' kann auch in anderer Umgebung zum Einsatz kommen.****Bild 10. Klein & einseitig: Das Layout des PRZ-Moduls.**

## Positionsgeber einiger Kfz-Hersteller

Mercedes-Benz

BMW

VW/Audi

Renault, Citroën, Peugeot

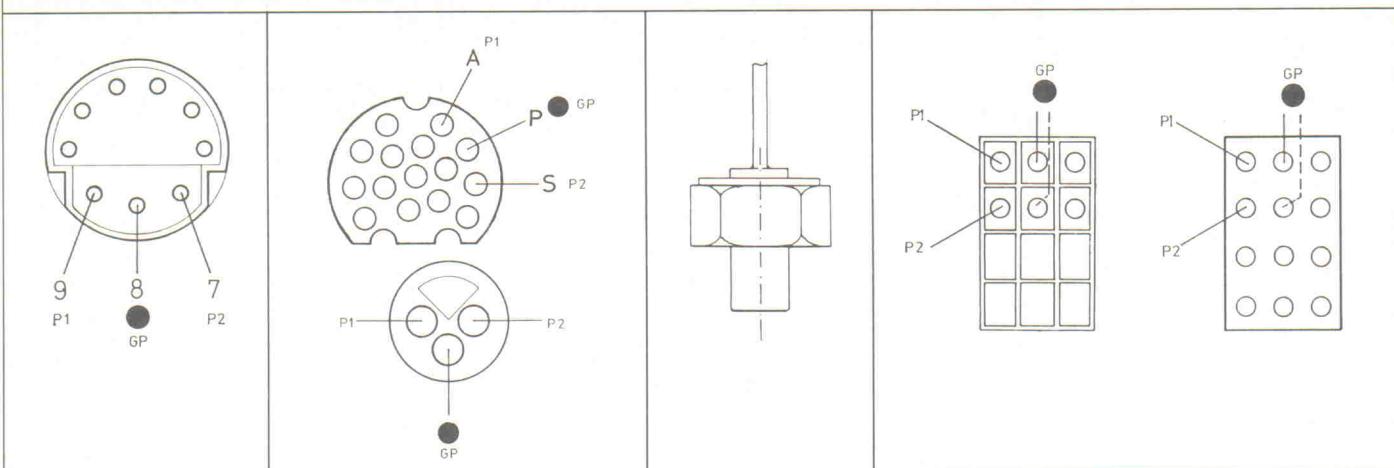


Bild 11. Für die Modelle VW/Audi kann ein Adapter auf der Basis eines zylindrischen Induktivgebers eines süddeutschen Kfz-Produzenten entsprechend der Skizze angepaßt werden.

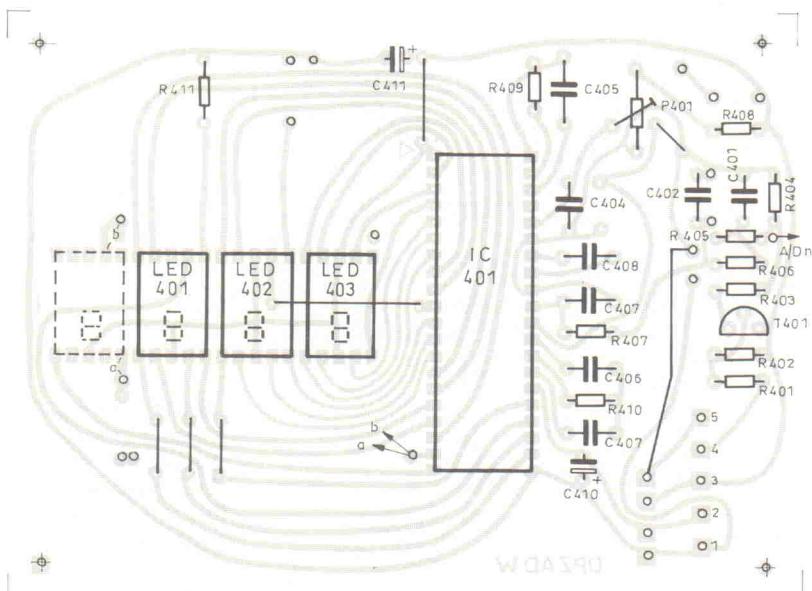
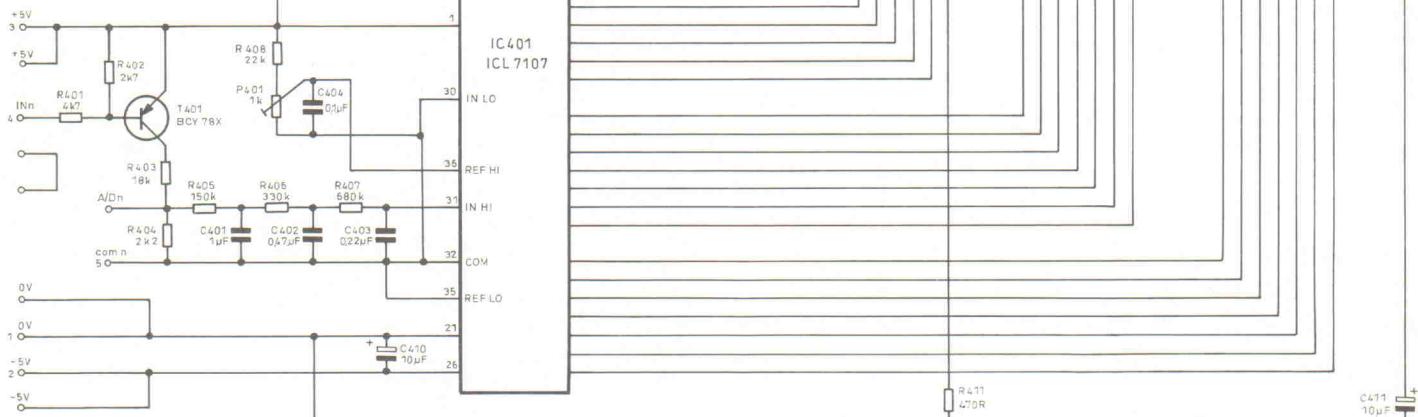


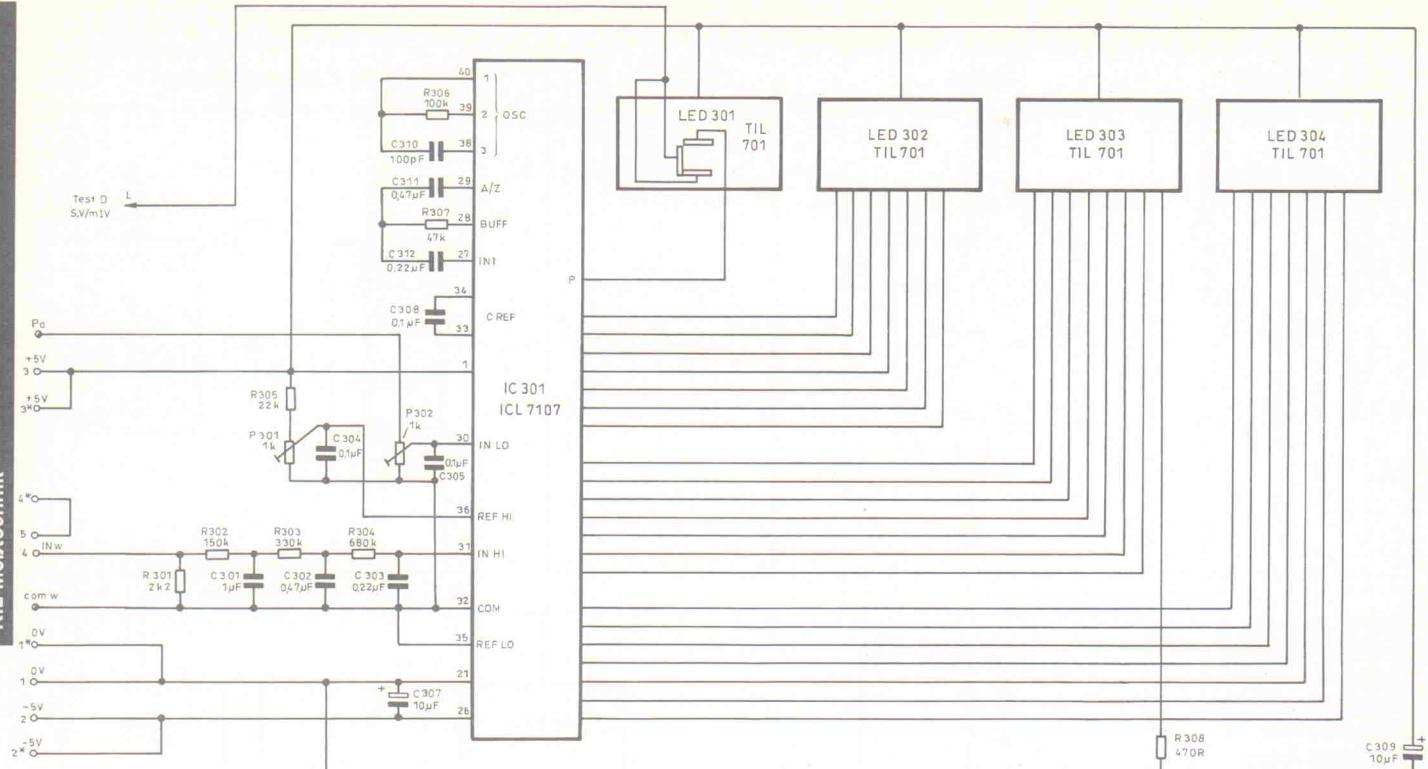
Bild 12. Ein guter Standard: Anzeigeeinheiten mit ICL 7107.

Bild 11 gibt Auskunft über die Zugänglichkeit der Positionsgeber in den Diagnosebuchsen für Motoren von einigen Herstellern.

### Die Anzeigemodule N und W

Die Darstellung der Motorbetriebsdaten wird auf drei Anzeigeeinheiten verteilt. In Bild 12 ist das Anzeigemodul 'N' für die Motordrehzahl – durch den Dezimalpunkt ergibt sich eine Anzeige in 1000 1/min bei 10 1/min Auflösung – abgebil-

Bild 13. Die Drehzahlanzeige kann mit 3 oder 3 1/2 Stellen aufgebaut werden.



det. In der in Bild 13 gezeigten Bestückung ist bereits die Möglichkeit einer Meß- beziehungsweise Anzeigebereichserweiterung von  $N_{max} = 10\,000/\text{min}$  auf  $16\,000/\text{min}$  angedeutet: Die zusammengeschalteten Segmente a und b des dann zusätzlich erforderlichen 'Halbstellendisplays' sind in diesem Fall mit Pin 19 des Wandlers/Anzeigentreibers zu verbinden. Hier fand auch eine 7-Segment-Anzeige Verwendung, da diese im Zweifelsfall leichter zu beschaffen ist.

Das Schaltbild des nur für Windangaben zuständigen A/D-Wandlers mit zugehöriger Anzeige wird mit Bild 15 gegeben.

Die PWM-Signale gelangen zunächst auf die bereits erwähnten Integratoren. Es handelt sich um die Tiefpaßketten R 302...304/C 301...303 beziehungsweise R 405...407/C 401...403. Da die verwendeten A/D-Wandler-Anzeigentreiber vom Typ ICL 7107 nicht nur langjährigen Elrad-Lesern hin-

**Bild 15. Auch im W-Modul wurde auf ein ICL 7107 verwendet.**

### Stückliste

#### Drehzahlanzeige (N-Modul)

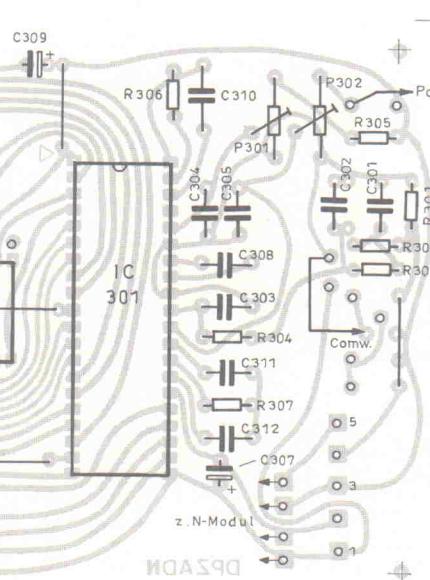
Widerstände, Trimmer:	
R401	4k7
R402	2k7
R403	18k Metallfilm
R404	2k2 Metallfilm
R405	150k
R406	330k
R407	680k
R408	22k Metallfilm
R409	100k
R410	47k
R411	470R
P401	1k Cer. Spindeltrimmer

#### Kondensatoren:

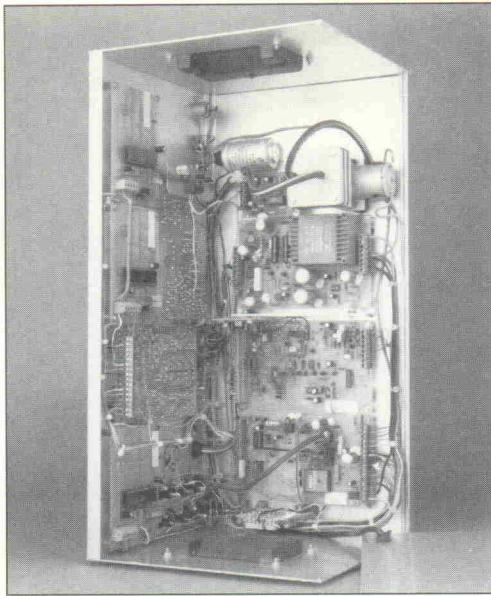
C301	1µ MKS
C302,311	470n MKS
C303,312	220n MKS
C304,305,308	100n MKS
C307,309	10µ
C310	100p (Folie)

#### Halbleiter:

LD301...304	TIL 701
IC301	ICL 7107



**Bild 16. Bei der Bestückung der 'Halbsteile' muß für die Verbindung Pin 19-LED 301 isolierter Schaltdraht benutzt werden!**



**Bild 17.** Ein Blick in das geöffnete Mustergerät. Die Displays werden von der Lötseite bestückt.

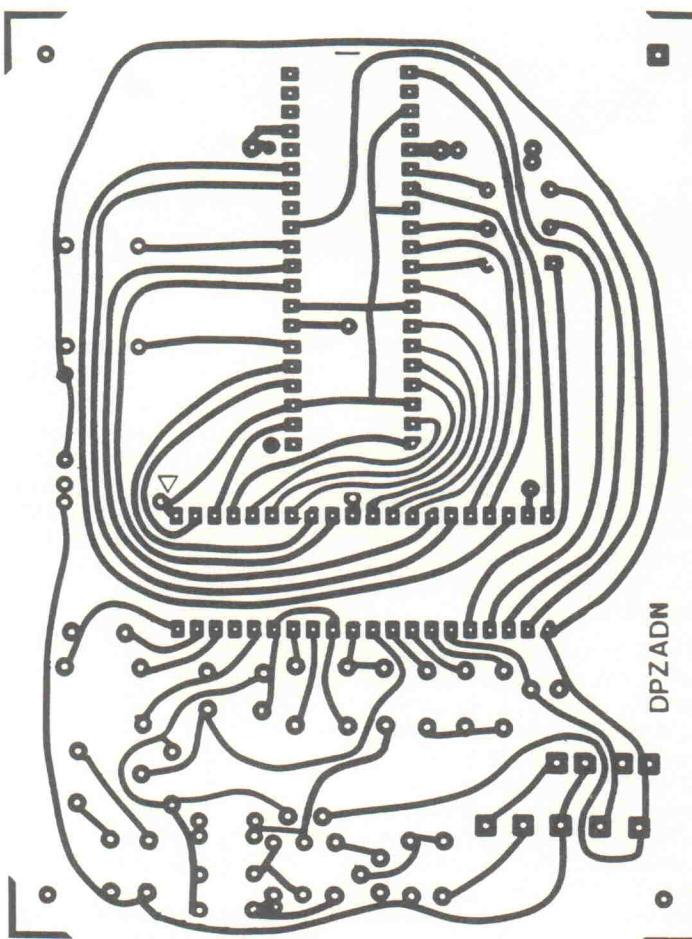
reichend bekannt sein dürften, soll auf die Funktionsweise hier nicht mehr näher eingegangen werden. Die Auflösung beträgt  $1/10^\circ$  Kurbelwelle beziehungsweise  $1/10\%$  (Schließwinkel).

Die Displays werden auf der Lötseite montiert. Beide Platten sind mit Schutzlack zu behandeln.

Die übrigen Meßbereiche, also Unterdruck, Spannung und Widerstand, werden in der näch-

sten Folge besprochen. Da sie über separate Anzeigen verfügen, ist es beispielsweise möglich, unmittelbar den Zündwinkeilverlauf in Abhängigkeit der Motordrehzahl und als Funktion des gleichzeitig abzulesenden Saugrohr-Unterdrucks darzustellen. Gegebenenfalls können die hier besprochenen Einheiten auch vom Konzept des AutoChecks getrennt werden.

Wird fortgesetzt.



**Bild 14.** Die Layouts beider Anzeigeeinheiten sind identisch.

**pop**  
Electronics GmbH

Der kompetente  
Lieferant des  
Fachhandels für  
Hobby-Elektronik

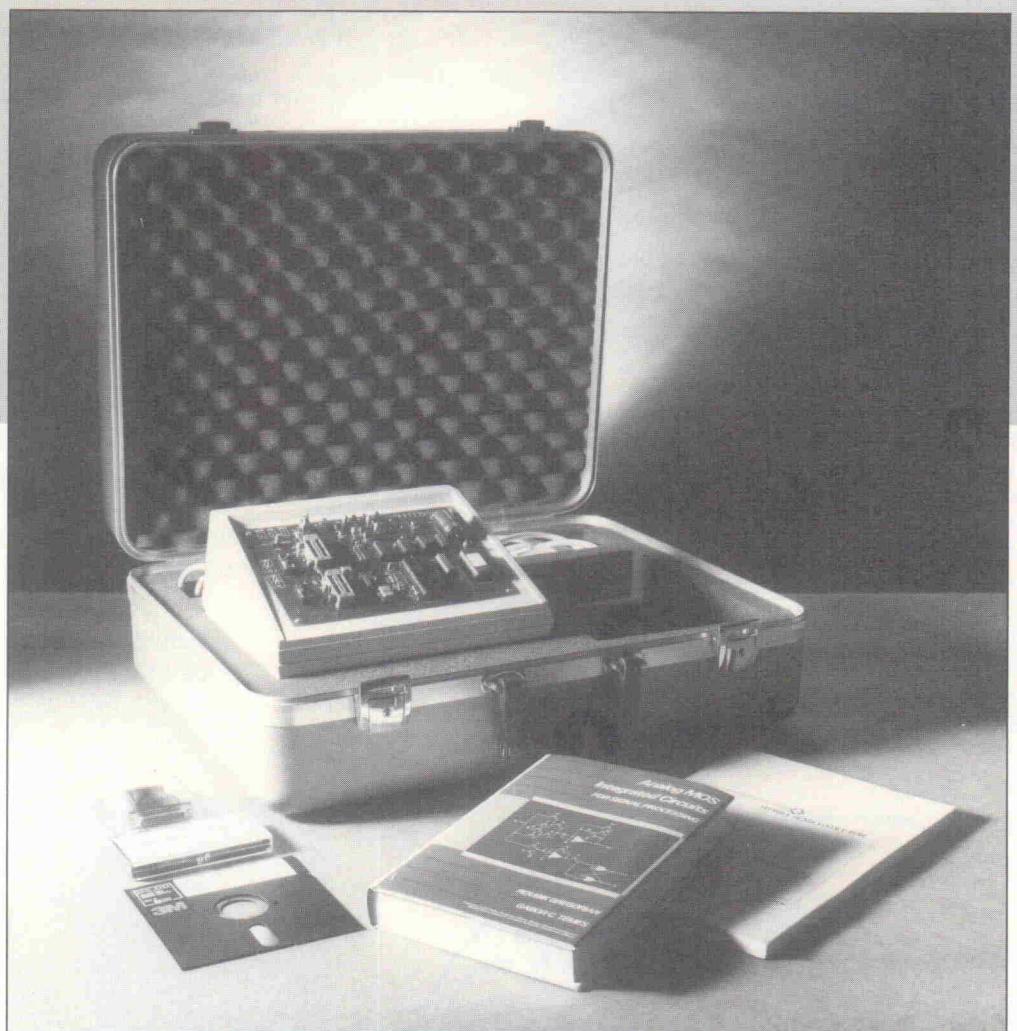
- ständig beste Preise und neue Ideen.
  - Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.
  - Laufend Programmergänzungen und aktuelle Neuheiten, wie z. B. digitaler Autotester KT-100, Infrarot-Audio-Übertrager „Gamma“, Slim-Line-Mixer MX-850 und vieles mehr.
  - Umfangreiches Bauteilesortiment, z. B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigeninstrumente, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötzgeräte, Netzteile.
  - Neu im Sortiment: Alarmanlagen im umfangreichen Sonderkatalog.

Postfach 220156 · 4000 Düsseldorf 12  
Tel.: 0211/20023-33 · Telex 8586829 pape D  
FAX: 0211/200241

# Filter-Design am PC

## Entwicklungsbox für Filter-ICs

Design Corner



**Michael Oberesch**

Die kalifornische 'Sierra Semiconductor Corporation' hat eine eigene Technologie entwickelt, nach der sich analoge, digitale und nichtflüchtige EEPROM-Strukturen auf einem Chip vereinen lassen. Ein Resultat dieser Technik sind die Schaltfilterbausteine SC22322 und SC22324, die ihren eigenen programmierbaren Koeffizientenspeicher gleich mit an Bord haben. Ein PC und ein vom Hersteller ebenfalls vertriebenes Design-Kit genügen, um den Chips eine ganz individuelle, anwendungspezifische Filterkurve einzuleben. Die Bausteine eignen sich damit besonders für den Einsatz in Eingangsstufen der DSP, für Equalizer und Laufzeit-Entzerrer, für die Sprachfilterung und viele weitere Anwendungen.

**M**it den beiden Bausteinen SC22322 und SC22324 stellt Sierra die ersten universellen Schalter-Kondensator-Filter in CMOS-Technologie vor, deren Koeffizienten in einem Chip-internen EEPROM-Speicher gespeichert werden können. Beide Bausteine sind in ihrer Technologie identisch aufgebaut und in einem 20poligen DIL-Gehäuse (Bild 1) untergebracht, unterscheiden sich aber in der Anzahl der Filtersegmente.

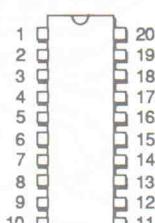
Der SC22324 (Bild 2) enthält vier Segmente zweiter Ordnung, die sich als Hochpaß, Tiefpaß, Bandpaß, Bandsperre und Allpaß bis zur achten Ordnung digital programmieren lassen, ohne daß dabei irgendwelche externen Komponenten nötig wären. Der SC22322 (Bild 3) enthält lediglich zwei

solcher Filtersegmente und ist für Anwendungen mit geringerer Flankensteilheit vorgesehen. Beide Bausteine lassen sich jedoch auch zu Filtern höherer Ordnung kaskadieren. Die mögliche Bandbreite der mit diesen ICs erzeugten Filter liegt zwischen 25 und 100 kHz und ist abhängig vom Grad der Filterfunktion.

Die Koeffizienten der vier bzw. zwei Filtersegmente können in jeweils einem Chip-internen 236-Bit-EEPROM abgelegt werden und stehen parallel in Zwischenspeichern zur Verfügung. Mit dieser Betriebsart ergibt sich ein Filter mit zwar frei gewählten, aber feststehenden Koeffizienten. Für adaptive Filteranwendungen und steuerbare Filter können die Koeffizienten jedoch auch dynamisch über

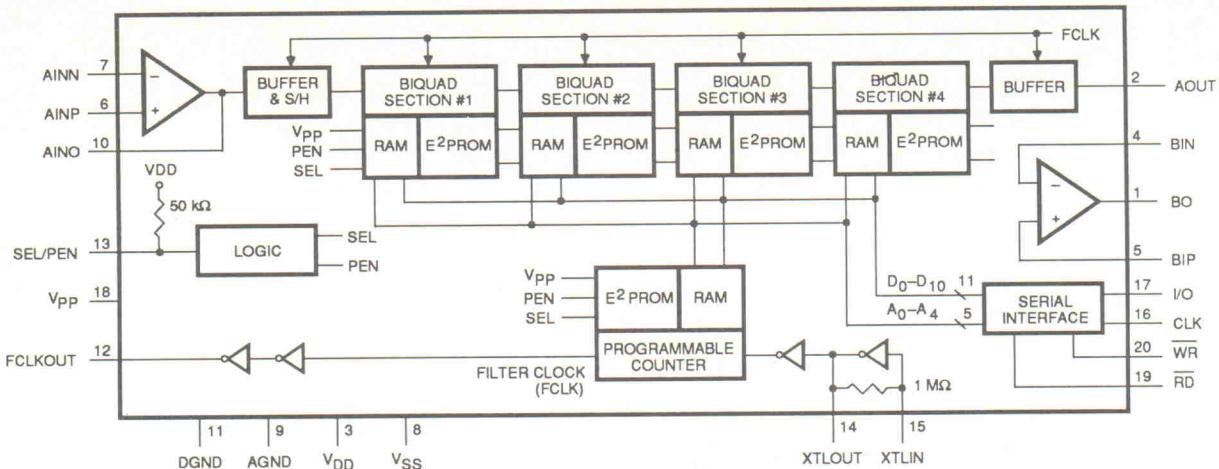
eine mikrocomputerkompatible serielle Schnittstelle zugeführt und modifiziert werden.

Neben den eigentlichen Schaltfiltersegmenten zweiter Ordnung enthalten die ICs jedoch auch noch alle weiteren Komponenten, die für einen ord-



SC22324CN  
SC22322CN

**Bild 1.** Beide Filter-IC-Typen sind in einem 20poligen DIL-Gehäuse untergebracht.



**Bild 2.** Der SC22324 enthält vier hintereinander geschaltete Filtersegmente zweiter Ordnung, mit denen sich Filterfunktionen bis zur achten Ordnung realisieren lassen.

nungsgemäßen Einsatz unerlässlich sind. Integriert ist somit der erforderliche Taktgenerator, der als externes Element lediglich einen Quarz benötigt. Sein Signal (maximal 5 MHz) wird einem programmierbaren Zähler zugeführt, dessen Teilverhältnis ebenfalls in einem eigenem EEPROM abgelegt werden kann. Das Teilverhältnis kann zwischen 2 und 510 in Schritten von 2 gewählt werden.

Ebenfalls integriert sind zwei OpAmps. Der eine bildet die Signaleingangsstufe und wird in der Regel als Antialiasingfilter beschaltet, der andere entsprechend als Smoothing-Filter am Signalausgang (Bild 4).

## Struktur der Filtersegmente

Den internen Aufbau eines einzelnen Filtersegments – in den Bildern 2 und 3 mit Biquad Section #n bezeichnet – zeigt Bild 5. Die Stufen arbeiten nach Art eines biquadratischen Filters, bei dem zwei hintereinandergeschaltete Integriertoren verschachtelt rückgekoppelt sind. Die beiden Integrations-Kondensatoren sind in diesem Falle auf dem Chip integriert.

An die Stelle der Koppel- und Rückkopplungswiderstände treten hier jedoch die programmierbaren, kapazitiven Netzwerke PCN, deren schaltungstechnische Lage mit Hilfe von elf Schaltern SW bestimmt wird. Der Zustand dieser Schalter wird vom Type Decoder kontrolliert, der von den Signalen T0...T3 angesteuert wird. Somit sind 16 Einstellungen möglich, die den Filtertyp nach Tabelle 1 festlegen. Die zugehörigen Übertragungsfunktionen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die fünf programmierbaren Netzwerke PCN, die die Filterparameter Frequenz und Güte bestimmen, benötigen zu ihrer Einstellung jeweils ein 11-Bit-Wort, so daß – zusammen mit den 4 Bit für die Typ-Einstellung – pro Filtersegment 59 Bit nötig sind, die entweder in den entsprechenden Auffangregistern oder EEPROMs bereitgehalten werden. Demultiplexer sorgen dafür, daß diese Bits parallel vorliegen (Bild 6).

## Filterentwicklung

Bei der Entwicklung einer gewünschten Filterfunktion müssen die Daten für den Filtertyp

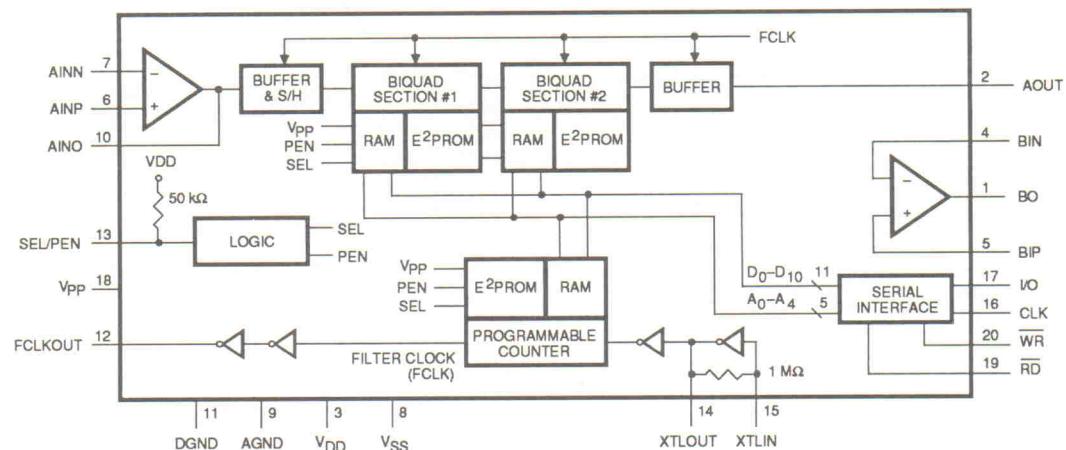
und seine Koeffizienten dem Baustein zunächst übertragen werden. Dies geschieht über eine integrierte serielle Schnittstelle in Worten zu jeweils 16 Bit, wobei 5 Bit die Adresse des gewählten Registers darstellen (Tabelle 3), 11 Bit das entsprechende Datenwort. Die Eingabe der Daten erfolgt am Pin I/O mit jeder positiven Flanke von CLK, während WR auf Low liegt.

Eine Sonderstellung kommt der Adresse A4=A3=A2=A1=A0=0 zu. Hierbei wird mit den Datenbits D2...D9 der programmierbare Teiler für den Systemtakt eingestellt (Tabelle 4) während

die Bits D0 und D1 festlegen, nach welchem Filtersegment BQ1...BQ4 der Abgriff des Ausgangssignals erfolgt (Tabelle 5). Diese Einstellung bestimmt somit die Ordnungszahl des Filters. Das Datenbit D10 hat unter dieser Adresse keine Bedeutung.

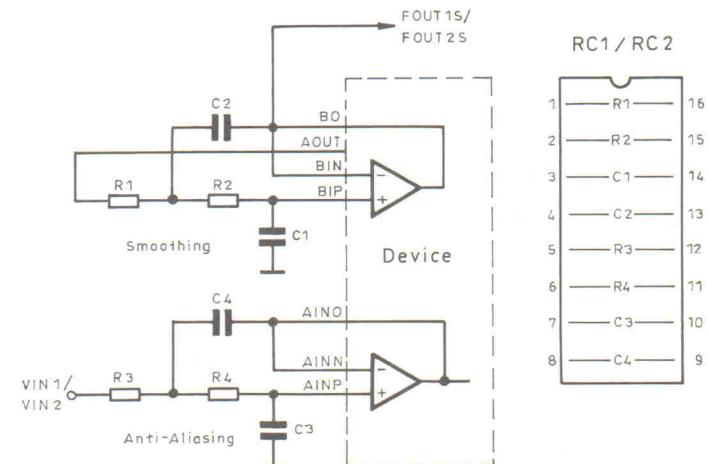
## Design Software

Die Vielzahl der möglichen Filterfunktionen und Einstellungen macht es unumgänglich, daß die Programmierung der ICs mit Hilfe eines Rechners geschieht. Sierra bietet zu diesem Zweck eine spezielle Software an, die die Entwicklung



**Bild 3.** Der SC22322 ist identisch aufgebaut, enthält aber nur zwei Filtersegmente.

**Bild 4.** Die beiden im IC integrierten OpAmps werden in der Regel als Antialiasing- und Smooth-Filter beschaltet.



Design Corner

T3	T2	T1	T0	Filter-Typ	Name
0	0	0	0	Bandsperrre I	N1
0	0	0	1	Hochpaß Typ I	HP1
0	0	1	0	Bandpaß Typ I	BP1
0	0	1	1	Tiefpaß Typ I nicht invertierend	LP1N
0	1	0	0	Tiefpaß Typ I invertierend	LP1I
0	1	0	1	Bandpaß Typ II nicht invertierend	BP2N
0	1	1	0	Bandpaß Typ II invertierend	BP2I
0	1	1	1	Bandsperre II	N2
1	0	0	0	Hochpaß Typ II	HP2
1	0	0	1	Bandpaß Typ III	BP3
1	0	1	0	Tiefpaß Typ II nicht invertierend	LP2N
1	0	1	1	Tiefpaß Typ II invertierend	LP2I
1	1	0	0	Bandpaß Typ IV nicht invertierend	BP4N
1	1	0	1	Bandpaß Typ IV invertierend	BP4I
1	1	1	0	Bandpaß Typ V	BP5
1	1	1	1	Allpaß	AP

Filter-Typ	Übertragungsfunktion
N1	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = -\alpha_4 \left[ 1 + \left( \frac{\alpha_2 \alpha_3}{\alpha_4} - 2 \right) z^{-1} + z^{-2} \right] / D_1(z)$
HP1	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = -[\alpha_3 (1 - z^{-1})^2] / D_1(z)$
BP1	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = [-\alpha_2 \alpha_3 z^{-1} (1 - z^{-1})] / D_1(z)$
LP1N	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = \alpha_2 \alpha_3 z^{-2} / D_1(z)$
LP1I	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = -\alpha_2 \alpha_3 z^{-1} / D_1(z)$
BP2N	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \alpha_3 z^{-1} (1 - z^{-1}) / D_1(z)$
BP2I	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = -\alpha_3 (1 - z^{-1}) / D_1(z)$
N2	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = \left( \frac{-\alpha_3}{1 + \alpha_1} \right) \left[ 1 + \left( \frac{\alpha_1 \alpha_4}{\alpha_3} - 2 \right) z^{-1} + z^{-2} \right] / D_2(z)$
HP2	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \left( \frac{-\alpha_3}{1 + \alpha_1} \right) (1 - z^{-1})^2 / D_2(z)$
BP3	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = \left( \frac{-\alpha_2 \alpha_3}{1 + \alpha_1} \right) z^{-1} (1 - z^{-1}) / D_2(z)$
LP2N	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = \frac{\alpha_2 \alpha_3}{1 + \alpha_1} z^{-2} / D_2(z)$
LP2I	$H(z) = \frac{V_2}{V_{in}} = -\frac{\alpha_2 \alpha_3}{1 + \alpha_1} z^{-2} / D_2(z)$
BP4N	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \frac{\alpha_3}{1 + \alpha_1} z^{-1} (1 - z^{-1}) / D_2(z)$
BP4I	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \frac{-\alpha_3}{1 + \alpha_1} (1 - z^{-1}) / D_2(z)$
BP5	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \frac{-\alpha_3}{1 + \alpha_1} (1 - z^{-1}) (1 + z^{-1}) / D_2(z)$
AP	$H(z) = \frac{V_1}{V_{in}} = \frac{-1}{1 + \alpha_1} [1 + (\alpha_1 \alpha_4 - \alpha_1 - 2) z^{-1} + (1 + \alpha_1) z^{-2}] / D_2(z)$
D <sub>1</sub> (z)	$= 1 + (\alpha_1 \alpha_2 + \alpha_1 \alpha_2 - 2) z^{-1} + (1 - \alpha_1 \alpha_2) z^{-2}$
D <sub>2</sub> (z)	$= 1 + \left( \frac{\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_1 - 2}{1 + \alpha_1} \right) z^{-1} + \left( \frac{1}{1 + \alpha_1} \right) z^{-2}$

**Tabelle 1.** Die Daten T0...T3 bestimmen den Typ des Filters. 16 Varianten sind einstellbar.

ordnung sowie die Koeffizienten für die Übertragungsfunktion.

2.) Aus den vom Programm FS ermittelten Werten bestimmt im zweiten Schritt das Programm BQ den benötigten Filtertyp, und es errechnet die Kapazitätswerte für jedes erforderliche Filtersegment zweiter Ordnung. Der mit den selektierten Werten zu erwartende Filterverlauf kann anschließend auf dem Bildschirm oder mit einem Plotter dargestellt werden.

3.) Den letzten Schritt liefert das Programm LD, das dazu

**Tabelle 2.** Übertragungsfunktionen der Filtertypen nach Tabelle 1.

A2	A1	A0	Daten
0	0	1	$\alpha$
0	1	0	$\alpha$
0	1	1	$\alpha$
1	0	0	$\alpha$
1	0	1	$\alpha$
1	1	0	T (Filtertyp)

dient, die Filterbausteine direkt von der seriellen Schnittstelle des Rechners anzusteuern.

**Design Hardware**

Eine besonders komfortable Art der Filterprogrammierung bie-

A4	A3	Segment
0	0	1
0	1	2*
1	0	3*
1	1	4

\* keine Bedeutung für SC22322

PCN = PROGRAMMABLE CAPACITOR NETWORK

**Tabelle 3.** Die Adressen A0, A1 und A3 bestimmen Typ und Netzwerk eines Filtersegments, die Adressen A3 und A4 legen fest, welches Segment gerade angesprochen wird.

**Bild 5.** Jedes Filtersegment ist identisch aufgebaut: Die Schalter SW bestimmen die Funktion des Filters, die Netzwerke PCN legen die Koeffizienten fest.

44

ELRAD 1990, Heft 5

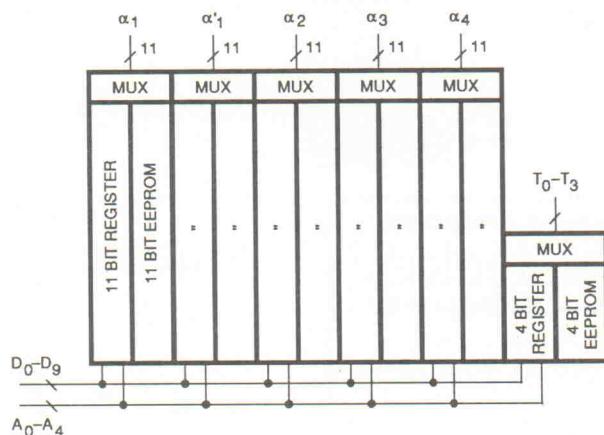
D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	Teilverhältnis
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	510
0	0	0	0	0	0	1	0	508
0	0	0	0	0	0	1	1	506
:	:	:	:	:	:	:	:	:
1	1	1	1	1	1	1	0	4
1	1	1	1	1	1	1	1	2

**Tabelle 4.** Der integrierte programmierbare Teiler für die Taktfrequenz wird durch die Datenbits D2...D9 eingestellt. Teilverhältnisse von 2 bis 510 sind in 2er-Schritten möglich.

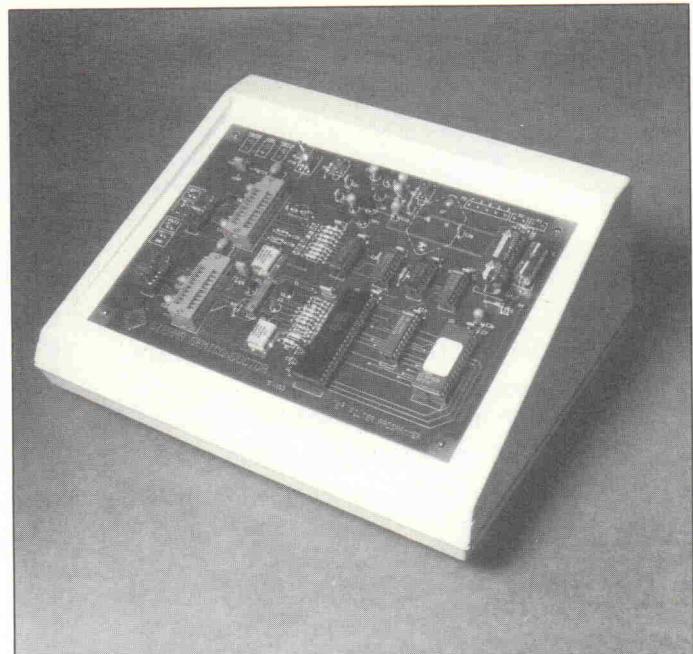
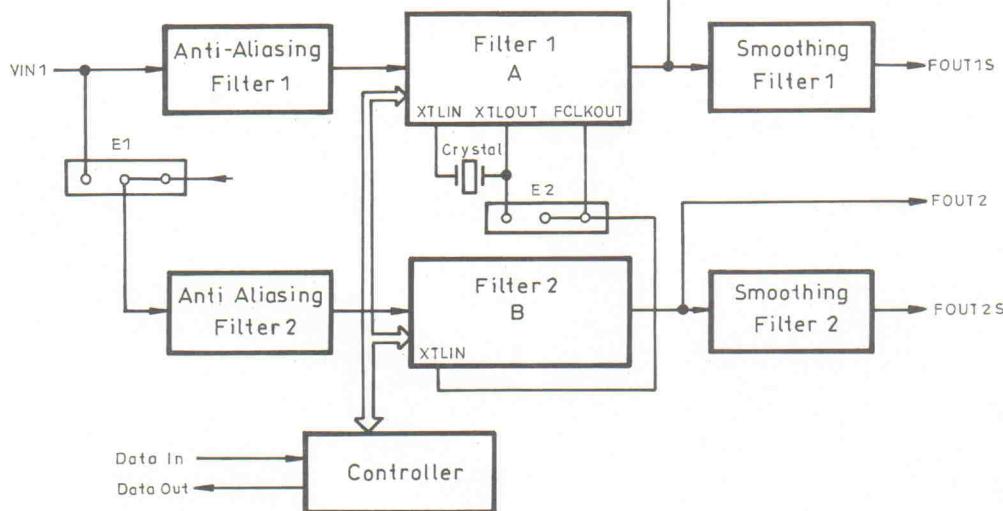
tet neben den Design-Programmen ein spezielles Entwicklungs-Kit, das Sierra in Form eines kompletten Koffers anbietet. Das Paket umfaßt außer der erwähnten Software mit zugehörigem Handbuch zwei Bausteine SC22324, das Standardwerk von Roubik Gregorian 'Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing'

sowie ein Modul zum Programmieren der EEPROMs (Bild 7).

Das Entwicklungspaket ist auf allen Industriestandard-PCs mit CGA- oder Hercules-Grafikkarte lauffähig und gestattet das Design von Amplitudens- und Gruppenlaufzeitcharakteristiken für Tief-, Hoch- und Band-



**Bild 6.** Die Daten für Funktion und Koeffizienten des Filters werden in einem Register oder in einem EEPROM abgelegt. Demultiplexer sorgen dafür, daß sie an den Filterstufen parallel bereitstehen.



pässe, Bandsperren und Allpässe beliebiger Ordnung. Der Entwicklungsingenieur kann mit seiner Hilfe selbst komplexe Filter schnell und einfach entwerfen, implementieren und am Bildschirm testen und beurteilen.

Die Programmierung der Bausteine erfolgt nach der Errechnung aller Daten einfach durch Übertragung der Filterkoeffizienten in das Programmiermodul SC22300 für die EE-Filter, das über eine serielle Schnittstelle gekoppelt ist. Das Modul kann zwei Filter-ICs aufnehmen und enthält auch entsprechende Steckplätze für die RC-Beschaltung der integrierten OpAmps als Antialiasing- bzw. Smoothing-Filter. Auch der Quarz für den Taktgenerator ist bereits vorgesehen. Prüfpunkte auf der Platine gestatten darüber hinaus einen Funktions-

und Parametertest mittels Spektrum-Analysatoren, Oszilloskop und anderer Meßgeräte.

**Die Entwicklungs-Hardware ist in einem stabilen Pultgehäuse untergebracht. Die Anschlüsse befinden sich auf der Rückseite.**

Das komplette Design-Kit ist für 4490 DM bei der Vertriebsfirma Beka Electronik, 2000 Wedel, erhältlich. Die Filter-ICs SC22324 sind in 100er Stückzahlen für 119,85 DM lieferbar.

D1	D0	Segment
0	0	1
0	1	2*
1	0	3*
1	1	4

\* keine Bedeutung für SC22322

**Tabelle 5.** Bei der Adresse 0 bestimmen die Datenbits D0 und D1 die Ordnung des Filters: Der Ausgang wird an das entsprechende Filtersegment geschaltet.

**Bild 7.** Das Programmiermodul kann zwei Filter-ICs aufnehmen, die wahlweise parallel oder kaskadiert betrieben werden können. Der Datentransfer wird über einen eigenen Controller abgewickelt.

**WER COMPUTER BETREIBT,  
MUSS NICHTS VON SEINER  
Unternehmer, unternimm etwas!  
STROMVERSORGUNG**

**VERSTEHEN!**

Dafür gibt es die Spezialisten bei BSE,  
die etwas vom Strom und vom Computer verstehen!

**Netzstörungen, Stromausfall -  
Verluste durch Hardware-Schäden ? NEIN!**

Rufen Sie uns heute noch an, oder schreiben Sie uns.

**BSE/USV-Technik**

**Telefon 09190/1717**

Telex 09190/260

Am Kübelohberg 10  
D-8551 HEROLDSBACH

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen  
- für die EDV  
- für die Automatisierungstechnik

Beratung, Planung und Vertrieb.  
Verleih von Netzanalyse-Geräte,  
Notstrom- und Netzersatzanlagen,  
Überspannungsschutz.

# SMD

**Bauteile, Bausätze und Zubehör**

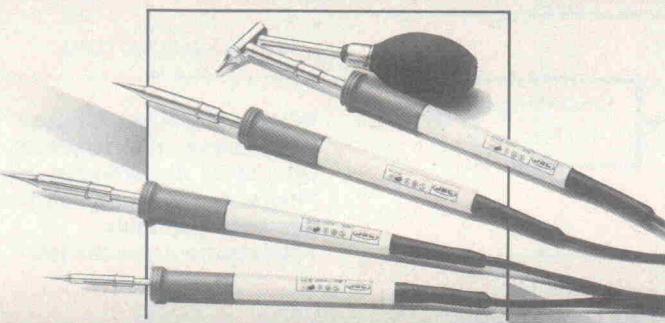
Alle Bauteile 1. Wahl (Markenartikel)

**Zu Vorzugspreisen:**

Mikroprozessoren • RAM • EPROM • IC • IC-Einzelgatter •  
Diskrete Halbleiter • WDST • Kondensatoren • etc.  
Bitte fordern Sie unverbindlich unseren Katalog an:

**Volker Altgelt Elektronik**  
**An der Kapelle 10**  
**5413 Bendorf**

**LÖTKOLBEN**



Problemloses Löten mit JBC.  
Ihr Händler berät Sie gerne.



Löt- und Entlöt-Technik

**JBC Werkzeuge für Elektronik GmbH**

Merianstr. 23 · D-6050 OFFENBACH · Telefon 069/842063 · Fax 069/842070

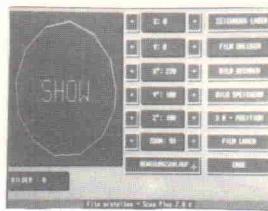
**Lasershow-Animation**

Dirk R. Baur Th.-Heuss-Str. 22 0 74 73/  
Laser & Elektronik 7406 Mössingen 4 71 42

Scanning-System  
dazu:

STAR II inkl. High-  
Speed Galvano-  
meter, komplette  
Elektronik im 19"-  
Gehäuse

**4600,-**



Scan 2.0 plus:

- Objekte frei erstellbar
- Animation in allen Achsen 3D
- Freihandeditor
- Schneidetisch
- Filme mischbar

nur **445,-**

- HeNe-Laser bis 100 mW ● Argon-Laser bis 10 W ● Krypton-Laser bis 5 W ●
- Scanning-Systeme ● Galvanometer ● Scanner ● Optische Bänke ● Spiegel ●
- Software für IBM / Amiga / Atari ● Lasershow-Vermietung ●
- Netzteil ● Low-Cost Show-Systeme ● Effekte ● Grün-Laser ●

**Harbeth  
Monitor 1**

Bausatz Monitor 1 HR: Polypropylen-Tiefmitteldöner LF8 MK III,  
Audax Gewebekalotte  
Hö: 12x9 MR, Original-Fertigfre-  
quenzwelche, Bauanleitung, Zu-  
behör

**DM 348,-**

Bausatz Monitor 1 SC: dto., je-  
doch mit Dynaudio Softgewebe-  
bekalotte D 28 SQ ohne Ferro-  
fluid

**DM 448,-**

Gehäuse, MDF roh DM 259,-

dto., hoch-  
glanzlackiert

**DM 419,-**



**hifisound** Jüdefelderstr. 52  
4400 Münster  
Tel. 0251-47828

Lautsprechervertrieb

**TELECOMSYSTEME**



Haustelefonzentralen,  
Nebenstellenanlagen  
(nur für Export),  
Türsprechanlagen,  
Telefone und Zubehör.  
- Katalog anfordern!

**KEIL  
ELEKTRONIK**

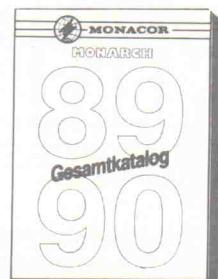
8011 Grasbrunn  
Bretonischer Ring 15  
Tel.: (0 89) 46 50 57  
Fax: (0 89) 46 81 62

**Kostenlos** Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

**Elektronik—  
Spezial-KATALOG**  
mit 260 Seiten.

**SALHÖFER-Elektronik**  
Jean - Paul - Str. 19  
8650 Kulmbach  
C 0440



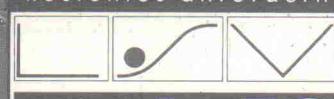
Electronic von A-Z  
Katalog anfordern (Schutzgebühr 10,- DM)  
**ELECTRONIC-ANDERSCH**  
Auf der Höhe 4, 2334 Fleckeby

**Da fliegen dir  
die Ohren  
weg!**



**Boxen  
selbstbauen**

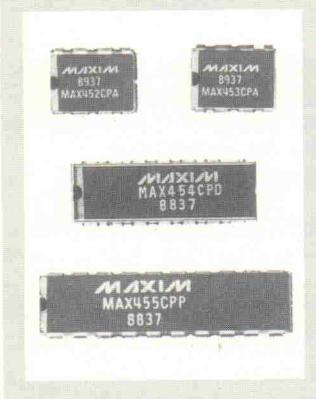
120-Seiten-Katalog  
kostenlos anfordern



Pl. 76 08 02 / M. 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

# Chips für Video

## Spezial-ICs schalten und verstärken Videosignale



**Michael Oberesch**

Auch wenn die obere Grenzfrequenz allemal ausreicht: Nicht jeder Hf-Chip eignet sich für Videoschaltungen. Typisch für den Videobereich – und damit auch für maßgeschneiderte ICs – ist nämlich neben ausreichender Bandbreite und geringem Rauschen die konsequente Einhaltung der 75-Ohm-Technik. Spezielle Video-ICs wie die hier vorgestellte Serie weisen diese charakteristischen Eingangs- und Ausgangsimpedanzen auf.

Die IC-Reihe MAX 452/3/4/5 stammt vom US-Hersteller Maxim und wird hierzulande von der Bückeburger Spezial-Electronic KG vertrieben. MAX 452, das einfachste Mitglied dieser Reihe, ist ein Video-OpAmp im 8poligen DIL-Gehäuse. Seine Schaltung findet sich in den drei weiteren ICs der Gruppe wieder. Im MAX 453 steckt zusätzlich zu diesem OpAmp noch ein Zweifach-Multiplexer, der MAX 454 enthält einen Vier-

fach-Multiplexer, MAX 455 einen Achtfach-Multiplexer.

Bild 1 zeigt die Pinbelegung dieser Reihe: An V+ und V- liegt die symmetrische Versorgungsspannung von  $\pm 5$  V, GND bezeichnet den Masseanschluß, -IN den invertierenden und +IN den nichtinvertierenden Eingang des OpAmps. Der Eingang +IN ist jedoch nur beim MAX 452 zugänglich, denn bei den anderen drei ICs ist er intern mit dem Ausgang des je-

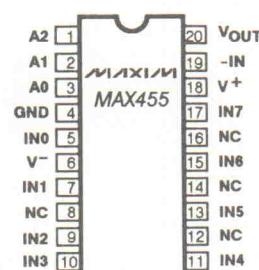
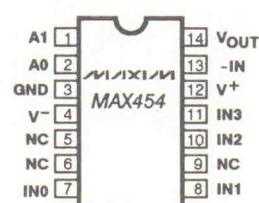


Bild 1. Die Pinbelegung der Video-IC-Reihe.

weiligen Multiplexers verbunden. Die Analog-Eingänge der Multiplexer sind durch die Symbole IN0, IN1 usw. gekennzeichnet, A0, A1 usw. bezeichnen die Auswahl eingänge.

### Verstärker

Den Verstärkerteil jedes ICs bildet ein Breitband-OpAmp, der speziell für den Abschluß mit niedrigen Impedanzen ausgelegt ist. Die Verstärkung kann zwischen 1 (0 dB) und 10 (20 dB) frei gewählt werden. Abhängig von der Verstärkungseinstellung sind jedoch sowohl die Bandbreite als auch die Ausgangsimpedanz. Tabelle 1 erläutert diese Zusammenhänge, Bild 2 zeigt die zugehörige Schaltung. Die in der Tabelle angegebenen Bandbreiten gelten für die ICs mit Multiplexer; für den reinen OpAmp MAX 452 liegen die entsprechenden Werte um etwa 20 % höher.

Aus der Tabelle wird deutlich, daß die optimale Abschlußimpedanz  $75 \Omega \times$  Verstärkungsfaktor beträgt. Wird diese Impedanz höher gewählt, so zeigt der Frequenzverlauf der Schaltung eine Überhöhung nahe der -3-dB-Grenze. Ist die Aus-

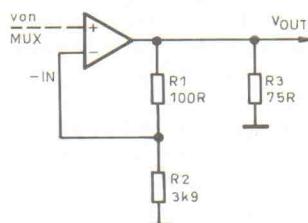


Bild 2. Die Widerstände R1 und R2 bestimmen die Verstärkung. Mit den eingezeichneten Werten ergibt sich eine Verstärkung von 1.

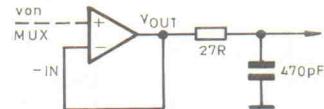


Bild 3. Bei stark kapazitiven Lasten ist der IC-Ausgang durch einen Widerstand zu entkoppeln.

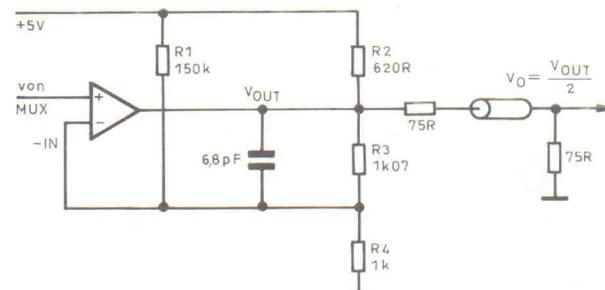


Bild 4. Bei der Verarbeitung von unipolaren, unsymmetrischen Videosignalen können Phasenverzerrungen durch die Einführung einer Vorspannung reduziert werden.

Verstärkung	Grenzfrequenz [MHz]	R1 [Ω]	R2 [Ω]	Last [Ω]
1	50	100R	3k9	75
2	40	1k	1k	150
5	30	1k	4k	390
10	18	1k	9k	750

Tabelle 1. Grenzfrequenz und Abschlußimpedanz sind abhängig von der gewählten Verstärkung.

gangsbelastung stark kapazitiv ( $> 100 \text{ pF}$ , wie z. B. der Eingang eines Flash-Konverters), so muß eine Entkopplung durch einen Serienwiderstand erfolgen (Bild 3), da sonst Signal-Peaks im hohen Frequenzbereich auftreten. Der Widerstandswert sollte so gewählt werden, daß das RC-Produkt mindestens 10 ns beträgt.

# BOARD MAKER LAYOUT

Nie wieder kleben  
BOARDMAKER erleben.

- Einfaches Editieren durch WYSIWYG-Display, Rubberbanding
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Moderne Pop-Up-Menüs mit Look-Up-Table
- Maus- und/oder Tastaturrebedienung
- CGA, EGA und VGA-Unterstützung, Hercules-Treiber mit Grauwerten
- Sicherer Design-Rule-Check
- Genügend Kapazität für komplexe Boards: 35.000 Datenelemente, bis 2.000 Teile pro Board
- Umfangreiche Symbolbibliothek
- Grafischer Symbol- und Macro-Editor
- 128 versch. Track- und Pad-Größen
- Multilayer- und SMD-Support
- Automatischer Sicherheits-Backup
- Leiterbahnen können Kreissegmente enthalten (HF-Technik)
- Drucken mit Matrix oder Laser-Drucker
- HP-GL, DM-PL Schnittstelle
- CAM: GERBER-Photoplot, EXCELLON-Bohrdaten

## Schaltplan- & Entwurf

- Perfekte Dokumentation Ihrer Layouts
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Symbolbibliothek leicht erweiterbar durch grafischen Editor

KOMPLETPREIS:

**DM 910,-**

(798,25 + 14 % MwSt)

HARDWARE-VORAUSSETZUNGEN:  
PC/XT oder AT mit Doppel-Floppy oder Hard-Disk, MSDOS 2.0 oder höher, 512 kBytes RAM

LAUFGÄHIGE DEMO MIT AUSFÜHLICHEM BEGLEITHETT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

CALL: 0721/  
377044

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Rüppurrer Straße 33  
7500 Karlsruhe 1  
Tel.: 07 21/37 70 44  
Fax: 07 21/37 72 41

## Schaltungstechnik

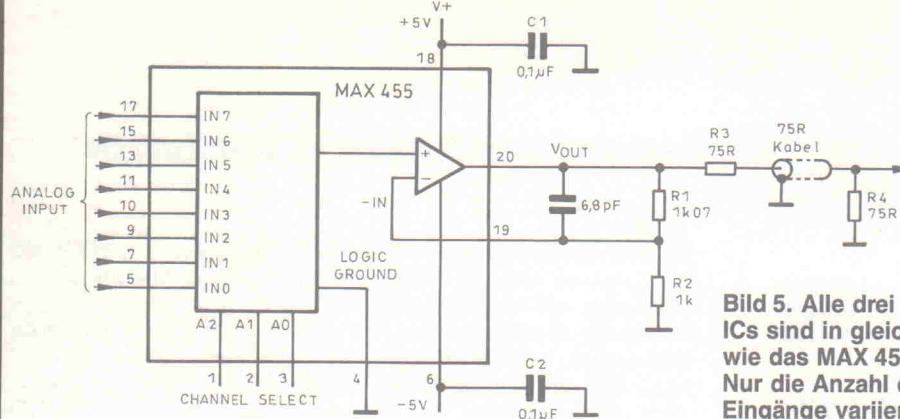


Bild 5. Alle drei Multiplexer-ICs sind in gleicher Weise wie das MAX 455 aufgebaut. Nur die Anzahl der Eingänge variiert.

Eine weitere Ausgangsbeschaltung zeigt Bild 4. Diese Variante eignet sich besonders für die Verarbeitung von unsymmetrischen Videosignalen mit einseitiger Polarität zum Beispiel im Bereich zwischen 0 und 1 V. Die Schaltung zeigt einen Verstärker mit dem Verstärkungsfaktor 2, dessen Ausgangsspannung somit zwischen 0 und 2 V liegt. Phasenverzerrungen werden hierbei deutlich reduziert (weniger als 1° bei 4 MHz), indem der Ausgang über R2 eine Vorspannung erhält, die ihn auf der Mittenspannung 1 V hält.

## Multiplexer

Bild 5 zeigt die Innenschaltung des Achtfach-Multiplexers MAX 455. Die ICs MAX 454 und MAX 453 sind in gleicher

Weise aufgebaut, nur mit entsprechend geringerer Anzahl an Eingangsleitungen. Die Auswahl der Eingänge erfolgt durch die Eingänge A0, A1 und A2 nach Tabelle 2. Werden die Select-Eingänge offen gelassen, so übernehmen interne Pull-up- und Pull-down-Widerstände die Auswahl eines bevorzugten Kanals (\*). Die Ansteuerung der Select-Eingänge kann mit TTL- oder CMOS-Pegeln in bezug auf den Masse-Pin GND erfolgen. Die Masse für den Analogteil der Schaltung sollte von der Logik-Masse sauber getrennt sein, um störende Überlagerungen zu vermeiden.

Die Schaltglieder in den Multiplexern arbeiten nach dem Prinzip 'break-before-make'. Bevor also ein Kanal durchgesteuert wird, ist sichergestellt, daß ein vorher angewählter bereits wieder geöffnet ist. Der zeitliche

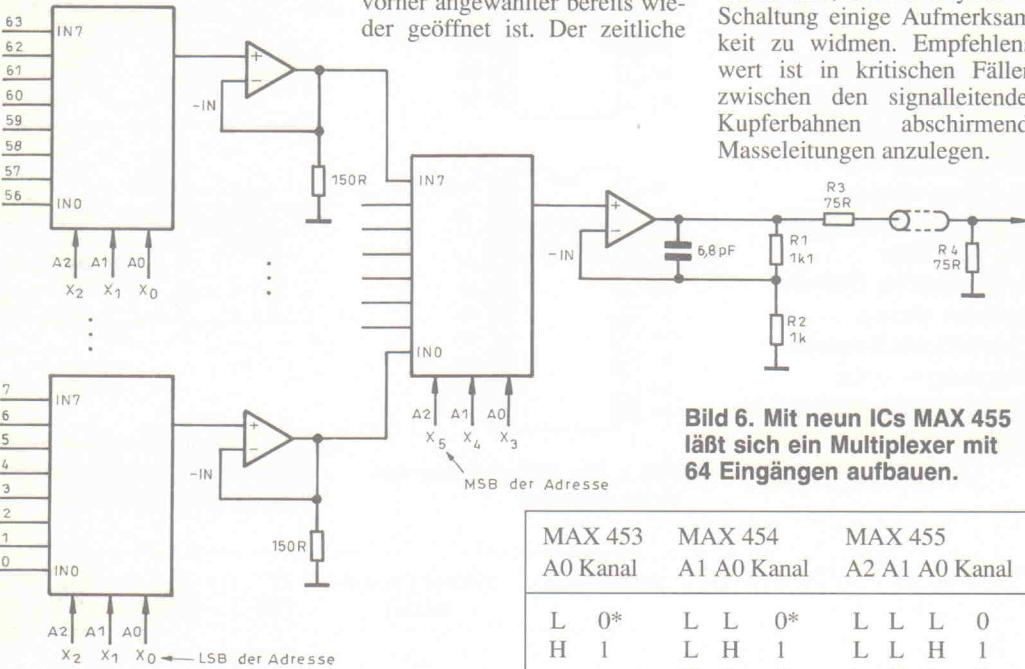


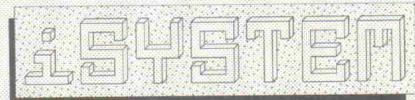
Bild 6. Mit neun ICs MAX 455 läßt sich ein Multiplexer mit 64 Eingängen aufbauen.

MAX 453	MAX 454	MAX 455
A0 Kanal	A1 A0 Kanal	A2 A1 A0 Kanal
L 0*	L L 0*	L L L 0
H 1	L H 1	L L H 1
	H L 2	L H L 2
	H H 3	L H H 3
		H L L 4*
		H L H 5
		H H L 6
		H H H 7

Tabelle 2. Die Kanalselektion erfolgt an den Eingängen A0...A2. Bleiben diese Eingänge offen, so werden die mit \* gekennzeichneten Kanäle durchgeschaltet.

# Den Überblick behalten

mit HLL-Entwicklungssystemen von

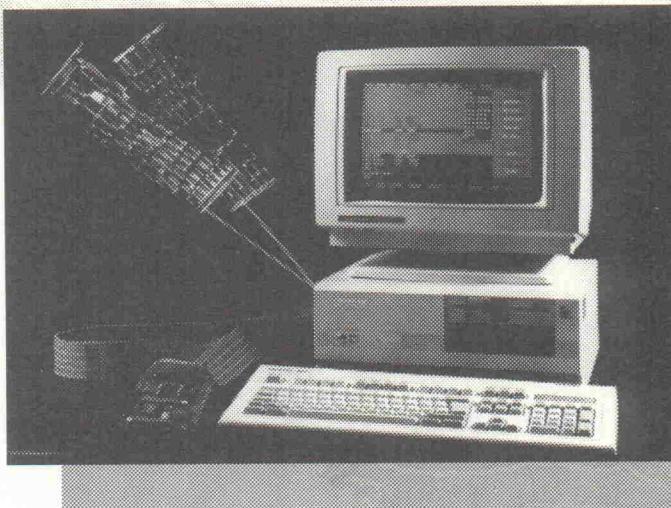


Gesamtkatalog und DEMO-Diskette noch heute kostenlos anfordern!

## Der Kontroller-Spezialist

- \* **8051**  
80(C)31-51(FA), 152/4, 321, 652,...  
80(C)535, 80C537, 80C517,...  
80C451/2, -552, -652, -751, ...ADRIA  
intern und extern bis 20MHz
- \* C51- A51Compiler/Assembler  
RTX-51 Echtzeitkern
- \* **68HC11**  
Intern und extern bis 3.3MHz

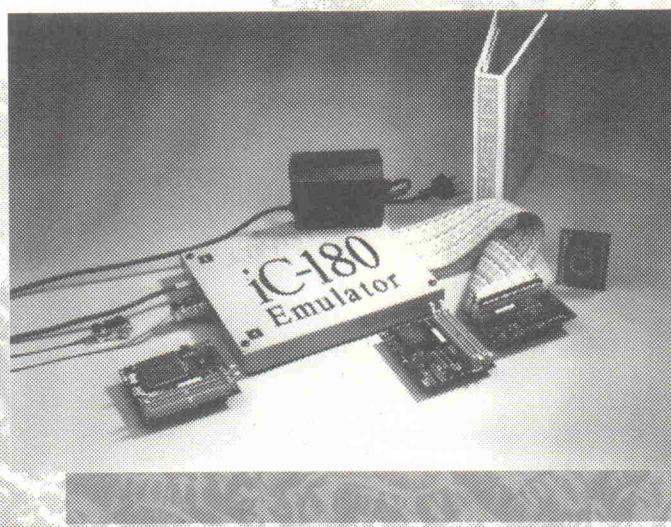
NOHAU



## Der 8-Bit Experte

- \* **Z80/HD64180**  
Z80-Z180-HD64180-HD647180  
TMPZ84C015
- \* C-Compiler, Assembler oder  
**jetzt mit Dynamic C**  
Die neue leistungsfähige Entwicklungs-  
oberfläche mit Editor, Compiler und HLL-  
Emulator setzt neue Maßstäbe in der Ent-  
wicklung.

iSYSTEM



## Der 16-Bit Profi

- \* **8086**  
8088-8086-80188-80186  
V20-V30-V40-V50
- \* In Echtzeit bis 16MHz Taktrate
- \* SLD - Hochsprachenunterstützung für C  
und PL/M
- \* ROMLink - romfähiger Code aus Turbo C  
und Microsoft C

SOFTAID



Gesellschaft für Informatiksysteme mbH  
Einsteinstraße 5, D-8060 Dachau

Tel. 08131/25083 - Fax. 14024

In Österreich:

iSYSTEM Informatiksysteme Ges.m.b.H  
Milserstraße 5, A-6060 Hall i.T.

# Endstufen unter der Lupe

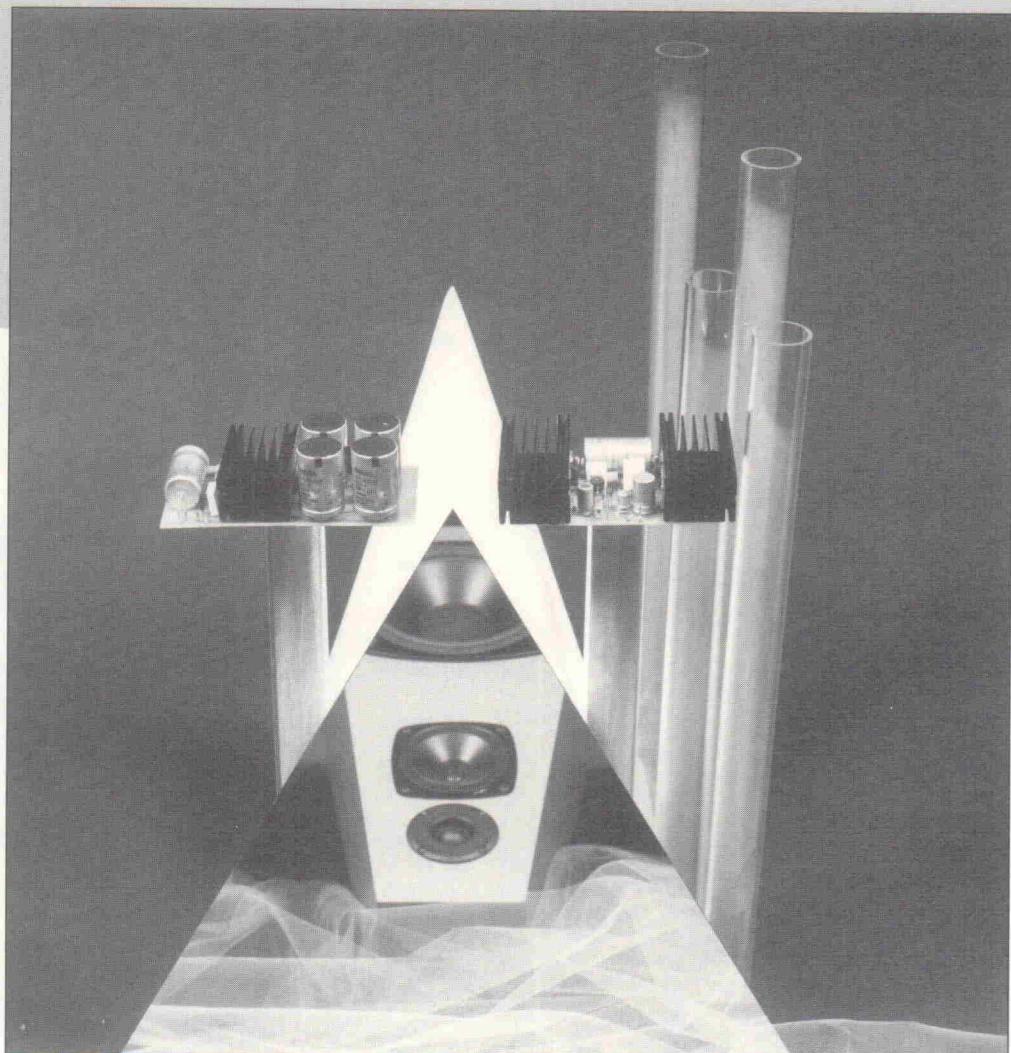
## Schaltungstechnik von Audio-Endstufen

Audio

**John Linsley Hood**

NF-Röhrenverstärker benötigten damals, in den guten alten Zeiten, im allgemeinen einen Ausgangstransformator, um die Impedanz der Ausgangsstufe an die des Lautsprechers anzupassen. Bei hohen Qualitätsansprüchen wurde dieser Transformator sehr teuer und sperrig. Einer der Hauptvorteile von Halbleiterschaltungen liegt nach wie vor in der Einsparung dieses teuren und voluminösen Bauteils bei gleichzeitiger Verbesserung der Schaltungseigenschaften ganz besonders an den Enden des Audiospektrums.

Der Autor dieser Artikelfolge – selbst ein bekannter und erfolgreicher Entwickler von Audioschaltungen – kommentiert und erklärt Schaltungsdetails aus den letzten dreißig Jahren.



V erständlicherweise ähneln die frühen Transistorverstärker noch den entsprechenden Röhrenschaltungen und weisen einen Ausgangstransformator auf, um Gegentaktbetrieb überhaupt erst zu ermöglichen. Der wirkliche Durchbruch erfolgte 1956 mit der Realisierung von quasikomplementären Ausgangsstufen durch H. C. Lin [1]. Die entsprechende Grundschaltung ist in Bild 1 angegeben.

### Frühe NF-Transistorverstärker

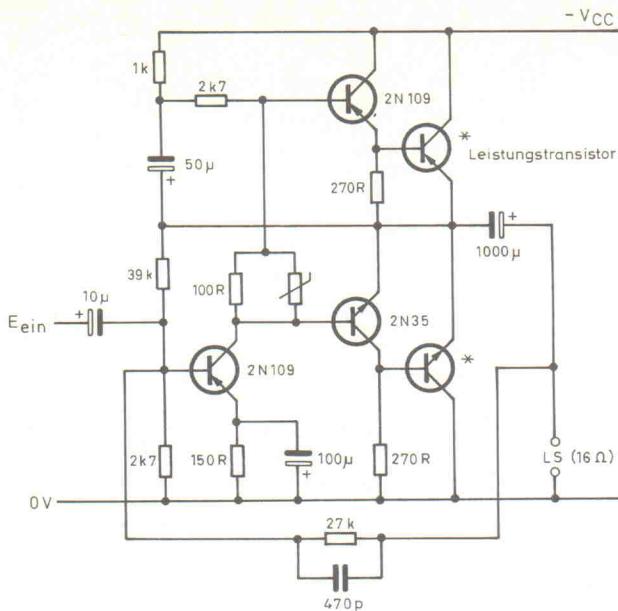
Zu jener Zeit waren PNP-Germaniumtransistoren vom Diffu-

sionstyp am leichtesten herzustellen, obwohl schon einige NPN-Germaniumtransistoren mit kleiner maximaler Verlustleistung angeboten wurden. Der wesentliche Vorteil des Linschen Schaltungsentwurfes besteht im Gegentaktausgang ohne Ausgangstransformator bei Verwendung von Transistoren gleichen Typs.

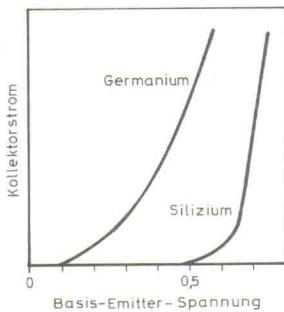
Die Eigenschaften dieser Schaltung waren, gemessen an den damaligen NF-Transistorverstärker-Standards, exzellent, denn sie weist eine Bandbreite von 30 Hz bis 15 kHz auf und einen Klirrfaktor, der bei 1 kHz und voller Ausgangsleistung weniger als 1 % beträgt und mit

sinkender Ausgangsleistung weiter abnimmt. Nichtsdestotrotz weisen Germaniumtransistoren eine starke Temperaturabhängigkeit fast aller Parameter auf und sind, da das thermische Weglaufen der Schaltung eher die Regel als die Ausnahme darstellt, für den Hausgebrauch weniger gut geeignet.

Leider führte die relative Exzellenz der Lin-Schaltung, die ja mit Germaniumtransistoren aufgebaut ist, die Anstrengungen anderer Ingenieure weltweit in eine falsche Richtung. Sie übersetzten diesen Schaltungsentwurf in Versionen mit Siliziumtransistoren, als in den



**Bild 1.** Originalschaltung des Transistorleistungsverstärkers von H. C. Lin aus dem Jahre 1956.



**Bild 2.** Gegenüberstellung der Basisspannungs-/Kollektorstromkennlinien von Germanium- und Siliziumtransistoren bei 25 °C.

frühen 60er Jahren NPN-Silizium-Planartransistoren mit hoher maximaler Verlustleistung verfügbar wurden.

Der einer einfachen Schaltungsübertragung auf Siliziumtransistoren innewohnende Fehler besteht darin, daß die Basisspannungs-/Kollektorstrom-Charakteristika von Germanium- und Siliziumtransistoren unterschiedlich sind, und zwar derart, daß der Übergang bei Siliziumelementen abrupter erfolgt (siehe dazu Bild 2).

Hinzu kommt, daß die thermischen Verluste der Ausgangstransistoren im Vergleich mit Röhren scharf begrenzt sind. Daher war es notwendig, die Ausgangsstufen bei einem sehr geringen Ruhestrom, zum Beispiel in Klasse AB oder sogar

in Klasse B, im unteren Knick der Kennlinie zu betreiben. Die dadurch hervorgerufenen Verzerrungen mußten durch starke Gegenkopplung der Verstärker schaltung vermindert werden.

Durch solche Entwicklungskonzepte wurden aber gerade die unerwünschten Schaltungseigenschaften stärker betont. So hat beispielsweise der hohe Gegenkopplungspegel wesentlich zum schlechten Schleifenstabilitätsspielraum beigetragen. Hinzu kommt, daß die wirksame Verstärkung der Ausgangstransistoren im 'Übernahmepunkt' sehr niedrig oder sogar zu Null wurde und die Gegenkopplung gerade an diesem Punkt nicht zur Verringerung des Klirrfaktors beitragen konnte.

Außerdem hat die grundsätzliche Asymmetrie der quasikomplementären Ausgangsstufe, wie aus Bild 3 hervorgeht, eine recht große Restverzerrung zur

Folge, die tendenziell noch zunimmt, wenn die Ausgangsleistung vermindert wird (siehe dazu Bild 4). Gab ein Hersteller zum Beispiel folgende Spezifikation an: 'Weniger als 0,05% Klirrfaktor bei voller Ausgangsleistung', dann war es möglich, daß bei normalen Hörpegeln der Klirrfaktor auf den zehnfachen Wert anstieg. Die Übernahmeverzerrungen der quasikomplementären Schaltung sind besonders bei kleinen Ausgangsleistungen reich an dissonanten Harmonischen, die das normale Klangempfinden des menschlichen Gehörs empfindlich stören.

Es war daher wenig überraschend, daß diese frühen, mit Siliziumtransistoren aufgebauten Quasikomplementär-'HiFi'-Verstärker' wenig Freunde unter ihren Benutzern fanden. Auf lange Sicht noch bedauerlicher war, daß das derzeitige Fehlen vernünftiger Entwurf standards die HiFi-Gemeinde zu exotischen Meinungsausführungen veranlaßte, beispielsweise: 'Alle Spezifikationen sind bedeutungslos, glaube nur Deinen Ohren', oder: 'zurück zu den Röhren'.

### Verbesserte Ausgangsstufen

In den 60er Jahren gab es drei praktikable Möglichkeiten zur Verbesserung der Eigenschaften von Audio-Ausgangsstufen:

- Die Verwendung vollständig komplementärer Ausgangstransistoren, welche gerade im kommerziellen Rahmen verfügbar wurden,
- die Verwendung von Ausgangstransistoren für Klasse-A-Konzepte oder

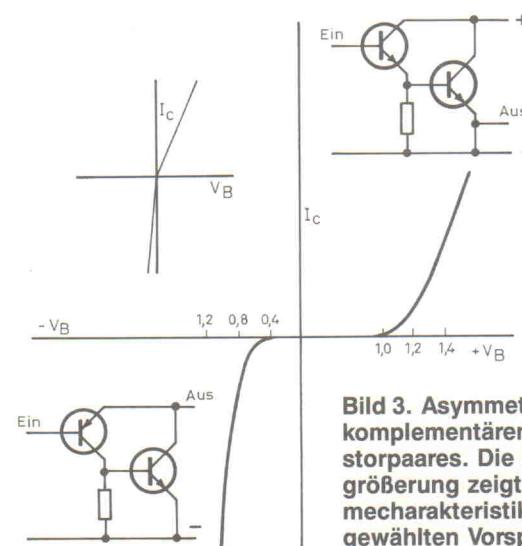
- die Modifikation quasikomplementärer Schaltungsentwürfe derart, daß sie in beiden Signalhälften eine bessere Symmetrie aufweisen.

Die erste Möglichkeit wurde bald, nachdem brauchbare Elemente zur Verfügung standen, durch Locanti [2] und Bailey [3] aufgegriffen. Die Ausgangsstufen eines 30-W- (pro Kanal) Entwurfes von Bailey sind in Bild 5 dargestellt.

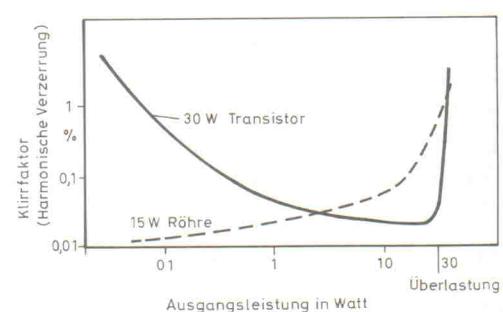
Zwei Schwierigkeiten sind dieser Schaltung zu eigen. Die erste besteht darin, daß der PNP-Ausgangstransistor zu jener Zeit und in gewissem Maße sogar noch heute erheblich empfindlicher ist als sein NPN-Gegenstück. Das veranlaßte Bailey, eine wirksame Überlast-Schutzschaltung zu entwickeln, die ebenfalls im Schaltbild dargestellt ist.

Das zweite Problem liegt darin, daß die Majoritätsladungsträger der beiden Transistorarten unterschiedlich sind. Aus diesem Grund weisen PNP-Elemente tendenziell eine niedrigere HF-Transitfrequenz auf als entsprechende NPN-Typen. Die unterschiedlichen Transitfrequenzen der komplementären Ausgangstransistoren führen zu Asymmetrien der Ausgangsstufe bei höheren Audiofrequenzen. Das vergrößert die Übernahme- und andere Verzerrungen.

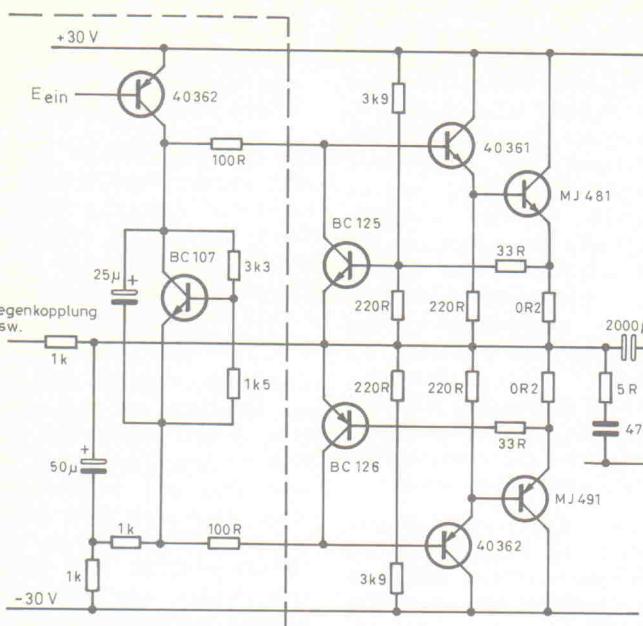
Unter der Voraussetzung bescheidener Leistungsanforderungen hat man derzeit Verstärker der Klasse A vorgezogen. Die Schaltung eines derartigen vom Autor entwickelten 10-W-Leistungsverstärkers ist in Bild 6 dargestellt. Da es sich nicht um eine Gegentaktschaltung handelt, ist sie daher frei



**Bild 3.** Asymmetrie eines quasikomplementären Siliziumtransistorpaars. Die Ausschnittsvergrößerung zeigt die Übernahmeverzerrungskennlinie bei optimal gewählten Vorspannungen.



**Bild 4.** Die Asymmetrie früher quasikomplementärer Verstärker nach Bild 3 verursacht im Gegensatz zum qualitativ guten Röhrenverstärker steigende Übernahmeverzerrungen bei abnehmender Ausgangsleistung.



von Übernahmeproblemen. Diese spezielle Schaltung kann entweder als einfache Transistor-Vorstärkerstufe mit aktivem Kollektor-Lastwiderstand gesehen werden oder als ein Emitterfolger mit aktivem Emitter-Lastwiderstand. Die Nachteile dieser Schaltung liegen im insgesamt niedrigen Wirkungsgrad und darin, daß sie nur unter Verwendung einer Brückenanordnung auf größere Ausgangsleistungen erweitert werden kann.

Die dritte Möglichkeit besteht in der Verwendung einer kleinen, von Shaw [5] angegebenen Schaltungsergänzung, in der eine zusätzliche Diode benutzt wird, um die Unterschiede zwischen der oberen und unteren Hälfte der Ausgangsstufe zu vermindern. Bild 7a zeigt die Schaltung. Da die Ausgangstransistoren dann von gleichem Typ sein können (und gleiche Transitfrequenz besitzen), kann die Zunahme des Klirrfaktors mit steigender Frequenz verminder werden.

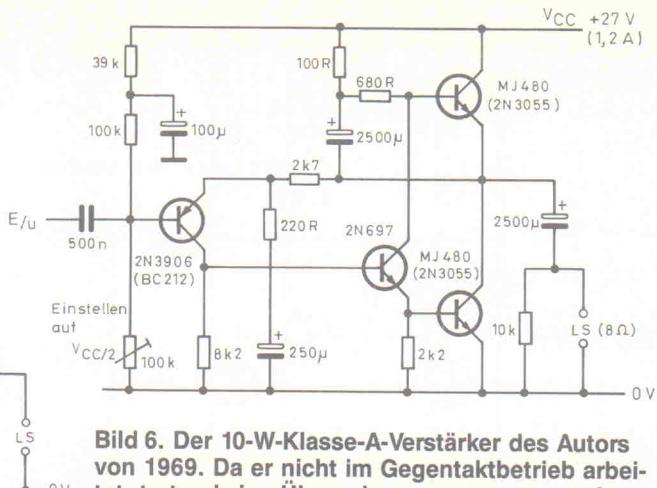
Baxandall schlug nach Analyse des Problems eine elegante, in Bild 7b dargestellte Schaltungsvorschlag vor, die die Unterschiede zwischen der oberen und unteren Hälfte der Ausgangsstufe nahezu vollständig eliminiert. Damit besteht die Möglichkeit, einen Verstärker mit geringen Verzerrungen unter Verwendung gleicher Ausgangstransistoren zu entwerfen.

Für den Entwurf eines Verstärkers mit höherer Ausgangsleistung folgte der Autor den Fuß-

stapfen von Shaw und Baxandall durch Verwendung der Schaltung in Bild 7c. Darin hat er dem Widerstands-Diodennetzwerk eine kleine Kapazität hinzugefügt, um die Wirkung der Basis-Emitter-Kapazität des Ausgangstransistors zu simulieren.

In einer alternativen Anordnung, kommerziell eingeführt durch die Acoustical Manufacturing Co [8] mit ihrem Quad 303-Leistungsverstärker, wird ein Paar aus quasikomplementären Triplets entsprechend Bild 8 verwendet. Die Schleiferverstärkung in jeder der beiden Emitterfolgergruppen ist sehr groß und hilft dabei, die Asymmetrien der Ausgangsstufenhälften und damit die residualen Übernahmeverzerrungen zu minimieren.

Es wurden noch andere Schaltungen zur Symmetrierung sol-

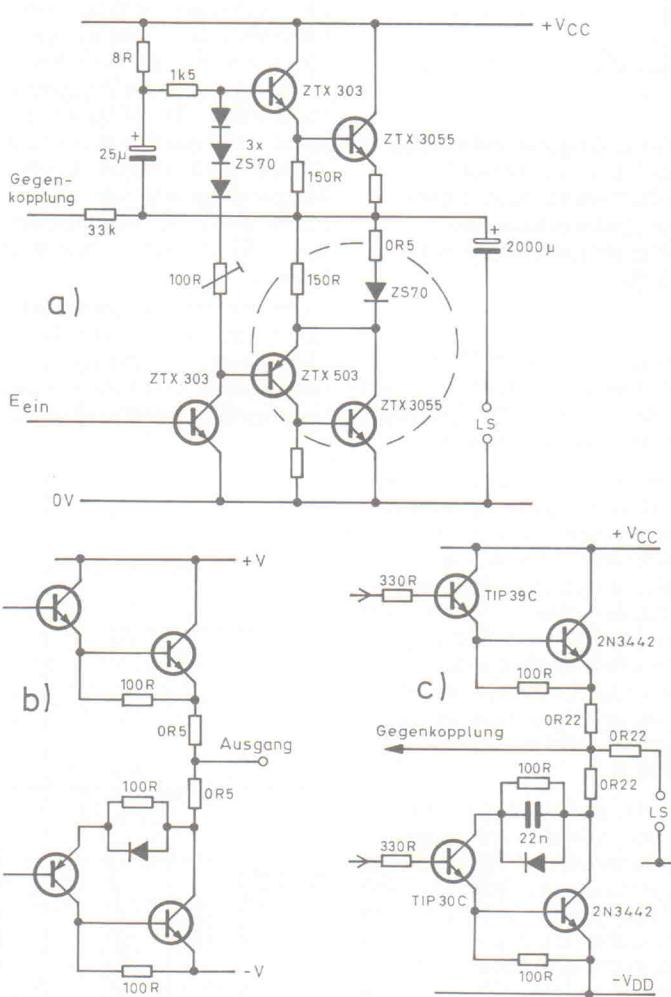


**Bild 6.** Der 10-W-Klasse-A-Verstärker des Autors von 1969. Da er nicht im Gegenaktbetrieb arbeitet, treten keine Übernahmeverzerrungen auf.

**Bild 5.** In Bayleys 30-W-Verstärker wird eine vollständig komplementäre Ausgangsstufe realisiert.

cher quasikomplementärer Paare, wie beispielsweise von Visch [9] und Stevens [10] vorgeschlagen. Als Standardschaltung in qualitativ hochwertigen Geräten setzen sich jedoch ausschließlich symmetrische Schaltungen unter Verwendung komplementärer Transistoren durch.

Die Konfiguration der Ausgangstransistoren erfolgte entweder nach Bild 5 oder in einem symmetrischen Verbund von Emitterfolgern entsprechend Bild 9. Die dort dargestellte Schaltung besitzt den Vorteil, daß die sich erwärmenden Basis-Emitterzonen der Ausgangstransistoren nicht zu dem Teil der Schaltung gehören, der die Vorspannung bestimmt. So wird die Ruhestromstabilität der Ausgangsstufe verbessert.



**Bild 7a** zeigt den verbesserten quasikomplementären Entwurf von Shaw aus dem Jahr 1969, in dem eine Diode zur Verbesserung der Symmetrie eingesetzt wird.

**Bild 7b** zeigt Baxandalls Variante mit weiter verbesserter Symmetrie.

**Bild 7c** zeigt die vom Autor angegebene Verwendung eines kleinen Kondensators zur Nachbildung der Wirkung der Basis/Emitterkapazität.

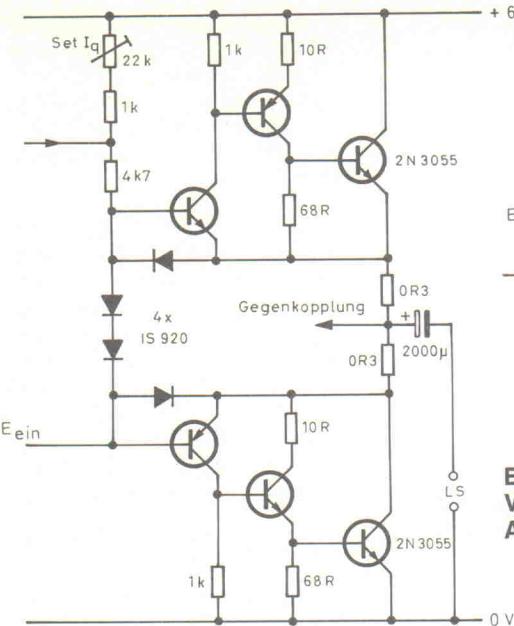


Bild 8. Die quasikomplementären Triplets im QUAD 303.

Alle diese Schaltungsentwürfe der Klasse AB müssen mit einem Ruhestrom in den Ausgangsstufen betrieben werden, der nahe bei seinem optimalen Wert liegt, um unter Einschluß von Temperaturschwankungen und Bauteilealterung die vorgegebenen Schaltungseigenschaften einhalten zu können. Das war Gegenstand für eine beträchtliche Weiterentwicklung der Schaltungen; einige ganz radikale Entwürfe werden später diskutiert.

Manche Hersteller haben als Ausgangstransistoren billige, eng spezifizierte Darlingtontransistoren eingesetzt. Ihre interne Struktur ist in Bild 10 dargestellt. Da aber der Treibertransistor gemeinsam mit dem Ausgangselement auf dem gleichen Chip sitzt und von ihm aufgeheizt wird, ist die Stabi-

sierung des Ruhestroms der Ausgangsstufe bei Verwendung derartiger Ausgangstransistoren erheblich schwieriger.

### Entwürfe mit direkter Kopplung

Alle früheren 'eisenlosen' Schaltungen von Transistor-Leistungsverstärkern gehen von einer Versorgungsspannung zwischen 0 Volt und einer anderen – positiven oder negativen – Spannung aus, so daß ein großer Kondensator zur Abkopplung des Gleichspannungsanteils zwischen Verstärkerausgang und Lautsprecher nötig war (siehe beispielsweise Bild 6). Das hatte einerseits den Vorteil, daß der Lautsprecher im Falle eines Halbleiterdefektes vor Zerstörung geschützt war, aber andererseits den

Nachteil, daß bei niedriger unterer Eckfrequenz des Verstärkers ein in Kapazität und Abmessungen sehr großer Kondensator untergebracht werden mußte.

Im Laufe der Zeit wuchs jedoch bei den Schaltungsentwicklern die Überzeugung, daß die Klangqualität zunimmt, wenn sogenannte direkt gekoppelte Verstärkerschaltungen nach Bild 11 verwendet werden. Darin wird der Verstärker zwischen zwei zueinander symmetrischen ( $\pm$ ) Versorgungsspannungen betrieben. Damit entfällt die Notwendigkeit für einen Ausgangskondensator. Dieser Schaltungstyp unterstützt auch den Lautsprecherschutz – am einfachsten mit einer simplen Sicherung – und die Stabilität des 0-Volt-Ausgangspotentials.

Verschiedene Eingangsschaltungen wurden vorgeschlagen [3][11], mit denen sichergestellt werden soll, daß keine residuellen (Rest-)Gleichspannungen an den Lautsprecheranschlüssen auftreten. Die einfachste und direkteste Lösung dieses Problems besteht in der Verwendung einer Differenzverstärkerstufe entsprechend Bild 12.

Unter der Voraussetzung, daß die Emitterströme und Stromverstärkungen der beiden Transistoren gleich sind, wird der Ausgangs-Offset nahe Null liegen, wenn die Widerstände der Basiskreise gleich sind.

### Schaltungen zur Spannungsverstärkung

Die Stufen für die Spannungsverstärkung zwischen dem

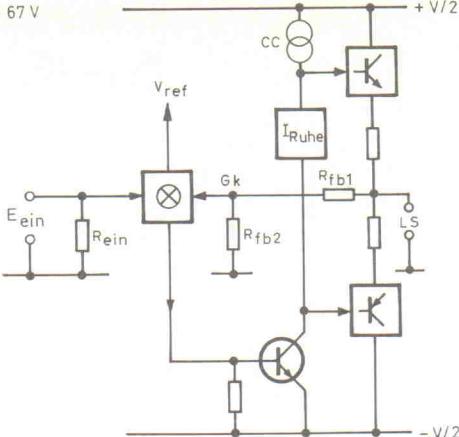


Bild 11. Die Verwendung symmetrischer Versorgungsspannungen macht den Ausgangsabblockkondensator überflüssig.

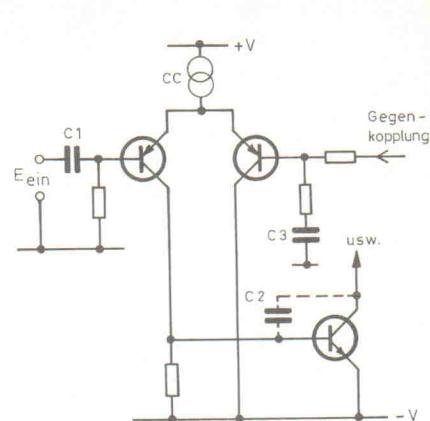


Bild 12. Die Differenzverstärker-Eingangsstufe ermöglicht einen gleichspannungsfreien Ausgang.

Schaltungseingang und den Ausgangstransistoren des Verstärkers werden normalerweise in Klasse A betrieben und auf große Bandbreite, möglichst hohe Verstärkung und minimale Phasendrehung ausgelegt.

Zur Verbesserung der Schleifenstabilität ist der Spannungsverstärker-'Block' üblicherweise auf zwei Stufen beschränkt. Um möglichst große Verstärkung zu erreichen, weist der Kollektor-Lastwiderstand der zweiten Stufe eine sehr große dynamische Impedanz auf. Das ist vielfach ein ge-'bootstrap'-ter Lastwiderstand, wie er bereits in den Schaltungen nach Bild 5 und 6 verwendet wird. In neueren Schaltungen werden aber zunehmend Konstantstromquellen als Last benutzt, weil sie besonders bei tiefen Frequenzen geringere Verzerrungen verursachen, obwohl dann der maximal erreichbare Spannungsamplitudenhub erheblich abnimmt.

Die Last der Eingangsstufe kann wie in Bild 12 ein einfacher Widerstand in der Kollektorleitung des ersten Transistors sein. Der Schaltungstechnik in Operationsverstärkern folgend wird an dieser Stelle aber häufiger ein Stromspiegel entsprechend Bild 13 eingesetzt.

Eine interessante Weiterentwicklung dieser Idee besteht darin, den Stromspiegel in die Kollektorleitung des zweiten Transistors zu legen, wie es schematisch in Bild 14 dargestellt ist. Diese Entwicklung wird National Semiconductor zugeschrieben und ist in einigen ihrer Operationsverstärker wie beispielsweise dem LH 0061 realisiert. Die Anordnung wurde kürzlich in einer

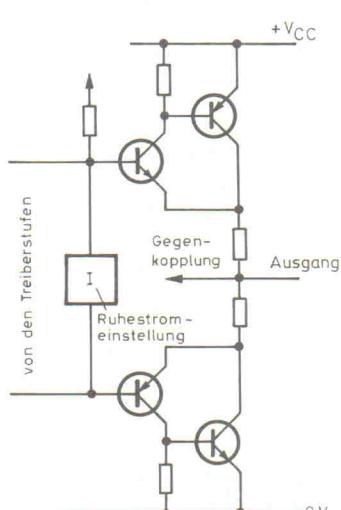


Bild 9. Symmetrischer Emitterfolger. Der Ruhestrom ist wenig temperaturabhängig.

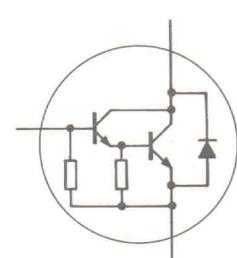


Bild 10. Interne Struktur eines NPN-Darlingtontransistors.

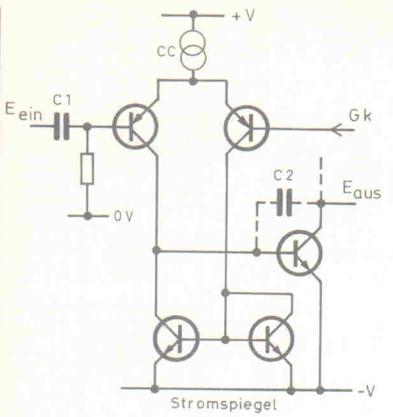


Bild 13. Der Stromspiegel stellt eine Last mit hochdynamischer Impedanz dar.

Verstärkerschaltung von Hitachi verwendet.

## Schleifenstabilität und Impuls-Intermodulationsverzerrungen

Wenn eine Schaltung, die einen zweistufigen Spannungsverstärker mit nachgeschaltetem Emitterfolger beinhaltet, gegengekoppelt wird, dann ist es wahrscheinlich, daß die gesamte Phasenverschiebung der Schleife bei einigen Frequenzen mit einer Spannungsverstärkung von eins  $180^\circ$  erreicht. In diesem Fall beginnt der Verstärker zu schwingen. Zur Sicherung der Schaltungsstabilität muß

**Bild 16.** Das RC-Filter am Eingang begrenzt von vornherein die Anstiegs geschwindigkeit und vermeidet daher signalabhängige Begrenzungen.

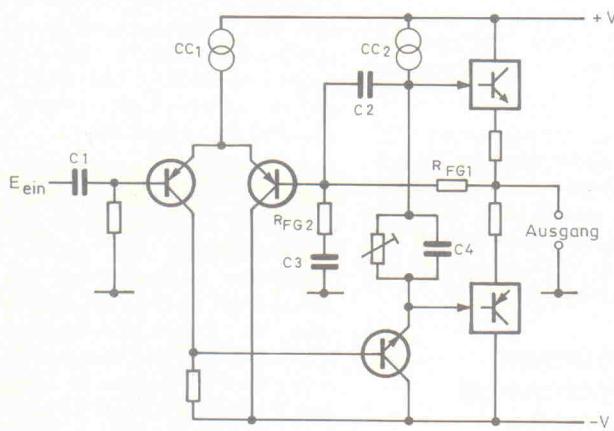
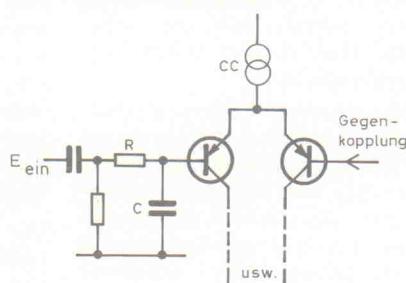


Bild 17. Empfohlene Position des Kondensators für die hochfrequente Schleifenkompenstation.

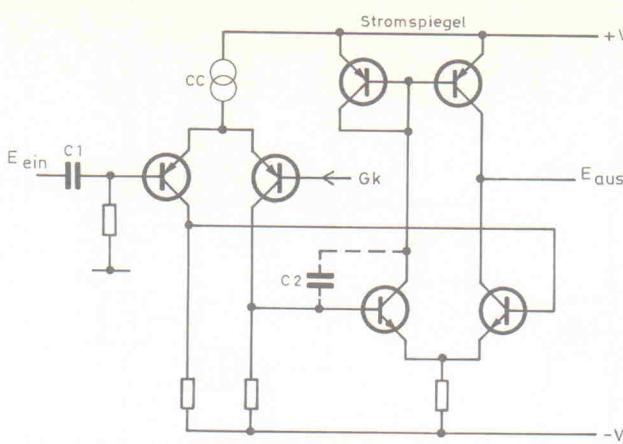


Bild 14. Der Stromspiegel in der zweiten Stufe, wie er in ICs von National Semiconductor und in einem Hitachi-Audioleistungsverstärker verwendet wird

gewährleistet sein, daß die Verstärkung des offenen Kreises abnimmt, wenn die Signalfrequenz sich der oberen oder un-

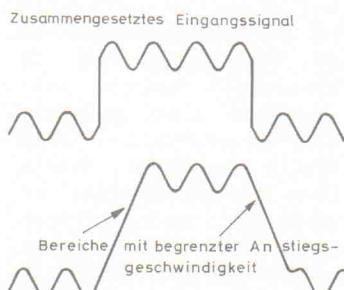


Bild 15. Die Wirkung begrenzter Anstiegs geschwindigkeit.

teren Übertragungsgrenze näher, bei der eine Phasendrehung von  $180^\circ$  auftritt. In den meisten direkt gekoppelten Schaltungen überschreitet die tieffrequente Phasendrehung keine kritischen Werte; Stabilitätsprobleme sind viel häufiger im Bereich der oberen Eckfrequenz des Übertragungsbands anzutreffen.

Bis heute wird daran festgehalten, die Stabilität einer Gegenkopplungsschleife bei hohen Frequenzen durch Schaffung einer einpoligen Phasenverzögerung zu realisieren, die aus einer Zusatzkapazität zwischen Basis und Kollektor der zweiten Spannungsverstärkerstufe besteht ( $C_2$  in den Bildern 12, 13 und 14).

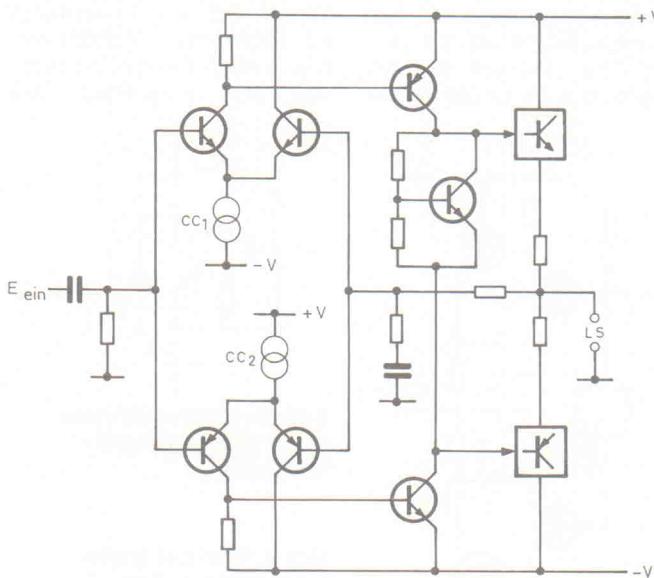
Damit treten bei hohen Frequenzen die geringsten Verzerrungen auf. Diese Lösung hat aber zur Folge, daß die Span-

nungs-Anstiegsgeschwindigkeit (slew-rate) der zweiten Verstärkerstufe begrenzt wird, weil sich  $C_2$  über die entsprechenden Basis- und Kollektorbeschaltungen auf- und entladen muß.

Wird dann ein Signal, das Spannungssprünge enthält, auf die Eingangsstufe gegeben, dann ist es möglich, daß das kompensierende Gegenkopplungssignal aufgrund der eingebauten Phasenverzögerung keine Zeit hat, die Eingangsstufe zu erreichen. Das kann innerhalb der Zeit, in der die zweite Spannungsverstärkerstufe paralysiert ist, zu komplettem Signalverlust führen. Dieser Effekt veranlaßte Otala [13], den Begriff der Impuls-Intermodulationsverzerrung (transient intermodulation distortion, TIM) als neuen Meßwert in die HiFi-Meßtechnik einzuführen.

Eine einfachere Beschreibung wurde durch Jung [14] mit dem Begriff 'Verzerrung aufgrund begrenzter Anstiegsgeschwindigkeit' gegeben. Dieser Effekt in einer Verstärkerschaltung kann bei geeignetem Eingangssignal deutlich mit einem Oszillographen gezeigt werden (siehe dazu Bild 15).

Dieser Defekt ist keine unvermeidbare Folge der phasenverzögernden Kompensation, weil es Möglichkeiten zu seiner Vermeidung gibt [15]. Die einfachste besteht darin, den Verstärkereingang entsprechend Bild 16 um ein RC-Tiefpaßfilter zu ergänzen, um die Anstiegsgeschwindigkeit der Ein-



**Bild 19.** Die Treiberstufe von Bongiorno leidet nicht unter den Beschränkungen der Schaltung in Bild 18.



# Hundert Watt bipolar

Audio



Endstufenschaltungen und -module waren schon immer ein Objekt der Begierde bei vielen Elektronikern, sei es um Aktivboxen mit dem nötigen Dampf zu versorgen oder auch nur schlicht ein selbst-designtes Stereogehäuse mit Leben zu erfüllen. Die hier vorgestellte Schaltung zeichnet sich durch mehrere Vorteile aus.

Die möglichen Ausgangsleistungen reichen von 50 bis 150 Watt bei sehr geringen Verzerrungen. Das Gerät ist kompakt, extrem robust, einfach zu bauen und kostet dementsprechend weniger als andere Module mit ähnlicher Leistung.

Am häufigsten wird wohl der Einsatz eines selbstgebauten Leistungsverstärkermoduls als Basis für qualitativ hochwertige Hifi-Verstärker oder als Austauscheinheit zur Verbesserung existierender Geräte eingeplant. Dafür muß es natürlich eine ausreichende Ausgangsleistung bei niedrigem Rauschen und geringen Verzerrungen liefern können, um eine gute Wiedergabe der von CD-Geräten und anderen hochwertigen Quellen abgegebenen Signale zu gewährleisten.

Eine weitere, aber nicht so offensichtlich wichtige Anforde-

rung besteht in der Betriebsfähigkeit des Moduls innerhalb eines relativ weiten Betriebsspannungsbereiches. Das ist besonders dann wichtig, wenn die Platine als Austausch für bereits existierende Geräte verwendet werden soll. Es ist weiterhin von Vorteil, wenn die Platine klein ist, weil dann auch die Einbauprobleme klein bleiben. Die Anwendungen für derartige Module sind vielfältig und lediglich durch die Vorstellungskraft der Nachbauer begrenzt.

## Die Schaltung

Unser Modul wird in zwei Versionen beschrieben:

- eines für Versorgungsspannungen bis circa  $\pm 40$  Volt
- und das andere für Versorgungsspannungen bis circa  $\pm 50$  Volt.

Damit können die Module Leistungen von maximal 80 beziehungsweise 150 Watt liefern. Diese Leistungsangaben gelten für eine Last von 4 Ohm; liegt die Lastimpedanz bei 8 Ohm, dann reduzieren sich die Ausgangsleistungen auf 50 beziehungsweise 100 Watt.

Der von uns bei diesem Projekt angestrebte günstige Preis-/Leistungsfaktor ergibt sich durch die Verwendung eines einzigen Paars komplementärer Ausgangstransistoren und den kompakten Platinenentwurf (120 × 75 mm). Das wurde durch eine sorgfältig ausgelegte elektronische Strombegrenzung in der Ausgangsstufe des Moduls möglich, die den Treiber und die Ausgangstransistoren vor der Überschreitung ihrer maximal zulässigen Spannungs- und Stromwerte schützt.

Die Unterschiede zwischen den

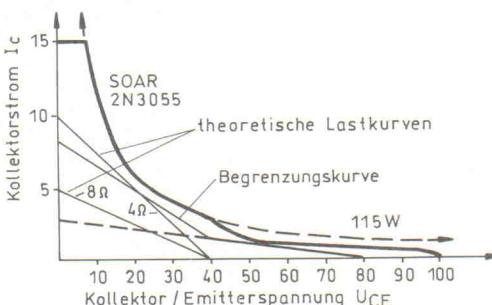
beiden Modultypen gehen aus dem Schaltbild hervor, in dem die Bauelemente des 100/150-Watt-Verstärkers in Klammern angegeben sind. Es ist zu erkennen, daß die allermeisten Komponenten übereinstimmen und beide Versionen unter Verwendung des gleichen Platinenlayouts aufgebaut werden.

## Ausgangsschutzschaltung

Verstärkermodule müssen häufig unter rauen Bedingungen arbeiten. Das birgt Risiken sowohl für die Lautsprecherlast als auch für den Verstärker selbst. Überschreiten die Strom-/Spannungswerte der Ausgangstransistoren die in Bild 1 dargestellten SOAR-Kurven, dann können sie Schaden nehmen.

Die Kurven verlaufen zunächst proportional zur Leistung der Transistoren und knicken oberhalb eines gewissen Wertes von  $V_{CE}$  aufgrund des 'Second-Breakdown'-Effektes merklich ab. Beim 2 N 3055 (Bild 1a) ist die 115-Watt-Kennlinie identisch mit der SOAR-Kurve, sofern die Kollektor-Emitterspannung  $V_{CE}$  unter circa 40 Volt bleibt. Oberhalb dieser Spannung nimmt die zulässige Stromaufnahme des Transistors beträchtlich ab.

Außerdem sind im gleichen Bild die 8-Ohm- und 4-Ohm-Lastlinien bei 40 Volt Versorgungsspannung dargestellt. Sie liegen sicher unterhalb der Grenzkurve. Zu bedenken ist aber, daß diese Lastlinien aus der Theorie abgeleitet wurden und sich bei stark reaktiven Belastungen wie beispielweise durch elektrostatische Lautsprecher oder sehr komplexe Frequenzweichen gravierend ändern können.

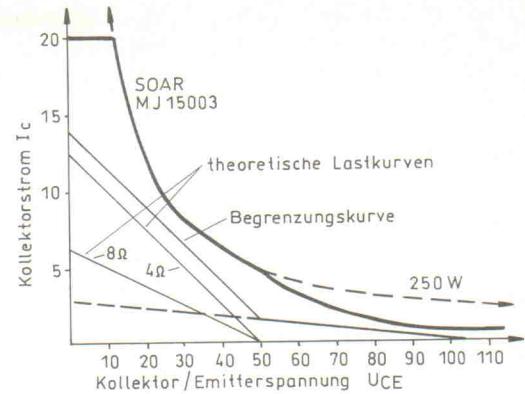


**Bild 1a. Zweiteilige Begrenzerkurve, SOAR-Kurve und theoretische Lastlinien für das 50/80-Watt-Modul.**

Im allgemeinen nimmt die Steigung der Lastlinien mit sinkendem Lastwiderstand zu, so daß die SOAR-Kurve schnell überschritten wird. Im Kurzschlußfall (Lastwiderstand = Null) an den Ausgangsanschlüssen des Verstärkers verläuft die Lastlinie nahezu senkrecht. Diese 'Betriebsart' führt zu einer schnellen Zerstörung der Ausgangstransistoren.

Zur Vermeidung dieses Problems können Schmelzsicherungen im Aufbau vorgesehen werden, die ansprechen, wenn die Transistoren zu hohe Ströme aufnehmen. Leider ist die Ansprechzeit des Schmelzdrähtes in der Sicherung so groß, daß die Transistoren in der Regel bereits durch die hohe Energiereserve in den Filterkondensatoren des Netzteils zerstört werden. Trotzdem stellen Schmelzsicherungen eine wertvolle zusätzliche Schutzmaßnahme dar.

Die Schutzschaltung kann auch aus einer umfangreichen Sensorkritik bestehen, die ein Relais aktiviert, mit dem der Lautsprecher



**Bild 1b. Die relevanten Kurven des 100/150-Watt-Moduls. Beachten Sie, daß der Verstärker im Kurzschlußfall ( $U_{CE} = 50$  Volt) durch die Begrenzerkurve im Bereich niedriger Ströme gehalten wird.**

cher vom Verstärkerausgang abgeschaltet wird. Diese Methode ist sehr zuverlässig, aber auch recht aufwendig. Mit der Verwendung elektronischer Strombegrenzungen wird das Problem an seiner Wurzel angegangen, weil der Schutz des Transistors vor Zerstörung im Vordergrund steht. Das wird durch kontinuierliche Überwachung von Strom und Spannung am Ausgangstransistor und Reduzierung des Steuersignals bei Überschreitung der SOAR-Grenzen erreicht. Die reale Begrenzerschaltung kommt mit einigen wenigen billigen Bauteilen aus, macht den Verstärker aber praktisch unzerstörbar. Die Schutzkurvenverläufe können unterhalb der in Bild 1 dargestellten SOAR-Kurven liegen.

Die elektronische Strombegrenzung muß sorgfältig in die Verstärkerschaltung eingefügt werden, damit die Verzerrungen bei hohen Ausgangsleistungen nicht zunehmen. Das kann passieren, wenn die Begrenzerschaltung gerade einsetzt, obwohl die Gegenkopplung des Verstärkers noch versucht, den Begrenzeffekt zu korrigieren. Dann ergeben sich zwangsläufig höhere Verzerrungen.

Die Antwort darauf besteht darin, die Strombegrenzungskurve dem Verlauf der SOAR-

Kurve möglichst anzunähern, damit die Ausgangstransistoren unter normalen Betriebsbedingungen deutlich unter dem Einsatzpunkt der Begrenzung arbeiten. Mit den in Bild 1 gezeigten Begrenzungskurven wird ein maximaler Betriebsbereich unter der SOAR-Kurve erreicht. Es tritt zwar immer noch eine Begrenzung auf, aber die Verzerrungen nehmen erst bei einem Ausgangspiegel deutlich zu, der nur wenige Watt unter dem Leistungspegel mit hartem Begrenzereinsatz liegt.

Das Resultat ist ein qualitativ hochwertiges Verstärkermodul, das auch allen unerlaubten Betriebsarten einschließlich des ausgangsseitigen Kurzschlusses widersteht.

Beschädigungen sind jedoch noch weiterhin durch defekte Bauelemente oder extreme Überhitzung möglich. Um den Lautsprecher in solchen Fällen zu schützen, sind zusätzliche

## Technische Daten 100/150 W

<b>Max. Leistung</b>	161 Watt an 4 Ohm 105 Watt an 8 Ohm 16 Watt an 2 Ohm
<b>Klirrfaktor <math>k_{ges}</math></b>	0,02 % bei 100 Watt / 8 Ohm 0,05 % bei 150 Watt / 4 Ohm 0,015 % bei niedrigeren Leistungen
<b>Frequenzgang</b>	10 Hz...80 kHz ±1 dB
<b>Fremdspannungsabstand</b>	>100 dB, bezogen auf 1 V Eingangsspannung
<b>Eingangsempfindlichkeit</b>	1,0 Volt für 100 Watt an 8 Ohm 0,9 Volt für 150 Watt an 4 Ohm

## Technische Daten 50/80 W

<b>Max. Leistung</b>	85 Watt an 4 Ohm 60 Watt an 8 Ohm 12 Watt an 2 Ohm
<b>Klirrfaktor <math>k_{ges}</math></b>	0,05 % bei 50 Watt / 8 Ohm 0,09 % bei 80 Watt / 4 Ohm 0,03 % bei allen kleineren Leistungen
<b>Frequenzgang</b>	10 Hz...80 kHz ±2 dB
<b>Fremdspannungsabstand</b>	> 100 dB, bezogen auf 0,7 Volt Eingangsspannung
<b>Eingangsempfindlichkeit</b>	0,7 Volt für 50 Watt an 8 Ohm 0,64 Volt für 80 Watt an 4 Ohm

temperaturabhängige Schalter empfehlenswert. Die Strombegrenzung dieses Moduls macht aber Transistorschäden extrem unwahrscheinlich, so daß die Verwendung von Temperaturschaltern schon als eine Art Überdimensionierung angesehen werden darf.

## Die Schaltung

Am Eingang findet man eine mit den Elementen D1, D2, Q1, R4 und R5 gebildete Konstantstromquelle und einen mit T6, D3, R10 und R9 aufgebauten Stromspiegel. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß die in der gesamten Schaltung auftretenden Ströme weitgehend unabhängig von der Höhe der Versorgungsspannungen, von Netzbrummen und Signalharmonischen sind. Das ist ein wesentlicher Pluspunkt für dieses universell einsetzbare Verstärkermodul, denn seine Abhängigkeit von der Versorgungsspannung ist sehr viel weniger kritisch als die anderer Entwürfe.

**Bild 2. Die Schaltung für beide Module. Die Schutzschaltung für die Ausgangstransistoren ist um T8 und T9 aufgebaut.**

Die Konstantstromquelle erzeugt einen Strom von circa 1 mA in der Serienschaltung von R6 mit der Differenzemissionsstufe (T2 und T3). Die Dioden D1 und D2 verursachen eine konstante Basisspannung für den als Emitterfolger betriebenen Transistor T1, so daß am Emitterwiderstand R5 eine feste Spannung von circa 0,6 V abfällt. Deswegen tritt ein konstanter Emitterstrom von 0,9 mA (0,6 Volt dividiert durch 680 Ohm) auf.

Dieser Strom teilt sich gleichmäßig auf die beiden Transistoren der Differenzstufe auf und verursacht einen Ruhespannungsabfall von jeweils 1,9 V über jedem der Kollektorwiderstände R7 und R8. Damit sind die Vorspannungen der folgenden Differenzstufe (T4 und T5) festgelegt, so daß in jedem Transistor ein Kollektorstrom von circa 6,5 mA hervorgerufen wird.

Der Stromspiegel (um T6) stellt eine programmierbare Stromquelle dar, weil der Strom durch R9 und D3 die Vorspannung von T6 und damit auch seinen Emitterstrom durch R10 bestimmt. Wenn nun der Kollektorstrom von T4 signalabhängig schwankt und den Spannungsabfall an R9 verändert, dann spiegelt der als Emitterfolger betriebene Transistor T6

eine ganz entsprechende Spannungsänderung auf R10, so daß eine Duplikierung der verursachenden Stromänderung erfolgt.

Letztendlich liegt die Wirkung des Stromspiegels darin, daß T6 eine dynamische (variable) Lastimpedanz für T5 darstellt. T5 seinerseits steuert die Ausgangstransistoren an. Die Wechselspannungsanalyse dieser Schaltung zeigt, daß der im Falle des gesperrten Transistors T5 angestiegene Strom durch T4 auch einen höheren Strom durch T6 (höhere Leitfähigkeit) verursacht. T6 wird dann zu einer niedrigeren Lastimpedanz für den Kollektor von T5 und unterstützt damit seine Funktion. (Betrachten Sie im Moment T7 als wechselspannungsmäßig kurzgeschlossen.)

Nimmt dagegen der Strom durch T5 zu, geht das mit einer geringeren Leitfähigkeit von T6 einher. T6 stellt dann eine größere Kollektor-Lastimpedanz dar. Diese Erzeugung dynamischer Lastimpedanzen garantiert ein extrem lineares Signal für die Ansteuerung der folgenden Klasse-AB-Ausgangsstufe.

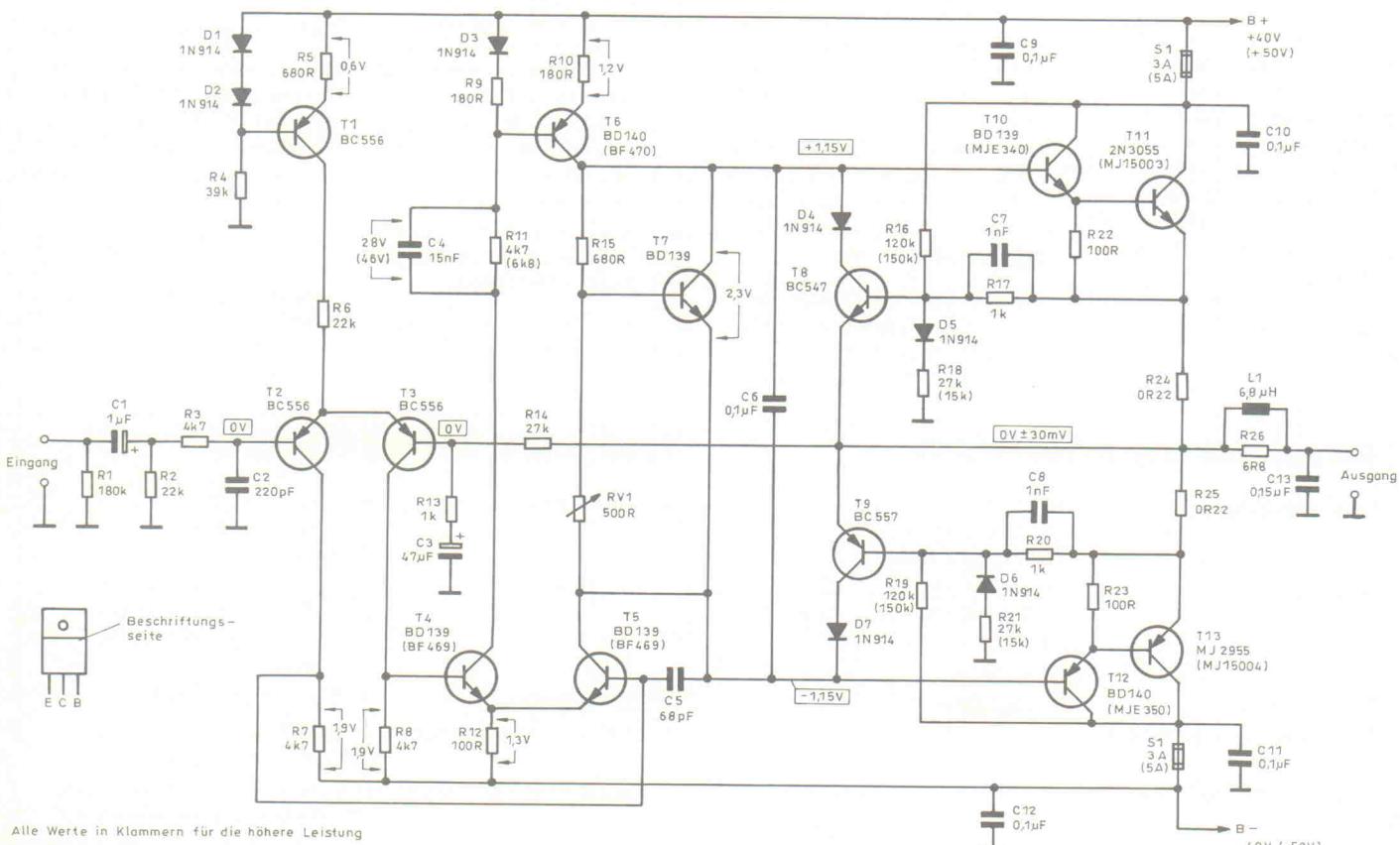
Mit R11 in der Kollektorleitung von T4 wird dessen U<sub>CE</sub> sowie die Ruheverlustleistung auf ungefähr die Werte von T5 verringert,

während T7 in der Kollektorleitung von T5 als U<sub>BE</sub>-Verstärker fungiert.

T7 spannt sich selbst mit dem Spannungsteiler R15 und RV1 vor. Dadurch entsteht eine feste Spannung über dem Transistor, die ihrerseits den Ruhestrom der Ausgangsstufe festlegt. Dieser Transistor ist auf dem Kühlkörperflansch montiert, so daß eine Temperaturzunahme seine Vorspannung verändert (Erhöhung der Leitfähigkeit). Dann vermindert sich seine U<sub>CE</sub> und damit der Ruhestrom in der Ausgangsstufe. Auf diese Weise erreicht man eine thermische Gegenkopplung, mit der die Ausgangsstufe gegen thermisches 'Weglaufen' geschützt wird.

Die Ausgangsstufe selbst ist mit je einem komplementären Paar von Leistungs- sowie Treibertransistoren bestückt, die als Darlingtonstufen zusammengeschaltet sind (T10...T13). Sie arbeiten als Emitterfolger mit hoher Stromverstärkung über R24 und R25 auf den Ausgang. Diese Emitterwiderstände verursachen eine gewisse Gegenkopplung und tragen ebenfalls zur Überwachung des Stromes in den Ausgangstransistoren bei.

Die Übertragung eines Signals auf die Ausgangsstufen beginnt



Alle Werte in Klammern für die höhere Leistung

mit dem Koppelkondensator C1 und dem aus R3 und C2 gebildeten Tiefpaßfilter. Es schwächt Signalkomponenten mit Frequenzen oberhalb 100 kHz ab. Das Signal gelangt dann auf die Basis des Transistors T2, der die eine Hälfte der Eingangsdifferenzstufe bildet. Auf den zweiten Eingang dieser Stufe (Basis von T3) wird das heruntergeteilte Ausgangssignal zurückgeführt.

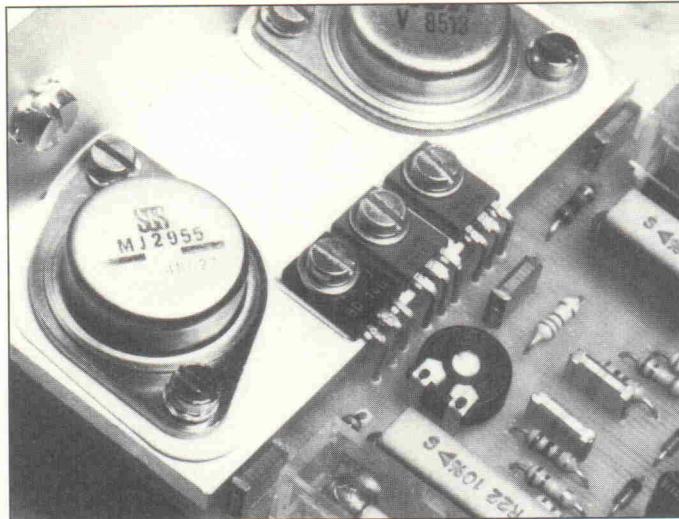
Dieses Teilverhältnis bestimmt die Stärke der Gegenkopplung und damit auch die Gesamtverstärkung der Schaltung. Mit den angegebenen Werten von R13 und R14 ergibt sich eine Wechselspannungsverstärkung von circa 28, während die Gleichspannungsverstärkung aufgrund der Entkopplung mit C3 den Wert 1 annimmt. C3 legt zusammen mit C1 und den entsprechenden Widerständen die untere Eckfrequenz des Verstärkers auf circa 10 Hz fest.

Das potentialfreie Ausgangssignal der ersten Differenzstufe gelangt dann auf das folgende Transistorpaar T4 und T5. Diese Stufe arbeitet wie bereits oben beschrieben. Eine Frequenzkompensation erfolgt mit C4 und C5. Das Ausgangssignal dieses zweiten Differenzverstärkers steuert die Ausgangsstufe an. Mit T7, der wechselspannungsmäßig durch C6 kurzgeschlossen ist, erhalten die Ausgangstransistoren ihre Vorspannungen.

Um auch unter schwierigen Lastbedingungen eine hohe Schaltungsstabilität zu gewährleisten, wird der Lautsprecher über das mit L1, R26 und C13 gebildete Ausgangsnetzwerk an den Verstärker angeschlossen. Zusätzliche Stabilität wird durch die an den Versorgungsleitungen liegenden Kondensatoren C9 bis C12 erreicht.

## Strombegrenzung

Wie aus dem Schaltbild zu ersehen ist, besteht die Strombegrenzung aus zwei Hälften; eine detektiert die korrekte



Der Stromfühler T7 ist thermisch leitend mit dem Flansch verbunden.

Funktion von T10 und T11 und die andere überwacht T12 und T13. Da die Funktion der beiden Hälften identisch ist, wird hier nur der obere Teil beschrieben.

Die einfachste Form einer Strombegrenzung besteht in einer von anderen Lastbedingungen unabhängigen Maximalwertbegrenzung. Dieser Fall liegt vor, wenn R16, R18 und D5 weggelassen werden. Dann gelangt die am Stromfühlerwiderstand R24 abfallende Spannung direkt über R17 auf die Basis von T8.

Steigt die Spannung an R24 auf circa 0,65 V, dann wird T8 durchlässig und leitet den Steuerstrom für die Basis von T10 über D4 ab. Damit wird der Ausgangstrom auf circa 3 A, oder anders ausgedrückt, auf 0,65 V/0,22 Ohm begrenzt.

Dieser Fall wird in Bild 1 durch eine horizontale Linie repräsentiert, die die  $I_C$ -Achse im Wert 3 schneidet. Wie aus den anderen Kurven zu ersehen ist, würde eine derartige Strombegrenzung nicht nur die SOAR-Kurve überschreiten, sondern auch die verfügbare Ausgangsleistung beschränken.

Der nächste Schritt zur Verbesserung der Strombegrenzung ist

kurve gelingt durch Hinzufügen des Widerstandes R16. Er bewirkt, daß die Begrenzerkurve unterhalb der SOAR-Kurve verläuft. So nimmt die Basis-Emitterspannung von T8 progressiv zu, wenn die Spannung über T10 und T11 ansteigt. Das Resultat ist demnach eine Strombegrenzung, die erheblich empfindlicher auf höhere  $U_{CE}$ -Werte ist und daher wie erforderlich, ein Überschreiten der SOAR-Kurve verhindert.

Soll der Verstärker auf maximale Leistung ausgelegt werden, muß die Begrenzerlinie der SOAR-Kurve eng folgen. Die Lösung besteht darin, der Begrenzerkurve durch Hinzufügen von R18 zwei unterschiedliche Steigungen zu geben. Dieser Widerstand wird über D5 nur dann wirksam, wenn sich die Ausgangsspannung in positive Richtung bewegt.

Bei Kollektor-Emitterspannungen  $U_{CE}$ , die unter die Hälfte der Gesamtversorgungsspannung (ca. 40 V für Bild 1a und 50 V für Bild 1b) absinken, ist dann progressiv mehr Strom zulässig. Das ist ideal, da unter normalen Bedingungen große Verstärkerausgangsströme bei großen Ausgangsspannungen und daher niedrigeren  $U_{CE}$ -Werten auftreten.

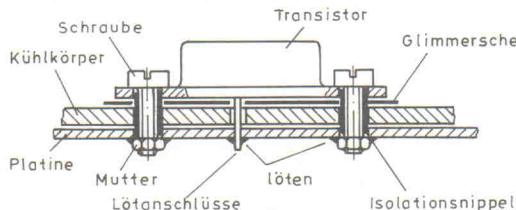


Bild 2. TO-3-Montage.

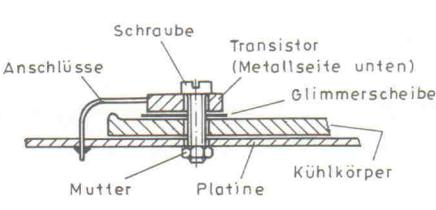


Bild 3. TO-126-Montage.

Ein weiterer Vorteil der Begrenzerkurve mit zwei Steigungen geht aus Bild 1 bei Betrachtung des Strombegrenzungspunktes für den Fall hervor, daß sich der Verstärkerausgang auf Nullpotential befindet, beziehungsweise, daß  $U_{CE}$  einen Wert von 40 V annimmt (Bild 1a). Das ist die Kurzschlußsituation am Ausgang des Verstärkers, in der nur ein Strom von 1,5 A fließen darf.

In den Verstärkerspezifikationen zeigen sich die Vorteile der hier verwendeten Begrenzer-Schaltung deutlich: Das leistungsstärkere Modul liefert saubere 100 Watt an 8 Ohm, 150 Watt an 4 Ohm und nur 16 Watt an 2 Ohm!

## Der Aufbau

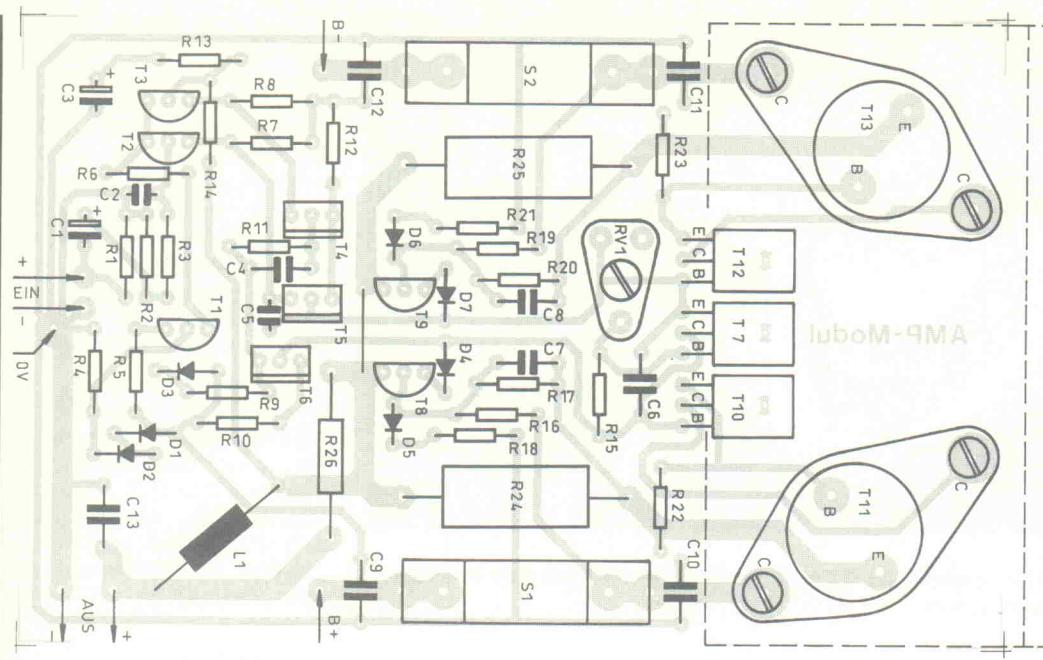
Der Aufbau des Moduls ist sehr einfach, nur die Herstellung der Spule L1 und die Montage der Leistungstransistoren erfordern etwas mehr Aufmerksamkeit.

Bevor Sie mit dem Aufbau beginnen, sollte die Leiterplatine auf Ätzfehler sowie Kurzschlüsse zwischen Leiterbahnen überprüft werden. Achten Sie auch darauf, daß die Bauteile mit genügend langen Anschlußdrähten eingelötet werden können und die diversen Befestigungsschrauben genügend Platz finden.

Dann verwenden Sie die Leiterplatine als Schablone zur Markierung der notwendigen Bohrungen im Kühlkörperflansch. Bohren Sie mit ausreichend großem Durchmesser, damit die Schrauben isoliert vom Flansch montiert werden können. Schließlich werden alle scharfen Bohrungsgrade mit einem großen Bohrer oder Senkkopf beseitigt.

Die Bestückung der Platine beginnt mit den Komponenten niedriger Bauhöhe. Die Leistungstransistoren und der Kühlkörperflansch kommen zuletzt an die Reihe. Die 0,22 Ohm/5-Watt-Widerstände sollten mit etwas Abstand zur Platine eingelötet werden, weil sie bei lang anhaltender hoher Ausgangsleistung an 4 Ohm sehr heiß werden können, so daß eine ungehinderte Wärmeabgabe in alle Richtungen erforderlich ist.

Die Spule L1 wird mit 0,8...1 mm starkem lackiertem Kupferdraht auf einen Pla-



**Bestückungsplan – er sollte beim Zusammenbau genau beachtet werden.**

stikkörper mit 11 mm Durchmesser gewickelt. Die Wicklung sollte aus 24,5 Windungen mit gegenüberliegenden Anschlüssen bestehen, dann passen die Enden zu den entsprechenden Bohrungen in der Platine. Eine sorgfältige Entfernung der Lackierung an den Spulenenden ist notwendig, um eine gute Verlötzung mit der Platine zu gewährleisten. Überprüfen Sie diese Lötstellen sehr genau.

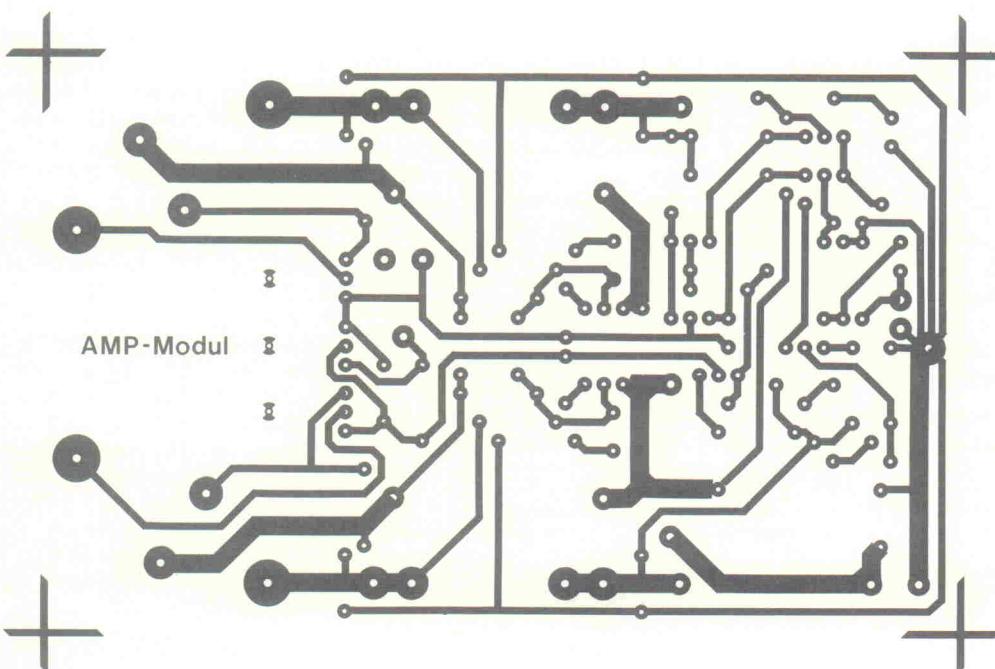
Damit die Sicherungsklemmen im richtigen Abstand zueinander eingelötet werden, ist es zweckmäßig, sie zuvor auf die vorgesehene Sicherung zu schieben und anschließend in die Platinenbohrungen einzustecken. Beim Verlöten werden sie so in richtiger Position gehalten.

Nun erfolgt die Montage der Leistungs- und Treibertransistoren, und zwar so, daß der Kühlkörperflansch zwischen ihnen und der Platine liegt. Die Transistoren müssen elektrisch isoliert vom Flansch befestigt werden, aber guten thermischen Kontakt zu ihnen besitzen, um eine ausreichende Verlustwärmeverabfuhr zu gewährleisten.

Bild 2 zeigt Details zur Montage von Ausgangstransistoren mit TO3-Gehäuse, die sehr genau eingehalten werden sollten. Die Glimmerscheiben werden auf beiden Seiten mit genügend Wärmeleitpaste versehen.

Vergessen Sie nicht, kurze Isolierpinsel zur elektrischen Isolierung der Transistorgehäuse gegen den Flansch zu verwenden. Überprüfen Sie die mechanischen Verbindungen nach abgeschlossener Montage mit einem Ohmmeter.

Bevor die Verschraubung der flachen Transistoren unter Verwendung einer Glimmerscheibe als Zwischenlage zum Flansch erfolgt, sollten ihre Anschluß-



Das Platinenlayout für beide Leistungsstufen.

## Stückliste

Widerstände (1/4 Watt, 5 %)

R1	180k
R2,6	22k
R3,7,8	4k7
R4	39k
R5,15	680R
R9,10	180R
R11	4k7 (6k8)
R12	100R
R13,20	1k
R14	27k
R16	120k (150k)
R17	1k
R18	27k (15k)
R19	120k (150k)
R21	27k (15k)
R22,23	100R
R24,25	0R22, 5 W
R26	6R8

Kondensatoren

C1	1µF/50V Elko
C2	220p MKT
C3	47µF/16V Elko
C4	15n MKT
C5	68p Ker.
C6,9,10,11,12	0µ1 MKT
C7,8	1n MKT
C13	0µ15 MKT

Halbleiter

D1...7	IN914
T1...3	BC 556
T4	BD 139 (BF 469)
T5	BD 139 (BF 469)
T6	BD 140 (BF 470)
T7	BD 139
T8	BC 547
T9	BC 557
T10	BD 139 (MJE 340)
T11	2N3055 (MJ 15003)
T12	BD 140 (MJE 350)
T13	MJ 2955 (MJ 15004)

Verschiedenes

Platine  
Isoliermaterial für Treiber und Endtransistoren  
Alu-Winkel 75 mm lang  
Sicherungshalter  
Spulenkörper ca. 11 mm Ø  
Kupferdraht 1 mm Ø  
Kühlkörper  
Schrauben

beine so abgewinkelt werden, daß sie in die entsprechenden Platinenbohrungen passen. Verwenden Sie auch für diese Transistoren Wärmeleitpaste.

## Abgleich

Vor dem Einschalten sollte das Modul mit einem freistehenden Kühlkörper verschraubt oder in einer existierenden Gehäuse-Kühlkörperkombination befestigt werden. Zur Einstellung minimalen Ruhestroms sollte dann RV1 im Gegenurzeiger-Sinn an den Anschlag gedreht werden.

und anstatt der Sicherungen zunächst auf der Platinenunterseite über jeden Sicherungshalter ein 330-Ohm-Widerstand gelötet werden.

Jetzt kann die Stromversorgung eingeschaltet und der Gleichspannungs-Offset am Verstärkerausgang gemessen werden. Er sollte  $\pm 30$  mV nicht überschreiten. Ist soweit alles in Ordnung, dann messen Sie die Spannung über den 330 Ohm-Widerständen und stellen RV1 so ein, daß sie einen Wert von 6,5 V entsprechend einem Ruhestrom von 20 mA annimmt. Diese Spannung sollte mehrmals im Abstand einiger Minuten kontrolliert werden. Während dieser Messungen und Abgleicharbeiten darf der Verstärkerausgang nicht belastet werden.

Zum Abschluß messen Sie die Spannungen an allen im Schaltbild vermerkten Punkten. Sie sollten nicht mehr als circa 10 % von den Sollwerten abweichen. Stellen Sie einen Fehler fest, dann sollten Sie nochmals die Bauteilewerte und Halbleiterpolaritäten des betroffenen Bereiches überprüfen.

## Endlich ...

Nun kann das Verstärkermodul für den vorgesehenen Zweck eingesetzt werden. Löten Sie zunächst die 330-Ohm-Widerstände aus (vorher Stromversorgung abschalten!) und stecken Sicherungen mit der vorgeschriebenen Belastbarkeit in ihre Halter. Nach dem Anschließen eines Lautsprechers wird die Stromversorgung wieder eingeschaltet – der Lautsprecher sollte dann mit einem Finger am Eingang ein leichtes Brummen von sich geben. Jetzt können Sie ein Eingangssignal einspeisen.

Bei normalen Lautstärken sollte sich die Temperatur des Kühlkörpers kaum erhöhen. Wird er trotzdem etwas heiß, dann ist entweder der Ruhestrom zu hoch eingestellt oder der Kühlkörper unterdimensioniert. Die richtige Kühlkörpergröße hängt in starkem Maße vom Einsatzzweck des Moduls und damit von der Ventilation der Kühlrippen und der gewünschten Dauerausgangsleistung ab.

In Beschallungssystemen beispielsweise wird eine hohe Dauerausgangsleistung benötigt, so daß ein großer Kühlkörper unumgänglich ist. Kann der Kühlkörper zusätzlich mit einem Ventilator belüftet werden, dann sind erheblich kleinere Abmessungen möglich.

Andererseits kann das Modul direkt an eine Metallfläche des Gehäuses geschraubt werden, wenn es nur geringe oder kurzzeitig hohe Leistungen abgeben muß.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß das leistungsfähigere Modul bei kontinuierlicher Ausgangsleistung von 100 Watt oder mehr (an 4 Ohm) die 5-Watt-Widerstände R24 und R25 überhitzen kann. Die einfachste Gegenmaßnahme besteht darin, ihre Werte auf 0,47 Ohm zu erhöhen und ihnen auf der Platinenlötseite jeweils einen gleichen Widerstand parallel zu schalten. Dann entsteht ein wirksamer Widerstandswert von 0,235 Ohm mit einer Belastbarkeit von 10 Watt.

Die maximale Ausgangsleistung eines Moduls hängt in starkem Maße von der Qualität des Netzteils ab. Die hier angegebenen Modulspezifikationen gelten für jeweils eine gut geregelte Stromversorgung pro Einheit. Für das 50/80-Watt-Modul wird ein mit 2 A belastbarer 28-0-28-Volt-Transformator verwendet. Nach der Gleichrichtung erfolgt pro Teilstellung eine Filterung mit jeweils 5000  $\mu$ F. Das 100/150-Watt-Modul verwendet einen Transformator mit 35-0-35 Volt bei 2,5 A und eine Filterung mit jeweils 6800- $\mu$ F-Kondensatoren sowie eine 6-A-Diodenbrücke. Wenn die Kosten gegenüber der maximalen Ausgangsleistung im Vordergrund stehen, dann können auch Transformatoren mit kleineren Strömen oder kleinere Sieb kondensatoren verwendet werden. Dadurch wird eher die maximal mögliche Dauerausgangsleistung als das dynamische Leistungsverhalten beeinflußt.

Da das Modul nicht auf eine genau festgelegte Versorgungsspannung ausgelegt ist, arbeitet es auch noch bei sehr niedrigen Werten von beispielsweise  $\pm 20$  Volt sehr gut. In diesem Fall sollte allerdings R6 auf 10k reduziert werden und R11 auf 2k7. Die Werte sind unkritisch und dienen im wesentlichen dazu, die Verlustleistung der Transistoren bei höheren Versorgungsspannungen zu vermindern.



# eMedia GmbH SOFTWARE

## ELRAD - Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Kopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Programm	Datenträger	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Edieren, String suchen, Gemberechnen)
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen (EPROM-Inhalt mit Datei), Vergleichen zweier Dateien)
S097-586S	$\mu$ Pegelschreiber	9/87	Diskette/Schneidet + Dokumentation
S117-599S	Schriftmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneidet + Dokumentation
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Mediatorfassung)
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-780M	MDSP	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler div. DSP-Dienstprogramm, (Source), Terminalprogr. (Source), DSP-Filteprog., (Source)
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari ST
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Erlassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-Basic) SS
S119-786M	UI-D/A Wanderkarte für PC	11/89	Diskette/MS-DOS/Maßwertertassung (Source)
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-772C	UMA – C64	12/89	Diskette/C64
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem)

## ELRAD - Programmisierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomühr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales Schlagzeug	25,- DM
TOM1	25,- DM
TOM2	25,- DM
TOM3	25,- DM
TOM4	25,- DM
SIMMONS HITOM	25,- DM
SIMMONS MIDTOM	25,- DM
SIMMONS LOTOM	25,- DM
BASSDRUM	25,- DM
BASSDRUM MID	25,- DM
BASSDRUM HIGH	25,- DM
BASSDRUM HEAVY	25,- DM
BASSDRUM GATED	25,- DM
CONGA	25,- DM
TIMBALE	25,- DM
SNARE HIGH1	25,- DM
SNARE HIGH2	25,- DM
SNARE HIGH3	25,- DM
SNARE HIGH4	25,- DM
SNARE HIGH5	25,- DM
RIMSHOT	25,- DM
RIMSHOT VOL2	25,- DM
-SNARE REGGAE	25,- DM
-SNARE GATED	25,- DM
-SNARE HEAVY	25,- DM
SNARE LUTZ M	25,- DM
SNARE MEDIUM	25,- DM
CLAP RX	25,- DM
CLAP	25,- DM
Hihat OPEN VOL1	25,- DM
Hihat OPEN	25,- DM
Hihat CLOSED	25,- DM
GLAS	25,- DM
COWBELL	25,- DM
CRASH	25,- DM
PAUKE	25,- DM
RIDE	25,- DM
Hygrometer	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	25,- DM
D.A.M.E.	25,- DM
$\mu$ Pegelschreiber	9/87
E.M.M.A.	3/88
E.M.M.A.	Betriebssystem: Mini-Editor, Bedienungsanleitung
MIDI Monitor	4/88
Frequenz Shifter	5/88
Printertaste	5/88
E.M.M.A.	7/88
IEC-Konverter	9/88
IEC-Konverter	1/89
Betriebssystem mit Update aus 1/90	1/89
Controller	3/89
PROM Typ 1 (kleine Auf.)	9/89
PROM Typ 2 (große Auf.)	10/89
siehe Paketangebot Platinenanzeige	11/89
Betriebssystem	12/89
Bootprogramm	1/90
PAL	Preis
Autoalarmanlage	5/89
SESAM – Interface	12/89
2 Stück (Satz)	70,- DM

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61**

## Leipziger Frühjahrsmesse

aktuell

**Der 14. März, nicht nur ein Tag während der Frühjahrsmesse, sondern auch ein Tag, an dem Leipzig eine Großveranstaltung mit Helmut Kohl angetan wurde.**

**Zusatzbelastung: 200 000 Menschen und nach der Kundgebung marodierende Nazi-Horden. Es ist der Tag, an dem die militärischen Ränge bei Polizei und Feuerwehr abgeschafft wurden und Wolfgang Schnur am Morgen seine Stasi-Vergangenheit auch der Öffentlichkeit eingestand.**



**A**n diesem 14. März wurde der 'VEB Verlag Technik' – Herausgeber des Fachblatts radio fernsehen elektronik, dessen Chef Schlegel in der Elrad-Februarauflage das Editorial geschrieben hat – zum 'Verlag Technik', der bei Erscheinen dieses Heftes höchstwahrscheinlich schon der 'Verlag Technik GmbH' sein wird.

Es kann sein, daß die Produzenten der nachfolgend beschriebenen Messeexponate nicht mehr unter ihren alten Namen existieren. Aus dem VEB Mikroelektronik 'Karl Marx', Erfurt, Produzent von Bauelementen in CMOS- und NMOS-Technologie, könnte bei Erscheinen dieses Heftes vielleicht schon ABB Erfurt geworden sein – oder er existiert gar nicht mehr. Eine Vermutung, genährt aus den Gerüchten, die bei den Zigarettenpausen vor den Messehallen gehandelt wurden. Wer steht bei wem vor der Tür und wie weit ist sie offen ... Was hat wer mit wem vor? Den selbstlosen Aufbau der maroden DDR-Industrie – egal welcher Zweig – nimmt man den 'Aufkaufkolonnen' aus der BRD nicht mehr ab.

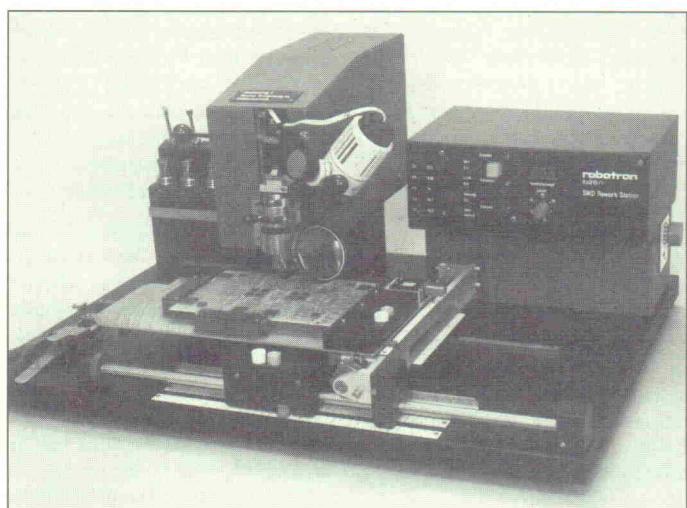
Gerüchte oder vielleicht auch echte Informationen, die man

einem Ingenieur entlockt, der neuerdings in Entscheidungsprozesse eingebunden ist. Dies vielleicht die einzige echte Neuheit auf der Messe: Weder der Minister für Elektrotechnik und Elektronik (nicht mehr vorhanden) noch die ihm direkt unterstellten Kombinatsdirektoren (zum Teil noch vorhanden) treffen – wie man so hört, von keinerlei Sachkenntnis behindert – einsame Entscheidungen, sondern Fachleute werden einbezogen. Sie erzählen den

neuen Sachverhalt nicht ohne Stolz, weil auch das ein Stück Marktwirtschaft ist, der man sich mit Haut und Haaren verschreiben will, um den Betrieb auf Vordermann zu bringen. Ob sie überhaupt dürfen, ist fraglich.

Es werden Verträge – besser Absichtserklärungen – unterzeichnet, von denen man den Eindruck hat, daß sie das Papier nicht wert sind, auf dem sie geschrieben stehen. So beispielsweise geschehen zwischen Philips, Unternehmensbereich EWI (Elektronik für Wissenschaft und Industrie), und Robotron Meßelektronik, Dresden, zwei Tage später, am 16. März. Geplant ist eine Kooperation auf dem Gebiet der elektrischen Wäge- und Kraftmeßtechnik und dort, im ersten Schritt, der Ausbau der starken Marktposition in Ost- und Westeuropa. Was soll das wohl bedeuten? Noch eine Neuheit: Ehepaare mittleren Alters besuchen zielflestig Aussteller um Aussteller. Sie wollen den neuen Mittelstand bilden und proben schon mal den Kapitalismus am Stand der Deutschen Bank und des DIHT – 'Selbständigkeit' ist neben 'Währungsunion' und 'Vereinigung' eine oft benutzte Vokabel auf der Leipziger Messe. Und selbstverständlich: 'Kooperation' – allerdings mit der neuen Deutung: Ausverkauf.

Subjektivität ist für die Einschätzung der Lage an diesem 14. März angesagt, niemand weiß Genaues, aber die Perspektiven sind ausgezeichnet – zumindest für westdeutsche Betriebe. Und der fatale Gleichklang von Lebensraum und Ab-



**Preiswert:** Robotrons SMD Rework Station eignet sich auch für die manuelle SMD-Bestückung.



satzmärkten im Osten schmeckt bitter nach.

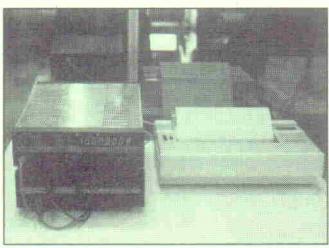
## Neues aus den Kombinaten

Für Leiterplattenformate bis  $320 \times 175$  mm hat der VEB Robotron-Rationalisierung, Weimar, den SMD-Reparaturlötplatz RaB 10/1 entwickelt. Das Anwenderspektrum sieht Robotron laut Auskunft des Standpersonals nicht nur im Reparaturbereich, sondern auch in der Kleinserienfertigung und bei der Erstkontaktierung von gemischt bestückten Leiterplatten. Der RaB arbeitet mit Heißluft. Durch angepaßte Düsen wird die zum Aufschmelzen des Lots oder der Lötpaste benötigte Wärme gezielt auf die Lötstelle gerichtet. Der Düsenwechsel ist sofort, ohne Abkühlphase durchführbar. Neben einer Rasterpositionierung von  $2,5 \pm 0,2$  mm gibt es zusätzlich eine Feinpositionierung mit einer Auflösung von  $\pm 0,05$  mm. Die SMD-Rework-Station ist für etwa 19 000 Mark (Ost) zu haben.

Der volkseigene Betrieb Mikroelektronik, Erfurt, zeigte Zähler und DVMs für den Laborbereich. Zum einen zwei Geräte der 20 000-Ostmark-Klasse: Das Digitalvoltmeter G-1006.500 und den 500-MHz-Frequenz- und Zeitmesser G-2005.500. Zum anderen zwei



**Labormultimeter G-1006.500: 4 1/2stellig, mit IMS-2-Schnittstelle (IEC 625).**



**Neuentwicklungen von VEB Mikroelektronik 'Karl Marx': Labormeßgeräte mit IFSS-(RS-232)-Interface zur Druckeransteuerung.**

brandneue Entwicklungen, die um 5000 Mark kosten: das G-1005.500 (DVM) und das G-2004.500 (Zähler).

Als modulares Low-Cost-Konzept hat der VEB Robotron-Meßelektronik 'Otto Schön', Dresden, das Testsystem Robotron P 3005 ausgelegt. Es ist ursprünglich eine Entwicklung für den Eigenbedarf, weil Importe an fehlenden Devisen beziehungsweise der Cocom-Liste gescheitert sind. In Abhängigkeit von der Art der Adaptierung des Prüflings und der Ausbaustufe des Systems kann der Verbindungstest an

- Einschub-, Paneel- oder Gestellverdrahtungen,
- allen Arten gedruckter Rückverdrahtungen, die mit Steckverbindern versehen sind,
- unbestückten Platinen einschließlich Multilayern,
- bestückten und gelöteten Leiterplatten

ausgeführt werden.

Für das P 3005 in seiner niedrigsten Ausbaustufe werden folgende Systemkomponenten angeboten:

- PC. AT/XT mit IEC-Schnittstelle
- STE. Steuer- und Meßeinheit
- KE. Koppeleinheit

Der Steuerrechner wird über die IEC-Schnittstelle mit der Steuereinheit, ein 8086-System, verbunden. In dieser Steuereinheit sind die Stromversorgung der Einheit, die Meßtechnik (12-Bit-Auflösung), die Stimulations-Baugruppen (programmierbare Strom-, Spannungsquellen, Auflösung: 12 Bit), die Multiplexer für Stimuli- und Meßkanäle sowie die Ports zum Anschluß der Koppeleinheiten KE enthalten.

Die Anschlußpunkte der Koppeleinheiten sind von 2048 bis  $16 \times 2048$  Punkte adressierbar. Als Prüfzeit pro Koppelpunkt wird etwa eine Millisekunde angegeben.

Die Software zum P 3005 bietet dem Anwender zum einen die Möglichkeit, die Testbeschreibung aus Verbindungslisten von CAD-Programmen zu generieren (aus welchen, war nicht zu erfahren), zum anderen eine Turbo-Pascal-Schnittstelle, über die komplexe Funktionen für den Test realisiert werden können. Testdefinitionen erfol-



**O-Ton Robotron: '...P 3005...' stellt ein hochproduktives Rationalisierungsmittel im technologischen Prozeß der Herstellung elektronischer Geräte dar.'**

gen im menügesteuerten Dialog über eine Reihe von Statements mit Feldern, die Bauelementetyp, Pinbelegung, Nennwert und Toleranz der Bauelemente festlegen. Bauelementtypen sind in erster Linie offene oder geschlossene Verbindungen oder komplett Leitungspotentiale, aber auch Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten und Halbleiterstrecken.

Kostenpunkt für ein System PC, STE, KE: unter 100 000 Mark der Deutschen Notenbank.

Präcitronic Dresden ist führender Hersteller von Meß-Equipment für die Nachrichten-, Medizin- und allgemeine Labormeßtechnik. Als Neuentwicklung wurde der optische Pegel- und Dämpfungsmeßplatz OPM 13 vorgestellt, bestehend aus den Komponenten OPS 13 (optischer Pegelsender) und OPE 13 (Empfänger).

Der Sender erzeugt wahlweise modulierte Signale (926 Hz für Dämpfungsmessungen) oder Gleichlicht. Die Ankoppelung

der Senderausgänge an den LWL erfolgt mit einem feinfühlig justierbaren xyz-Manipulator. Mit Hilfe austauschbarer Adapter können unkonfektionierte Fasern oder LWL-Steckverbinder mit einem Schaftdurchmesser von 2,5 und 4,5 mm angekoppelt werden.

Am Pegelmesser OPE 13 wird der Betrag der Dämpfung oder der Leistungspegel mit einer Auflösung von 0,01 dB angezeigt. Für den Wellenbereich 820/850 nm und 1300/1550 nm sind getrennte optische Sensoren im Gerät integriert. Optional können beide Geräte mit einer IEC-Schnittstelle ausgerüstet werden.

Auf den Messeständen der Betriebe des Kombinats Mikroelektronik wurden einige Bauelemente-Neuheiten mit dem Zusatz 'international austauschbar' vorgestellt. Hervorzuheben ist das RFT-Pendant zum TMS32020-Signalprozessor U 32C20 FC oder U 320C20 FC von Texas Instruments – im Datenblatt ist man sich nicht ganz einig über die Bezeichnung – im SMT-Gehäuse.

## Service

### IC-Nomenklatur

Auf den folgenden Seiten ist ein sehr greifbares Ergebnis des Messebesuchs der Redaktion in Leipzig wiedergegeben: Die aktuelle Vergleichsliste des VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder. Bei Durchsicht der Liste wird man das Fehlen von CMOS-Logik-Typen bemerken. Grund dafür ist zum einen, daß diese Bauelemente im VEB Mikroelektronik, Mühlhausen, gefertigt werden, zum anderen wäre der Abdruck Platzver-

schwendung. Sowohl die 4000er Reihe als auch HCT-Typen sind als solche zu erkennen, desgleichen Speicherbausteine, gleich, ob dynamische oder statische RAMs, EPROMs oder PROMs.

Weiterhin sollte den Bauelementen, die in Klammern geführt sind, ein besonderes Augenmerk gelten: Sie werden vom Hersteller als 'ähnlich' bezeichnet.

Service

Typ	Vergleichstyp	Firma	Funktion	Typ	Vergleichstyp	Firma	Funktion
A 210 E/K	TBA 810 AS	Telefunken	6-W-NF-Verstärker	B 360 D/E/K	(TPQ 2222)	Sprague	4fach-Transistorarray
A 223 D	TBA 120 U	Telefunken	FM-ZF-Verstärker und -Demodulator	B 380 D/E/K	(TPQ 2221)	Sprague	4fach-Transistorarray
A 224 D	TBA 120 T	Telefunken	FM-ZF-Verstärker und -Demodulator, Selektion mit piezokeramischem Filter	B 384 D	—		SLIC-A Spannungsversorgungsschaltkreis
A 225 D	TDA 1047	Siemens	FM-ZF-Verstärker und -Demodulator	B 385 D	—		SLIC-A Testschaltkreis
A 241 D	TDA 2541	Valvo	Bild-ZF-Verstärker	B 386 D	—		SLIC-A Speiseschaltkreis
A 244 D/SD	TCA 440/-	Valvo	AM-Empfängerschaltung	B 411 DD	LF 411 ACN	National Semiconductor	BIFET-OPV mit geringer Drift- und Offsetspannung
A 255 D	TDA 2593	Valvo	Horizontalkombination	B 451 G	SAS 251	Siemens	Halltastenschaltkreis
A 274 D	TCA 740	Valvo	Höhen- und Tiefeinstellung	B 452 G	SAS 251 S5	Siemens	Halltastenschaltkreis
A 277 D	(UAA 180) *)	Siemens	LED-Ansteuerschaltkreis Punkt/Band	B 453 G	SAS 251 S4	Siemens	Halltastenschaltkreis
A 283 D	TDA 1083	Telefunken	AM/FM-Empfängerschaltung mit NF-Verstärker	B 460 G	—		Analog Hallschaltkreis
A 290 D	MC 1310 P	Motorola	PLL-Stereodecoder	B 461 G	SAS 261 S4	Siemens	Halltastenschaltkreis
A 1524 D	TDA 1524 A	Valvo	Stereosteller für Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen	B 462 G	SAS 261	Siemens	Halltastenschaltkreis
A 1670 V	TDA 1670	SGS-Ates	Vertikalablenkschaltung	B 466 GA	—		Hallschaltkreis für Kfz-Zündanlagen
A 1818 D	LM 1818	Valvo	Aufnahme-/Wiedergabeverstärker	B 467 GE	—		Linearer Hallschaltkreis mit analogem Ausgang
A 2000 V	(TDA 4925)	Valvo	Doppel-NF-Verstärker, 2 x 5 W an 4 Ohm	B 555 D	LM 555 CN	National Semiconductor	Zeitgeberschaltkreis
A 2005 V	TDA 2005	Valvo	Doppel-NF-Verstärker, 2 x 10 W an 2 Ohm	μA 555 TC	Fairchild		
A 2014 DC	TEA 2014	SGS-Thomsen	Videoschalter	B 556 D	LM 556 CN	National Semiconductor	Doppelzeitgeberschaltkreis
A 2030 H/V	TDA 2030 H/V	SGS-Ates	10-W-NF-Verstärker	μA 556 PC	Fairchild		
A 3048 DC	TDA 3048	Valvo	Infrarot-Empfangsschaltkreis	B 611 D/SC	TCA 311 A/-	Siemens	OPV mit Darlington-Eingang, TTL-Ausgang
A 3501 D	TDA 3501	Valvo	Farbaufbereitungsschaltkreis	B 615 D/SG	TCA 315 A/(G)	Siemens	OPV mit Darlington-Eingang, TTL-Ausgang
A 3510 D	TDA 3510	Valvo	PAL-Decoder	B 621 D/SC	TCA 321 A/-	Siemens	OPV mit TTL-Ausgang
A 3520 D	TDA 3520	Valvo	SECAM-Decoder	B 625 D/SG	TCA 325 A/(G)	Siemens	OPV mit TTL-Ausgang
A 4100 D	TDA 4100	Siemens	AM-FM-Empfängerschaltung für Batteriebetrieb	B 631 D/SC	TCA 331 A/-	Siemens	OPV mit Darlington-Ein- und Ausgang
A 4510 D	TCA 4510	Siemens	PLL-Stereodecoder für Batteriebetrieb	B 635 D/SG	TCA 335 A/(G)	Siemens	OPV mit Darlington-Ein- und Ausgang
A 4511 D	TCA 4511	Siemens	PLL-Stereodecoder	B 654 D	SN 2865 AN	TI	Servomotor-Steuerschaltkreis
A 4555 DC	TDA 4555	Valvo	Multistandard-Decoder für PAL, SECAM, NTSC	B 761 D/SC	TAA 761 A/-	Siemens	OPV mit Darlington-Ausgang
A 4565 DC	TDA 4565	Valvo	Signalversteinerungs- und Verzögerungsschaltung	B 765 D/SG	TAA 765 A/(G)	Siemens	OPV mit Darlington-Ausgang
A 4580 DC	TDA 4580	Valvo	Videokombination	B 861 D/SC	TAA 861 A/-	Siemens	OPV mit Darlington-Ausgang
B 060 D/SD/SG	TL 060 CP/CD/ID	TI	BIFET-OPV, ext. Frequenzkompensation	B 865 D/SG	TAA 865 A/-	Siemens	OPV mit Darlington-Ausgang
B 061 D/SD/SG	TL 061 CP/CD/ID	TI	BIFET-OPV, int. Frequenzkompensation	B 2600 DG	—		Regel- und Überwachungsschaltkreis für Schaltnetzteile
B 064 D/SD/SG	TL 064 CN/CD/ID	TI	BIFET-4fach-OPV, int. Frequenzkompensation	B 2761 D/SC	TAA 2761 A/-	Siemens	Doppel-OPV mit Darlington-Ausgang
B 066 D/SD/SG	TL 066 CP/CD/ID	TI	BIFET-OPV mit Leistungssteuerung	B 2765 D/SG	TAA 2765 A/-	Siemens	Doppel-OPV mit Darlington-Ausgang
B 080 D/SC/SG	TL 080 CP/-/ID	TI	BIFET-OPV, ext. Frequenzkompensation	B 2960 VG	L 296 P	SGS-Thomsen	DC/DC-Wandler
B 081 D/SC/SG	TL 081 CP/-/ID	TI	BIFET-OPV, int. Frequenzkompensation	B 3040 DA	—		Treiber-Sensor-Schaltkreis für In-Circuit-Tester
	XR 081	EXAR		B 3170 V	LM 317 T	National Semiconductor	Einstellbarer Positivspannungsregler, 1,5 A / 40 V
B 082 D/SC/SG	TL 082 CP/-/ID	TI	BIFET-Doppel-OPV	B 3370 V	LM 337 T	National Semiconductor	Einstellbarer Negativspannungsregler, 1,5 A / 40 V
	XR 082	EXAR		B 3718 VC	TEA 3718 SP	SGS-Thomsen	Bipolarer Schrittmotor-Treiber-Schaltkreis
B 083 D/SC/SG	TL 083 CN/-/ID	TI	BIFET-Doppel-OPV	B 3862 RD	—		SLIC-B Speise- und Empfangsschaltkreis (Hochvolt)
	XR 083	EXAR		B 3870 DC	—		SLIC-A Analogprozessorschaltkreis
B 084 D/SC/SG	TL 084 CN/-/ID	TI	BIFET-4fach-OPV	B 3872 RD	—		SLIC-B Speise- und Empfangsschaltkreis (Niedervolt)
	XR 084	EXAR		B 3925 DD	—		Motorprozessor für Diskettenlaufwerke
B 165 H/V	L 165	SGS-Thomsen	3,5-A-Leistungs-OPV	B 4002 D	UAA 4002 DP	Thomson-CSF	Ansteuer- und Kontrollschaltkreis für Hochspannungsschalttransistoren
B 176 D	μA 776 TC	Fairchild	Programmierbarer OPV	B 4761 D	TAA 4761 A	Siemens	4fach-OPV mit Darlington-Ausgang
B 177 D	—		Programmierbarer OPV	B 4765 D	TAA 4765 A	Siemens	4fach-OPV mit Darlington-Ausgang
B 260 D/SG	TDA 1060/-	Valvo	Ansteuerschaltkreis für Schaltnetzteile	C 500 D	TL 500 CN	TI	Analogteil eines 4 1/2-Digit-A/D-Wandlers
B 290 SD	—		PLL-Regelschaltkreis	C 501 D	TL 501 CN	TI	Analogteil eines 3 1/2-Digit-A/D-Wandlers
B 303 D/SF	(TCA 205 A)	Siemens	Initiatorschaltkreis	C 502 D	TL 502 CN	TI	Digitalteil eines 4 1/2-Digit-A/D-Wandlers mit 7-Segment-Ausgabe
B 304 D/SF	(TCA 205 A)	Siemens	Initiatorschaltkreis	C 504 D	—		Digitalteil eines 4 1/2-Digit-A/D-Wandlers mit BCD-Ausgabe
B 305 D/SF	(TCA 205 A)	Siemens	Initiatorschaltkreis	C 520 D	AD 2020	Analog Devices	3-Digit-A/D-Wandler
B 306 D/SF	(TCA 205 A)	Siemens	Initiatorschaltkreis	C 560 C	(AD 558 JD)	Analog Devices	8-Bit-D/A-Wandler
B 308 D	(TBA 830)	Siemens	Ungeregelter Mikrofonverstärker für Piezosprechkapseln	C 565 C	AD 565 AJD	Analog Devices	12-Bit-D/A-Wandler
B 315 D/E/K	(Q2T 2222)	TI	4fach-Transistorarray	HI 565 AJD	Harris		
B 318 D	—		Geregelter Mikrofonverstärker für Piezosprechkapseln	μA 565	Fairchild		
B 325 D/E/K	(Q2T 2222)	TI	4fach-Transistorarray	TP 565 A	Teledyne		
B 331 G	WC 501 G	Linear Technology Inc.	Hörhilfeverstärker mit Dynamikkompression	C 570 C	AD 570 JD	Analog Devices	8-Bit-A/D-Wandler
B 340 D/SG	—		4fach-Transistorarray				
B 341 D	—		4fach-Transistorarray				
B 342 D/SG	—		4fach-Transistorarray				

Service

Typ	Vergleichstyp	Firma	Funktion	Typ	Vergleichstyp	Firma	Funktion
C 571 C	MCE 570 AD 571 JD μA 571	MCE Analog Devices Fairchild	10-Bit-A/D-Wandler	DL 251 D/SC	SN 74 LS 251 N/D	TI	Ein 8-auf-1-Multiplexer
C 574 C	AD 574 AJD ADC 574 MCE 574	Analog Devices Datel MCE	12-Bit-A/D-Wandler	DL 253 D/SC	SN 74 LS 253 N/D	TI	Zwei 4-auf-1-Multiplexer
C 670 C	(AD 570 JD)	Analog Devices	8-Bit-A/D-Wandler	DL 257 D/SC	SN 74 LS 257 N/D	TI	Vier 2-auf-1-Multiplexer
C 670 CGn	(AD 570 KD)	Analog Devices	8-Bit-A/D-Wandler	DL 259 D	SN 74 LS 259 N	TI	8-Bit-Latch, adressierbar mit Enable und Reset
C 5650 C	(AD 565 AJD)	Analog Devices	10-Bit-D/A-Wandler	DL 295 D	SN 74 LS 295 N	TI	4-Bit-Universal-Schieberegister mit Tri-State-Ausgängen
C 7136 D	ICL 7136 CPL	Intersil	3 1/2-Digit-CMOS-A/D-Wandler	DL 299 D	SN 74 LS 299 N	TI	8-Bit-Universal-Schieberegister mit Tri-State-Ausgängen
D/E 345 D	—		BCD zu 7-Segment-Decoder-Treiber	DL 74 D	SN 374 LS 374 N	TI	8fach-D-FlipFlop mit Tri-State-Ausgang
D/E 346 D	—		BCD zu 7-Segment-Decoder-Treiber	DL 540 D	SN 74 LS 540 N	TI	Bus-Leitungstreiber für 8-Bit-Worte, invertierend
D/E 347 D	SN 74 LS 247 N	TI	BCD zu 7-Segment-Decoder-Treiber	DL 541 D	SN 74 LS 541 N	TI	Bus-Leitungstreiber für 8-Bit-Worte, nicht invertierend
D/E 348 D	—		BCD zu 7-Segment-Decoder-Treiber	DL 2631 D	AM 26 LS 31 PC	AMD	4fach-Leitungssender
D 410 D	SAA 1029	Valvo	3 Treiber, kurzschlüssefest	DL 2632 D	AM 26 LS 32 PC	AMD	4fach Leitungsempfänger
D 312 DG	—		Blinkgeberorschaltkreis für Kfz	DL 8121 D	AMZ 8121 PC	AMD	8-Bit-Komparator
D 718 D	(UAA 2022)	Motorola	16-Bit-Serien-Parallelwandler	DL 8127 D	AMZ 8127 PC	AMD	System-Takttreiber
D 4803 DC	ULN 2803 A	Sprague	8-Bit-Darlingtonsschaltkreis	DL 8640 DC	DS 8640 N	National Semiconductor	4fach-NOR-Busempfänger
D 6221 VC	L 6221 N	SGS-Thomson	Nadeldruckeransteuerschaltkreis	DL 8641 DC	DS 8641 N	National Semiconductor	4fach-NOR-Busempfänger und Treiber
DL 000 D/ DG/SC	SN 74 LS 00 N/D	TI	4 NAND-Gatter mit je 2 Eingängen	DL 75113 DC	SN 75113 N	TI	2fach-Leitungssender-Schaltkreis für Differenzsignale
DL 002 D/ DG/SC	SN 74 LS 02 N/D	TI	4 NOR-Gatter mit je 2 Eingängen	DS 140 DC	SN 74 S 140 N	TI	2 NAND-Gatter mit je 4 Eingängen und 50-Ohm-Leitungstreiber
DL 003 D/ DG/SC	SN 74 LS 03 N/D	TI	4 NAND-Gatter mit je 2 Eingängen, offener Kollektor	DS 157 DC	SN 74 S 157 N	TI	4fach-2-auf-1-Multiplexer/Datenselektor
DL 004 D/ DG/SC	SN 74 LS 04 N/D	TI	6 Inverter	DS 2510 DC	Am 25 S 10 N	AMD	4-Bit-Schieberegister mit Tri-State-Ausgängen
DL 005 DC	SN 74 LS 05 N	TI	6 Inverter, offener Kollektor	DS 2610 DC	Am 26 S 10 N	AMD	4fach-Bus-Sende- und Empfängerschaltkreis
DL 008 D/ DG/SC	SN 74 LS 08 N/D	TI	4 AND-Gatter mit je 2 Eingängen	DS 8205 D	P 8205	Intel	1-aus-8-Binärdecoder
DL 010 D/ DG/SC	SN 74 LS 10 N/D	TI	3 NAND-Gatter mit je 3 Eingängen	DS 8212 D	P 8212	Intel	8-Bit-Bustreiber und Speicher
DL 011 D/SC	SN 74 LS 11 N/D	TI	3 AND-Gatter mit je 3 Eingängen	DS 8216 D	P 8216	Intel	4-Bit-bidirektionaler-Bustreiber
DL 014 D/SC	SN 74 LS 14 N/D	TI	6 Schmitt-Trigger, Inverter	DS 8282 D	P 8282	Intel	8-Bit-Bustreiber und Speicher, nicht invertierend
DL 016 DC	GD 74 LS 16	Goldstar	6 invertierende Buffer/Treiber, offener Kollektor	DS 8283 D	P 8283	Intel	8-Bit-Bustreiber und Speicher, invertierend
DL 020 D/ DG/SC	SN 74 LS 20 N/D	TI	2 NAND-Gatter mit je 4 Eingängen	DS 8286 D	P 8286	Intel	8-Bit-bidirektionaler-Bustreiber, nicht invertierend
DL 021 D/SC	SN 74 LS 21 N/D	TI	2 NAND-Gatter mit je 4 Eingängen	DS 8287 D	P 8287	Intel	8-Bit-bidirektionaler-Bustreiber, invertierend
DL 026 D	SN 74 LS 26 N	TI	4 NAND-Gatter mit je 2 Eingängen, offener Kollektor	DS 8601 DC	DC 010	Digital Equipment	DMA-Logik-Schaltkreis
DL 030 D/ DG/SC	SN 74 LS 30 N/D	TI	1 NAND-Gatter mit 8 Eingängen	DS 8609 DC	DC 018	Digital Equipment	Seriens/Parallel-Parallel/Seriens-Wandler
DL 032 D/SC	SN 74 LS 32 N/D	TI	4 OR-Gatter mit je 2 Eingängen	DS 638 DC	DC 021	Digital Equipment	8-Bit-bidirektionaler-Bustreiber
DL 037 D/SC	SN 74 LS 37 N/D	TI	4 NAND-Leistungsgatter mit je 2 Eingängen	DS 80 612 DC	I 82284-6	Intel	Taktgeneratorschaltkreis für 16-Bit-Mikrorechnersysteme
DL 038 D/SC	SN 74 LS 38 N/D	TI	4 NAND-Leistungsgatter mit 2 Eingängen, offener Kollektor	E 310 D	—		Blinkgeberorschaltkreis für Kfz
DL 040 D/SC	SN 74 LS 40 N/D	TI	2 NAND-Leistungsgatter mit 4 Eingängen	E 412 D	—		3 Treiber, kurzschlüssefest, Tri-State-Ausgänge
DL 051 D/SC	SN 74 LS 51 N/D	TI	2 AND/NOR-Gatter mit je $2 \times 2$ bzw. $2 \times 3$ Eingängen	E 435 E	(FZL 135 S)	Siemens	Kurzschlüssefester Leistungstreiber für industrielle Steuerungen
DL 074 D/SC	SN 74 LS 74 D/D	TI	2 positiv flankengetriggerte D-FlipFlop	U 739 DC	—		12-Bit-CMOS-A/D-Wandler
DL 083 D	SN 74 LS 83 N	TI	4-Bit-Binär-Volladdierer	U 724 G	—		Taschenrechnerschaltkreis
DL 086 D/SC	SN 74 LS 86 N/D	TI	4 Exklusiv-OR-Gatter mit je 2 Eingängen	U 825 G	T 3566	Toshiba	Taschenrechnerschaltkreis
DL 090 D	SN 74 LS 90 N	TI	Dekadischer Zähler	U 826 G	T 3636	Toshiba	Taschenrechnerschaltkreis
DL 093 D	SN 74 LS 93 N	TI	4-Bit-Dualzähler	U 827 G	—		Taschenrechnerschaltkreis
DL 112 S/SC	SN 74 LS 112 N/D	TI	Dual-JK-negativ getriggertes FlipFlop	U 828 G	—		Taschenrechnerschaltkreis
DL 123 D/SC	SN 74 LS 123 N/D	TI	2fach monostabiler Multivibrator	U 1001 C	—		PCM-Filterschaltkreis
DL 132 D/SC	SN 74 LS 132 N/D	TI	4fach-Schmitt-Trigger, NAND-Gatter mit je 2 Eingängen	U 1011 C	—		PCM-Codec-Schaltkreis
DL 155 D/SC	SN 74 LS 155 N/D	TI	Zwei 2-auf-4-Binärdecoder/Demultiplexer	U 1021 D	—		Zeitlagensteuerschaltkreis
DL 164 D	SN 74 LS 164 N	TI	8-Bit-Schieberegister mit Parallel-Ausgabe	U 3852 RD	—		SLIC-B-Tastschaltkreis
DL 175 D/SC	SN 74 LS 175 N/D	TI	4fach-D-FlipFlop mit gemeinsamem Takt- und Rücksetzeingang	U 4541 DG/SG	MC 14541 BCP/-	Motorola	Programmierbarer Timerschaltkreis in CMOS-Technik
DL 192 D/SC	SN 74 LS 192 N/D	TI	Vor-/Rückwärts-dekadischer Zähler	U 7650 DD	ICL 7650 CPD	Intersil	Chopperstabilisierter CMOS-OPV
DL 193 D/SC	SN 74 LS 193 N/D	TI	Vor-/Rückwärts-binär Zähler	U 7660 DC/DG	ICL 7660 CPA/CSA	Intersil/Maxim	DC/DC-Wandler in CMOS-Technologie
DL 194 D/SC	SN 74 LS 194 N/D	TI	4-Bit-Universal-Schieberegister	*) (...) ähnlich			



## **ELRAD**-Abonnement

### **Abrufkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_\_

zur Lieferung ab

Heft \_\_\_\_\_ 199\_\_\_\_\_

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 6104 07**

**3000 Hannover 61**

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ Ort \_\_\_\_\_

**Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

- Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.  
Kontonr.: \_\_\_\_\_  
BLZ: \_\_\_\_\_  
Bank: \_\_\_\_\_
- Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,  
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308  
Kreissparkasse Hannover,  
Kontonr. 000-019 968
- Scheck liegt bei.

Datum \_\_\_\_\_ rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

## **ELRAD**-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### **Antwortkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

### **Antwort**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

## **ELRAD**-Kleinanzeige

### **Auftragskarte**

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10



**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 6104 07**

**3000 Hannover 61**

### **Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ Ort \_\_\_\_\_

## **ELRAD**-Kontaktkarte

Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_\_

an Firma \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert \_\_\_\_\_

*ELRAD*-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* \_\_\_\_/9\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_  
 und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

*ELRAD*-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in **ELRAD** \_\_\_\_/9\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige.

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_  
 und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

**Absender nicht vergessen!**

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

*ELRAD*-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.**

ELRAD -

**ZEITAD** Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* \_\_\_\_/9\_\_\_\_ Seite \_\_\_\_ erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt \_\_\_\_\_  
 und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

**Absender nicht vergessen!**

---

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen.

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer \_\_\_\_\_

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_\_

an Firma \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert \_\_\_\_\_

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen.

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer \_\_\_\_\_

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_\_

an Firma \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert \_\_\_\_\_

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Anschrift der Firma, bei  
der Sie bestellen bzw. von der  
Sie Informationen erhalten wollen.

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name \_\_\_\_\_

Beruf \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ      Ort \_\_\_\_\_

Telefon Vorwahl/Rufnummer \_\_\_\_\_

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

## **ELRAD -Kontaktkarte**

Abgesandt am \_\_\_\_\_

199\_\_\_\_\_

an Firma \_\_\_\_\_

Bestellt/angefordert \_\_\_\_\_

# Elektronische Analogschalter

Elektronische Analogschalter werden als Ein-, Aus-, Um- und Stufenschalter hergestellt. Obwohl sie bereits relativ lange und heutzutage sehr preiswert im Handel erhältlich sind, ist ihr Bekanntheitsgrad relativ klein.

Die im folgenden auch als EAS bezeichneten elektronischen Analogschalter sind sehr vielseitig einsetzbar. Mit fast allen verfügbaren Typen können analoge Spannungen im Frequenzbereich von Null (Gleichspannung) bis über 10 MHz (Videofrequenzen) sehr schnell (Schaltzeiten 50 ns...500 ns) ein-, aus- und umgeschaltet werden. Viele dieser Schalter arbeiten bidirektional, das heißt, die Flussrichtung des geschalteten Signals ist wie bei einem mechanischen Schalter beliebig. Bei diesem Modell eines mechanischen Ersatzschalters muß man sich allerdings einen zusätzlichen, konstruktionsbedingten Widerstand von meist 50 Ω...500 Ω in Reihe geschaltet denken. Im ausgeschalteten Zustand liegt zudem ein hochohmiger Widerstand parallel zu den Anschlüssen des Schaltermodells, der einen gewissen Leckstrom zwischen Ein- und Ausgang in der Größenordnung von 1 nA...100 nA hervorruft. Streukapazitäten bedingen – ähnlich wie bei mechanischen Schaltern – ein frequenzabhängiges Übersprechen.

Für eine einwandfreie Funktion der EAS ist allerdings Voraussetzung, daß Signalpegel plus ein gewisser Sicherheitsabstand innerhalb des jeweiligen Betriebs- beziehungsweise Hilfsspannungsbereichs liegen. Ein Zahlenbeispiel soll dies verdeutlichen: Ein einfacher Analogschalter des Typs 4066 wird mit einer Spannung von 12 V betrieben. Der Sicherheitsabstand soll beispielsweise 1 V betragen. Dann darf das zu schaltende Eingangssignal inklusive aller Gleich- und Wechselspannungsanteile einen Absolutwert von 1 V nicht unterschreiten und 11 V nicht überschreiten, da ansonsten das geschaltete Signal begrenzt werden würde (Clipping).

## Einsatzgebiete

Neben Analogsignalen schalten EAS auch Digitalsignale mit zum

Beispiel TTL-Pegel. Ihre Domäne ist allerdings der Analogbereich. Niederfrequenz- (Audio) und Video-Signale lassen sich beliebig umschalten, so daß elektronische

Einblendungen in ein Fernsehbild genauso möglich sind wie die Realisierung elektronischer Kreuzschienen-Verteiler für diverse Audio-Quellen und Verstärker.

Eine sehr bekannte EAS-Anwendung ist ihr Einsatz in Mehrkanal-Vorsätzen für Oszilloskope. Ohmsche Spannungsteiler können mit ihnen umgeschaltet werden, und

Typ	Hersteller	Funktion	R <sub>on</sub> [Ω]	ΔR <sub>on</sub> [%]	U <sub>ass</sub> [V]	D <sub>off</sub> [dB]	t <sub>on</sub> [ns]	t <sub>off</sub> [ns]	Bemerkung
74 HC 4016	NS	4 × Ein	20	≈50	15	44	10	30	verbesserter 4016
74 HC 4066	NS	4 × Ein	60	≈65	15	44	13	38	verbesserter 4066
4066	RCA und andere	4 × Ein	180	≈40	15	50	50	50	
4051	RCA und andere	1 × 1 aus 8	180	≈40	15	50	<50	<500	
4052	RCA und andere	2 × 1 aus 4	180	≈40	15	50	<50	<500	
4053	RCA und andere	3 × Um	180	≈40	15	50	<50	<500	
4067	RCA und andere	1 × 1 aus 16	180	≈40	15	50	<500	<500	
4097	RCA und andere	2 × 1 aus 8	180	≈40	15	50	<500	<500	

Tabelle 1. Elektronische Analogschalter der 4000- und der 74 HC 4000-Reihe.

Typ	Hersteller	Funktion	R <sub>on</sub> [Ω]	ΔR <sub>on</sub> [%]	U <sub>ass</sub> [V]	D <sub>off</sub> [dB]	t <sub>on</sub> [ns]	t <sub>off</sub> [ns]	Bemerkung
AD 7510/11	AD	4 × Ein/4 × Aus	75	20	24	–	180/350	350/180	
AD 7512	AD	2 × Um	75	20	24	–	300	300	
AD 7590/91	AD	4 × Ein/4 × Aus	60	15	20	85	240/400	400/250	mit Eingangslatches
AD 9201	AD	2 × Um	60	15	20	85	350	350	mit Eingangslatches
DG 300-303	Maxim	siehe Anschlußbilder	30	<20	30	62	150	130	CMOS-kompatibel
DG 304-307	Maxim	siehe Anschlußbilder	30	<20	30	62	110	70	CMOS-kompatibel
DG 381-390	Maxim	siehe Anschlußbilder	30	<20	30	62	150	300	CMOS-kompatibel
IH 5040-45	Maxim	siehe Anschlußbilder	75	–	30	54	400	200	
IH 5048-51	Maxim	siehe Anschlußbilder	40	–	28	54	400	200	
IH 5140-45	Maxim	siehe Anschlußbilder	50	–	30	54	100...200	125...75	
SW 01/02	PMI	4 × Aus/4 × Ein	85	7	26	58	300	200	
SW 05	PMI	2 × Aus	45	5	26	62	325	210	
SW 06	PMI	2 × Ein, 2 × Aus	60	5	26	58	340	200	Disable Input
SW 201/202	PMI	4 × Aus/4 × Ein	60	5	26	58	340	200	
SW 7510/11	PMI	4 × Ein/4 × Aus	60	15	26	66	350	260	

Tabelle 2. Ein-, Aus- und Umschalter neueren Datums.

Typ	Hersteller	Funktion	R <sub>on</sub> [Ω]	ΔR <sub>on</sub> [%]	U <sub>ass</sub> [V]	D <sub>off</sub> [dB]	t <sub>us</sub> [μs]	Bemerkung
MUX 08	PMI	1 × 1 aus 8	220	1	25,4	60	1,8	
MUX 24	PMI	2 × 1 aus 4	220	1	25,4	66	1,8	
MUX 16	PMI	1 × 1 aus 16	290	1,5	26	66	1,7	
MUX 28	PMI	2 × 1 aus 8	290	1,5	26	66	1,7	
MUX 88	PMI	1 × 1 aus 8	220	1,5	36	88	1,8	3 Bit binär, Enable input
74 HC 4051	NS	1 × 1 aus 8	112	≈60	11	–	–	
74 HC 4052	NS	2 × 1 aus 4	112	≈60	11	–	–	Inhibit-Input, bidirektional
74 HC 4053	NS	3 × 1 aus 2	112	≈60	11	–	–	
AD 7501	AD	1 × 1 aus 8	170	20	25	–	1,6	Enable-Input
AD 7502	AD	2 × 1 aus 4	170	20	25	–	1,6	Enable-Input
AD 7503	AD	1 × 1 aus 8	170	20	25	–	1,6	Enable-Input
AD 7506	AD	1 × 1 aus 16	300	15	25	70	1,6	Enable-Input
AD 7507	AD	2 × 1 aus 8	300	15	25	70	1,6	Enable-Input
IH 6108	Intersil	1 × 1 aus 8	300	20	28	60	1,2	Enable-Input
IH 6208	Intersil	2 × 1 aus 4	300	20	28	60	1,2	Enable-Input
DG 508 A	Maxim	1 × 1 aus 8	130	24	30	68	0,8	schnell, bidirektional
DG 509 A	Maxim	2 × 1 aus 4	130	24	30	68	0,8	schnell, bidirektional

Tabelle 3. Multiplexer und Demultiplexer.

die Konstruktion linear, logarithmisch oder beliebig abgestufter Abschwächer oder Verstärker ist mit elektronischen Analogschaltern kein großes Problem.

Werden mehrere Analogschalter mit einem PWM-Signal (PWM = pulse-width-modulation = Impulsbreitenmodulation) angesteuert, lassen sich beliebig viele Widerstände scheinbar gleichzeitig verändern, wenn die Frequenz des PWM-Signals groß gegenüber der des Nutzsignals ist. So lassen sich Phasenschieber, Wienbrücken-Generatoren, Quadraphonie-Verstärker und so weiter über ein PWM-Signal steuern, ohne daß relativ kostspielige Präzisions-Vielfach-Potentiometer benötigt werden. Mit elektronischen Analogschaltern lassen sich auch verdrahtete Logikgatter verschiedener Art aufbauen. Das ist beispielsweise immer dann von Vorteil, wenn in einer Schaltung nur ein EAS benötigt wird, zusätzlich aber noch ein bestimmtes Gatter. Bereits jetzt ist zu erkennen, daß die Einsatzmöglichkeiten für EAS sehr vielseitig sind.

Die gebräuchlichsten und zugleich preiswertesten EAS-Bausteine sind in der 4000-CMOS-Reihe enthalten, deren Bausteine von verschiedenen Herstellern produziert werden. Die EAS existieren als Ein-, Um- und Stufenschalter, teilweise mehrere in einem Gehäuse, die durch das Zuführen einer oder mehrerer binär kodierter Steuerspannungen betätigt werden. Die Steuereingänge sind extrem hochohmig ausgelegt – der typische Wert des Eingangswiderstands beträgt  $10^{12} \Omega$ . Der Durchlaßwiderstand  $R_{on}$  liegt bei einer Betriebsspannung von 10 V...15 V in der Größenordnung von  $150 \Omega$ . Im gesperrten Zustand sind Dämpfungswerte von mehr als 80 dB erreichbar, der statische Sperrstrom liegt bei  $10^{-12} A$ . Die Betriebsspannung darf im allgemeinen 3 V...15 V betragen, bei den fast nur noch verwendeten 'B'-Typen sogar bis zu 18 V.

An dieser Stelle noch ein Hinweis zu den weiter unten beschriebenen Applikationsschaltungen: Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in den Zeichnungen die Betriebsspannungsanschlüsse der ICs nicht immer eingezeichnet, auch nicht die Abblock-Kondensatoren, die möglichst nahe an den Betriebsspannungsanschlüssen eines jeden

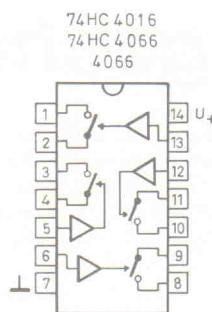


Bild 1. Vier einpolige Einschalter.

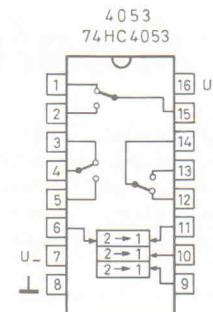


Bild 2. Drei einpolige Umschalter.

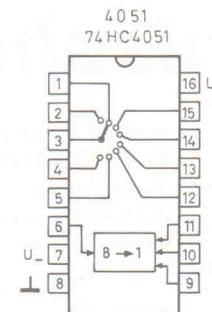


Bild 3. Stufenschalter 1 × 8.

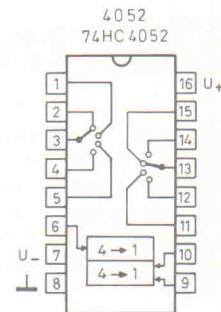


Bild 4. Stufenschalter 2 × 4.

ICs gegen Masse geschaltet werden sollten. Für diesen Zweck sollten keramische Kondensatoren mit einer Kapazität von etwa  $47 \dots 220 \text{ n}$  eingesetzt werden.

Die Schaltfrequenz zur Ansteuerung der EAS darf Werte von über 10 MHz annehmen. Die gleiche Aussage gilt für die Frequenz des zu schaltenden Analog- oder Digitalsignals. Elektronische Analogschalter sind also auch für Video-Anwendungen geeignet und werden auch von etlichen TV-Geräten

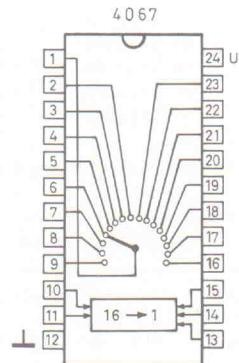


Bild 5. Stufenschalter 1 × 16.

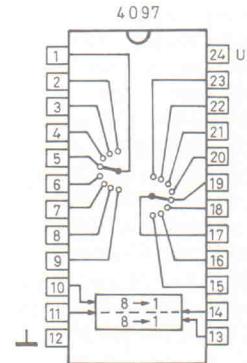


Bild 6. Stufenschalter 2 × 8.

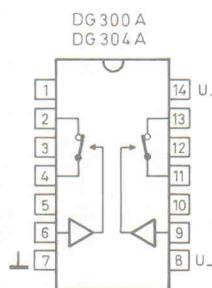


Bild 7. Zwei einpolige Ausschalter.

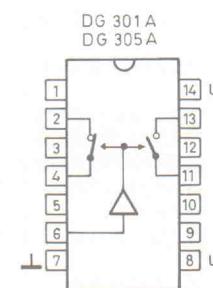


Bild 8. Ein Ein- und ein Ausschalter, gemeinsam betätigten.

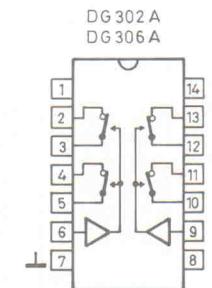


Bild 9. Zwei zweipolige Ausschalter.

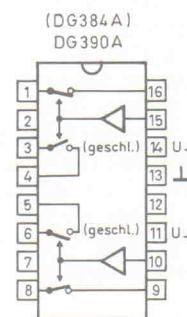


Bild 10. Zweifacher, jeweils gemeinsam betätigter Ein- und Ausschalter.

SW01  
SW02 (alle Schalter geschlossen)  
(SW06)  
SW201  
SW202  
ADG 201 A  
ADG 202 A

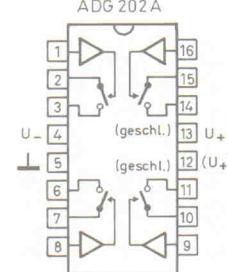


Bild 11. Vier einpolige Ein- oder Ausschalter (typabhängig).

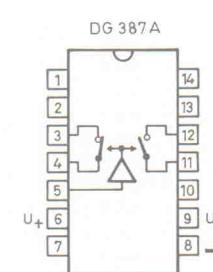


Bild 12. Ein Ein- und ein Ausschalter, gemeinsam betätigten.

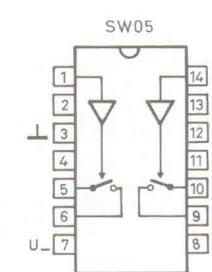


Bild 13. Zwei Einschalter.

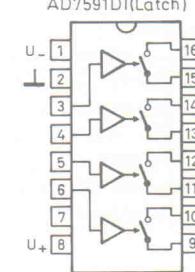


Bild 14. Vier Einschalter.

Herstellern für diesen Zweck eingesetzt. Im Normalfall darf die Signallastung die Betriebsspannung nicht überschreiten. Einige EAS-Typen haben einen mit  $U_{\text{b}}$  bezeichneten Hilfsspannungsanschluß. Ist dieser an eine negative Hilfsspannung geschaltet, wird der Signallastungsbereich bis  $U_{\text{b}}$  erweitert. Allerdings darf die Differenz zwischen  $U_+$  und  $U_-$  die zulässige Nennbetriebsspannung des ICs nicht überschreiten. Bei einer maximalen Absolut-Betriebsspannung von 18 V sind beispielsweise folgende Kombinationen für  $U_+$  und  $U_-$  zulässig:  $U_+ = +18 \text{ V}$ ,  $U_- = 0 \text{ V}$ ; oder  $U_+ = +12 \text{ V}$ ,  $U_- = -6 \text{ V}$ ; oder auch  $U_+ = 9 \text{ V}$ ,  $U_- = -9 \text{ V}$  und so weiter.

Die Steuersignale müssen im allgemeinen CMOS-Pegel aufweisen. Eine Eingangsspannung weist L-Potential auf, wenn sie kleiner als  $1/3 \cdot U_{\text{b}}$  ist; ist sie größer als  $2/3 \cdot U_{\text{b}}$ , wird sie als H-Potential gewertet. Der 'verbogene Bereich' der Eingangsspannung übersteicht das mittlere Spannungsdrift.

Unter der allgemeinen Bezeichnung 74 HC 4000 werden die Bausteine der 4000-Reihe auch in der schnelleren HC-Ausführung angeboten. Die positive Betriebsspannung der HC-Typen beträgt maximal 6 V. Folglich sind HC-Bausteine relativ einfach an TTL-Pegel anzupassen; zudem arbeiten sie auch bei einer Betriebsspannung in Höhe von 5 V sehr schnell.

Neuere, weiterentwickelte EAS hingegen können zumeist durch Spannungen sowohl mit TTL- als auch mit CMOS-Pegeln angesteuert werden. Dieses Faktum vereinfacht die Schaltungsauslegung, wenn beispielsweise der digitale Teil einer komplexen Schaltung wie üblich mit einer Spannung von 5 V, der analoge Teil dagegen mit 12 V (meistens 9 V...15 V) oder sogar mit einer zusätzlichen negativen Spannung gespeist wird. Leider kann man bei den Bezeichnungen der EAS-Typen neueren Datums nicht wie bei den 4000-CMOS-Schaltern von einer Reihe sprechen – zu unterschiedlich sind die Namensgebungen der verschiedenen Hersteller.

Einfache Ein-, Aus- und Umschalter dieser Gruppe arbeiten häufig nur unidirektional, das heißt, die Signal-Ein- und -Ausgänge sind für den betreffenden Baustein festgelegt und können nicht ausgetauscht

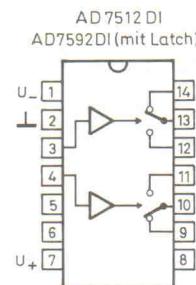


Bild 15. Zwei Umschalter.

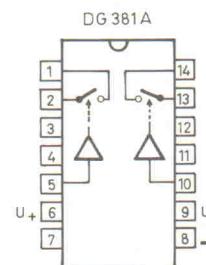


Bild 16. Zwei Einschalter.

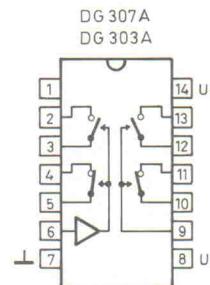


Bild 17. Zweifacher, jeweils gemeinsam betätigter Ein- und Ausschalter.

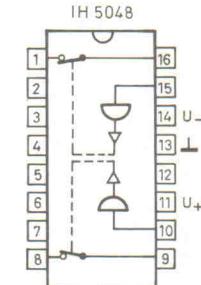


Bild 18. Zwei Ausschalter.

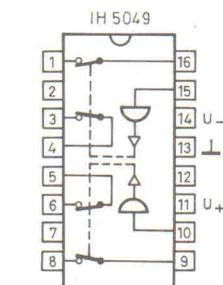


Bild 19. Zwei zweipolige Ausschalter.

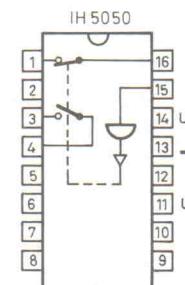


Bild 20. Ein Ein- und ein Ausschalter, gemeinsam betätigter.

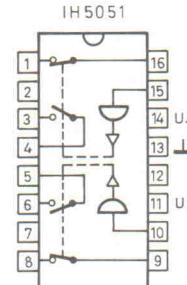


Bild 21. Zweifacher, jeweils gemeinsam betätigter Ein- und Ausschalter.

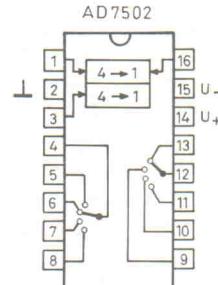


Bild 22. Stufenschalter 2 × 4.

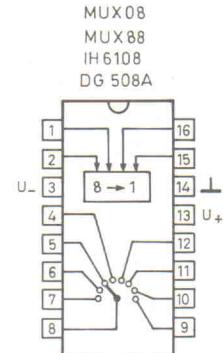


Bild 23. Stufenschalter 1 × 8.

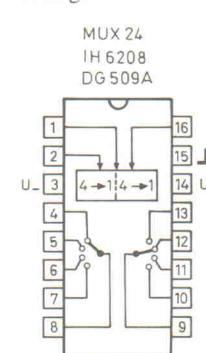


Bild 24. Stufenschalter 2 × 4.

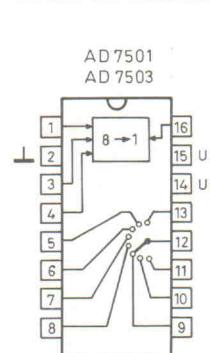


Bild 25. Stufenschalter 1 × 8.

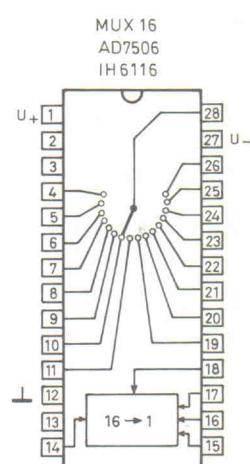


Bild 26. Stufenschalter 1 × 16.

## Die wichtigsten Analogschalter

Die Tabellen 1...3 enthalten eine Übersicht über die gebräuchlichsten elektronischen Analogschalter; deren Anschlußbelegung ist in den Bildern 1...27 wiedergegeben. Die Auswahl erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch ist sie mit einer qualitativen Wertung verbunden. Trotzdem kann die Übersicht dem Schaltungsentwickler nützliche Hinweise geben. Für genauere Informationen sollte man in jedem Fall die Datenblätter der Hersteller zu Rate ziehen.

Es ist schier unmöglich, eine Funktionsbeschreibung aller aufgelisteten Analogschalter zu geben. Stell-

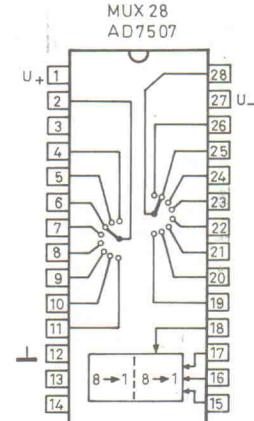


Bild 27. Stufenschalter 2 × 8.

vertretend folgen nunmehr die Kurzbeschreibungen der von verschiedenen Herstellern produzierten EAS der 4000-Reihe. Sie gelten im Prinzip auch für neuere, funktionsgleiche Typen; eventuell abweichende Betriebs- und Steuerspannungswerte sowie Anschlußbelegungen sind bei der Schaltungsentwicklung selbstverständlich zu berücksichtigen.

Der Baustein 4066 (Bild 1) enthält vier elektronische Schalter, die immer dann einschalten, wenn der zugehörige Steuereingang H-Pegel führt. Liegt er an L-Potential, ist der jeweilige Schalter gesperrt. Als Vorläufertyp des 4066 ist der Baustein 4016 anzusehen, für den zwar die gleiche Pinbelegung gilt, der jedoch einen höheren Einschaltwiderstand aufweist.

Beim Schaltkreis 4053 handelt es sich um einen Baustein mit drei elektronischen Umschaltern. Bild 2 zeigt die Ruhestellung der drei Schalter. Ein am jeweiligen Steuereingang anliegendes Signal mit H-Pegel schaltet den zugehörigen Schalter um; beispielsweise wird dann Pin 15 von Pin 1 (Ruhe) nach Pin 2 (Arbeit) umgeschaltet. Wird der zusätzliche Inhibit-Eingang (Pin 6) auf H-Potential gelegt, sind alle Schalter unterbrochen. Mit einer gegen Masse negativen Hilfsspannung  $U_{\text{--}}$  an Pin 7 können auch Signale mit negativen Spannungsanteilen (zum Beispiel massesymmetrische Signale) umgeschaltet werden. Sind keine negativen Signalspannungen zu erwarten, wird der Anschluß  $U_{\text{--}}$  an Massepotential gelegt.

In Bild 3 ist das Pinout des achtstufigen Umschalters 4051 wiedergegeben. Die Stellung des elektronischen Stufenschalters wird durch die an den Adress-Eingängen A2...A0 (Pin 9...11) anliegenden Pegel bestimmt. Die Anschlüsse Inhibit (Pin 6) und  $U_{\text{--}}$  haben die bereits oben beschriebenen Funktionen.

Beide Teilschalter des zweifachen Vierstufen-Umschalters 4052 (Bild 4) werden gemeinsam durch ein 2-Bit-Adress-Signal an A0 (Pin 10) und A1 (Pin 9) angesteuert. Auch hier sind die Anschlüsse Inhibit (Pin 6) und  $U_{\text{--}}$  mit bereits bekannter Funktion vorhanden.

Der 16stufige elektronische Umschalter 4067 befindet sich in einem 24poligen Gehäuse (Bild 5). Die 16 möglichen Schaltstellungen

werden durch eine vierstellige Binärzahl in positiver Logik an den Adress-Eingängen A0...A3 (Pin 10, 11, 13, 14) angewählt. Im übrigen verhält sich dieser Baustein wie der 4051, jedoch ohne den Hilfsspannungsanschluß  $U_{\text{--}}$ .

Zwei achtstufige Umschalter befinden sich im Baustein 4097 (Bild 6). Auch dieser EAS befindet sich in einem 24poligen Gehäuse. Die acht Schaltstufen werden durch eine dreistellige Binärzahl in positiver Logik an den Adress-Eingängen A0...A2 (Pin 10, 11, 14) angewählt. Die sonstigen Eigenschaften ähneln denen des Bausteins 4052, allerdings ohne  $U_{\text{--}}$ -Anschluß.

Die Bilder 7...21 zeigen die Anschlußbelegungen einiger neuerer Analogschalter mit Ein-, Aus- und Umschaltfunktionen, die Bilder 22...27 einige Multiplexer und Demultiplexer (Stufenschalter). Die wichtigsten Daten dieser Bausteine sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgelistet.

## Analogschalter als Universalgatter

Die elektronischen Ein- und Umschalter 4066 und 4053 lassen sich zu verschiedenen Gatterfunktionen beschalten. Da es sich in diesem Fall allerdings um verdrahtete Gatter handelt, werden zusätzliche Pull-up- oder Pull-down-Widerstände benötigt. Hier einige Beispiele:

Inverter: A wird L, wenn E=H, und umgekehrt (Bild 28);

AND-Gatter mit zwei Eingängen: A wird nur dann H, wenn E1 und E2=H (Bild 29);

NAND-Gatter mit zwei Eingängen: A wird nur dann L, wenn E1 und E2=H (Bild 30);

AND-Gatter mit vier Eingängen: A wird nur dann H, wenn alle E=H (Bild 31);

NAND-Gatter mit vier Eingängen: A wird nur dann L, wenn alle E=H (Bild 32);

OR-Gatter mit vier Eingängen: A wird nur dann L, wenn alle E=L (Bild 33);

NOR-Gatter mit vier Eingängen: A wird nur dann H, wenn alle E=L (Bild 34);

Kombiniertes NAND- und OR-Gatter: A1 wird nur dann L, wenn E1 und E2=H; A2 wird nur dann L, wenn E3 und E4=L (Bild 35);

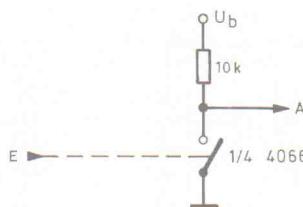


Bild 28. Analogschalter als Inverter.

Inverter      E ————— A

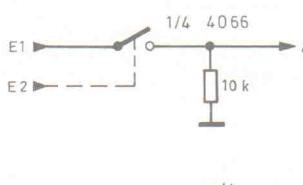


Bild 29. Analogschalter als AND-Gatter mit zwei Eingängen.

AND      E ————— A

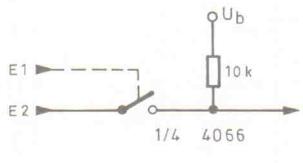


Bild 30. Analogschalter als NAND-Gatter mit zwei Eingängen.

NAND      E ————— A

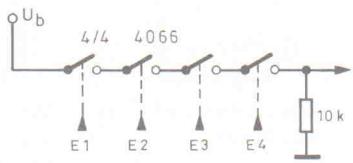


Bild 31. Analogschalter als AND-Gatter mit vier Eingängen.

AND      E ————— A

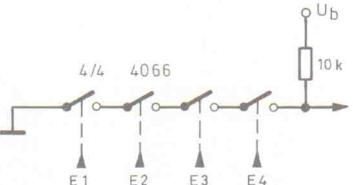


Bild 32. Analogschalter als NAND-Gatter mit vier Eingängen.

NAND      E ————— A

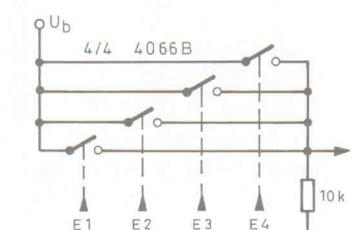


Bild 33. Analogschalter als OR-Gatter mit vier Eingängen.

OR      E ————— A

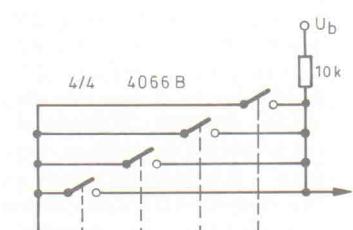


Bild 34. Analogschalter als NOR-Gatter mit vier Eingängen.

NOR      E ————— A

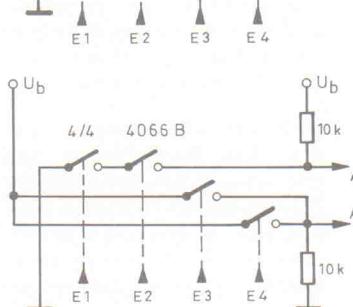


Bild 35. Analogschalter als NAND- und OR-Gatter mit jeweils zwei Eingängen.

NAND      E1 ————— A1  
OR      E3 ————— A2

Hinweis: Fortsetzung in Heft 6/90.

Aktuell ● Preiswert ● Schnell

Original-ELRAD-Bausätze mit Garantie

**ELRAD 3 + 4/1990**

	Bs.	Pl.
2x 600 W PA, Symmetrierteile (1Kanal)	10,50	4,50
2x 600 W PA, Endstufe (1Kanal)	320,00	26,00
2x 600 W PA, Kontrolleiteile (1Kanal)	29,90	30,00
2x 600 W PA, Netzteil/Ausgang 2x 60V/10A	630,00	16,00
2x 600 W PA, Kühlkörper SK 88/350 AL	38,90	—
2x 600 W PA, LED-Peak-Meter	38,90	15,00
Denoiser inkl. Potiknöpfe	349,00	68,00
Eeprom-Simulator für PC's	135,00	68,00
Eeprom-Simulator Software	29,00	—
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop,		
Vorteiler ohne Gehäuse	39,90	16,00
Relais und X/Y-Zusatze	19,90	7,00

**ELRAD 2 + 3/1990**

	Bs.	Pl.
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, VA-Modul	39,90	32,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, HA-Modul	35,50	32,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, TZ-Modul	11,50	10,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, B-Modul	42,50	32,00
Auto-Motordiagnose-Osz., C-Modul	31,50	27,50
Auto-Motordiagnose-Osz., Netzteil	85,80	12,50
Auto-Motodign.-Osz., HSP ohne ROH/TR1	26,90	27,50
Demo/Skop/Monitor-Osz.	20,90	14,00

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus Elrad, elektron und Elo die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!

Fordern Sie unsere Liste Nr.: E5/90 gegen frankierten Rückumschlag an!

**ELRAD 1 + 2/90**

	Bs.	Pl.
NF-Scanner, Kanalanzeige	27,90	22,00
NF-Scanner, Audio-Eingangsstufe	62,50	44,00
NF-Scanner, Eingangsstufe Kopfhörer	24,30	15,00
NF-Scanner, Line Verstärker	45,50	44,00
NF-Scanner, Filterbaustein L.U.F.	88,90	36,00
NF-Scanner, Kopfhörerverstärker	79,70	38,00
NF-Scanner, Audio-Bus	85,50	81,00
NF-Scanner, Frontplatte	249,00	89,00
NF-Scanner, Led-Aussteuer (2 x)	11,40	4,00
NF-Scanner, Übersteuerung (2 x)	53,60	36,00
NF-Scanner, Netzteil	79,90	14,70
Dynamic Ltd. * Compressor/Limiter	132,00	22,40

**Diesselhorst  
Elektronik  
Vertriebs GmbH**  
Hohenstaufenring 16  
4950 Minden

Tel. 0571/57514  
FAX: 0571/5800633  
Btx: 0571/5800108

**Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren ELRAD-Projekten lieferbar!**

Vertrieb für Österreich:  
**Fa. Ingeborg Weiser**  
Versandhandel mit elektronischen  
Bausätzen aus Elrad  
Schembergasse 1D,  
1230 Wien, Tel. 0222/886329

Alle Elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden! Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Packchen DM 8,50 ★ Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 ★ Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag (DM 1,00). Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

P L A T I N E T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzint. Normalweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden Elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	
Atomur (Satz)	065-421	60,50	NDFL-Mono-Netzteil	098-667	27,00	Noise-Gate-Basisplatine	079-733	25,00
Atomur Eeprom 2716	065-421/1	25,00	2x Empfänger	098-668	20,00	C Relaisplatine	079-734	20,00
DC/DC-Wandler	065-421/2	3,00	E.I.A.M. A-IEC-Bus	098-669	1,00	C fct. Anschaltung	079-735	15,00
Keyboard-Interface/Steuер	105-447/1	87,90	LCD-Padklemmen (ds.)	098-670	13,00	SMD-Melwergerte (ds.)	079-736 oB	20,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Makroversion-Killer	098-671	15,00	HEX-Display	079-737	15,00
Doppelnetzteil 50/100V	115-450	33,00	Satfladen	098-672	26,00	Universelle Klein-Netzteil	079-738	15,00
LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00	SMD-DC/DC (ds.)	098-673	13,00	Röhren Verstärker	079-739	30,00
LED-Analoguhr/Wecker- und Kalenderzusatz			DC/DC-Wandler	098-674	16,00	Ausgangs-,Line u.	079-740	45,00
— Tastatur	096-499	3,70	MIDI-Baßpedal	108-675	15,00	Kopfhörer Verstärker (ds.)	079-741	30,00
— Anzeige	096-500	7,50	VFO-Zusatz f. 2-Empfänger	108-676	25,00	Gleichstromheizung	079-741	30,00
— Kalender	096-501	12,30	SMD-Balancemeter	108-677	5,00	Hochspannungsplatine	079-742	30,00
— Wecker	096-502	15,20	E.M.M.A.-C64-Brücke	108-678	30,00	Fernstarter	079-743	30,00
Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	FBAS-RGB-Wandler	108-679	35,00	24V Versorgungs-Relaisplatine	079-744	15,00
— Modul f. Dritter Eeprom			FBAS-Trenn	108-680	20,00	Relaisplatine	079-745	45,00
Dämpfer-Schalter	116-521	12,90	Batterietester	118-681	15,00	Display	099-746	23,00
CD-Kompressor	126-528	21,10	ST-Stereokarte	118-682	12,00	Spaltentreiber (ds.)	099-747	33,00
Hydro Eeprom			— ST-Treiberkarte	128-686	65,00	Zeilentreiber (ds.)	099-747	33,00
D.A.M.E. Eeprom			100-W-PPP (Satz f. 1. Kanal)	128-687	65,00	SMD-Lötstation	099-750	32,00
μ-Pegelschreiber-Generator-Karte	097-586	38,50	Thermostat mit Nachtabenkung	128-688	100,00	MIDI-Kanalumsetzer	099-752	10,00
Midi-V-Box	097-587	18,20	106 10 146	39,00	Data-Rekorder	109-754	10,00	
250 W Röhren-Verstärker Netzteil	107-591	44,50	Universelle getaktete	128-694	48,00	Hauptplatine (ds.)	109-754	129,00
250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	107-592	66,00	SMD-Logiktester	128-695	35,00	Anzeigplatine (ds.)	109-755	80,00
μ-Pegelschreiber AD Wandler	107-593	38,50	Schweifplatine	109-694	3,00	Schwarzplatine (ds.)	109-756	29,00
Bytformer (ds., dk.)	018-617	14,00	Black-Devil-Brücke	109-695	35,00	Fedderhal	109-757	62,00
Bytformer (Eeprom)	018-616	30,00	Halogen-Dimmer	029-696	10,00	Aufmacher (ds.)	109-758	58,00
μPegelschreiber-Ausgangsverstärker	018-618	40,00	Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	Display-Interface	109-759	56,00
Schmittkonsteuerung-Handsteuer-Interface	018-619	15,60	ELISE-(Satz mit 5 Platinen)	029-698	199,00	ST-Platine (ds.)	109-760	32,00
— Mini-Paddie	018-620	7,50	ELISE-Speicher einzeln	029-699	25,00	Display-Platine (ds.)	109-761	32,00
SMD-Konstantstromquelle	018-621	4,00	SMD-Logiktester	039-700	64,00	RAM-Platine (ds.)	109-762	32,00
Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	Spannungsregler	039-701	6,00	(Mengenrabatte f. Display-Platinen auf Anfrage)		
RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	Black-Devil-Brücke	039-702	12,00	MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software) 0040-816M, EPROM-Simulator, Diskette/MS-DOS		
Geiger-Müller-Zähler	028-624	9,50	Spannungsregler	039-703	7,00	Rauschverminderer 040-815		
Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	Stromversorgung	039-704	3,00	EPROM-Simulator (ds.) 040-816		
Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	16,50	U-Modul-Slotadapter	039-705	3,00	DC/DC-Wandler (ds.) 040-817		
E.M.M.A. Hauptplatine	028-627	59,00	Frequenz-Synthesizer (ds.)	039-706	30,00	AUTOSCOPE III 040-818		
Netzgerät 0—16V/20A	038-628	33,00	Audio-Cockpit -HP	039-707	40,00	Vorsteuer 040-819		
Vorsteuer 0—16V/20A „Black Devil“	038-629	38,00	4-stelliges Panelmeter (ds.)	039-708	64,00	Relais-Zusatz (VT) 040-819		
E.M.M.A.-Tastatur „Tastatur“	038-631	18,00	DSP-Systemkarte 3210/10	039-709	64,00			
Audio-Monitorsteuerung			Black-Devil-Brücke	039-710	16,00			
Trichtiplatte ds. dk.	038-632	19,00	Autorange (ds.)	049-711	64,00			
DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50	Erweiterungsplatine	049-712	6,00			
7-Segment-BCD-Decoder	048-639	7,00	Erweiterungsplatine	049-713	6,00			
Anpaßverstärker	048-640	36,50	Antonrange (ds.)	049-714	11,00			
Studio-Mixer			Antonrange (ds.)	049-715	26,00			
— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00	Antonrange (ds.)	049-716	6,00			
— Mikrofon-Vorverstärker	REM-643	8,00	Antonrange (ds.)	049-717	64,00			
— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00	Antonrange (ds.)	049-718	64,00			
— Overload	REM-645	3,00	Antennen-Verteiler	049-719	6,00			
Klangfilter	REM-646	10,00	Metronom	049-720	26,00			
— Paus	REM-647	4,00	DSP-Systemkarte	049-721	6,00			
— Summe mit Limiter	REM-648	9,00	AD-DA-Wandlerkarte	049-722	64,00			
MIDI-Monitor			Erweiterungsplatine	049-723	64,00			
— Hauptplatine	058-649	35,00	Antennensplitter	049-724	64,00			
— Tastaturlplatine	058-650	18,00	Universeller Verstärker	049-725	64,00			
Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00	Sensoplate	059-720	9,00			
SMD-VU-Meter	058-652	3,00	Leistungsspannung	059-721	10,00	DATENLOGGER 535	010-774	69,00
E.M.M.A.-V24-Interface	058-653	6,00	Car Devil	059-722	40,00	LEISTUNGSPLATINE 535	010-775	6,00
Schallverzögerung			Limiter	059-723	38,00	LEISTUNGSPLATINE 535	010-776	18,00
Digitalteil	068-654	35,00	Pal-Alarm	059-724	10,00	NF-SCANNER 010-777		
Filterteil	068-655	35,00	Sensoplate	059-725	15,00	—		
Markisensteuerung	068-656	18,00	Kühlschrank-Thermostat	069-725	15,00	—		
Milch-Ölthermometer	068-657	24,00	Energie Messer (2 Platinen)	069-726	33,00	—		
Y-Schreiber ds.	078-658	98,00	Szintillations-Detektor	069-727	6,00	PC-4255-Interface (ds.)	020-784	6,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00	Hoplometriplaten (ds.)	069-727 oB	34,00	PC-PAN-Schacht (ds.)	020-785	52,00
Stereo-IR-Kopfhörer	078-660	22,00	DC/DC-Wandler	069-728	16,00	—		
— Empfänger	078-661	22,00	Audio-Cockpit	069-729	22,00	AUTOSCOPE	020-786	28,00
— Sender			Cargo	069-730	18,00	—		
Universal-Netzgerät			Anpassung	069-730	18,00	—		
— Netzteil	078-662	45,00	DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132 MBE	138,00	—		
— DVM-Platine	078-663	30,00	DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133 MBE	88,00	—		
Dig. Temperatur-Meßsystem ds.	078-664	35,00	Audio Cockpit	079-731	40,00	—		
IR-Taster ds.	078-665	42,00	— 5 x LED Anzeige	079-732	20,00	—		
NDFL-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00	Noise-Gate-Frontplatine	079-733	20,00	—		

So können Sie bestellen: Die aufgeföhrten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 25050299)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61

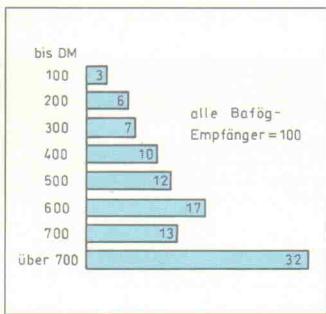
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/537295

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.



## Mageres Bafög

1971 wurde die finanzielle Unterstützung von Studierenden nach dem Bundesausbildungsförderungsgesetz eingeführt. Von dieser staatlichen Beihilfe profitieren mittlerweile jedoch nur noch 22,6 % aller Studenten (1988), während im Jahre 1982 noch 37,1 % in den Genuss einer Finanzspritz kamen. Nur rund 7 % aller Studierenden erhielten dabei einen Förderungsbetrag von mehr als 700 DM.

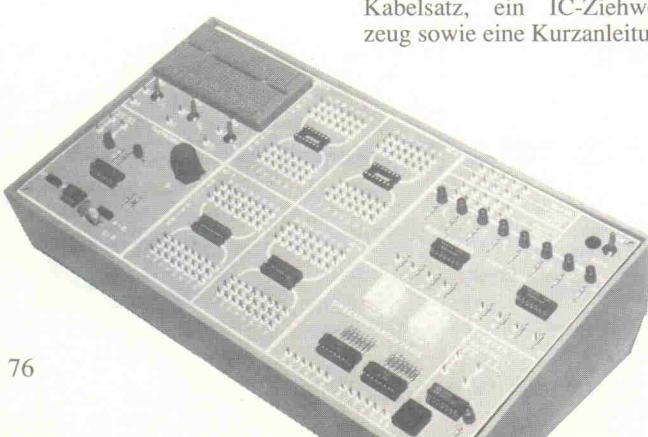


## Experimentiergerät für den Ausbildungsplatz

Digi-Tech nennt sich ein neues, universelles Experimentier-Board von ETL-Maiß aus 8441 Neukirchen. Mit dem kompakten Gerät im Pultgehäuse lassen sich schnell und problemlos Digitalschaltungen aller Art sowie einfache Analogschaltungen aufbauen, variieren und testen. Damit eignet sich Digi-Tech insbesondere für den Einsatz an Lern- und Ausbildungsplätzen.

Das Gerät verfügt über zwei Experimentierfelder für jeweils zwei 14- und 16polige ICs. Drei Anschlußkontakte pro IC-Pin ermöglichen die Verdrahtung.

Die digitalen Eingangssignale können mit einem entprellten Taster per Hand erzeugt werden, oder sie werden dem eingebauten Taktgenerator ent-



## Recht am Arbeitsplatz

### Keine Diskriminierung bei Teilzeitarbeit

Teilzeitbeschäftigte, die knapp 30 Stunden in der Woche arbeiten, dürfen gegenüber Vollzeitkräften bei Ansprüchen auf betriebliche Altersrenten nicht wesentlich schlechtergestellt werden. Diese Entscheidung des Dritten Senats des Bundesarbeitsgerichts soll vor allem jene teilzeitbeschäftigte Frauen schützen, die bislang mit einer Wochenarbeitszeit von nur unwesentlich weniger als 30 Stunden vom Arbeitgeber als 'geringfügig beschäftigt' eingestuft worden sind.

Bundesarbeitsgericht 3 AZR 58/88

### Abmahnung

Der Arbeitgeber hat das Recht, einem Mitarbeiter, dem er zuvor erfolglos gekündigt hat, wegen derselben Angelegenheit eine Abmahnung auszuspechen.

Bundesarbeitsgericht 8 AZR 625/87

### Sperrfrist bei Abfindung

Geht ein Arbeitnehmer auf das Angebot seines Arbeitgebers ein, das Arbeitsverhältnis mit Zahlung einer Abfindung im gegenseitigen Einvernehmen zu beenden, so darf das Arbeitsamt die Zahlung des Arbeitslosengeldes für 4 Wochen sperren.

Bundessozialgericht 7 RAR 86/88

### Befristete Arbeitsverträge

Befristete Arbeitsverträge müssen eine eindeutige Aussage über die Dauer des Arbeitsverhältnisses enthalten. Fehlt eine solche Befristung, so gilt der Vertrag als Dauerarbeitsverhältnis auf unbestimmte Zeit und kann nur durch eine besondere Kündigung aufgehoben werden.

Bundesarbeitsgericht 7 AZR 12/88

### Schwangerschaftsabbruch

Während einer durch einen legalen Schwangerschaftsabbruch bedingten Arbeitsunfähigkeit hat der Arbeitgeber den Lohn weiterzuzahlen.

Bundesarbeitsgericht 5 AZR 495/87

nommen. Dieser liefert zwei gegenphasige Rechteckfolgen, die stufenlos in den Bereichen 0,1...5 Hz und 1...50 Hz variiert werden können.

Ausgangssignale können entweder über die 8fach-LED-Pegelanzeige als High/Low-Werte interpretiert werden oder als Zahlenwerte über die 2stellige Siebensegmentanzeige.

Die Stromversorgung übernimmt ein mitgeliefertes 5-Volt-Steckernetzteil. Zur weiteren Ausstattung gehören ein Kabelsatz, ein IC-Ziehwerkzeug sowie eine Kurzanleitung.

**Blick in die Zukunft**  
Der Weg zum Elektroingenieur  
Verband Deutscher Elektrotechniker

## Der Weg zum Elektroingenieur

Mit seiner neuen Broschüre 'Blick in die Zukunft - Der Weg zum Elektroingenieur' informiert der VDE über das Studium und den Beruf des Elektroingenieurs. Angehende Abiturienten können sich hiermit einen Überblick über die Vielfalt der gebotenen Tätigkeitsfelder verschaffen und anhand von Studienplänen die Anforderungen erfahren, die im Studium an ihn gestellt werden. Die Broschüre enthält darüber hinaus ein ausführliches Literatur- und Adressenverzeichnis. Erhältlich über:

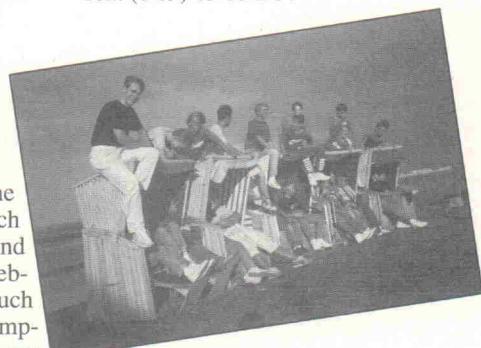
Verband Deutscher Elektroingenieure (VDE), Auskunftstelle Studium und Beruf, Stresemannallee 15, 6000 Frankfurt 70, Tel.: (0 69) 63 08-2 37

## Computerkurse im Feriencamp

Feriencamps, eine ureigene US-Erfahrung, werden auch hierzulande bei Kindern und Jugendlichen immer beliebter. Diesem Trend folgt auch der Hamburger Feriencamp-Veranstalter CompuCamp GmbH, der in seinem Katalog Camps '90 nun auch neben Sprach- und Sportkursen zahlreiche Computerkurse für 10- bis 18jährige junge Leute anbietet.

Je nach Ort der Veranstaltung können in der Zeit der Schulferien Kurse der verschiedensten Art belegt werden:

- BASIC in vielen Varianten – Assembler – Pascal – C-Programmierung – Modula-2 – Text- und Bildschirmverarbeitung (DTP) – dBase IV – Maschinensprache 6502



Bevorzugtes Hardwaresystem bildet bei allen Kursen der Amiga.

Als Ferienziele werden derzeit fünf Standorte angeboten:

- St. Peter-Ording (Nordsee) – Westensee (Schleswig-Holstein) – Osnabrück/Münster – Oberammergau – Great Yarmouth (England-Suffolk)

Die Unterbringung erfolgt mit Vollpension in Internaten und Jugendgästehäusern mit angegeschlossenen Sportheimseinrichtungen.

## Schulungen, Seminare, Kongresse

### Seminare im Valvo Design Zentrum in Hamburg:

18.06.-22.06.90  
Analog/Digitale ASICs (A4)  
DM 1800,- +MwSt.

25.06.-27.06.90  
C in der  
Projektprogrammierung (CP/1);  
DM 1350,- +MwSt.

08.05.-11.05.90  
8-Bit-Microcontroller-Familie  
80C51 (MC/8);  
DM 1800,- +MwSt.

14.05.-18.05.90  
68000-Seminar (MP/3)  
DM 2200,- +MwSt.

21.05.-23.05.90  
PLD-Design (PLD/3)  
DM 1100,- +MwSt.

11.06.-15.06.90  
C auf 68000-Systemen (C3)  
DM 2200,- +MwSt.

**Die Hitex-**  
**Systementwicklung,**  
**Karlsruhe, bietet Seminare**  
**für die Gerätelfamilien**  
**teletest 16 und teletest 51**  
**an:**

08./09.05.90  
25./26.09.90  
teletest 51-Seminar  
  
15.05.-17.05.90  
(3. Tag optional)  
02.10.-04.10.90  
(3. Tag optional)  
teletest 16-Seminar

**Die Advanced Micro Device GmbH, München,**  
**veranstaltet Seminare zu**  
**den Themen**  
**'Programmierbare**  
**Gate Arrays (LCA)' und**  
**'Programmierbare Logik**  
**(PAL)':**

08.05.-10.05. München  
11.06.-13.06. Hannover  
26.06.-20.06. Stuttgart  
LCA 1,2,3; Grundkurs,  
Aufbaukurs,  
Design Implementation  
  
15.05.-17.05. Hannover  
19.06.-21.06. Stuttgart  
PAL 1,2,3; Grundkurs,  
Aufbaukurs,  
Design-for-Testability

**Die Hanauer Firma Heraeus**  
**bietet Seminare zum Thema**  
**'Dickfilmtechnik' an. Die**  
**viertägigen Schulungen**  
**beinhalten sowohl**  
**theoretische Grundlagen als**  
**auch praktische**  
**Übungen:**

03.07.-06.07.90  
02.10.-05.10.90

**Der Deutsche**  
**Wirtschaftsdienst, Köln,**  
**veranstaltet ein eintägiges**  
**Seminar zum Thema**  
**'Europäische und**  
**deutsch/deutsche Aspekte**  
**der Telekommunikation':**

25.05.90 West-Berlin  
DM 980,- +MwSt.

**In ihrem European Training Center in Fürstenfeldbruck**  
**veranstaltet die National Semiconductor GmbH**  
**folgende Kurse und**  
**Seminare (Kurssprache**  
**Englisch):**

07.05.-11.05.90  
HPC - 16083/164  
Hard/Software  
  
18.06.-22.06.90  
HPC - 16400  
Hard/Software  
  
14.05.-17.05.90  
HPC - Programming in 'C'  
  
29./30.05.90  
Advanced Digital Products – Data Communications  
  
07.05.-10.05.90  
18.06.-21.06.90  
ASIC - CMOS-Workshop  
  
29.05.-31.05.90  
ASIC - Bipolar-Workshop

**Die Philips GmbH,**  
**8045 Ismaning, veranstaltet**  
**kostenlose, eintägige GPIB-**  
**Seminare über PC-gestützte**  
**Test- und Meßsysteme:**

02.05.90 Essen  
04.05.90 Frankfurt  
08.05.90 Stuttgart  
19.06.90 Stuttgart

**Lehrgänge und Seminare**  
**vom Deutschen Institut für**  
**Normung e.V. (DIN):**

25.09.90  
Garmisch-Partenkirchen  
27.11.90 Köln  
CAD-Schnittstellen  
31.05.90 Essen

09.10.90 Herrsching  
06.12.90 Köln  
Schnittstellen für die  
Meßtechnik (DIN-Meßbus)

01.06.90 Essen  
19.10.90 Regensburg  
07.12.90 Köln  
CAD-Variantenteile

**Die SES Electronics GmbH,**  
**8860 Nördlingen, bietet**  
**Seminare zum Thema**  
**'Qualifikationsprüfungen**  
**und Fehleranalysen':**

26./27.06.90  
11./12.12.90  
Qualifikations-Seminar;  
DM 1265,- +MwSt.  
  
25./26.09.90  
27./28.11.90  
Fehleranalyse-Seminar;  
DM 1385,- +MwSt.

**Die Geschäftsstelle**  
**Bremen der VDI/VDE-**  
**Technologiezentrum**  
**Informationstechnik GmbH**  
**veranstaltet den**  
**2. Internationalen**  
**Wissenschaftstransfer-**  
**kongreß ACTUATOR 90, der**  
**einen Überblick über den**  
**neuesten Stand der**  
**Forschung und Entwicklung**  
**auf dem Gebiet der Aktorik**  
**vermitteln soll:**

21./22.06.90 Bremen

**Das Bildungswerk des**  
**Verbandes Deutscher**  
**Tonmeister veranstaltet**  
**seine 16. Tonmeistertagung**  
**in der Stadthalle Karlsruhe:**

20.11.-23.11.90 Karlsruhe

## CHECK-POINT

Ohne abisolieren verbinden,  
prüfen? Unmöglich?

Die erste Prüfspitze, die Leiter durch die  
Isolierung kontaktiert ohne Leiterbeschädigung.  
Ansetzen – Durchdringen der  
Isolierung – Prüfen – Abnehmen –  
Schließen der Prüfstelle

Nur für Kleinspannungen bis 65 V

- Für Leiter ab 0,4 mm Durchmesser
- Kunststoff oder Papierisolierung gleichermaßen
- Kontaktssicher durch ausgereifte Konstruktion
- Einfach zu handhaben

Besonders geeignet für: Fernsprech- und  
Signalkabel; Elektronische Feinleitungen;  
Signalleitungen; Elektronik; Industrie wie  
Bastlerbedarf



**Der Kontakt der**  
**hält was er**  
**verbindet**

Besuchen Sie uns  
auf der Industrie  
Messe Hannover  
Halle 8, Stand B23  
vom 02.-09. Mai 1990

walterrose  
Coupon  Ja ich möchte mehr über  
das perfekte Kontakt-System  
erfahren

Name:

Anschrift:

Walter Rose GmbH & Co. KG Erzeugnisse für die Nachrichten-, Elektrotechnik  
und Elektronik Postfach 29-28 D-5800 Hagen 1 Telefon (02331) 3 68-0

# Hf-Studie

## Designkriterien am Beispiel eines selektiven TV-Antennenvorverstärkers für TV-Sender kleinerer Leistung



**Rolf Badenhausen**

Nach der Freigabe von Sendefrequenzen für private Programmanbieter sind in Gebieten mit höherer Bevölkerungsdichte Fernsehsender kleiner Leistung für terrestrischen TV-Empfang bereits seit einiger Zeit in Betrieb. Dank des hier beschriebenen, selektiv dimensionierbaren TV-Antennenvorverstärkers ist auch bei relativ schwachen Hf-Signalen ein akzeptabler Empfang möglich.

In der Regel wird in den Sendeantennen privater Programmabnehmer weniger Leistung umgesetzt als etwa in der bekannten Elektro-Kochplatte zum Erhitzen der Abendmahlzeit. Sofern nicht gerade einer dieser Antennenmasten die gute Balkonaussicht trüben sollte, steht die tatsächlich einfallende Hf-Energie dieser Stationen im umgekehrten Verhältnis zu den ans zusätzliche Programmangebot geknüpften positiven Erwartungen. Lösung dieses Problems: ein empfindlicher Antennenvorverstärker.

Die Ausbreitungseigenschaften elektromagnetischer Wellen sind aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten nicht so

ideal, wie man sich dies gerne wünschen würde. Diese Aussage gilt insbesondere für Frequenzen im UHF-Bereich. In Großstädten treten zumeist die Probleme von Abschattung und Reflexion der hochfrequenten Wellen durch Wohngebäude und Industrieanlagen recht deutlich in Erscheinung. Nach neuesten Untersuchungen sollen zudem bestimmte Konzentrationen von Abgasemissionen der Wellenfortpflanzung nicht vernachlässigbare Widerstände entgegensetzen. Durch ein besonders ungünstiges Zusammentreffen dieser Faktoren können sich letztlich Antennenspannungen einstellen, die durchaus in der Größenordnung des Temperaturrauschen des

Empfangsdipols liegen können. In derartigen Fällen, und dies sei bereits vorweg gesagt, können von einem auf minimales Eigenrauschen ausgelegten Antennenvorverstärker jedoch keine Wundertaten erwartet werden.

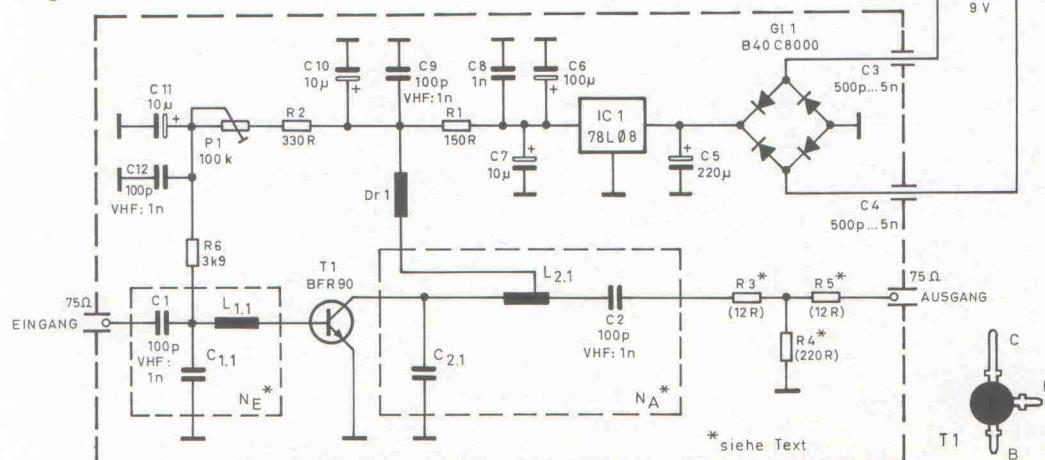
Der in dieser Bauanleitung verwendete preiswerte epitaktische Planar-Transistor BFR 90 weist laut Datenblatt ein Eigenrauschen von maximal 2 dB auf; ein wesentlich kostenintensiverer GaAs-MES-FET (bzw. GaAs-Schottky-FET) liegt innerhalb seines Arbeitsfrequenzbereichs auch nicht wesentlich günstiger (etwa 1,9 dB bei 6 GHz für den CFY 13). Die raschen Fortschritte auf dem Gebiet der Hf-Transistor-Ferti-

gung treten im übrigen recht deutlich hervor, wenn man bedenkt, daß noch Anfang der 70er Jahre für einen Ge-Mesa-Transistor eine Rauschzahl von 'nur' 7 dB lobend herausgestellt wurde.

Der vorgestellte Antennenverstärker ist sowohl für den VHF- als auch für den UHF-Bereich dimensionierbar. Im VHF-Bereich erfolgt eine Antennenspannungsverstärkung von circa 25 dB, für UHF-Frequenzen werden circa 15 dB erreicht. Oft findet man in Antennenverstärker-Prospektten wesentlich höhere Zahlenangaben; diese besitzen jedoch eine zumeist sehr eingeschränkte Aussagekraft, denn das vervielfachte Eigenrauschen der häufig mehrstufig aufgebauten Verstärker sollte bei einer Bewertung unbedingt berücksichtigt werden. Erfahrungsgemäß wird es aber kaum möglich sein, derartige Angaben von Geräteherstellern nachträglich zu bekommen ...

Handelsübliche Industrie-Verstärker sind zumeist nicht kanalselektiv, sondern bereichsselektiv ausgelegt und daher weniger gut für die Verstärkung extrem kleiner Antennenspannungen geeignet. Im Schaltbild des Antennenverstärkers (Bild 1) sind die für eine exakte Anpassung verantwortlichen Schaltungsteile  $N_E$  und  $N_A$  ohne Dimensionierungsangaben versehen.

**Bild 1. Vollständige Schaltung des Antennenverstärkers. Die Kollektor-Emitter-Spannung von T1 sollte mit Trimmer P1 auf einen Wert nicht unter 4 V eingestellt werden.**



Dennoch ist ein Nachbau problemlos möglich; es sollte allerdings Klarheit darüber bestehen, welcher TV-Kanal empfangen werden soll. Die Tabellen 1 und 2 geben Aufschlüsse über die zugehörigen Sendefrequenzen.

In Bild 2 ist eine Hilfsantenne in Dipolform für eigene Empfangsversuche dargestellt. Für metallische Rundstäbe mit einem Durchmesser von 8 mm beträgt  $l = 70 \text{ cm}$  (VHF-Bereich) beziehungsweise  $l = 21 \text{ cm}$  (UHF).

Die in der Stückliste nicht angegebenen L- und C-Werte für den Antennenverstärker können aus den Diagrammen der Bilder 3 und 4 entnommen werden. Die Abbildungen nach Bild 5 und nach Bild 6 geben ausreichend Hilfestellung für die Selbstanfertigung der erforderlichen Induktivitäten. Es sollte unbedingt versilberter Kupferdraht mit 1 mm Durchmesser verwendet werden, der Spulen-Innendurchmesser beträgt stets 4 mm (Hilfsmittel: Bohrschaft). Vorsorglich sollte nach dem Anfertigen der Spulen eine Prüfung auf Windungsschlüssel durchgeführt werden; langsame Drehen um ihre Längssachsen vor einer punktförmigen, hellen Lichtquelle ist für eine Sichtprüfung hilfreich.

Die Drossel Dr1 besteht aus Kupferlackdraht mit circa 0,55 mm...0,65 mm Drahtdurchmesser und ebenfalls 4 mm Innendurchmesser. Diese einlagige Luftspule hat die Drahlänge  $l_d$ , die einem Viertel der Wellenlänge der Empfangsfrequenz entspricht, also:

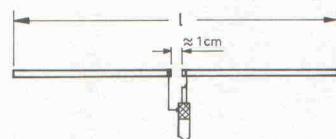
$$l_d [\text{m}] = \frac{300}{4 \cdot f [\text{MHz}]}$$

Um die Drahlänge in Meter zu erhalten, muß die Frequenz in

Kanal	Kanalgrenzen (MHz)	Bildträger (MHz)	Tonträger (MHz)
5	174...181	175,25	180,75
6	181...188	182,25	187,75
7	188...195	189,25	194,75
8	195...202	196,25	201,75
9	202...209	203,25	208,75
10	209...216	210,25	215,75
11	216...223	217,25	222,75
12	223...230	224,25	229,75

**Tabelle 1. Kanaleinteilung im VHF-Bereich.**

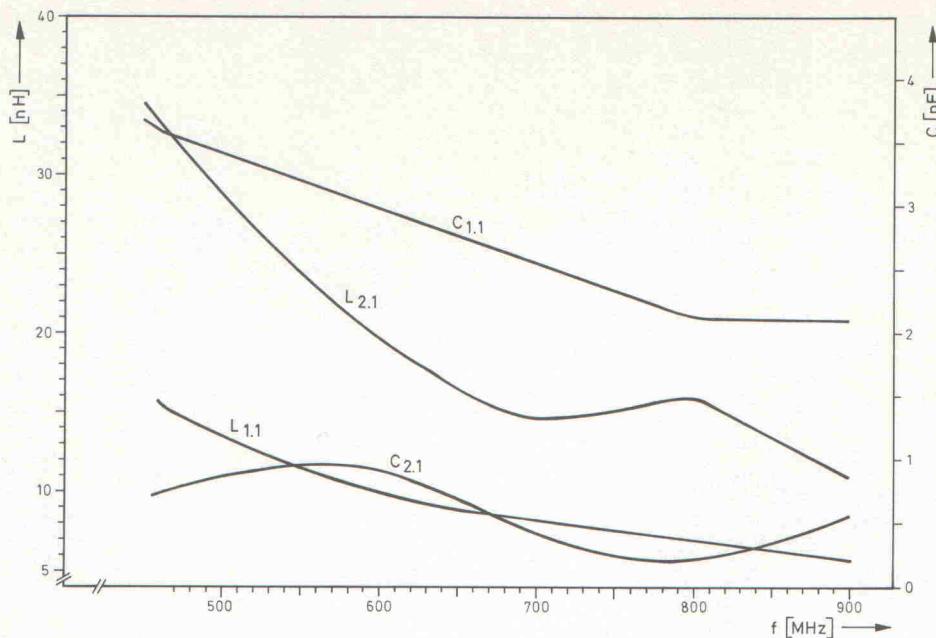
der Einheit 'MHz' eingesetzt werden. Je 1 cm...1,5 cm von dieser Drahlänge sind für die Spulenenden vorzusehen. Grundsätzlich gilt: sauber löten und arbeiten, kurze Lötzeiten für T1. Falls erforderlich, kann die Drossel Dr1 zum Unterdrücken einer Schwingneigung gedreht werden. Mit P1 ist der Gleichstrom-Arbeitspunkt des Transistors einstellbar ( $U_{CE}$  ca. 6 V,  $I_C$  ca. 15 mA). Die am TV-Bild kontrollierbare, optimale Einstellung führt meistens zu Betriebsdaten, die von den Herstellerangaben abweichen, da optimierte Rausch- oder Leistungsanpassungen häufig unterschiedliche Arbeitspunkte ergeben. Die stufenlose Veränderung des Basis-Gleichstroms ist auch deshalb angebracht, weil bei Versuchen mit Transistoren



**Bild 2. Offener Dipol für eine schnelle Funktionskontrolle des Antennenverstärkers.**

Kanal	Kanal-grenzen (MHz)	Bild-träger (MHz)
21	470...478	471,25
22	478...486	479,25
23	486...494	487,25
24	494...502	495,25
25	502...510	503,25
26	510...518	511,25
27	518...526	519,25
28	526...534	527,25
29	534...542	535,25
30	542...550	543,25
31	550...558	551,25
32	558...566	559,25
33	566...574	567,25
34	574...582	575,25
35	582...590	583,25
36	590...598	591,25
37	598...606	599,25
38	606...614	607,25
39	614...622	615,25
40	622...630	623,25
41	630...638	631,25
42	638...646	639,25
43	646...654	647,25
44	654...662	655,25
45	662...670	663,25
46	670...678	671,25
47	678...686	679,25
48	686...694	687,25
49	694...702	695,25
50	702...710	703,25
51	710...718	711,25
52	718...726	719,25
53	726...734	727,25
54	734...742	735,25
55	742...750	743,25
56	750...758	751,25
57	758...766	759,25
58	766...774	767,25
59	774...782	775,25
60	782...790	783,25
61	790...798	791,25
62	798...806	799,25
63	806...814	807,25
64	814...822	815,25
65	822...830	823,25
66	830...838	831,25
67	838...846	839,25
68	846...854	847,25
69	854...862	855,25
70	862...870	863,25
71	870...878	871,25
72	878...886	879,25

**Tabelle 2. Kanaleinteilung im UHF-Bereich.**



**Bild 3.** Diagramm zur Ermittlung der L- und C-Werte für den UHF-Bereich. Die durch den Schaltungsaufbau hervorgerufenen parasitären Induktivitäten wurden näherungsweise berücksichtigt.

die Kompensation mit einer rein imaginären Komponente als abgeschlossen betrachtet werden kann. Die Komponenten für  $C_{21}$  können durch die sich zwangsläufig bildende kapazitive Charakteristik des Schaltungsaufbaus – für den UHF-Bereich sollten nur Epoxydharz-Leiterplatten verwendet werden – abgerundet oder vernachlässigt werden.

Gegebenenfalls kann  $R_6$  auch unmittelbar an die Basis von  $T_1$  gelötet werden ( $s_{11}$  für UHF in Bild 9). Der Aufbau des Mustergerätes erfolgte mit einer leiterbahnseitigen Bestückung und Anlötzung der Bauteile; hierzu sollten insbesondere die Anschlußfolgen von  $G11$ ,  $IC1$  und  $T1$  unbedingt berücksichtigt werden. Die R- und C-Komponenten der im Schaltbild mit  $N_E$  und  $N_A$  bezeichneten Bereiche können auch weitge-

verschiedener Hersteller die Exemplare eines inländischen Produzenten bei ganz bestimmten Basis-Vorspannungen – in der Nähe ihres empfohlenen Betriebsbereichs – eine offensichtliche Schwingneigung auf-

wiesen. Insbesondere für VHF-Verstärker zeigte sich, daß die Gleichstromzuführung über  $Dr1$  ab circa 2/3 Windung des dem Kondensator  $C2$  zugewandten Spulenendes von  $L_{2.1}$  vorzunehmen ist.

## Das symmetrische T-Dämpfungsglied

### Berechnungsgrundlagen

Die mathematische Behandlung der in Bild 11 gezeigten Anordnung ist auch ohne die Lösung einer über Vierpol-Gleichungen definierbaren Matrix möglich, wenn zunächst ein Faktor  $k$  wie folgt definiert wird:

$$R_p = kR_s \\ R_s = R$$

Dann ist

$$Z_s = Z_0 = R + \frac{(R + Z_0) \cdot k \cdot R}{k \cdot R + R + Z_0}$$

Daraus erhält man für  $k$

$$k = \frac{Z_0^2 - R^2}{2R^2}$$

und für  $R_p$  als Funktion von  $R$

$$R_p = \frac{Z_0^2 - R^2}{2R}$$

Für die am Widerstand  $R_p$  abfallende Spannung  $u_p$  gilt in Verbindung mit der über  $Z_s$  anliegenden Eingangsspannung  $u_e$ :

$$u_p = u_e \cdot \frac{\frac{(R + Z_0)kR}{kR + R + Z_0}}{\frac{(R + Z_0)kR}{kR + R + Z_0} + R}$$

Für die Ausgangsspannung  $u_a$  gilt entsprechend der Spannungsteilerregel:

$$u_a = u_p \cdot \frac{Z_0}{R + Z_0}$$

Durch Verknüpfen der beiden letztgenannten Gleichungen erhält man für  $u_a$ :

$$u_a = u_e \cdot \frac{Z_0^2 - R^2}{(Z_0 + R)^2}$$

Die Spannungsdämpfung  $V_u$  ist dementsprechend

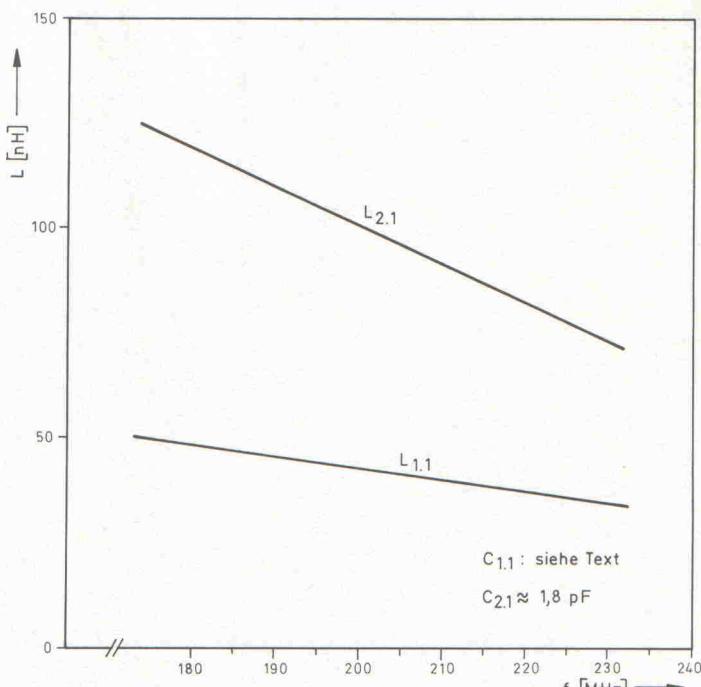
$$V_u = \frac{u_a}{u_e} = \frac{Z_0^2 - R^2}{(Z_0 + R)^2}$$

und nach  $R$  umgestellt:

$$R = Z_0 \cdot \frac{1 - V_u}{1 + V_u}$$

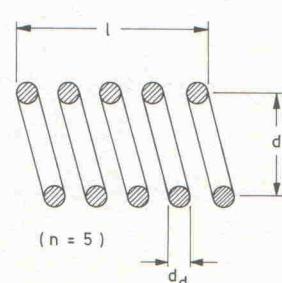
Dämpfungsangaben in dB-Werten müssen zunächst in die lineare Form zurückgeführt werden.

Der Kondensator  $C_{11}$  kann für VHF-Anwendungen entfallen: Aus dem in Bild 9 wiedergegebenen Smith-Diagramm wird für die durch  $s_{22}$  ausgedrückte Ausgangsimpedanz deutlich, daß für die in der Regel weniger als 75 Ohm betragenden, zumeist mit 4 : 1-Übertragern ( $\ddot{u} = 2 : 1$ ) heruntertransformierten Impedanzen der Dipole von Yagi-Antennen (ca. 62  $\Omega$ ...67  $\Omega$ )



**Bild 4.** Diagramm zur Ermittlung der Induktivitätswerte für den VHF-Bereich.

**Bild 5.** Darstellung einer Luftspule im zentralen Längsschnitt.



hend als SMD-Ausführungen auf die Platinen gelötet werden; dadurch ergeben sich minimale Angriffsflächen für Störstrahlung. Der Mindestabstand von Leiterplatte zu Gehäuseboden sollte circa 5 mm betragen. Um P1 auch bei geschlossenem Gehäuse verstehen zu können, sollte sich eine entsprechende Bohrung im Gehäusedeckel befinden.

In Bild 7 ist das Platinenlayout für den Antennenverstärker wiedergegeben, in Bild 8 der zugehörige Bestückungsplan. Entsprechend den VDE-Bestimmungen für Antennenverstärker wurde für die Stromversorgung ein Printtrafo außerhalb des Hf-Gehäuses vorgesehen, welches beim Prototyp mit vier Blechschrauben auf der Netzteil-Leiterplatte (zum Beispiel Lochrasterplatine) befestigt wurde. Gehäuse-Einbaubuchsen für die Antennen-Koaxial-Verbindungen sind vereinzelt im Fachhandel erhältlich.

Diese Anordnung wurde unter Verwendung einer für Außenverlegung zugelassenen Netzeleitung in ein abdichtfähiges Kunststoffgehäuse eingesetzt und in unmittelbarer Nähe der Antenne angebracht. Der Kabelweg von der Antennenanschlußdose zum Vorverstärker sollte so kurz wie möglich gehalten werden und nach Möglichkeit nicht mehr als 2 m betragen.

Manchmal kann jedoch auch eine Dämpfung des vom Vorverstärker gelieferten Signals erforderlich sein, da eine Übersteuerung des nachgeschalteten Geräteverstärkers oft zum Schwingen desselben führen kann. Stufenlos einstellbare Industrie-Ausführungen von Pe-

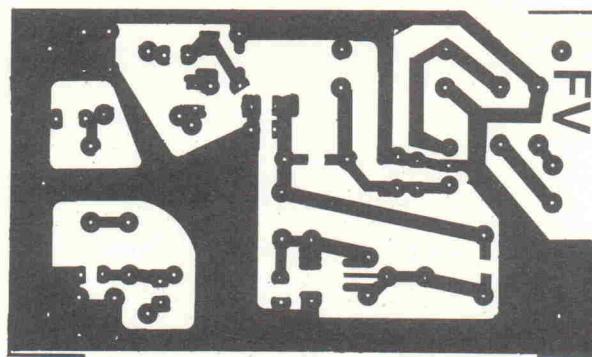


Bild 7. Layout des Antennenverstärkers.

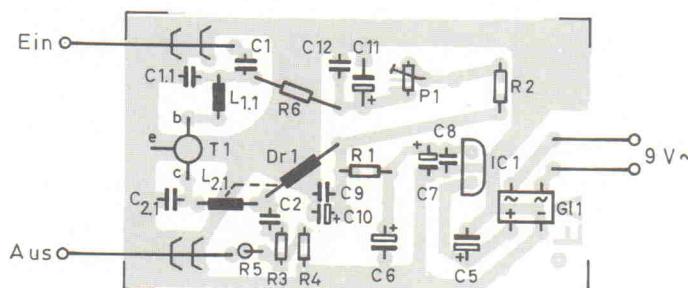


Bild 8. Bestückungsplan für den Antennenverstärker.

gelstellern enthalten speziell gefertigte Bauelemente und sind dementsprechend nicht gerade preiswert. Vom Verfasser wurden verschiedene kommerzielle Ausführungen geprüft. Die Meßergebnisse erbrachten aber nur wenig Erfreuliches hinsichtlich der Dämpfungsgenauigkeit.

Die Darstellung in Bild 10 verdeutlicht, daß nicht gerade einfache Ansprüche an wirkungsvolle Hf-Dämpfungsglieder zu stellen sind. Die Norm-Impedanz, die dem Wellenwiderstand der zu verlegenden Antennenleitung gleicht, muß für beliebige Dämpfungswerte konstant gehalten werden. Bild 11 veranschaulicht dies näher für den zumeist verwendeten symmetrischen T-Steller:

## Stückliste

Widerstände, Metallfilm:	
R1	150R
R2	330R
R3,4,5	siehe Text
R6	3k9
P1	100k, Trimmer

## Kondensatoren:

C1,2,9,12	100p ker., für VHF: In
C3,4	Durchführungs-kondensator 500 p...5 n
C8	1n ker.
C7,10,11	10μ Tantal, 16 V
C5	220μ, 16 V
C6	100μ, 16 V

## Induktivitäten:

siehe Text

Halbleiter:	
T1	BFR 90
IC1	78L08
Gl1	B 40 C 800
Tr1	220 V/9 V-Trafo, 1 VA
Si1	50 mA, 250 V Stückliste

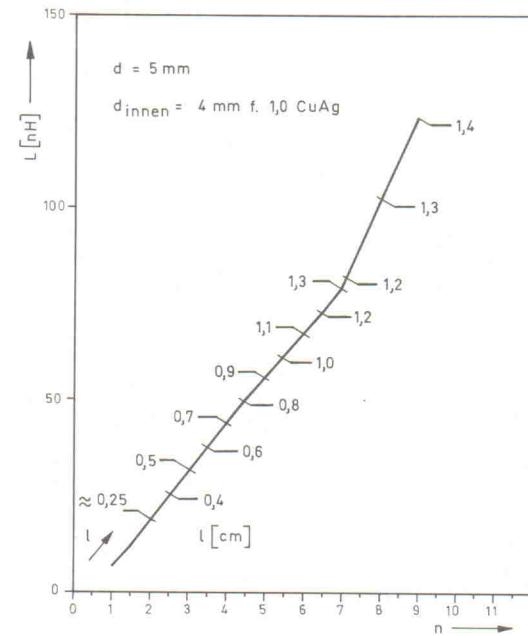
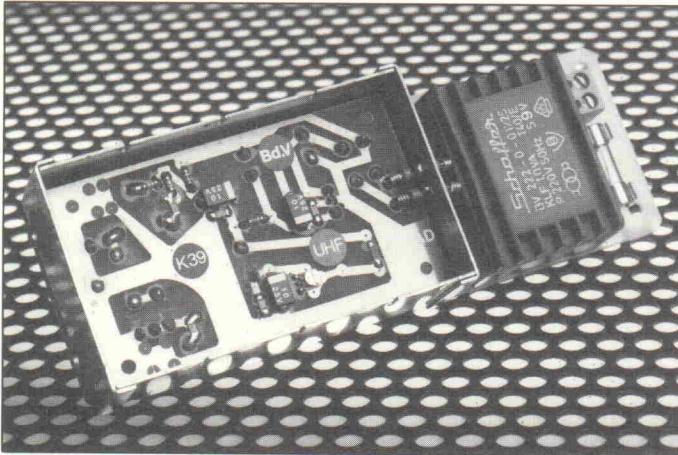
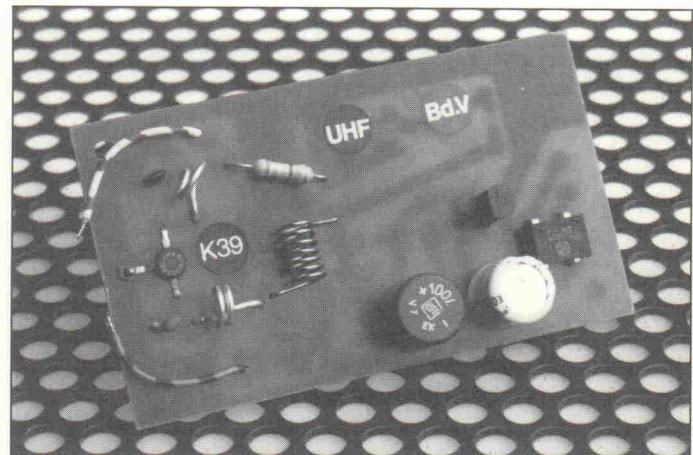


Bild 6.  
Für  $n > 7$   
können mehr  
Windungen  
pro  
angegebener  
Spulenlänge  
unter-  
gebracht  
werden.  
Daraus  
resultiert  
das unter-  
schiedliche  
Steigungs-  
verhältnis  
der gezeig-  
ten Kurve.



Gemischtes Doppel: SMD-Elemente auf der Lötseite, ...



... herkömmliche Bauelemente auf der Bestückungsseite.

# Praktische Aspekte beim Entwurf von Antennenverstärkern

Frage: 'Der in der Schaltung verwendete Transistor BFR 90 (A) besitzt ein Rauschmaß von ungefähr 2 dB. Inzwischen stehen jedoch auch für den Endverbraucher preiswerte bipolare Transistoren mit einem Rauschmaß von lediglich 0,8 dB bei 800 MHz (Herstellerangaben) und ungefähr gleicher Verstärkung zur Verfügung, beispielsweise der BFG 65. Warum wurde nicht dieser Transistor für den Antennenverstärker eingesetzt?'

Antwort: Der Vergleich beider Transistoren kann im wesentlichen über ein Rauschdiagramm erfolgen. Ein Wert von 0,8 dB bei 800 MHz kann bei Verwendung eines BFG 65 tatsächlich erzielt werden. Dieses Rauschmaß wird aber nur dann erreicht, wenn die Admittanzen des angeschlossenen Generators (Antenne) umgerechnet eine Impedanz von

$$Z_G^R = 43 \Omega + j 25 \Omega$$

darstellen. Das heißt: Für minimale Rauschzahlen muß der Generatorteil nicht nur einen reellen Widerstand aufweisen, sondern auch mit einer definierten Reaktanz (Induktanz) behaftet sein; diese Aussage gilt generell für moderne, bipolare HF-Transistoren.

Die Darstellung in Bild A gibt Aufschluß über die in diesem Fall erforderliche Anpassung des Transistoreingangs: Mit der Transformationsschaltung  $h_1$  wird zunächst auf  $Z_G^R$  kompensiert. Der Realteil dieser Impedanz ist ungleich der Normimpedanz (75 Ω) und muß daher in einer zweiten Schaltung  $h_2$  auf  $Z_0$  herauftransformiert werden. Durch diese Maßnahme kommt eine in der Regel unvermeidbare Fehlanpassung zustande; die durch die Imaginärkomponente  $\text{Im}(Z_G^R)$  bestimmte Abweichung ruft zumeist nachteilige, selten vorherberechenbare Einflüsse auf die Schaltung hervor. Das Vermeiden einer Fehlanpassung bedeutet im Rauschdiagramm oft das Verlassen des Punktes der geringsten Rauschzahl und das Aufsuchen der entsprechenden rein reellen Admittanz der Normimpedanz; aus Bild B erhält man dann eine Rauschzahl von circa 1,2 dB.

Für die Bewertung der auch aus der Satelliten-Empfangstechnik bekannten Rauschzahlen für terrestrische Abstrahlung sollte Klarheit über ihre Aussagekraft bestehen. Für verschiedene im dB-Maß aufgeführte Rauschzahlen wird nachfolgend das definierte Verhältnis von tatsächlicher Ausgangsrauschleistung zur Ausgangsrauschleistung des theoretischen, absolut nicht rauschenden Transistors angegeben:

- 1,00: 0 dB
- 1,20: circa 0,8 dB
- 1,32: circa 1,2 dB
- 1,50: circa 1,75 dB
- 1,57: circa 2,0 dB

Bezogen auf beispielsweise 1,2 dB bedeutet ein Rauschwert von 0,8 dB eine Verringerung des Rauschens um bedeutungslose 9 %. Eine Erhöhung um 0,8 dB bewirkt eine Vergrößerung der Rauschzahl um circa 19 % auf 2 dB. Anders formuliert: von dem am Ausgang des Transistors BFR 90 (A) feststellbaren Rauschen mit einem Wert von circa 1,75 dB stammen circa 67 % nicht von diesem Bauteil! Im übrigen liegt im Gegensatz zum BFG 65 der Impedanzbeitrag von  $Z_G^R$  des BFR 90 (A) bereits in guter Näherung an der Normimpedanz 75 Ohm, so daß in diesem Fall eine Transformation durch  $h_2$  entfällt. Für den Transistor BFG 65 beträgt  $Z_G^R$  ungefähr 50 Ohm – niedrige Rauschzahlen erfordern technologisch angepaßte kleine Basisbahnwiderstände und dementsprechend auch relativ geringe Generator-Innenwiderstände.

Bei einer Betrachtung schwach einfallender Sendersignale sind die Rauschanteile von der Antenne und ihrer Zuleitung zum Vorverstärker ohnehin zu berücksichtigen. Innerhalb des VHF- und UHF-Frequenzbands beruhen kleine Signalrauschverhältnisse in der Empfangsantenne bei ungünstigen Übertragungsfaktoren hauptsächlich auf

- 'man-made noise', also elektromagnetische Störungen durch die Umwelt;
- Fading durch witterungs- und emissionsabhängige

Schwankungen der atmosphärischen Dichte;

- Empfangsdipol-Temperaturrauschen.

Ergänzend können noch hinzugezählt werden:

- das 1/f<sup>3</sup>-Rauschen ('galaktisches Rauschen') im VHF-Bereich ( $T_R$  ca. 100 K... 500 K);
- die atmosphärische Wärmestrahlung im UHF-Bereich, verursacht durch die Absorptionsbanden des Wasserdampfes und des Sauerstoffs ( $T_R$  ca. 50 K... 100 K).

Nach praktischen Erfahrungen sind Antennenvorverstärker-Rauschzahlen von wesentlich kleiner als 2 dB im Hinblick auf den gegenwärtigen Stand der Antennentechnik – mit zu meist nur bereichsselektiven Antennen mit Gewinnen von circa 12 dB...18 dB – nicht mehr von Vorteil.

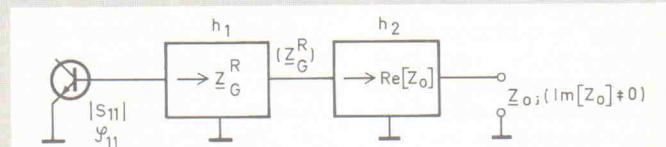
Die Verhältnisse beim Satellitenempfang sehen völlig anders aus: In Abhängigkeit vom Elevationswinkel können für die Empfangsantennen – Parabolantennen können Gewinne von mehr als 40 dB liefern – Rauschtemperaturen bis hinunter zur kosmischen Hintergrundstrahlung ( $T_K$  ca. 3 K) angesetzt werden. Zum Erzielen maximaler Empfindlichkeit muß hier das empfangs- beziehungsweise antennenseitig

produzierte Rauschen extrem niedrig sein.

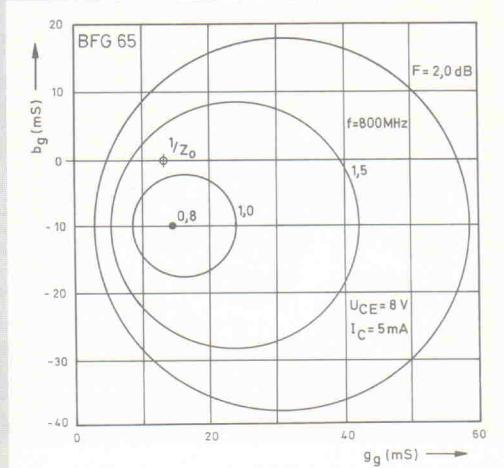
Auch sollte berücksichtigt werden, daß sich das Bildrauschen von Empfangsgeräten als Zusammensetzung von eingespeisten HF-Rauschanteilen und dem vom Empfangsteil produzierten Eigenrauschen darstellt. Daher sollten zwei Fälle unterschieden werden:

1. Aufgrund ungenügender Eingangsempfindlichkeit der Tunerschaltung wird ein 'sauberes', jedoch mit zu geringer HF-Amplitude zugeführtes Signal verrauscht wiedergegeben.
2. Dem TV-Tuner wird ein vorverstärktes, den geforderten HF-Mindestpegel deutlich überschreitendes, jedoch bereits verrauscht Signal zugeführt.

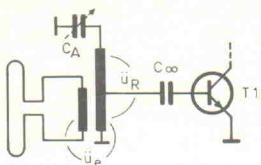
Im zweiten Fall wird das Empfängerrauschen keinen nennenswerten Beitrag mehr zum Bildrauschen leisten; im ungünstigen Falle – bei zu hoher Vorverstärkung – tritt eine unverkennbare Verzerrung oder Übersteuerung auf. Daher sollte auch für den ersten Fall eine sorgfältig dosierte Vorverstärkung vorgenommen werden. Für die gegenwärtig produzierten Empfangsgeräte mit relativ hoher Eingangsempfindlichkeit sind Vorverstärkungen von circa 20 dB im allgemeinen völlig ausreichend.



**Bild A.**  
Anpassung  
durch  
Impedanz-  
transfor-  
mation in  
zwei  
Stufen.



**Bild B.**  
Rausch-  
diagramm  
für den  
Transistor  
BFG 65.



**Bild C. Prinzipschaltung einer in Antennenverstärkern oft realisierten Eingangsstufe.**

Der Einsatz von MMICs ist gegenwärtig wegen der vergleichsweise hohen Rauschzahlen dieser Hf-Bausteine und ihrem Preis-/Leistungsverhältnis keine Diskussionsgrundlage. Im übrigen haben es die – zumeist fernöstlichen – Hersteller dieser Bauelemente offensichtlich versäumt, sich an den vergleichbaren Transistordaten der großen europäischen Halbleiterhersteller zu orientieren; die MMIC-Hersteller laufen Gefahr, daß ihren Produkten unter Umständen einmal die gleiche Bedeutung beigemessen werden könnte wie zum gegenwärtigen Zeitpunkt den Nf-Endstufen-ICs.

In vielen Schaltungskonzepten von Antennenverstärkern findet man die in Bild C prinzipiell dargestellte Eingangsschaltung. Der aus dem Kondensator  $C_A$  – zuweilen auch als Varicap-Ausführung – sowie der wirksamen Übertragerinduktivität bestehende Eingangs-Resonanzkreis vermag jedoch nur die frequenzabhängigen Eingangsreaktanzen von T1 zu kompensieren, nicht aber die ebenfalls frequenzabhängigen Eingangs-Wirkwiderstände des Transistors.

Für eine optimale Eingangsleistungsanpassung innerhalb des relativ weit ausgelegten UHF-Frequenzbereichs (Band IV/V, 470 MHz...830

MHz) müßte daher in der angegebenen Schaltung das Übersetzungsverhältnis des Eingangs-Übertragers veränderlich, das heißt exakt frequenzangepaßt ausgeführt werden. Nach genauerer Schaltungsanalysen stimmen aber häufig nicht einmal für eine mittlere Bereichsfrequenz Antennenwiderstand und Transistor-Eingangswiderstand überein.

Nicht selten wird bewußt eine geringe Fehlanpassung einer Baugruppe an die Hf-Leitung in Kauf genommen. In derartigen Fällen sollte jedoch berücksichtigt werden, daß Fehlanpassungen von Ein- und Ausgängen sich insgesamt multiplikativ auswirken.

Verschiedentlich geht auch ein Teil der Eingangsspannung im Übertrager wegen der oft nicht optimierten Verhältnisse von  $u_R$  und  $u_e$  verloren. Insbesondere durch die nicht idealen Eigenschaften der Übertrager-Induktivitäten besteht auch bei Resonanz im Eingangskreis über die insgesamt einwirkende Spulen- beziehungsweise Induktivitätsgüte ein Wirkleitwert parallel zu  $C_A$ , der sich mit ansteigender Eingangs-Selktivität zunehmend nachteilig in den Antenneneingangskreis hineintransformiert.

Dies belegen auch die Ergebnisse von Vorversuchen mit unterschiedlich schmalbandigen Dimensionierungen. Zum Erzielen eines optimalen Verstärkungs-Rauschverhältnisses war eine besonders schmalbandige, kanal trennende Auslegung der vorgestellten Schaltung nicht unbedingt erforderlich. Ein sich hierdurch ergebender Vorteil besteht darin, daß leistungsstärkere Sender im gleichen Empfangsbereich ohne die für die Praxis lästige Nachabstimmung ebenfalls empfangen werden können.

Eine selektive Frequenzab-

stimmung mittels Kapazitätsdiode ist hinsichtlich der erforderlichen Langzeitstabilität der Abstimmspannung – insbesondere bei einer Outdoor-Montage – aufgrund der klimatischen Einflüsse als problematisch einzustufen. Die in kommerziellen Ausführungen eingesetzten AFC-Zusatzschaltungen sind in Bauanleitungen aufgrund des beträchtlichen Mehraufwands jedoch nur selten anzutreffen.

Äußerst bedenklich ist auch das Mitführen einer Versorgungs-Gleichspannung auf der Hf-Leitung: Nicht immer ist in Anschlußdosen oder -weichen von Antennenanlagen der unbehinderte Stromfluß durch die in diesen Baugruppen enthaltenen induktiven und/oder kapazitiven Bauelementen sichergestellt. Ferner kann nicht immer ausgeschlossen werden, daß noch zusätzliche, am gleichen Kabelstrang befindliche Empfangsgeräte bei Vorhandensein eines Gleichspannungspotentials an ihren Hf-Eingängen mit Fehlfunktionen – unter Umständen mit fatalen Auswirkungen – reagieren.

Sollte die Verlegung einer separaten Versorgungsspannungsleitung jedoch nicht möglich sein, kann ausnahmsweise eine Verschaltung nach Bild D vorgenommen werden. Die Drossel Dr2 kann im Bereich C6/C10 des vorgestellten Antennenverstärkers schwebend untergebracht werden. In Reihe mit R5 ist unbedingt ein zusätzlicher Trennkondensator  $C_T$  einzufügen. Diese Anordnung erlaubt allerdings nicht das Hintereinanderschalten zweier Verstärker. Beim Handieren mit den Steckverbindungen sind Kabelkurschlüsse zu vermeiden, anderenfalls spricht die 50-mA-Sicherung des Trennfilters an. Zwischen Trennfilter und Antennenverstärker darf ein nach Bild 11 aufgebautes Dämpfungsglied nicht eingesetzt werden.

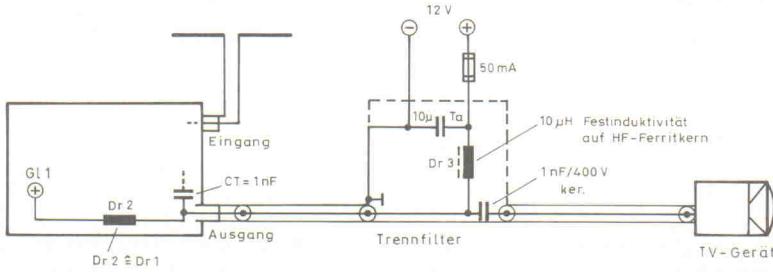
Die Impedanz  $Z_s = Z_0$  muß von beiden Seiten ‘gesehen’ werden.

Berechnungen oder Überprüfungen dieser Pegelsteller erfordern die Kenntnis der vorliegenden Norm-Impedanz; da in der Hf-Technik die Normwerte unterschiedlich sind (50 Ω im Amateurfunk- und professionellen Bereich, 75 Ω für die Unterhaltungselektronik), werden die Berechnungsgrundlagen gesondert angegeben (siehe Kasten ‘Das symmetrische T-Dämpfungsglied’). Diese dürfen sicherlich auch für den Bereich der Nf-Technik nicht uninteressant sein, und zwar insbesondere für Fälle, in denen die Belastungen der vor und nach einem Pegelsteller angeordneten Verstärkerstufen konstant gehalten werden sollen. Dämpfungsglieder sollten in den Abstufungen -3 dB, -6 dB und -9 dB zur Verfügung stehen; die Werte für  $R_s$  ( $= R_3 = R_5$  in Bild 1) und  $R_p$  ( $= R_4$  in Bild 1) lauten für eine Impedanz von 75 Ω:

- 3 dB:  $R_s = 12 \Omega$ ,  $R_p = 220 \Omega$
- 6 dB:  $R_s = 27 \Omega$ ,  $R_p = 100 \Omega$
- 9 dB:  $R_s = 36 \Omega$ ,  $R_p = 61 \Omega$
- 12 dB:  $R_s = 45 \Omega$ ,  $R_p = 40 \Omega$
- 15 dB:  $R_s = 52 \Omega$ ,  $R_p = 28 \Omega$
- 18 dB:  $R_s = 58 \Omega$ ,  $R_p = 19 \Omega$
- 20 dB:  $R_s = 61 \Omega$ ,  $R_p = 15 \Omega$

Die Dämpfungsglieder können selbstverständlich auch kombiniert verschaltet werden; beispielsweise erhält man eine Dämpfung von 9 dB durch Hintereinanderschalten eines 6-dB- und eines 3-dB-Dämpfungsglieds. Für einen vorteilhaften Selbstbau können die Kunststoffgehäuse handelsüblicher Koaxial-TV-Stecker entfernt werden; anschließend wird die aus den entsprechenden Widerständen bestehende Anordnung in ein Kupferrohr passenden Innendurchmessers eingefügt und das Kupferrohr beidseitig mit den vorbereiteten TV-Steckern/Buchsen verlötet. Die Widerstände können aber auch als  $R_3 \dots R_5$  – wie im Bestückungsplan Bild 8 angegeben – im Verstärker untergebracht werden; falls ein Dämpfungsglied nicht benötigt werden sollte, ist eine Verbindung von  $C_2$  zur Ausgangsbuchse herzustellen.

Ein besonders kompakter Aufbau von Dämpfungsgliedern innerhalb einer steckbaren Verbindung kann durch Verwendung von SMD-Widerständen erzielt werden. Jedoch sollten



**Bild D. Eine Fernspeisung des Antennenverstärkers sollte nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden.**

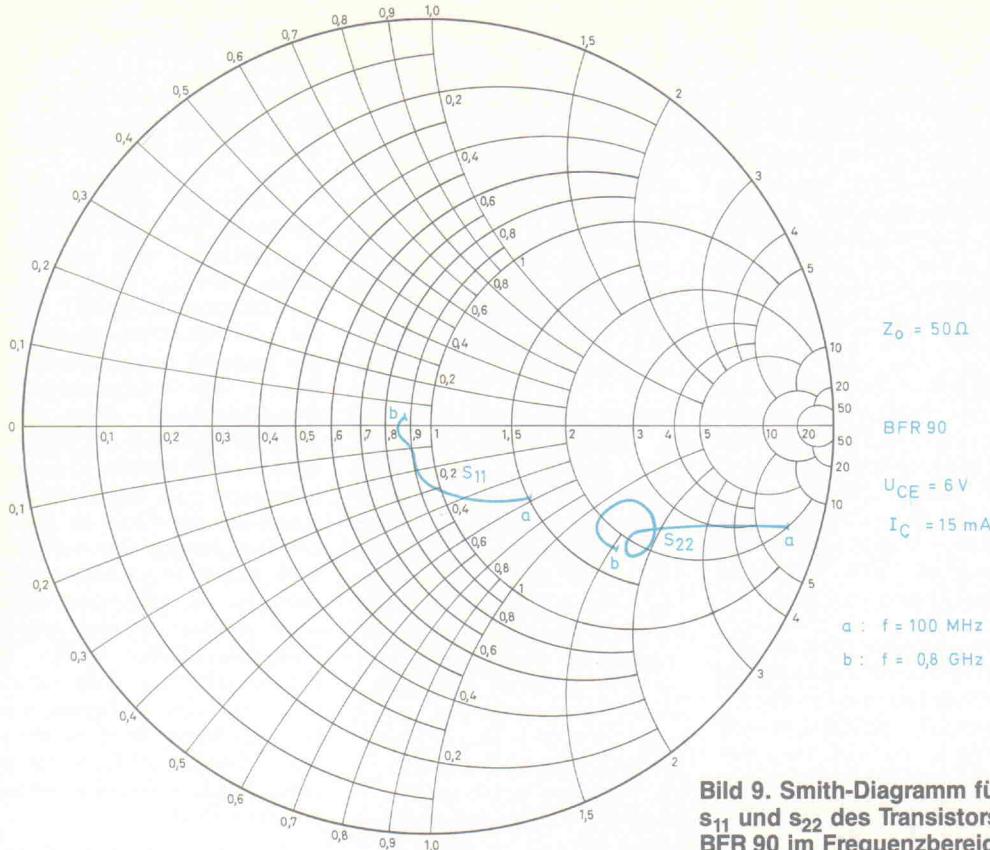
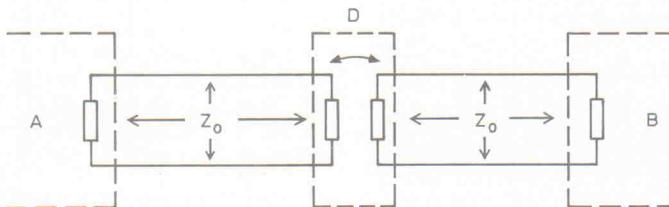


Bild 9. Smith-Diagramm für  $s_{11}$  und  $s_{22}$  des Transistors BFR 90 im Frequenzbereich 100 MHz...800 MHz.



in diesem Fall die HF-Eigenschaften dieser Bauelemente erfaßt beziehungsweise abgeschätzt werden können. Bild 12 gibt das vereinfachte Ersatzschaltbild eines konventionellen Widerstands wieder, das auch für zylindrische SMD-Ausführungen gilt. Die Induktivität  $L_w$  entsteht durch die wendelförmige Widerstandsbahn, und mit  $C_k$  ist der durch die Kapazität der Anschlußkappen hervorgerufene Kondensator bezeichnet.

Das in Bild 13 angegebene Diagramm zeigt den Verlauf des Verhältnisses  $Z/R$  für 'normale' Metallfilm-SMD-Widerstände. Deutlich sind die Unterschiede zu Bild 14 erkennbar, das für spezielle Hf-SMD-Widerstände gilt. Der in Bild 14 gezeigte günstigere Impedanzverlauf wird jedoch mit Frequenzgang-Nachteilen insbesondere bei hochohmigen Exemplaren erkauft.

In vielen Fällen stimmt die Einfallrichtung der bereits seit längerem empfangenen Sender nicht mit der des neuen Senders

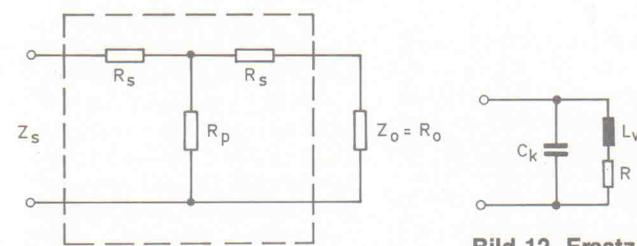


Bild 11. Grundschaltung eines symmetrischen T-Dämpfungsglieds.

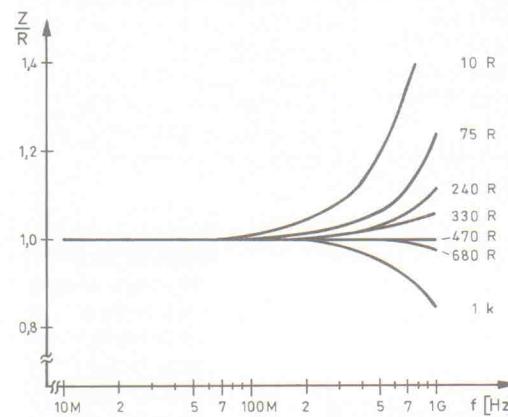


Bild 13. Frequenzgang des  $Z/R$ -Verhältnisses für 'normale' Metallfilm-SMD-Widerstände.

überein. Eine Zusatzantenne ist dann zumeist preiswerter als die nachträgliche Installation eines Antennenrotors. Die Einfügung von Zusatzantennen in eine bestehende Antennenanlage ist jedoch an die Verwendung verlustarmer Weichen gebunden. Im professionellen Bereich werden sogenannte 'Ringweichen' überwiegend mittels angepaßter Leitungsstücke mit definierten Wellenwiderständen oder auch in Streifenleiter-Technik ('Mikrostrip') gefertigt.

Das Smith-Diagramm in Bild 15 veranschaulicht die relevanten Zusammenhänge. Es beruht auf der Voraussetzung, daß zwei zunächst auf ihren doppelten Wert herauftransformierte Eingangs-Impedanzen zum Erhalt der Norm-Ausgangs-Impedanz parallel geschaltet werden können, wenn ein in Serie mit  $Z_E$  einzufügendes Leitungsstück mit der Länge von einem Viertel der Betriebswellenlänge gerade den Normierungs-Widerstand des Diagramms aufweist – ausgedrückt durch den durchgezeichneten Halbkreis in Bild 15. Eine Leitung mit einem Wellenwiderstand von 100 Ohm dürfte jedoch nicht immer verfügbar sein, für die ohnehin noch ihr sogenannter 'Verkürzungsfaktor' aus den nicht zu vernachlässigenden elektrischen Eigenschaften des Leitungs-Dielektrikums bekannt sein müßte.

Dem Diagramm ist jedoch auch entnehmbar, daß für den hier betrachteten UHF-Bereich die Eigenschaften einer solchen Leitung mit einer LC-Kombination ersatzweise nachgebildet werden können. Eine entsprechende Schaltung ist in Bild 16 wiedergegeben. Die beiden In-

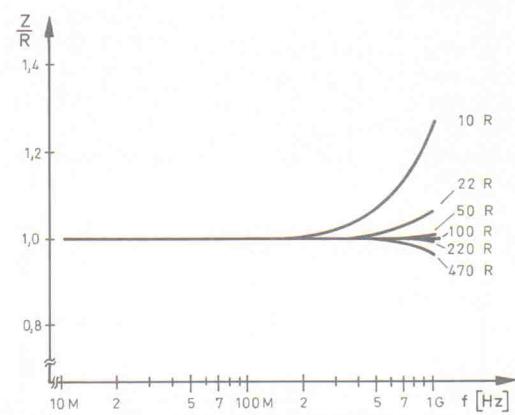


Bild 14. Spezielle Hf-SMD-Widerstände weisen einen flacheren Frequenzgang des  $Z/R$ -Verhältnisses auf.

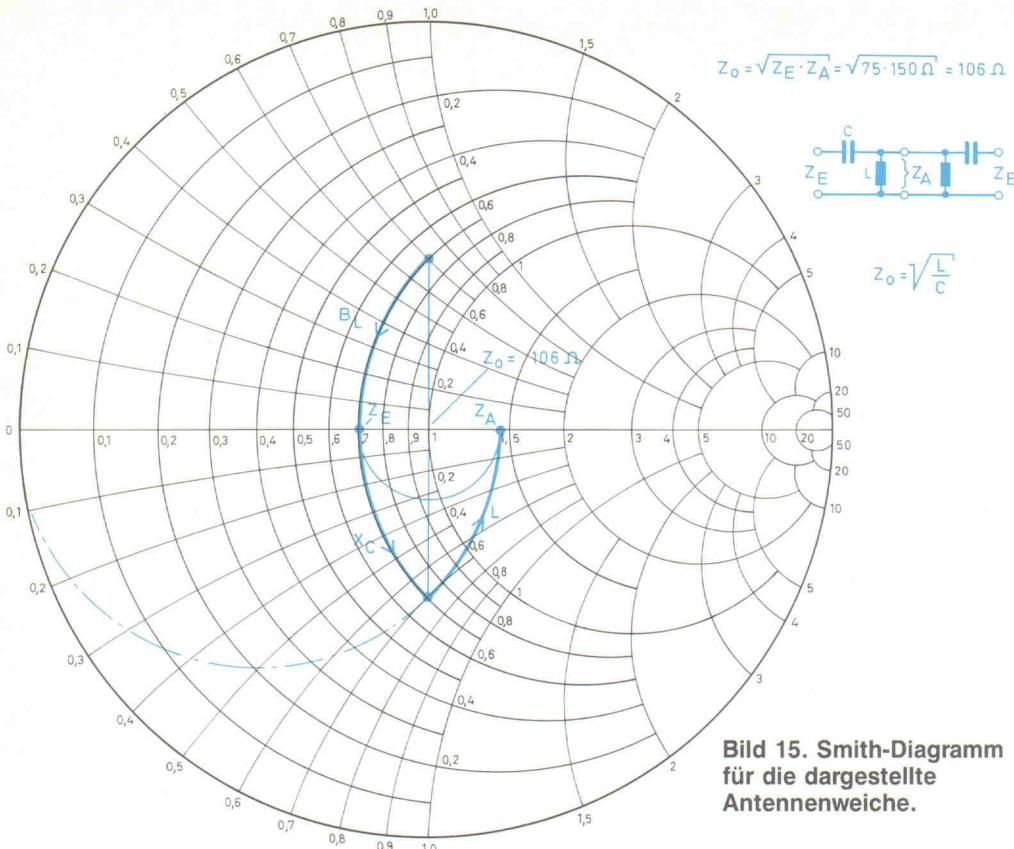
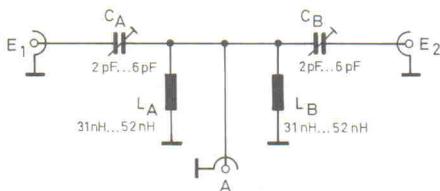


Bild 15. Smith-Diagramm für die dargestellte Antennenweiche.

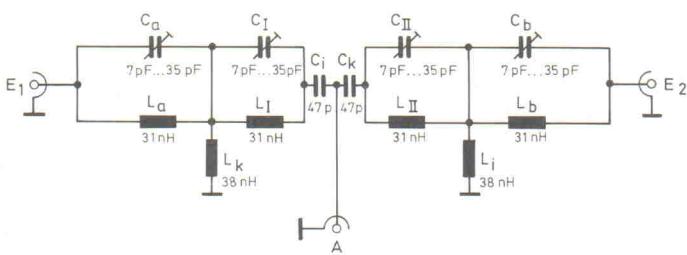
duktivitäten  $L_A$  und  $L_B$  haben für 470 MHz einen Wert von je 52 nH, für 800 MHz ungefähr je 31 nH; die Anordnung kann mit den zugehörigen Trimmern  $C_A$  und  $C_B$  optimiert werden. Für die Bemessung der Induktivitäten  $L_A$  und  $L_B$  ist die Resonanzfrequenz des Körpers zu berücksichtigen.

vitäten sind die Frequenzen der Sender mit den geringsten Feldstärken (für  $E_1$  und  $E_2$  getrennt) zugrundezulegen.

### Die Schaltung einer kanalselektiven Frequenzweiche für den



**Bild 16.** UHF-Weiche mit zwei Eingängen ( $75 \Omega$ ) und einem Ausgang ( $75 \Omega$ ).



**Bild 17.** VHF-Kanalweiche mit gegenseitiger Ausblendmöglichkeit für das jeweils gegenüberliegend eingespeiste Hf-Signal.

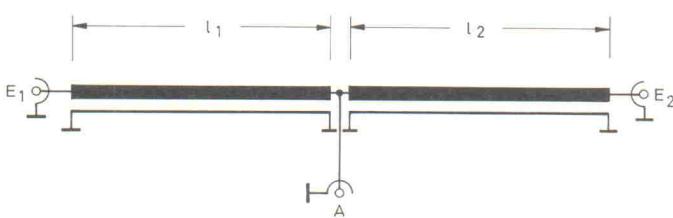


Bild 18. Schaltung einer Kanalweiche in Streifenleitertechnik.

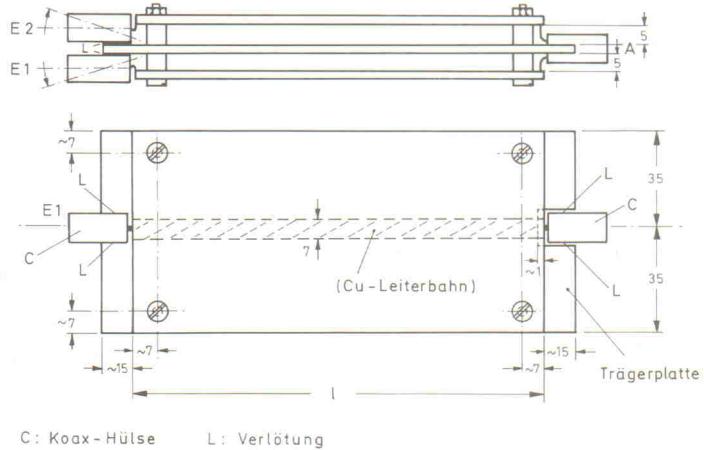
Diese richten sich nach den Frequenzen der an E<sub>1</sub> und E<sub>2</sub> mit geringsten Antennenspannungen einfallenden Sender und können unmittelbar mit der bereits angegebenen Formel für die Drahtlänge der Drossel berechnet werden. Die Cu-Seiten der beiden entsprechend geätzten äußereren Leiterplatten weisen auf die mittlere, doppelseitig beschichtete Masse-Trägerplatte. Die Abstände der gegenüberliegenden Cu-Flächen bestimmen die Wellenwiderstände dieser Anordnung, sie sollten je 5 mm betragen. Nur in Ausnahmefällen könnte eine Optimierung mittels Unterlegscheiben erforderlich sein.

Sollte die Anordnung nach ihrer Fertigstellung in ein geschirmtes Gehäuse eingesetzt werden, ist ein Mindestabstand von circa 5 cm von den Außenplatten der Antennenweiche zur Gehäuse-Innenwand einzuhalten. Aufgrund der sich für VHF-Frequenzen ergebenden Abmessungen dürfte diese Anordnung jedoch nur für den UHF-Bereich praktikabel sein.

VHF-Bereich ist in Bild 17 zu sehen. Mit den Trimmern  $C_a$  und  $C_b$  ist auf Empfangs-Maximum abzulegen, nach Austauschen der an  $E_1$  und  $E_2$  angeklemmten Antennenzweige mit  $C_I$  und  $C_{II}$  auf Empfangs-Minimum. Unter Umständen ist die beschriebene Abgleichfolge unter Bewertung der TV-Bildwiedergabe nochmals zu wiederholen.

Eine auch höhere Ansprüche befriedigende UHF-Antennenweiche in Streifenleiter-Technik ist in Bild 18 angegeben. Die Konstruktionszeichnung in Bild 19 läßt erkennen, daß die Längen  $l$  der Streifenleiter noch festgelegt werden müssen.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 6/90.



**Bild 19.** Montagezeichnung für eine komplette Kanalweiche in Streifenleitertechnik.

# Die trigonometrischen Funktionen

Die meisten Leser werden die trigonometrischen Funktionen vermutlich unter den Begriffen 'Winkelfunktionen' oder auch 'Kreisfunktionen' aus der Schulzeit kennen. In der Regel wurden sie dort zur Berechnung der Seitenverhältnisse und Winkel rechtwinkliger Dreiecke benutzt. Dabei handelte es sich also um Anwendungen innerhalb des mathematischen Teilgebiets Geometrie.

Die trigonometrischen Funktionen gehören ebenso wie die Eulerschen Funktionen zu den transzendent-irrationalen Funktionen. Die Funktionswerte lassen sich weder durch die Anwendung rationaler Rechenoperationen (Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division) noch durch Radizieren direkt bestimmen. Bezeichnet man die Seiten und Winkel eines rechtwinkligen Dreiecks so wie in Bild 1, ergeben sich folgende Zusammenhänge:

$$\begin{aligned}\sin \alpha &= \frac{G}{H} & \cos \alpha &= \frac{A}{H} & \tan \alpha &= \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{G}{H} = \frac{G}{\frac{A}{H}} = \frac{GH}{A} \\ \arcsin \frac{G}{H} &= \alpha & \arccos \frac{A}{H} &= \alpha & \arctan \frac{G}{A} &= \alpha\end{aligned}$$

Wie zu erkennen ist, handelt es sich bei den trigonometrischen Funktionen um eine feste Zuordnung zwischen einem Winkel und dem Längenverhältnis zweier Seiten für beliebige rechtwinklige Dreiecke. Alle Werte von Sinus (sin), Cosinus (cos) und Tangens (tan) ergeben – in Abhängigkeit vom Winkel aneinander gereiht – die Sinus-, Cosinus- und Tangensfunktion. So gibt beispielsweise der Sinus des Winkels  $\alpha$  das Seitenverhältnis der Gegenkathete  $G$  zur Hypotenuse  $H$  wieder. Als Hypotenuse wird stets die längste Seite eines rechtwinkligen Dreiecks bezeichnet.

Umgekehrt erhält man zum Beispiel über die Arcus-Sinusfunktion zu einem vorgegebenen Seitenverhältnis zwischen Gegenkathete und Hypotenuse den zugehörigen Winkel  $\alpha$ . Bei den Arcusfunktionen handelt es sich also um die Umkehrfunktionen der trigonometrischen Funktionen. Für die Arcus-Sinusfunktion – gleiches gilt auch für die anderen Arcusfunktionen – ist neben der üblichen Schreibweise  $\arcsin$  hin und wieder – insbesondere bei technisch-wissenschaftlichen Taschenrechnern – auch die Form  $\sin^{-1}$  anzutreffen. Die letztergenannte Bezeichnung ist mathema-

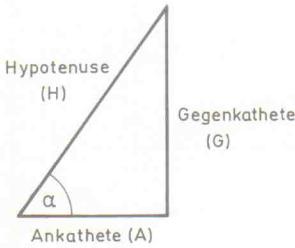


Bild 1. Bezeichnung der Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks.

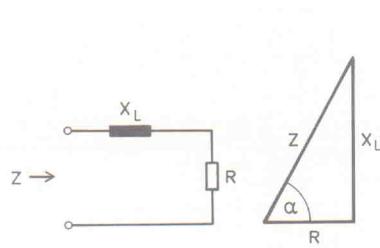


Bild 2. Darstellung von Wirk-, Blind- und Scheinwiderstand im Widerstandsdiagramm.

tisch jedoch nicht korrekt, da mit diesem Term der Kehrwert, nicht aber die Umkehrfunktion beschrieben wird.

Da es sich bei den trigonometrischen Funktionswerten um Verhältniszahlen handelt, spielt die absolute Länge der Dreieck-Seiten keine Rolle. Diese fest zugeordneten Zahlenwerte mußten vor noch nicht allzulanger Zeit umfangreichen Zahlentafeln entnommen werden; Zwischenwerte konnten nur durch Interpolation ermittelt werden. Heute können die Werte für Sinus, Cosinus und Tangens sowie die ihrer Umkehrfunktionen auf den meisten Taschenrechnern schnell und bequem abgerufen werden.

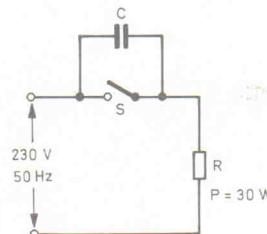


Bild 3. Anwendungsbeispiel für eine kapazitive Wirkleistungsreduzierung.

Der Gebrauch trigonometrischer Funktionen erleichtert die Lösung unzähliger Aufgabenstellungen in der gesamten Technik. Das gilt insbesondere für die Bereiche Elektrotechnik und Elektronik. Für die Berechnung der Impedanz einer einfachen Reihenschaltung aus ohmschem Widerstand und Induktivität beispielsweise kann ein Zeigerdiagramm erstellt werden, in dem die Zeiger für Wirk- und Blindwiderstand senkrecht zueinander stehen. Der Zeiger des jeweiligen Scheinwiderstands bildet dabei die Hypotenuse des aus diesen drei Zeigern bestehenden rechtwinkligen Dreiecks. So kann der Scheinwiderstand  $Z$  der in Bild 2 dargestellten Schaltung wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned}\arctan \frac{X_L}{R} &= \alpha & \sin \alpha &= \frac{X_L}{Z} & \cos \alpha &= \frac{R}{Z} \\ Z &= \frac{X_L}{\sin \alpha} = \frac{R}{\cos \alpha}\end{aligned}$$

Auf eine ähnliche Weise kann zum Beispiel der Wert eines Vorkondensators ermittelt werden, der in Lötpausen den Strom durch den Lötkolben (Bild 3, Lötkolben als ohmscher Widerstand dargestellt) auf 75% des Nennstroms reduziert, ohne daß dabei Wirkleistung in Form von Verlustwärme entsteht. Für einen Lötkolben mit den Nenndaten  $U = 230 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$  und  $P = 30 \text{ W}$  ergibt sich folgender Rechengang:

$$\tan \alpha = \frac{X_C}{R}$$

$$X_C = R \cdot \tan \alpha$$

$$R = \frac{U^2}{P}$$

Da  $I \sim U$ , gilt:

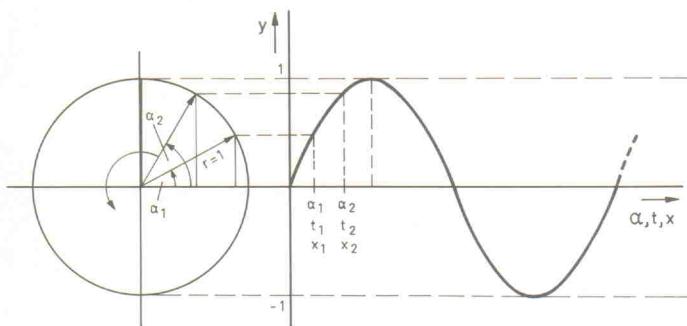
$$\alpha = \arccos \frac{U_R}{U} = \arccos \frac{I_{\text{mit } C}}{I_{\text{ohne } C}} = \arccos 0,75$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{U^2}{P} \cdot \tan(\arccos 0,75)$$

$$C = \frac{P}{2\pi f \cdot U^2 \cdot \tan(\arccos 0,75)}$$

$$C = \frac{30 \text{ V} \cdot \text{A}}{2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} \cdot 230^2 \text{V}^2 \cdot \tan(\arccos 0,75)}$$

$$C = 2 \mu\text{F}$$



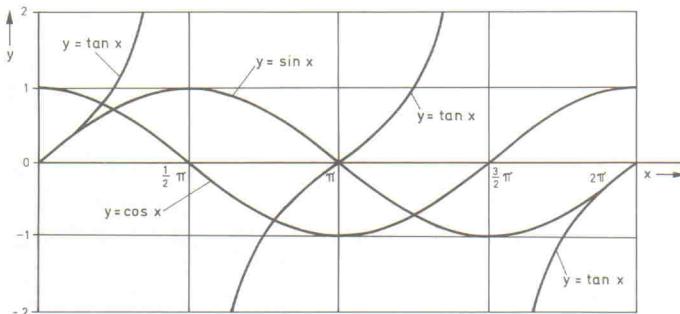
**Bild 4. Ableitung der Sinusfunktion am Einheitskreis.**

Der Funktionsgraph der trigonometrischen Funktionen entsteht durch Rotation eines Zeigers im Einheitskreis. Dabei handelt es sich um einen Kreis um den Ursprung des Koordinatensystems mit dem Radius  $r = 1$ . Die Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn ist als mathematisch positiv festgelegt. Zu bestimmten Zeitpunkten hat der Zeiger bestimmte Stellungen. Die Verhältnisse sind in Bild 4 dargestellt. Der Zeiger bildet die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks. Geht man von einem beliebigen Winkel  $\alpha$  aus, stellt sich die Gegenkathete als das Lot von der Zeigerspitze auf die waagerechte Achse dar. Da der Zeiger die Länge 1 hat, gibt die Länge des Lotes direkt den Sinuswert des Winkels  $\alpha$  an. Trägt man nun den Winkel  $\alpha$  auf die Abszisse und das Lot auf die Ordinate eines Koordinatenkreises ab, erhält man die bekannte ‘Sinuskurve’. Sie ist der Funktionsgraph für die Sinusfunktion  $y = \sin(\alpha)$  oder auch  $y = \sin(x)$ . Den in der Klammer stehenden Ausdruck nennt man das Argument. Im einfachsten Fall ist dies ein Winkel im Gradmaß. Eine ganze Umdrehung des Zeigers überstreicht einen Winkel von  $360^\circ$ ; danach wiederholen sich die Werte. Für beliebige Winkel  $\alpha$  über  $360^\circ$  gilt deshalb

$$\begin{aligned}\sin(\alpha) &= \sin(\alpha - 360^\circ) \\ \cos(\alpha) &= \cos(\alpha - 360^\circ) \\ \tan(\alpha) &= \tan(\alpha - 360^\circ)\end{aligned}$$

Auf ähnliche Art lassen sich die anderen trigonometrischen Funktionen ( $y = \cos(x)$ ,  $y = \tan(x)$ ) vom Einheitskreis ableiten. Die Cosinusfunktion ist um genau eine Vierteldrehung gegenüber der Sinusfunktion verschoben. Die Funktionswerte bilden sich deshalb – ausgehend vom Winkel  $\alpha$  – direkt auf der waagerechten Achse ab. Die Funktionswerte des Tangens können dem Einheitskreis nicht direkt entnommen werden, sondern nur nach Hinzufügen einer senkrechten Tangente am rechten Kreisrand. Werte der Tangensfunktion können stets über den Quotienten  $\sin(x)/\cos(x)$  berechnet werden. In Bild 5 sind die Funktionsverläufe der drei wichtigsten trigonometrischen Funktionen  $y = \sin(x)$ ,  $y = \cos(x)$  und  $y = \tan(x)$  gemeinsam dargestellt.

Mit Hilfe der Sinusfunktion kann für jeden Zeitpunkt  $t$  der Momentanwert  $u$  einer sinusförmigen Wechselspannung mit dem Scheitelwert  $U_S$  angegeben werden. Dafür muß für die unabhängige Variable  $x$  anstelle des Winkels eine andere Größe eingeführt werden, die die Zeit  $t$  beinhaltet.



**Bild 5. Verlauf der drei wichtigsten trigonometrischen Funktionen im kartesischen Koordinatensystem.**

Die Periodendauer  $T$  entspricht einem Umlauf des Zeigers. Die Zeigerspitze hat dann einen Weg zurückgelegt, der dem Kreisumfang entspricht:

$$U = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Wie bereits erwähnt, beträgt der Radius des Einheitskreises  $r = 1$ . Dann ist

$$U = 2 \cdot \pi \cdot 1 = 2 \cdot \pi$$

Der von der Zeigerspitze überstrichene Winkel von  $360^\circ$  pro Umdrehung entspricht also einer zurückgelegten Weglänge von  $2 \cdot \pi$ . Man kann demnach Winkel außer im Gradmaß auch in Bruchteilen oder Vielfachen von  $\pi$  messen.  $360^\circ$  entspricht  $2 \cdot \pi$ ,  $180^\circ$  entspricht  $\pi$  und so weiter. Man bezeichnet dies als Bogenmaß. Wird zur Berechnung der trigonometrischen Funktionen ein Taschenrechner benutzt, muß dieser vorher auf die entsprechende Maßeinheit (Gradmaß oder Bogenmaß) umgeschaltet werden. Andernfalls werden nur unbrauchbare Ergebnisse angezeigt. Auf vielen Taschenrechnern ist das Gradmaß mit DEG und das Bogenmaß mit RAD abgekürzt angegeben.

Für einen Umlauf, also für den Bogen  $2 \cdot \pi$ , benötigt der Zeiger im Einheitskreis die Zeit  $T$ . Läuft der Zeiger genau  $1/T$ -mal um, so ist eine Sekunde verstrichen, und der dabei zurückgelegte Bogen beträgt

$$2\pi \cdot \frac{1}{T}$$

Da  $1/T$  gleichbedeutend mit der Frequenz  $f$  ist, bezeichnet man den Ausdruck

$$2 \cdot \pi \cdot f$$

als die Kreisfrequenz

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

mit der Einheit  $1/s$ . Die Kreisfrequenz wird für viele Berechnungen mit Sinusgrößen benötigt. Sie entspricht auch der Winkeländerung pro Zeit:

$$\omega = \frac{\alpha}{t}$$

Der durchlaufene Winkel  $\alpha$  des Zeigers kann demnach auch mit

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

ausgedrückt werden. Damit kann für eine sinusförmige Wechselspannung mit der Frequenz  $f$  für jeden Zeitpunkt  $t$  der zugehörige, auf Eins normierte Amplitudenwert angegeben werden. Um die tatsächliche Amplitude für jeden beliebigen Zeitpunkt angeben zu können, muß dieser Wert noch mit dem Scheitelwert multipliziert werden. Damit gilt für die gesuchte Funktion  $u = f(t)$  einer sinusförmigen Wechselspannung:

$$\begin{aligned}u &= f(t) = U_S \cdot \sin(\omega \cdot t) \\ &= U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)\end{aligned}$$

Setzt man beispielsweise die Daten eines Wechselstromnetzes mit  $U_S = 400 \text{ V}$  und  $f = 50 \text{ Hz}$  ein, so ergibt dies:

$$\begin{aligned}u &= 400 \text{ V} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{s} \cdot t) \\ u &= 400 \text{ V} \cdot \sin(314,16 \cdot \frac{1}{s} \cdot t)\end{aligned}$$

Der zugehörige Funktionsverlauf ist in Bild 6 wiedergegeben. Bei dem Bild handelt es sich um einen Ausdruck nach aufgelistetem Computerprogramm. Mit diesem Programm können sinusförmige Wechselspannungen grafisch im Koordinatensystem dargestellt werden, wobei jeweils eine Periode der Wechselspannung aufgezeichnet wird. Das Programm ist in GFA-BASIC 2.0 geschrieben. Da es sich um ein selbsterklärendes Programm handelt, erübrigt sich eine Bedienungsanleitung.

Nach dem gleichen Verfahren können auch andere sinusförmige Größen, zum Beispiel Wechselstrom  $i = f(t)$ , beschrieben werden.

```

Cls
Print At(10,5); "Darstellung sinusförmiger Spannungen"
Print At(10,6); "-----"
Print At(10,8); "u(t) = Us * sin (2*Pi*f*t)"
Print At(10,12); "Bitte geben Sie die Scheitelspannung Us ein!"
Print ""
Input "Us in Volt ";Us
Print At(10,12); "Bitte geben Sie die Frequenz f ein!"
Print ""
Input "f in Hertz ";F
B=F*2*Pi
Cls
X0=0
X1=1/F
Y0=-Us
Y1=Us
P1x=80
P1y=50
P2x=550
P2y=250
Gosub Koordinatensystem
Print At(10,18); "u(t)=",Us;"V*sin(2*PI*",F,"*t)"
Wahl=1
Gosub Funktion_zeichnen
Gosub Menue
Procedure Menue
Print At(1,21); "Q ... Quit"
Print At(1,22); "N ... Neustart"
Print At(1,23); "A ... Ausdruck"
A#=Input(2)
If A#=81 Or A#=113
  Quit
Endif
If A#=78 Or A#=110
  Run
Endif
If A#=65 Or A#=97
  Gosub Loeschen(0,639,304,399)
  Hardcopy
  Gosub Menue
Endif
Gosub Menue
Return
Procedure Koordinatensystem
P0x=P1x+(P2x-P1x)/(X1-X0)*(-X0)
P0y=P2y-(P2y-P1y)/(Y1-Y0)*(-10)
Pox=P0x
Poy=P0y
If P0x<P1x
  Pox=P1x
  Endif
If P0y>P2y
  Poy=P2y
  Endif
Deftext 1,0,0,4
Defnum 3
Defline 3,1,0,0
D=(X1-X0)/10
If Pox>P2x
  X=X1
Else
  X=0
Endif

```

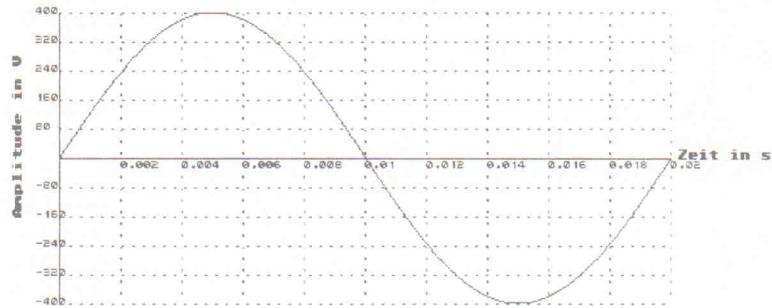


Bild 6. Hardcopy des angegebenen Programms für  $U_s = 400 \text{ V}$  und  $f = 50 \text{ Hz}$ .

```

For I=Pox To P1x Step -(P2x-P1x)/10
  Draw I,Ply To I,P2y
  If I<Pox
    Text I,Poy+6,(0),X
  Endif
  X=X+D
Next I
If Pox=P1x
  X=X0
Else
  X=0
Endif
For I=Pox To P2x Step (P2x-P1x)/10
  Draw I,Ply To I,P2y
  If I>Pox
    Text I,Poy+6,(0),X
  Endif
  X=X+D
Next I
D=(Y0-Y1)/10
If Poy=P2y
  Y=Y0
Else
  Y=0
Endif
For I=Poy To P2y Step -(P2y-P1y)/10
  Draw P1x,I To P2x,I
  If I<Poy
    Text Pox-18,I,(0),Y
  Endif
  Y=Y-D
Next I
If Poy=P1y
  Y=Y1
Else
  Y=0
Endif
For I=Poy To P2y Step (P2y-P1y)/10
  Draw P1x,I To P2x,I
  If I>Poy
    Text Pox-18,I,(0),Y
  Endif
  Y=Y+D
Next I
Defnum 5
Gosub Kreuz

```

```

Return
Procedure Kreuz
  Define l,1,0,0
  If P0y>=P1y And P0y<=P2y
    Draw P1x,P0y To P2x,P0y
  Endif
  If P0x>=P1x And P0x<=P2x
    Draw P0x,P0y To P0x,P2y
  Endif
  Deftext 1,1,300,6
  Text P0x-30,P1x+110,(0),"Amplitude in V"
  Deftext 1,1,0,6
  Text P2x+5,P0y,(0),"Zeit in s"
Return
Procedure Loeschen(P1x,P2x,P1y,P2y)
  Color 0
  For J=P1y To P2y
    Draw P1x,J To P2x,J
  Next J
  Color 1
Return
Procedure Funktion_zeichnen
  Dx=(X1-X0)/(P2x-P1x)
  X=X0
  Pyalt=1
  For I=P1x To P2x
    On Wahl Gosub 1,2,3
    Print At(I,23);"
    "
    Print At(I,23); "Y(";X;")=";Y
    Py=P0y-(P2y-P1y)/(Y1-Y0)*Y
    If Py>P1y And Py<P2y
      Draw I,Py
      If Pyalt<P2y And Pyalt>P1y
        Draw To I-1,Pyalt
      Endif
    Endif
    Pyalt=Py
    X=X+Dx
  Next I
  Print At(I,23);"
  "
Return
Procedure 1
  Y=Us*Sin(B*X)
Return

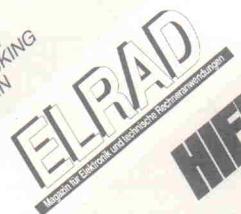
```

Programm zur grafischen Darstellung des Verlaufs sinusförmiger Wechselspannungen.

# Information + Wissen



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
3000 Hannover 61



## Lab Windows

Lab Windows von National Instruments ist ein System für die Software-Entwicklung – praktisch ein Programmgenerator. Es ermöglicht dem Anwender, den Ablauf von Messungen, die Aufbereitung der Meßdaten und deren Präsentation frei zu gestalten. In mehreren Programmbibliotheken stehen dazu zahlreiche, komfortable Unterprogramme zur Verfügung.

Neben der Analogsignalerafassung über die I/O-Ports, bedient Lab Windows auch die Standardschnittstellen des Rechners. Geräte mit IEC-Bus können dank der GPIB-Funktionen, die den Handshake abwickeln, auf einer höheren Ebene programmiert werden. Für eine Reihe von Meßgeräten stehen 'Instruments' zur Verfügung. Sie erzeugen die gerätespezifischen Befehlssequenzen der betreffenden Meßeinrichtungen. Auf dem Bildschirm erscheint ein Bedienfeld, mit dem man das Gerät der Aufgabenstellung entsprechend einstellen kann.

Nach dem Start von Lab Windows befindet man sich in der interaktiven Ebene des Programmsystems. Die einzelnen Funktionen können über Menüs, deren Namen am oberen Bildrand im 'Command Bar' zu finden sind, aufgerufen werden.

Jede Funktion aus dem Menü benutzt eine spezielle Eingabemaske, das sogenannte 'Function Panel'. Die darin enthaltenen 'Controls' zeigen, welche Eingangsgrößen die aufgerufene Funktion benötigt und welche Ergebnisse sie liefert. In die vorgegebenen Felder der Maske sind die jeweils geforderten Eingangsvariablen oder Parameter einzutragen. Zu jedem Function Panel und zu jedem Control gibt es einen Hilfertext, der das gewählte Unterprogramm und die einzugebende Größe näher beschreibt.

Die Einträge des Function Panels werden automatisch in die Übergabeliste für die Parameter übernommen. Ist diese Liste vollständig, kann die Funktion mit dem Befehl 'GO' ausgeführt werden.

Die Function Panels vereinfachen die Erstellung von Programmen mit Lab Windows er-

heblich. Sie bilden die komfortable Benutzeroberfläche zur Konfigurierung der Unterprogramme. Es ist unnötig, die Namen oder die Übergabeparameter dieser Unterprogramme zu kennen, um sie in ein Programm zu integrieren.

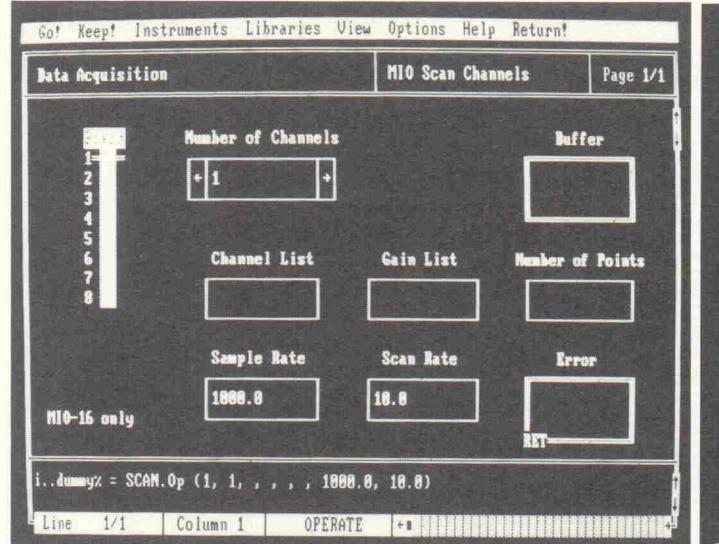
Die fertigen Teilprogramme können zu Testzwecken ausgeführt werden. Wenn ein solcher Baustein eines Programms fehlerfrei arbeitet, wird er in das 'Programm-Fenster' übernommen und dem dort entstehenden Gesamtprogramm hinzugefügt. Die bei der Ausführung der Einzelsequenzen oder des gesamten Programms erzeugten Ausgaben erscheinen im 'Standard I/O-Fenster'. Eventuelle Fehlermeldungen stehen im 'Fehlerlisten-Fenster'.

Bei der Arbeit mit Lab Windows löst der erste Zugriff auf die Bibliothek 'Data Acquisition' eine Initialisierung der eingesetzten NI-Interface-Boards aus (siehe Tabelle). Es können bis zu acht Slotkarten gleichzeitig installiert und programmiert werden. Die aufgerufene Funktion ermittelt dabei die Art der Karte und den Status, in dem sie sich befindet.

'Data Acquisition' liest einen oder mehrere Eingangskanäle mehrfach ab und speichert die Daten in einem Array oder in einer Datei. Mit Hilfe der 'Waveform Generation' können Werte aus einem Array oder aus einer Datei in analoge Signale am Ausgang des D/A-Wandlers umgesetzt werden. Die Kommunikation mit den digitalen Kanälen erfolgt über die Unterprogrammgruppe 'Digital'.

Die Funktion 'Analog' umfaßt eine Gruppe von Unterfunktionen, mit denen eine A/D- beziehungsweise eine D/A-Wandlung in einem einzelnen Abtastpunkt durchgeführt werden kann.

In der Bibliothek 'Analysis' findet man zahlreiche Werkzeuge für die Aufbereitung und die Auswertung der eingelesenen Daten. Auf Datensätze können komfortable Operationen für ein- und zweidimensionale Felder angewandt werden. Für Einzelwerte und eindimensionale Arrays bietet Lab Windows arithmetische Funktionen der komplexen Zahlenrechnung. Zur statistischen Auswertung können die Datenfelder sortiert und klassifiziert werden. Außerdem gibt es Funktio-



nen zur Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung. Weiterhin existieren umfangreiche Teilprogramme zur Vektor- und Matrizenrechnung.

Mit Hilfe der Bibliothek 'Formatting and I/O' sind an beliebigen Stellen im Programm Dateizugriffe möglich.

In der 'Graphics'-Unterprogrammsammlung gibt es neben verschiedenen grafischen Darstellungsarten für Datenfelder, eine Real-Time-Grafik-Funktion für die Bildschirmausgabe aktuell eingelesener Meßwerte. Sämtliche Parameter für diese Darstellungen sind mit Hilfe der Funktion 'Graphic-Setup' einzurichten.

Für die Erstellung einer Hardcopy kann zwischen grafikfähigen Druckern, und GPIB- und RS-232-Plottern gewählt werden.

Die von Lab Windows bereitgestellten Unterprogramme können zu neuen Funktionen mit eigenen 'Function Panels' zusammengefaßt werden. Auf diese Weise sind die bestehenden Bibliotheken für individuelle Bedürfnisse erweiterungsfähig.

Die Dokumentation von Lab Windows ist in Englisch geschrieben und umfaßt mehrere Spiralordner im DIN-A4-Format, die zusammen 3,5 kg auf die Waage bringen. Zwei der sechs Bände befassen sich mit den 'Standard Libraries'. Die Funktionen der 'Data Acquisition Library' sind in einem weiteren Ordner beschrieben. Der 'Developer's Guide' wendet sich an Benutzer, die der 'Instrument Library' neue Geräte

hinzufügen wollen. Das 'User Manual' gibt einen Überblick über alle Funktionen von Lab Windows. Für den Anfänger ist das Heft 'Getting Started' das wichtigste. Anhand von konkreten Beispielen lernt der Einsteiger in sechs 'Sessions', wie mit Lab Windows Programme erstellt und getestet werden. Trotz dieses gut strukturierten Lehrgangs erfordert die Einarbeitung in Lab Windows – entgegen der Herstellerangabe – mehr als einen Arbeitstag.

Der Quellcode des Programms wird wahlweise in Microsoft C oder QuickBASIC erstellt. Last but not least besteht damit natürlich die Möglichkeit, den erzeugten Sourcecode zu kompilieren. Das Ergebnis ist ein eigenständiges Programm zur Meßdatenerfassung und Verarbeitung, das auf spezielle Erfordernisse zugeschnitten ist.

Dieser kurze Überblick über den Funktionsumfang und die Arbeitsweise der verschiedenen Systeme zeigt, daß es für den Einsatz von PCs als Meßgerät sehr unterschiedliche Lösungen gibt. Die Kombination COME/GAUS von MCZ ist ein Standalone-System, das minimalen Anforderungen genügt.

Das Programm der Firma IBP ist in weiten Teilen seines Funktionsumfangs an eine spezielle Hardware gebunden.

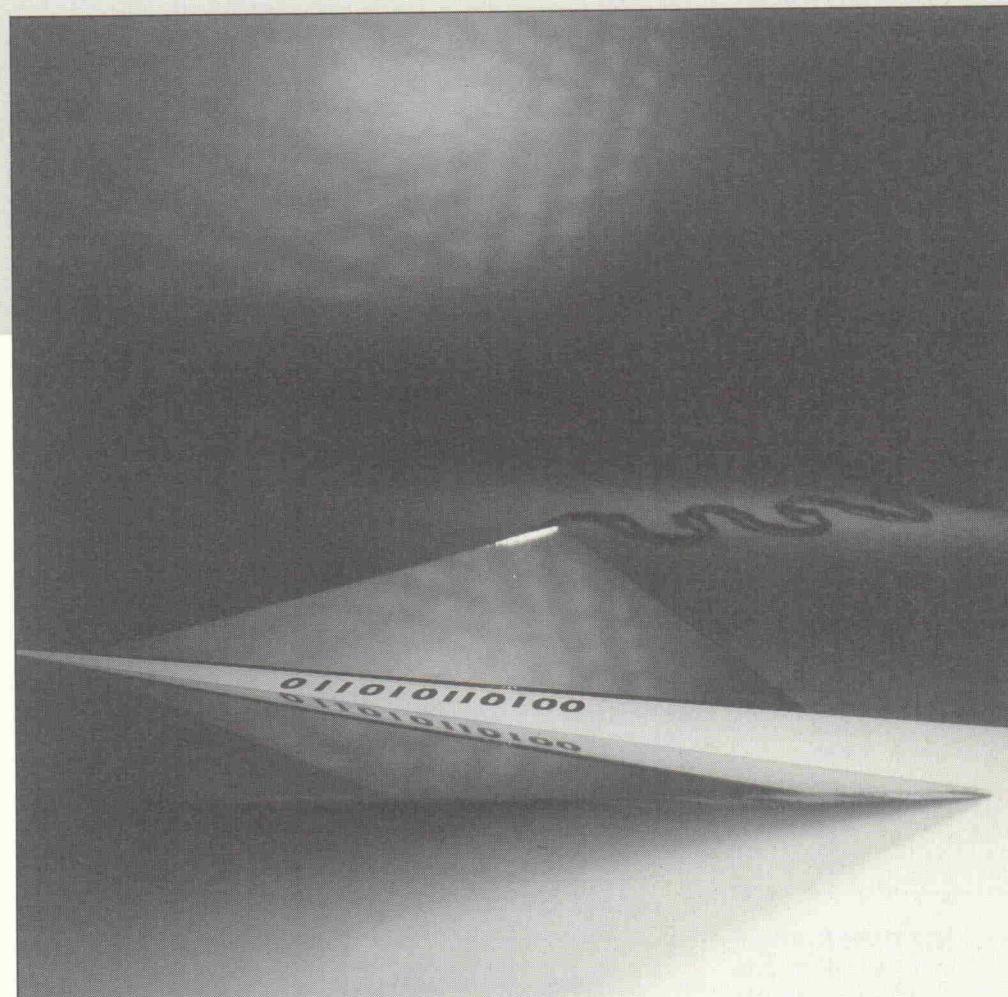
Weitgehend unabhängig von meßtechnischen Erweiterungen des PC sind die Systeme von Ziegler und IMES.

Es versteht sich von selbst, daß das Programm Lab Windows nur die Hardware aus dem Hause National Instruments unterstützt.

	COME II Plus / GAUS	PCAA	SIGNALYS	LAB WINDOWS	CAMAQ II
Preise (circa)	COME: 3300 DM (inkl. Hardware) GAUS: 1960 DM gesamt: 5260 DM	3705 DM (inkl. Hardware)	Grundmodul: 3300 DM, Frequenzanalyse: 1114 DM, Statistik: 1114 DM, Ereignisisolation: 1114 DM, FIR-Filte: 912 DM, gesamt: 7554 DM	Grundversion: 1570 DM	Programm: 2220 DM, Treiber: 430...550 DM
Hersteller/ Lieferant	MCZ GmbH 6365 Rosbach 1	IBP Elektronik GmbH 3000 Hannover 1	Ziegler-Instruments GmbH 4050 Mönchengladbach 2	Mellhaus Electronic GmbH 8039 Puchheim	IMES GmbH 8031 Eichenau
erforderliche Hardware	IBM-PC/AT oder Kompatibel mit Festplatte	Toshiba T1100 Plus, T1200, T1600, T3100, T3100e, T5100, T5200, Auswertung auch auf IBM-PC-Kompatiblen	IBM-AT-(XT)-kompatibel, 640 KByte RAM, Arithmetik-Coprozessor, Festplatte, Diskettenlaufwerk, Graphic-Controller, parallele Schnittstelle,	IBM PS/2 oder IBM PC/XT/AT oder Kompatibel, 640 KByte RAM, Festplatte, Diskettenlaufwerk	IBM-PC/XT/AT, 512 KByte RAM, parallele Schnittstelle
Grafik- karten	Hercules, CGA, EGA, VGA	bei IBM-Kompatiblen: Hercules, CGA, EGA, VGA	50 verschiedene	Hercules, CGA, EGA, VGA	Hercules, EGA, VGA
unterstützte I/O-Karten	eigene (im Lieferumfang von COME)	eigene (TADA)	BE 485, BE 486, ISC-16, DT282x, Comet, Burr Brown, CMS	MC-MIO-16, MC-DIO-24, MC-DIO-32-F, AMUX-64, AT-MIO-16, AT-DIO-24, AT-DIO-32-F, Lab-PC	Burr Brown 20098c, PC-LabCard (PCL812, PCL718, PCL712, PCL711, PCL725, PCL726), Analog Devices (RTI 800, RTI815), Microstar Labora- tories (DAP 1200, DAP 2400), Data Translation (DT...), Metra Byte (DAS.., PCIP..), Asea Brown Boveri (M7...)
maximale Anzahl an Meßwerten je Messung (alle Kanäle)	65 530	32 600	beliebig	beliebig	beliebig
Datei-Austausch	nicht vorgesehen	z. Zt. nicht möglich, geplant: ASCII	ASCII, gut dokumentiertes eigenes Datenformat	eigenes Datenformat	ASCII, eigenes Format (Binary, Word)
Makros	keine	keine	Benutzereigene Befehlssequenzen	frei programmierbar	programmierbare Testsequenzen
individuelle Erweiterungen	nicht vorgesehen	nicht vorgesehen	Turbo-Pascal, Turbo-C, Anwender-Schnittstelle	Microsoft C, Microsoft QuickBASIC	nicht vorgesehen
Daten- verarbeitung	statistische Funktionen (Ergebnisse nur in der Druckdatei): Minimum, Maximum, Mittelwert, Varianz, Standardabweichung	Signalanalyse: Effektivwert, Frequenz, Grundwellengehalt, Gleichanteil, FFT	Grundmodul: Datenreduktion, analytische Funktionen (z. B. differenzieren, integrieren), arithmetische Funktionen, trigonometrische Funktionen, Glättung, Filterung, Zusatzmodule: FIR-Filte-Synthese, Frequenzanalyse (FFT), Korrelationsfunktion, Übertragungsfunktion, Impulsantwort), Statistik (Mittelwerte, Standardab- weichung, Varianz, Konfidenzintervall, Häufigkeitsverteilung, Regression), Ereignisisolation, technische Dokumentation	Analysis (Library): Array- Operationen (1D und 2D), komplexe Funktionen (Zahlen, 1D-Array), statistische Funktionen (Mittelwert, Standardab- weichung, Histogramm, Sortieren), Vektor- und Matrizenrechnung (Skalarprodukt, Matrizen- multiplikation, Matrix- Inversion, Transponierte, Determinante)	arithmetische Funktionen, trigonometrische Funktionen, statistische Funktionen (Minimum, Maximum, Mittelwert, Variation, Standardabweichung, Effektivwert, Glättung, Verteilung, Regression, Korrelationen, FFT)
Plotter	HPGL-kompatibel	–	alle gängigen	GPIO-Plotter, Plotter mit RS 232	keine Angaben im Handbuch
Drucker	Epson FX 80, Epson LQ 850	Ausgabe über 'Print Sreen'	alle gängigen	circa 180	IBM/Epson MX, Epson LQ, Toshiba P, HP LaserJet, HP InkJet, Epson FX
GPIB- Funktionen	–	–	–	GPIB-Geräte TEK 2400 (FL 8040, HP 5334B, HP 6030, PM 5193, SI 35958,	mit entsprechenden Treibern

# Klangsynthese-DSP SAM 8905 (2)

**Erster digitaler Signalprozessor speziell für Anwendungen  
in der Musikelektronik**



**Prof. Dipl.-Ing.  
H. W. Neuschwander**

Teil eins der Beschreibung dieses Signalprozessors hat sich mit der Architektur, der konzeptionellen Auslegung, der mnemonischen Darstellung von Befehlen sowie mit einer Hardware-Applikation beschäftigt. In diesem abschließenden Beitrag geht es um die Befehlskodierung, die Software-Schnittstelle zum Steuer- $\mu$ P und um die Programmierung von Signalalgorithmen.

Der Befehls-Code einer Mikro-Instruktion ist relativ einfach. In Bild 5 erkennt man, daß jedem Sender und jedem Empfänger eindeutig ein Bit zugeordnet ist, und auch die SAM-Philosophie: 'ein Sender, mehrere Empfänger' wird deutlich. Es ist allerdings zu beachten, daß alle Empfänger-Bits (Wxx), ausgenommen WSP, sowie das clearB-Bit 'nullaktiv' sind.

Zum Beispiel ergibt der Befehl:  
RMWF,<WA,WB,WSP>  
WF=Speicherplatz 1  
kodiert: 000 1001 0011 1111B.

## Datenbus- und D-RAM-Formate

Je nach Befehlsaufbau erwartet der SAM die Daten im internen D-RAM, wie auch auf dem Bus, in unterschiedlichen Formaten. Anhand einiger Beispiele

sollegen diese Formate verdeutlicht werden. Bei den folgenden Befehlen ist die Lage der einzelnen Bits in einem D-RAM-Speicherplatz angegeben.

18	15	10	7	0
Phase mit 19 Bit Auflösung				

Befehlsbeispiel  
RM PHI,<WA,WPHI>

Hier wird der Inhalt des D-RAM-Speicherplatzes PHI

I14	I13	I12	I11	I10	I09	I08	I07	I06	I05	I04	I03	I02	I01	I00
	MAD	00 = RM		WSP	WA	WB	WM	WPHI	WXY	clearB	WWF	WACC		
		01 = RADD												
		10 = RP												
		11 = RSP												

**Bild 5:** Bedeutung der einzelnen Befehls-Bits einer Mikro-Instruktion.

(PHI = 0...14) in das A-Register (19 Bit) und das PHI-Register (nur die oberen 12 Bit) geladen.

18	15		10	7				0
DPHI								

#### Befehlsbeispiel

RM DPHI,<WB>

Der Inhalt des D-RAM-Speicherplatzes DPHI (PHI = 0...14) wird in das B-Register (19 Bit) geladen.

18	15		10	7				0
AMPLITUDE 12 BIT		?	MIXL	MIXR				
? = frei verfügbar								

#### Befehlsbeispiel

RM AMP,<WXY,WSP>

Der D-RAM-Inhalt AMP (AMP = 0...14) kommt in das Y-Register, allerdings nur die oberen 12 Bit. Die unteren 6 Bit werden in die beiden Ausgangsteiler (BL und BR) des linken und rechten Kanals geladen.

Die Bedeutung der beiden 3-Bit-Teilungsverhältnisse ist wie folgt:

MIXL/MIXR	Signalabschwächung
000	kein Ausgangssignal
001	-36 dB
010	-30 dB
011	-24 dB
100	-18 dB
101	-12 dB
110	-6 dB
111	0 dB

Die 6 Bit MIXL/MIXR werden nur mit einem Befehl, in dem WXY, WSP steht, an die beiden Ausgangsteiler übergeben.

18	15		10	7				0
E	WAVE			FINAL WAVE				
0	ext mem wave							
Datenformat externer Speicher								
1 R I	SEL Z	?						
Datenformat interner Speicher								

#### Befehlsbeispiel

RM WF,<WWF>

RM WF,<WB,WA,WSP>

Im ersten Befehl wird der Inhalt des D-RAM-Speicherplatzes WF (WF=0...14) in das WF-Register (Bit 9...17) geladen. Je nach Inhalt von Bit 17 kann danach der interne oder der externe Wellenformspeicher angesprochen werden.

Im zweiten Befehl kommt der Inhalt des D-RAM-Speicher-

platzes WF (WF = 0...14) in das B-Register. Das A-Register wird abhängig von der Vorgeschichte und vom Inhalt des Speicherplatzes WF mit unterschiedlichen Werten geladen (siehe Abschnitt 'Bedingte Klangsynthese').

## Sonderspeicher im Slot

Der Speicherplatz 15 hat in jedem Slot eine besondere Bedeutung. Er ist unter anderem zuständig für das Einschalten eines Tones sowie für den zugehörigen Algorithmus.

M – Interruptmaske. Ist dieses Bit '1', erzeugt der Slot keinen Interrupt beim Steuer-Mikroprozessor.

I – Idle. Wenn dieses Bit '1' ist, wird dieser Slot keinen Ton erzeugen, unabhängig vom gewählten Algorithmus.

ALG – Dualcode des gewünschten Algorithmus, nach welchem dieser Slot den Ton erzeugen soll.

Die Startadresse des gewählten Algorithmus im A-RAM ist wie folgt festgelegt.

Bei 44,1 kHz Samplingfrequenz:

7					0
ALG	0				

bei 22,05 kHz Samplingfrequenz:

7					0
ALG	0				

Bei 22,05 kHz wirken nur die beiden oberen Bits des ALG-Feldes.

## Bedingte Klangsynthese

Bis jetzt wurde gezeigt, daß der SAM Rechenoperationen mit den internen Registerinhalten oder dem Inhalt des externen Sample-Speichers durchführen kann. In der Praxis kommt es aber häufig vor, daß Ergebnisse einer Berechnung abhängig von bestimmten Parametern verarbeitet werden müssen. Dazu dienen die folgende Befehlsbeschreibungen. Sinn dieser Be-

fehle ist im wesentlichen: Schreiben in das D-RAM oder in das A-Register in Abhängigkeit von einer Bedingung auszuführen.

So erlaubt die Beachtung des Übertragsbits (Carry-Bit) des Addierers zum Beispiel, mit halben Signalperioden zu arbeiten. Dieses Bit hat abhängig vom Vorzeichen des Inhaltes des Registers B folgende Bedeutungen.

– B-Register positiv (Bit 18 = 0)

Das Carry-Bit ist das normale Ergebnis der Addition von 2 Zahlen im Zweierkomplement.

– B-Register negativ (Bit 18 = 1)

Das Carry-Bit ist das Komplement des Vorzeichen-Bits der Addition von 2 Zahlen im Zweierkomplement. Tabelle 3 zeigt einige Beispiele, wobei die dritte Zeile auf den ersten Blick etwas seltsam aussieht. Man muß aber daran denken, daß der Inhalt von A und B jeweils -1 darstellen. Somit ergibt  $(-1) + (-1) = -2$ .

Die beiden Flipflops CLEAR-RQST und INTMOD werden durch Befehle mit WA und WA WSP beeinflußt und durch Befehle mit WM WSP abgefragt. Sie ermöglichen ein bedingtes Schreiben in das D-RAM oder das A-Register und eine zugehörige Interrupt-Erzeugung beim Steuer-Mikroprozessor.

WA ohne WSP setzt immer das CLEAR-RQST-Flipflop und löscht das INTMOD-Flipflop. Hat man WPHI WSP mit WA kombiniert, so ergibt dies ein normales WA.

WA WSP setzt auf dem internen Datenbus ein Datenformat der Form E/WAVE/finalWAVE/voraus. Dies kann man zum Beispiel wie weiter oben schon gezeigt mit dem Befehl

RM WF,<WA,WB,WSP>

erreichen, wobei der Inhalt des D-RAM Speicherplatzes WF im entsprechenden Format vorliegen muß. Tabelle 4 zeigt die Auswirkung von WA mit und ohne WSP.

Die Zeile mit 00200h bei 'WERT IN A' in dieser Tabelle bewirkt, daß im Feld WAVE innerhalb der 19 Datenbits das niedrigwertigste Bit auf '1' gesetzt wird. Addiert man nun den Inhalt von Register A zum alten Inhalt von WF und gibt dies an WF aus, so wird damit WAVE = WAVE + 1 gebildet. Man wählt somit die nächste Periode des gesampelten Klanges an. Dies wird aber nur gemacht, wenn das Carry-Bit gesetzt ist (entspricht dem Ende einer Periode) und CLEAR-RQST = '0' sowie INTMOD = '1' sind.

Ein bedingtes Schreiben in das D-RAM erlaubt der WM-WSP-

A	B	Vorz. A	Vorz. B	CARRY	A + B (RADD)
1000h	2000h	positiv	positiv	0	3000h
7FFFh	1	negativ	positiv	1	0
7FFFh	7FFFh	negativ	negativ	0	7FFFh (-2 Dezimal)
4000h	7FFFh	positiv	negativ	1	3FFFh

Tabelle 3.

WSP	CARRY	WF = finalWF	END	WERT IN A GELADEN	CLEARRQST	INTMOD
NEIN	X	X	X	19 BIT DATENBUS	1	0
JA	0	X	X	00000h	0	1
JA	1	NEIN	X	00200h	0	1
JA	1	JA	0	00000h	0	1
JA	1	JA	1	00000h	1	1

X = '1' oder '0'

Tabelle 4.

CLEARRQST	CARRY	INTMOD	SCHREIBE BUS IN D-RAM	SETZE INTERRUPT
NEIN	X	X	NEIN	NEIN
JA	0	0	JA	NEIN
JA	0	1	JA	JA
JA	1	X	NEIN	JA

Tabelle 5.

Befehl. Die Bedingung wird durch den Zustand der CLEARQST und INTMOD-Bits festgelegt und sind aus Tabelle 5 ersichtlich.

Das Beispielprogramm in Listing 2 benutzt die Befehle WA WSP und WM WSP. Aus dem externen Sampling-Speicher werden mehrere Perioden einer Wellenform ausgelesen und nach jeder Periode die Wellenformnummer um eins erhöht. Am Ende wird die Amplitude '0' ausgegeben.

## Steuer- $\mu$ P-Interface

Jeder Schreib- oder Lesezugriff des Steuer-Mikroprozessors auf den SAM (Adressierung siehe Tabelle 2, Elrad 4/90, Seite 46) muß mit Anlegen eines Steuerbytes auf die Adresse A2 = '1' eingeleitet werden. Das Steuerbyte hat folgenden Aufbau:

X	X	X	X	SSR	IDL	SEL	WR
---	---	---	---	-----	-----	-----	----

SSR = 0 = 44,1 kHz Samplefrequenz

SSR = 1 = 22,05 kHz Samplefrequenz

IDL = 0 = normale Operation

IDL = 1 = alle 16 Töne ausgeben

SEL = 0 = Anwahl D-RAM

SEL = 1 = Anwahl A-RAM

WR = 0 = nachfolgendes Lesen  
D- oder A-RAM

WR = 1 = nachfolgendes Schreiben  
D- oder A-RAM

Zu beachten ist, daß der zugehörige Slot im D-RAM ausgeschaltet (IDLE) ist, wenn man in das A-RAM schreiben will.

Da die Wortbreite im D-RAM 19 Bit und im A-RAM 15 Bit beträgt erfolgt der Zugriff des Steuer- $\mu$ Ps 3-Byte-weise. Bei A-RAM-Zugriffen sind die Bits oberhalb Bit 14, bei D-RAM-Zugriffen oberhalb Bit 18 undefiniert.

Das Adreßwählbyte (A2 = A1 = A0 = 0) hat den Aufbau nach Tabelle 6.

Schreibzugriffe des steuernden Mikroprozessors auf das D- und A-RAM können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Adresse auf interne Adresse 00h schreiben.
2. Daten auf interne Adressen 01h, 02h, 03h schreiben.
3. Steuerbyte mit dem Bit WR

```

;          AKTUELLE PHASE = SPEICHERPLATZ 0 IN D-RAM
PHI = 0      ;          SPEICHERPLATZ FÜR WELLENFORMDATEN
WF = 1      ;          IST DAS E-BIT AUF '1', SO WIRD DIE AMPLITUDE
;          AUF 0 GESETZT, WENN DIE ENDPERIODE ERREICHT
;          IST ( WF = finalWF )
;
DPHI = 2      ;          SPEICHERPLATZ FÜR DIE FREQUENZ
AMP = 3      ;          SPEICHERPLATZ FÜR DIE SIGNALAMPLITUDE
;
RM    WF,<WWF>      ; SCHREIBE DIE WELLENFORM IN DAS INT. REGISTER
RM    PHI, <WA,PHI>;  ; SCHREIBE DIE STARTPHASE IN DAS
;          A-REGISTER UND DAS PHI-REGISTER
;
RM    DPHI,<WB>;    ; SCHREIBE DIE FREQUENZ IN DAS B-REGISTER
RADD  PHI,<WM>;    ; SCHREIBE PHI+DPHI IN SPEICHERPLATZ PHI
;          NUN WIRD DAS CARRY AUS DER ADDITION
;          AUSGEWERTET!
;
RM    WF,<WA,WB,WSP>; ; SCHREIBE DIE WELLENFORM IN B-REGISTER
;          SETZE A=0, WENN KEIN CARRY ODER WF=finalWF
;          BEI CARRY SETZE A AUF 200h.
;          CLEARQRST= 1, WENN CARRY = 1 UND WF=finalWF
;          UND END=1.
;
INTMOD = 1
;
RADD  WF,<WM,clearB>; ; B=0, WF = WF + 0 oder WF + 1
RADD  AMP,<WM,WSP>; ; SETZE DIE AMPLITUDE = 0 und INTERRUPT AKTIV
;          WENN WF=finalWF und END =1.
;          0 WIRD GEBILDET, WEIL IN A UND B VOR DER
;          ADDITION JEWELLS 0 STERT!
;
RM    AMP,<WXY,WSP>; ; LESE ABTASTWERT AUS DEM EXTERNEN SAMPLING-
;          SPEICHER IN DAS X-REGISTER UND DIE AMPLITUDE
;          IN DAS Y-REGISTER
;
RSP   ,;
RSP   ,<WACC>;      ; SCHREIBE DAS ERGEBNIS DER MULTIPLIKATION IN
;          DEN AUSGANGSAKUMULATOR
;
FIN;  ENDE

```

## Listing 2.

= '1' auf interne Adresse 04h schreiben.

4. Warten (1,5 bzw. 3,0  $\mu$ s).

Schritt 4 kann entfallen, wenn der DSP im Ruhezustand (IDLE) ist. Will man mehrere Speicherplätze mit den gleichen Daten füllen, so muß Schritt 2 nur das erste Mal ausgeführt werden.

Lesen aus dem D- oder A-RAM:

1. Adresse auf interne Adresse 00h schreiben.

2. Steuerbyte mit dem Bit WR = '0' auf interne Adresse 04h schreiben.

3. Warten (1,5 bzw. 3,0  $\mu$ s).

4. Lesen der drei Datenbytes.

Schritt 3 kann entfallen, wenn der SAM im Ruhezustand (IDLE) ist.

Der Befehl WM WSP kann wie schon erwähnt einen Interrupt beim Steuer-Mikroprozessor auslösen. Durch Lesen aus der Adresse 0 im SAM (A2 = A1 = A0 = 0) kann der auslösende Slot (Ton) im D-RAM ermittelt werden (Slot-Nummer = V3, V2, V1, V0 im Adreßwahlbyte).

## Sinus-, Rampen- und Konstantendefinitionen

Je nach Befehl kann der SAM aus dem internen ROM eine Sinusschwingung oder eine Rampe auslesen. Es ist auch

V3	V2	V1	V0	MAD3	MAD2	MAD1	MAD0	bei D-RAM
AL2	AL1	AL0	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	bei A-RAM mit SSR = 0
AL2	AL1	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	bei A-RAM mit SSR = 1

V = Slot-Nummer = Ton-Nummer

MAD = Adresse in D-RAM (aus MAD-Feld im Befehl = Dual-Code)

AL = Algorithmus-Nummer = 0 bis 7 (Dual-Code)

PC = Befehlszähler in einem Algorithmus (Dual-Code)

Ein Algorithmus besteht bei 44,1 kHz Sample-Frequenz aus 32 Befehlen. Zur Adressierung jedes einzelnen Befehles braucht man somit 5 Adreßbits PC0...PC4. Bei 22,05 kHz Abtastfrequenz gibt es 6 Adreßbits (PC0...5).

Tabelle 6.

# TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente

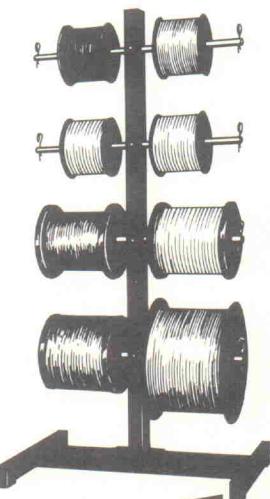
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

\*\*\*\*\*  
\* AB LAGER LIEFERBAR  
\* AD-DA-WANDLER-ICs  
\* CENTRONICS-STECKVERBINDE  
\* C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx  
\* DC-DC-WANDLER-MODULE 160W  
\* DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP  
\* DIP-KABELVERBINDE + KABEL  
\* EINGABETASTEN DIGITALSTEN  
\* EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH  
\* IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP  
\* KABEL RUND-FLACH-KOAX  
\* KERAMIK-FILTER + DISKRIM.  
\* KONDENSATOREN  
\* KUHLKÖRPER + ZUBEHÖR  
\* LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN  
\* LABOR-SORTIMENTE  
\* LCD-PUNKTMATRIX-MODULE  
\* LEITUNGSTREIBER-ICs V24  
\* LINEARE + SONSTIGE-ICs  
\* LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN  
\* LUFTER-AXIAL  
\* MIKROPROZESSOREN UND  
\* PERIPHERIE-BAUSTEINE  
\* MINIATUR-LAUTSPRECHER  
\* OPTO-TEILE - KOPPLER 7SEGMENT  
\* QUARZ + Oszillatoren  
\* RELAIS - REED-POINT-KARTEN  
\* SENSOREN -TEMP-FEUCHT DRUCK  
\* SCHALTER KIPP + WIPP + DIP  
\* SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST  
\* SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV  
\* SOLID-STATE-RELAIS  
\* SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR  
\* SPEICHER EPROM-RAM-PAL  
\* STECKVERBINDE DIVERSE  
\* TASTEN + CODIERSCHALTER  
\* TRANSFORMATOREN 1,6 - 150 VA  
\* TRANSISTOREN  
\* TRIAC-THYRISTOR-DIAC  
\* TTL-74LS-74F-74ALSxx  
\* WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE  
\* Z-DIODEN + REF.-DIODEN  
\* KATALOG AUSG. 1989/90  
\* MIT STAFFELPREISEN  
\* ANFORDERN — 240 SEITEN  
\* SCHUTZGEB. 3. — (BRIEFMARKEN)  
\*\*\*\*\*

7056 Weinstadt 1 (Benzach)  
Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16  
TEL.: (0 7151) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (0 7151) 6 82 32

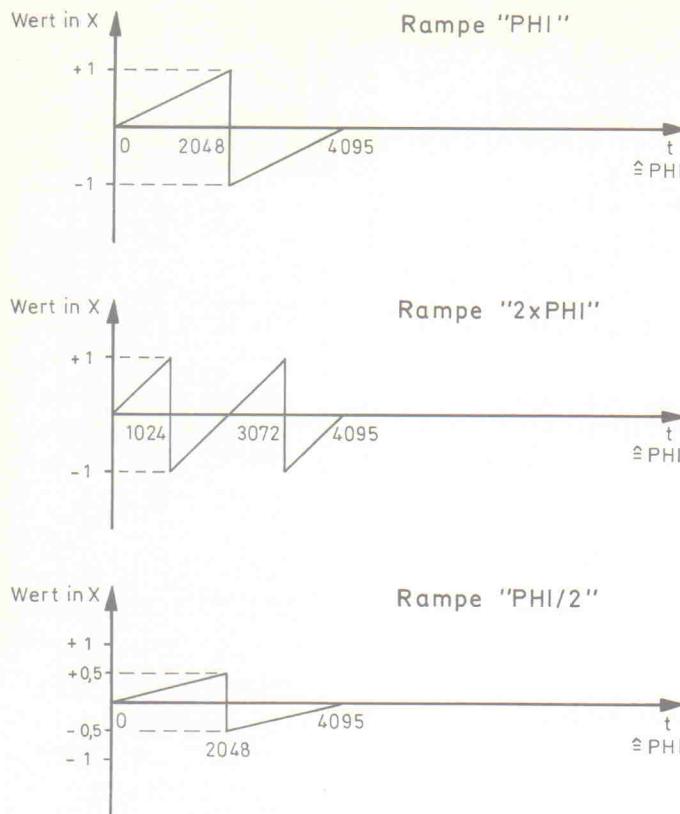
## BKL ELECTRONIC

Kabel auf Spulen  
auch mit Verkaufshilfe,  
für den Fachhandel



GESAMT-  
PROGRAMM ANFORDERN

BKL-Electronic Kreimendahl GmbH  
Talstraße 91 · 5880 Lüdenscheid  
Telefon (02351) 24300  
Telefax (02351) 39142  
Telex 826963 bkl d



**Bild 6.**  
**Signal-Zeitdiagramme der Rampenausgangssignale.**

das Lesen von Konstanten in einem Befehl möglich.

Mit PHI werden die 12 höchsten Bit der Phase bezeichnet. PHI bildet die 12-Bit-Adresse zur internen Sinustabelle oder externen Sample-Tabelle (dazu werden noch 8 Bit aus dem WF-Register hinzugefügt, um die 20-Bit-Adresse zu bilden). PHI kann Werte von 0 (0 Grad) bis 4095 (360 Grad – 1/4096 Grad) annehmen.

MAD	X-Wert
0000	0,0004883
0001	0,06299
0010	0,12549
0011	0,18799
0100	0,25049
0101	0,31299
0110	0,37549
0111	0,43799
1000	0,50049
1001	0,56299
1010	0,62549
1011	0,68799
1100	0,75049
1101	0,81299
1110	0,87549
1111	0,93799

Somit ergibt sich die Gleichung der erzeugten Sinusschwingung zu:

$$X = 0,71875 \cdot \sin((\pi/2048) \cdot \text{PHI} + \pi/4096)$$

Dieses Signal X liegt am X-Eingang des Multiplizierers an. Es ist als Zahl im Bereich -1 bis 1 – 2^-11 zu interpretieren.

Zusätzlich zu der Sinuskurve im internen ROM ist auch eine Rampenkurve (Sägezahnschwingung) vorhanden.

Die Rampe PHI ist definiert als:

$$X = \text{PHI}/2048 \text{ für } 0 \leq \text{PHI} < 2048$$

$$X = (\text{PHI}/2048) - 2 \text{ für } 2048 \leq \text{PHI} < 4095$$

Die Rampe  $2 \cdot \text{PHI}$  ist definiert als:

$$X = \text{PHI}/1024 \text{ für } 0 \leq \text{PHI} < 1024$$

$$X = (\text{PHI}/1024) - 2 \text{ für } 1024 \leq \text{PHI} < 3072$$

$$X = (\text{PHI}/1024) - 4 \text{ für } 3072 \leq \text{PHI} < 4095$$

Die Rampe  $\text{PHI}/2$  ist definiert als:

$$X = \text{PHI}/4096 \text{ für } 0 \leq \text{PHI} < 2048$$

$$X = (\text{PHI}/4096) - 1 \text{ für } 2048 \leq \text{PHI} < 4095$$

Auffallend ist, daß die Rampe  $\text{PHI}/2$  nicht die halbe Frequenz wie die Rampe PHI hat, sondern nur die halbe Amplitude (siehe Bild 6).

Mit Rampenfunktionen können zum Beispiel Amplitudenhüllkurven programmiert oder Sägezahnschwingungen erzeugt werden.

Die für die Ausführung von Filterfunktionen benötigten Konstanten können aus dem MAD-Feld des Befehles direkt gelesen werden. Tabelle 7 zeigt die

entsprechenden Werte, die in das X-Register geladen werden müssen.

Listing 3 zeigt ein Programmbeispiel.

## Algorithmen

Nachfolgend werden einige Beispielalgorithmen angegeben, die aus dem Labor des SAM-Herstellers stammen.

Der Steuermikroprozessor hat keine Möglichkeit, direkt auf den Sampling-Speicher des

```

RM    WF,<WWF>;      Wähle interne Wellenform mit 'SEL' = 01
RM    AMP,<WXY>;    Lese den Inhalt des Speicherplatzes 'AMP' aus
;      dem D-RAM in das Y-Register.
;      Lade das X-Register mit der Konstanten, welche
;      der Adresse 'AMP' laut obiger Tabelle
;      entspricht.
;      Bei 'AMP' = '1110' wird die Konstante 0,87549
;      geladen!
;
```

**Listing 3.**

```

PHI= 0 ; NIEDERWERTIGER TEIL DER ADRESSE STEHT HIER ( NUR DIE HÖCHSTEN
;        12 BIT WERDEN BENUTZT )
WF = 1 ; 0(2)|WF(8)|X(9) HÖHERWERTIGER TEIL DER ADRESSE IN WF! (8 BIT)
DATA=2 ; DAS ABZUSPEICHERNDE 12 BIT WORT STEHT HIER
;
RM    WF,<WWF>;      AKTIVIERE DEN CHIP-SELEKT DES EXTERNEN RAM
;        DURCH SCHREIBEN DER WELLENFORM
;        = 8 HÖCHSTE ADRESSBITS
RM    PHI,<WPHI>;    LADE NIEDERWERTIGE 12 ADRESSBIT IN PHI-REGISTER
RM    DATA,<WXY>;    LADE DAS DATENWORT IN Y-REGISTER
;
;        NUN KOMMEN 5 BEFEHLE, WELCHE FÜR DAS KORREkte ARBEITEN DER
;        STEUERLEITUNGEN DES SAMPLE-RAM NÖTIG SIND!
;
;
RSP ,<clearB,WSP>; WOE=/=1 ( SPERR AUSGÄNGE DES EXT. RAM )
RSP ,<clearB,WSP>; WOE=/=1 ( GEBE DATENWORT AN WD-PINS AUS )
RSP ,<clearB>;       WOE=/=1,WWE/=0 ( MACHE SCHREIB-PULS)
RSP ,<clearB>;       WOE=/=1,WWE/=0 ( MACHE SCHREIB-PULS)
RSP ,<clearB,WSP>; WOE=/=1,WWE/=1 ( MACHE SCHREIB-PULS)
;          ( DATENWORT ENTFERNEN )
;          WOE=/=0 = LESEN ( ZURÜCK ZU NORMALER OPERATION )
;
```

**Listing 4.**

```

PHI=0;      SPEICHERPLATZ MOMENTANE PHASE
DPhi=1;     SPEICHERPLATZ FREQUENZ
AMP=2;      SPEICHERPLATZ AMPLITUDE
;
RM    PHI,<WA,WPHI,WSP>
;
;LADE DIE PHASE IN REGISTER A (19 BIT) UND REGISTER PHI ( OBERE 12 BIT)
;SETZE 'CLEARREQST'=1 UND 'INTMOD'='0'
;WÄHLE INTERNEN SINUS AN (WF=100H)
;
RM    DPhi,<WB>;
;
;LADE REGISTER B MIT DER AKTUELLEN PHASE (19 BIT)
;
RADD   PHI,<WM,WSP>;
;
;SCHREIBE NUR DANN DIE NEUE PHASE IN DEN D-RAM SPEICHERPLATZ 'PHI',
;WENN CARRY='0'
;ERZEUGE EINEN INTERRUPT BEIM STEUER-MIKROPROZESSOR, FALLS CARRY='1'
;DIES ENTSPRICHT EINEM ÜBERLAUF DER PHASE ÜBER 360 GRAD = 1 PERIODE
;
;AM ENDE DER PERIODE WIRD DER INHALT VON 'PHI' AUF DEM WERT FÜR
;360 GRAD STEHEN BLEIBEN UND SOMIT OV AM D/A-WANDLER AUSGEGEREN!
;
;AB HIER DIE GEWÖHNLICHEN BEFEHLE DES INDIVIDuellen SINUSOszILLATORS
;
```

**Listing 5.**

**Tabelle 7.**

SAM zuzugreifen oder aus ihm zu lesen. Dies ist aber möglich, wenn man den Datenaustausch über ein SAM-Mikroprogramm abwickelt. Das in Listing 4 wiedergegebene Beispielprogramm schreibt ein 12-Bit-Datenwort, das im Speicherplatz DATA im D-RAM steht, unter der Adresse, die in den Speicherplätzen PHI und WF im D-RAM steht, in den externen Sampling-Speicher.

Das Programm benötigt 443 Nanosekunden für einen Schreibzyklus. Will man die Dauer des Schreibimpulses verlängern (hier ist er etwa 88 Mikrosekunden lang), so muß man entsprechend viele Befehle RSP, <clearB> einfügen.

#### Beispiel 2:

Listing 5 zeigt ein Programm zur Erzeugung einer einzelnen Sinusperiode. Am Ende der Periode wird ein Interrupt beim Steuer-Mikroprozessor erzeugt, falls das M-Bit im D-RAM Speicherplatz 15 auf '0' gesetzt ist.

#### Beispiel 3:

Das Abspielen eines Klangs aus dem externen Wellenformspeicher mit 250 ns Zugriffszeit realisiert das Programm in Listing 6.

Abschließend wird noch eine Schaltung (Bild 7) angegeben, die prinzipiell den Anschluß von dynamischen RAMs zeigt. Man erreicht eine Wellenformspeicher-Länge von 1 Megawort zu je 12 Bit.

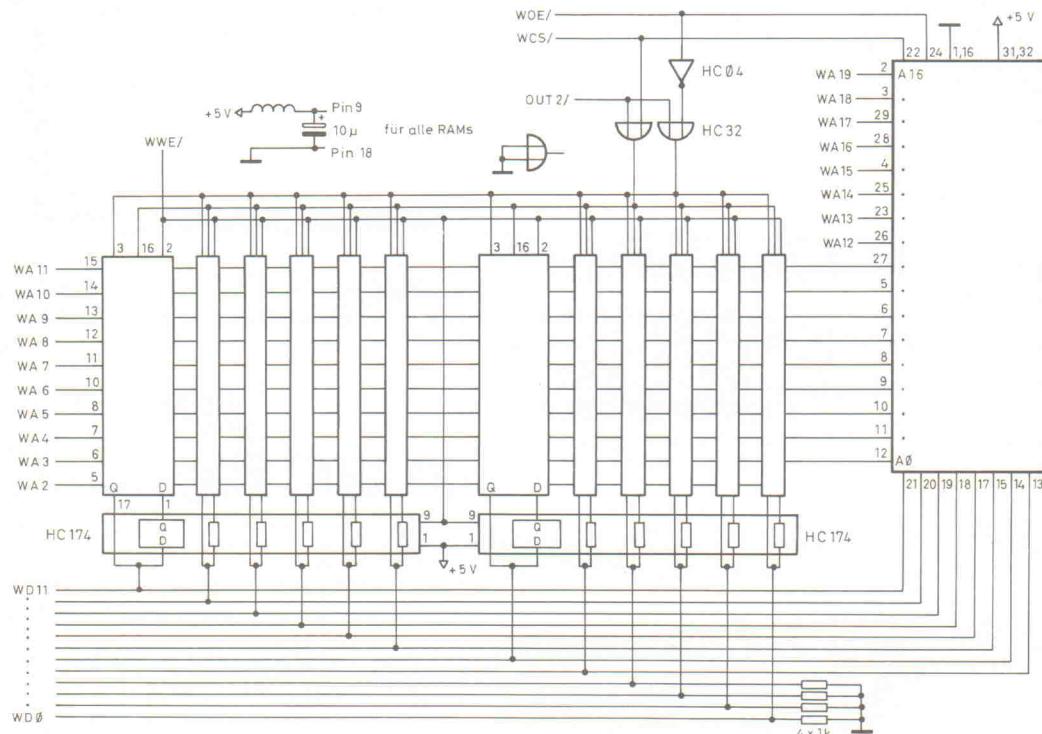
```

PHI=0;      SPEICHERPLATZ FÜR DIE AKTUELLE PHASE
WF=1;      SPEICHERPLATZ FÜR DIE WELLENFORM
DPhi=2;    SPEICHERPLATZ FÜR DIE FREQUENZ
AMP=3;     SPEICHERPLATZ FÜR DIE AMPLITUDE UND DIE AUSGANGS-
;        SIGNALTEILER
;
;
RM   WF,<WWF>;
;
;WÄHLE DEN EXTERNEN SPEICHER AN, DATENFORMAT BEACHTEN!
;
RM   PHI,<WA,WPhi>
;
;LADE DAS A-REGISTER UND DAS PHI-REGISTER MIT DER PHASE
;
RSP , ; 7 WARTETAKTE, BIS DIE DATEN AUS DEM EXTERNEN SPEICHER BEREIT
RSP , ; SIND!
RSP , ; Da Komma nicht vergessen!
RSP ,
;
;
RM   DPhi,<WB>
;
;LADE DIE PHASENÄNDERUNG IN REGISTER B
;
RADD  PHI,<WM>
;
;SPEICHERE DIE NEUE PHASE AB
;
RM   AMP,<WXY,WSP>
;
;LADE DAS X-REGISTER MIT DEN DATEN VOM EXTERNEN WELLENFORMSPEICHER
;LADE DIE AUSGANGSSIGNALTEILER MIT DEN NIEDEREN 6 BIT UND DAS
;Y-REGISTER MIT DEN HÖCHSTEN 12 BIT AUS DEM SPEICHERPLATZ 'AMP'
;
RSP ,
RSP ,
RSP ,<WACC>
;
;SUMMIERE DAS ERGEBNIS IN DIE AUSGANGSSUMMIERER
;
FIN
;
;FÜLLE DEN REST DES A-RAM MIT RSP BEFEHLEN AUF!
;
;ENDE

```

**Listing 6.**

**Bild 7. Anschluß von dynamischen RAMs an das SAM-System.**



**Man trifft sich  
auf der...  
15. Internationalen  
Amateurfunk-  
Ausstellung  
mit 41. DARC-  
Bodenseetreffen  
29.6.-1.7.1990**

Friedrichshafen (Messegelände)  
Fr. und Sa. 9–18 Uhr, So. 9–16 Uhr  
Europas Top-Treff des Amateur-  
funks. Mit dem Spitzenangebot  
aus der Funk-, Elektronik-  
und Mikrocomputer-Technik.  
HAM RADIO 90 – das Erlebnis.



**HAM RADIO**



**Messen Steuern Regeln  
mit dem PC**

**z.B.: ADS 1628T**

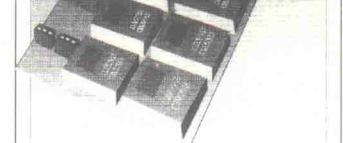
16 AD-Eingänge, 2 DA-Ausgänge,  
softwaregesteuerte Bereichswahl,  
2 programmierbare Timer,  
8 Schaltkanäle

Interruptbetrieb  
möglich



**z.B.: REL-8**

8 Relaisausgänge mit Watchdog  
als Erweiterung zur ADS-S



Prospekte, Preise und  
weitere Produkte auf Anfrage

Thomas  
**gerloff** Elektronikentwicklung  
Erdkampsweg 3  
2000 Hamburg 63  
Tel. (040) 59 58 80  
Fax (040) 59 25 97

# ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

## Augsburg

### RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727  
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,  
Sonderposten, Beratung & Service.

### CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel  
Telefon 0821 - 39 830 Fax: 51 8727  
Lautsprecher & Audio Zubehör,  
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik  
Sat.Antennen Visaton Vertragshändler  
Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

## Berlin

**Apllt** RADIO ELEKTRONIK  
1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27  
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439  
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a  
Telefon 3 41 66 04



**GEMEINHARDT**  
LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK  
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf  
Telefon: 0 30/7 05 20 73

ELECTRONIC  
**VÖLKNER**  
DER FACHMARKT  
1000 Berlin-Mariendorf  
Kurfürstenstr. 32–33  
Tel. (0 30) 7 05 02 08

## Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



Berger GmbH  
Heeper Str. 184+186  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telefax: 9 38 056 alpha d  
Fax: (05 21) 32 04 35

## Bremen

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

### Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo.–Fr. 8.30–12.30, 14.30–17.00 Uhr.  
Sa. 10.00–12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.  
Bauteile-Katalog DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

## Delmenhorst



**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/1 77 68  
Fax 0 42 21/1 76 69

## Dortmund



4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13  
Tel. 02 31/52 73 65

## Duisburg

### Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand \* Tel. 02135-22064

### FUNK-SHOP

Kunitzki-Elektronik GmbH  
Asterlager Str. 98, 4100 Duisburg 14  
Telefon 0 21 35/6 33 33 · Telefax 0 28 42/4 26 84  
Bauteile • Bausätze • Funkgeräte



4100 Duisburg Kassler Feld  
Auf der Höhe 18,  
im 1. Obergeschoss links  
Tel. (02 03) 31 08 29

## Essen



4300 Essen 1, Vereinstraße 21  
Tel. 02 01/23 45 94

## Frankfurt



6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1  
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

## Freiburg



**mega** electronic  
Fa. Algair + Hauger  
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk  
Platinen und Reparaturservice  
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg  
Tel. 0 76 1/27 47 77

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow  
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1–3

## Giessen

Armin elektronische  
Bauteile  
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
6300 Giessen

## Hagen



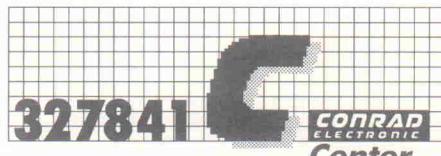
5800 Hagen 1  
Elberfelder Straße 89  
Tel.: 0 23 31/2 14 08

## Hamburg



Handelsgesellschaft mbH & Co. KG  
2000 Hamburg 1 · Burchardstraße 6 · Sprinkenhof  
Telefon (0 40) 33 03 96 + 33 09 35  
Telefax (0 40) 33 60 70

## Hannover



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
Goseriede 10–12  
3000 Hannover 1  
0511/32 7841

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5  
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29



# ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

## Heilbronn

**KRAUSS** elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
7100 Heilbronn

## Kaiserslautern

### HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

## Karlsruhe

### ELECTRONIC

**VÖLKNER**  
DER FACHMARKT

7500 Karlsruhe 1  
Fritz-Erler-Str. 11/Kronenplatz  
Tel. (0721) 37 73 80

## Kiel

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

## Kaufbeuren

**JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/14 267  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Koblenz

### ELECTRONIC

**VÖLKNER**  
DER FACHMARKT

5400 Koblenz  
Görresplatz 11  
Tel. (02 61) 40 15 37

## Lippstadt



4780 Lippstadt  
Erwitter Straße 4  
Tel.: 0 29 41/179 40

## Lünen



4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10  
Tel. 0 23 06/61011

## Mannheim



**SCHAPPACH  
ELECTRONIC**  
S 6, 37  
6800 MANNHEIM 1

## Mönchengladbach

### Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
Telefon 0 21 61/444 21

Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
Telefon 0 21 66/42 04 06

## Moers



NÜRNBERG-  
ELECTRONIC-  
VERTRIEB  
Uerdinger Straße 121  
4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41 / 322 21

## München



**RADIO-RIM** GmbH  
Bayerstraße 25, 8000 München 2  
Telefon 0 89/55 72 21  
Telex 5 29 166 rarim-d  
Alles aus einem Haus



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

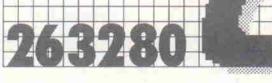
**CONRAD**  
electronic

**Center**  
Schillerstr. 23 a  
8000 München 2  
0 89/59 21 28

## Nürnberg

### Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 0 91 11/46 92 24  
8500 Nürnberg



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**CONRAD**  
electronic

**Center**  
Leonhardsstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
0 91 11/26 32 80



5.6.1972  
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (0 91 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher

## Oldenburg

### e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft  
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg  
0 44 1/82 11 14

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELT**  
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14  
2900 OLDENBURG 1  
Telefon (0 41) 1 30 68  
Telefax (0 41) 1 36 88

## Regensburg

(0 91 41) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Instr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

## Stuttgart

**2232873**   
**CONRAD**  
electronic  
**Center**  
Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
0 71 1/23 69 821

## Worch Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.  
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
Telefon (0 71 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

## Wilhelmshaven

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELT**  
ELEKTRONIK

MARKTSTRASSE 101 — 103  
2940 WILHELMSHAVEN 1  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Witten

**KELM** electronic  
**& HOMBURG**

5810 Witten, Bahnhofstraße 71  
Tel. 0 23 02/5 53 31

## Wuppertal



5600 Wuppertal-Barmen  
Höhne 33 · Rölingswert 11  
Tel.: 0 20 2/59 94 29

# BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio- und Video-Produkte

## Ringkerntransformatoren

120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt	52,80 DM
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	62,80 DM
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	66,80 DM
330 VA 2x12/15/18/30 Volt	72,80 DM
450 VA 2x12/15/18/30 Volt	94,80 DM
500 VA 2x12/30/36/42/48/54 Volt	107,50 DM
560 VA 2x56 Volt	120,80 DM
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,80 DM
1100 VA 2x50/60 Volt	187,00 DM

## Mos-Fet

2 SJ 49	10,50 DM
2 SJ 50	10,50 DM
2 SK 134	10,50 DM
2 SK 135	10,50 DM
ca. 4000 weitere Japan-Typen sind auf Anfrage lieferbar	

## HITACHI

## 19"-Gehäuse

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Stahlblech 1,2 mm, Farbe: sw

Front: ALU 4 mm, 1HE—6HE

## Elkos

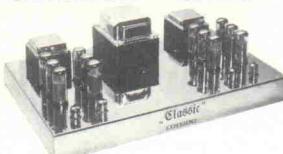
## NKO

## Lüfter

10000µF	70/ 80V	16,50 DM	220 Volt:
10000µF	80/ 90V	17,00 DM	80x80x25 21,50
12500µF	70/ 80V	17,50 DM	80x80x38 22,00
12500µF	80/ 90V	18,00 DM	92x92x25 22,00
12500µF	100/110V	24,50 DM	120erx38 19,81
Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke			12 Volt:
Abmessungen: 105 x 45 mm			80x80x25 16,50
Andere Typen auf Anfrage			92x92x25 17,50
			120erx38 25,50

BENKLER Elektronik-Versand - Winzingerstr. 31—33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 0 63 21 / 3 00 88 · Fax 0 63 21 / 3 00 89

## ● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●



Röhrling® — Röhrenverstärker — Komplettbausatz  
alle Teile mit Platinen und Gehäuse aus elrad 7-8/89  
Netzteilbausatz, alle Teile mit Platinen und Gehäuse  
Einzelteile, Materialsets und Platinen siehe Lagerliste.

Röhrenverstärker und Übertrager für Studio- und Röhren-HIFI-Geräte aus eigener Entwicklung und Fertigung.

Alle Materialsets werden nur in bester Industriqualität geliefert. Widerstände 1% Metallischicht, Epoxypulien über Spezialtransistoren, Übertrager, Drosseln und Audiominis sind gegen eine Schutzgebühr von DM 10,— zuzüglich DM 2,— Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 205679-702 erhältlich (Aus- und DM 4,—)

— unser Name steht für Qualität

Inh. Gerhard Haas

EXPERIENCE electronics  
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 73 24 / 53 18

## Hifi-Bausätze

### Vorverstärker „Röhrling“

Entzerrer	DM 100,—
Line-Verstärker	DM 120,—
Kopfhörerverstärker	DM 140,—
Ausgangsverstärker	DM 150,—
Relaisplatine Vorderband	DM 150,—

### Hifi-Endstufe „Black Devil“

50-W-Endstufe „Black Devil“, „Car Devil“	DM 79,—
Stereo-Netzteil ohne Netztrio	DM 127,—
Netztrio NTT-2	DM 85,—
Line-Verstärker „Vorgesetzter“	DM 175,—
Steckernetzteil dazu, fertig montiert	DM 38,—

Originalplatten bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.  
Lagerliste mit Bauteilen, Preislisten, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE-Instrumenten-Vertriebs-System werden zugestellt gegen DM 2,50 Rückporto in Briefmarken. Bitte angeben, ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker

# Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## ★ SUPERPREISE ★ SUPERPREISE ★ SUPERPREISE ★

BC 160-10 DM —,35	SN 7402 DM —,50	SN 75498 DM 2,—	SN 74C244 DM 2,—
BD 137-16 DM —,39	SN 7417 DM —,70	SN 29740 DM 1,50	ICM 72131 DM 10,—
BD 2408 DM —,60	SN 7425 DM —,90	SN 7447 DM 1,30	IH 6108C DM 2,50
BF 256A DM —,50	SN 74123 DM —,90	SN 74C42 DM 1,50	L201B DM —,60
TIP 145 DM 1,90	SN 74123 DM 1,—	SN 74C85 DM 1,20	LF 444A DM 3,—
2N 3772 DM 3,90	SN 74148 DM 2,—	SN 74C89 DM 10,—	RC 4194 DM 4,—
1N 4003 DM —,08	SN 74367 DM 1,—	SN 74C909 DM 4,—	MCT-2 DM —,90
CD 4006 DM —,50			MOC 3010 DM 1,90
CD 4010 DM —,39			Z-80SIO-0 DM 3,—
CD 4015 DM —,50			Röhre 8 Watt DM 3,—
CD 4024 DM —,50			Elko 33000 µF/63V DM 19,—
CD 4030 DM —,39			SN 7490 DM —,80
CD 4066 DM —,50			TDA 2310 DM 2,—
CD 4072 DM —,35			7812 TO-3 DM 1,80
CD 4543 DM 1,—			BDX 65C DM 2,50
CD 4514 DM 1,90			DM 1200,—

### GELEGENHEIT!

RAM DS 1220Y 2K X 8 mit eingeb. Lithiumbatt.  
u. Datenblatt

XR 2211 FSK-Decoder

XK 1080 Bildwandlerröhre

6914 Bildwandlerröhre

Elko 2200 µF/40V axial

Wendelpot. 10 k

Antrieb für Wendelpot.

Tek. OSZI 2 x 65 MHz, gebr.



HOEFLER-ELEKTRONIK  
7950 Biberach, Waldseer Str. 57, Tel. 0 73 51 / 2 15 76, Fax. 0 73 51 / 2 95 94  
Sonderliste gegen DM 2,— in Briefmarken. Händleranfragen erwünscht.

(mit digitalem Audiosignal-Prozessor SAM8905)



16-stimmig polyphon, 16-Bit-Stereo-Ausgang, 8 Sounds gleichzeitig (MIDI-Kanal 1..8) 96 berechnete Sounds (verschiedene Synthesearten), 30 gesampelte Rhythmusinstrumente, MIDI-Volumen, Panorama, Pitch, Modulation, MIDI-In/Thru

Bausatz (ohne Netzteil und Gehäuse) 398,-

Fertigmodul (ohne Netzteil und Gehäuse) 448,-

SAM8905 einzeln 114,-

passendes Steckernetzteil 10,-

Gehäuse (19-Zoll) in Vorbereitung, SAM8905-Entwicklungs-Tools (PC-Karten, Assembler, Compiler) auf Anfrage

Ausführliches Komplett-Info gegen DM 2,— in Briefmarken

DOEPFER MUSIKELEKTRONIK

(Inhaber Dieter Doepfer)

Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing

Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

## Programmierung für Microcontroller ?

### EPSIM Plus

Der Eprom-Simulator als Steckkarte für Ihren IBM-PC

-EPSIM simuliert Eproms von 1K bis 32K

-Programmübertragung in max. 4 Sekunden

-Komfortables Austesten Ihrer EPROM-Software

Preis einschl. Software : DM 199,- incl. Mwst.

## HAHN electronic

## MeBtechnik - Steuerungen - Software

Joh.-Clanze-Str. 53 8000 München 70

## Anzeigenchluss

## für

## ELRAD

7/90

ist am

17. Mai

1990



SUB 20 — Entwickelt für den stereoplay-Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6/7/8/8) ● mit regelbarer Subbaubehandlung 20 Hz von 0 bis 6 dB ● mit regelbarem Tiefpaßfilter 50-150 Hz und 12/24 dB ● mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und...und...und...

SUB 20 — Das Fertigerät für höchste Ansprüche

Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Electronic

DAC-MOS — die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 (absolute) Spitzenklasse).

Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage ● DC-gekoppelter, symmetrischer Linearyverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabelltreiber

● DC-gekoppelter RIAA-Entzerrervorverstärker ● Aktive Frequenzweichen — variabel und steckbar ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für hochprofessionelle 19"-Doppel-Mono-Blöcke

● Power-Pack-Netzteile bis 440000 µF ● Vergossene, geschirmte Ringkerntrofa bis 1200 VA ● Viele vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten

● ALPS-High Grade-Potentiometer und als Stufenschalter ...und vieles andere mehr.

Ausführliche Infos DM 10,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

## albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)

7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Tx 7263 738 albs

Koaxiale Verbinder  
Stecker, Kupplungen



alle Normen –  
alle Kabelgrößen

Fordern Sie uns!

# KLEINANzeigen

RADIO HÖREN OHNE STROM, mit dem Detektorapparat, dem Radio von gestern. Eine Original-Replikation, funktionsfähig mit Steckspule u. Detektorkristall. Auch Rundfunkliteratur zu diesem Thema. Prospektmaterial von TRV, Clayallee 285, 1000 Bln. 37, Rückporto 1 DM angenehm.

NEU + + + + + NEUERÖFFNUNG + + + + NEU ELEKTROTECHNIK UND ELEKTRONIK ZU PREISEN, DIE AUCH SIE ÜBERZEUGEN! FORDERN SIE HEUTE NOCH DIE KOSTENLOSE PREISLISTE AN. KLAUS GILLESSEN, POSTFACH 10 02 24, 4060 VIERSSEN 1.

Federkern zu verkaufen! Zweikanal-Hallgerät aus elrad 10/89, spielbereit ohne Gehäuse DM 380,00. Tel. 0 70 83/86 57, R. Ebner, Ob.-Dorfstr. 72, 7563 Loffenau.

+ + + + + Suche elrad ab 84/85 + + + + + möglichst komplett, auch jahresweise oder einzeln. 09 41/08 93, V. KARRER, Frühlingstr. 4, 8417 LAPERSDORF.

**ÖSTERREICH:** Hochwertige Bausätze und Spezial-Elektronik: Gratisinfos! Nur erhältlich bei: KARL-BERGER, 1124 Wien, Fach 26, Tel. 8 43 85 85.

Hobbylaboraflösung Verschenkpreisliste von A.H. Roestel, Hettnerweg 11A, 1000 Berlin 20.

**PLATINENLAYOUT-PROGRAMM** für IBM PC + Kompat. max. Doppel Europa zweiseitig, Raster 1/20", Punkt zu Punkt Autorouter, interaktiv, unkompliziert, komplett mit Druck-, Plot- und Bohrprogramm sowie AutoCad-Interface (.DXF) Preis DM 98,- + Porto. Demodisk DM 5,-. Neue Anschrift: Dipl.-Ing. K. Kroesen, Pappelweg 3, 4294 Isselburg-Anholt, Tel.: 02874/45217.

VERZINNTE KUPFERHOHNLINIEN zum Kontaktieren 2-seitiger Platinen. Wand 0,1 mm, L 2 mm. Innen Ø Typ A 0,6 mm, Typ B 0,8 mm. 1000 St. 30 DM, 2000 St. 55 DM. Bohrer 0,6...1,5 mm 5 St. 25 DM, 10 St. 42 DM. OSSIP GROTH ELEKTRONIK, Möllers Park 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85. NEU: Standardbauelemente in VE (ab 5 St.) billig, z. B. Logik ab 0,27. Info „VE“ kostenlos anfordern!

\*\*\*\*\* SMD-Bauteile \*\*\*\*\* aktuelle Liste „SMD-B“ kostenlos anfordern bei Bernd Uschwa, Am Nippenkreuz 18, 5300 Bonn 2, Tel. 02 28/34 63 49.

AUDIOVALVE Neuheit, der 9 pol. Makrolon Kombi Röhrensockel aus eigener Produktion für Leiterplatte u. Chassismontage mit besten Phosphor-Bronze-Rohrkontakten o. vergoldet, in schwarz o. klar zum Stückpreis von 2,40 DM. Audio Valve, 4920 Lemgo, Luerdisservweg 85, Telef. 0 52 61/1 32 79, Fax: 1 55 23.

Sprühätzmaschine, Tafelschere, Lötmaschine wegen Fa. Auflös. VB, Tel. 0 30/6 06 29 14 ab 18.00.

Röhrenverst. Kopfh. 6/84 + Vocoder 4/81 laufen nicht, 8fach param. Equalizer 5/84, läuft trotzdem weg + 2 Tieftontreiber VB. Tel. 0 30/6 06 29 14.

3,5 Digit A/D-Wandler MC-14433P m. Datenblatt 4,-. Cannon-Haube 37pol. 0,20. Tel. 0 72 22/8 16 35.

Transputer Hardware Entwicklung an erfahrenen Bewerber zu vergeben (Fa.) 02 08/08 18 32.

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. VE-Bausatzkatalog mit 150 Präzisionsbausätzen gegen 5,- DM in Bfm. DJ-Electronic, Abt. 52 13, Osswaldstr. 5, 8130 Starnberg.

DURCHKONTAKTIEREN mit versilberten, 2,3 mm langen Kupferhohlleitern, Außendurchmesser in mm Ø/M/1000 Stück 0,6: 43,-, 0,8: 37,-, 1,0: 27,-, 1,2: 28,-, 1,5: 28,-, 1,8: 29,-, 2,0: 31,-, 2,5: 36,- + Nachnahme-Versandkosten! Elmar Wiebecke, Wasserstr. 18-D5, D-4973 Vlotho, 0 57 33/58 01.

Probleme mit Elektronik? Wir entwickeln und fertigen für Sie. Steuerungen, NF-Technik, Leistungselektronik etc. Anfragen an Litz Elektronik GmbH, Leopoldstr. 1, 7742 St. Georgen, Tel.: 0 77 24/49 73, Fax: 0 77 24/31 33.

**Sonderangebote!** HF-Verbindungskabel m. 2 BNL-Stecker, 150 cm lang, 50 Ohm, 7,80 DM oder BNL-Stecker, Stk. 1,70 DM, kostenlose Preisliste anfordern, Oberhauser Elektronik, Hörzhauser Str. 4, 8899 Peutenhausen.

ELEKTRONIK-BAUTEILE + ZUBEHÖR ZU NIEDRIGPREISEN; z. B. 1N4148 2,65, 1N4007 6,95. LISTE KOSTENLOS. LOTHAR MAIER, POSTF. 46, 7121 LÖCHGAU.

**HIGH-END BAUTEILE** IC's, Relais, Netzteile, Kabel, Stecker etc. Informations- u. Datenmaterial DM 10,- (Schein) PML audio, Kirchbergerstr. 5, 8391 Tiefenbach 2.

**YAMAHA REV 7** 1400,-, **APHEX Exciter B** 500,-. **PEAVEY PCS Prozessor** 1400,- zu verk. Liste v. Michael Wagner Elektroakustik, Saverner Str. 11, 7710 Donaueschingen, Tel. 0 71/55 53.

**PROSIT 1**, EPROM-Simulator für 2716 bis 27512, Anschluß an PC-Printer-Port, komplett mit Anschlußkabeln und Software, ab 399 DM, Info: Udo Borschert, Computertechnik, Neubrunnstr. 14, 8722 Sennfeld, Tel. 0 97 21/6 03 48.

**ASTRA-ANLAGE**, 60 cm Offset, 16 Kanäle Stereoreceiver, FB, komplett: DM 949,-, Receiververbausätze ab DM 398,-, Konverter ab DM 290,-. Suche Geschäftspartner in der DDR! Dirk Beckesch Satellitentechnik \*, Nösnerland 28, 5276 Wiehl 3.

**DIGITALSPEICHEROSZI** 2x40MHz, 40MBs, 2x4k, CURSOR NP DM 14 000, VB DM 4200, 70MHz, 2 Kanal OSZI, VB 1300,-. TEL. 0 89/67 68 64.

**SPANNUNGSKOSTANTER WANDEL + GOLTERMANN TYP WS-10** (funktionsfähig) gesucht. Tel. 0 61 83/37 19.

**COMPUTERFANS!** Verkaufe Nixdorf-System 8870/164kB; Zentraleinheit; Magnetplattenstation; Nadeldr. 150Z/S; Bildschirmarbeitspl.; 7 Magnetplat. 2x5 MB wegen Umstellung. Voll funktionsfähig! Neupreis 71 200 DM, VHB 1600 DM. Chiffre: E90 05 02.

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. VE-Bausatzkatalog mit 150 Präzisionsbausätzen gegen 5,- DM in Bfm. DJ-Electronic, Abt. 5213, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg.

500 W Mosfet PA-Monoblock 2 St. à 500 DM, Spannungswandler 12 V - 220 V 1000 W 400 DM. G. Zenker, Eberlstraße 11, 8400 Regensburg.

**Textool-S-Hebefassungen** DIL 40 20,-, Mikrotaster (Vergol. 250 V > 2,5 A) 2,-. Uwe Fleischhauer, Gartenstr. 10, 7090 Ellwangen.

Spannungswandler SI-2001 12V- auf 220 V ~ 250 W Dauerleistung. Tel. 0 94 74/16 58. Verk. DM 250,-.

**LEITERPLATTENSERVICE!** Wir fertigen Leiterpl. nach Layoutvorlage. Preisliste von K&S-Elektronik, Postfach 11 75, 6907 Nußloch.

\*\*\* INTERESSANTE COMPUTERBAUSÄTZE \*\*\* Wir führen die hochwertigen Computer-Bausätze (passend f. alle IBM-kompatiblen PCs) der Marke **CART-ELECTRONIC** (s. Anzeige in ELRAD 12/89, S. 7 unten). Katalog ggn. DM 2,40 (incl. Rückporto) in Briefm. bei T.S. TRONIX (B. Thiel), Abt. E 52, Postfach 22 44, 3550 Marburg.

**HOCHWERTIGE WELT- UND SPEZIALEMPFÄNGER** \*\*\*\*\* ZU GÜNSTIGEN PREISEN!!! \*\*\*\*\*

Z.B. **Referenz-Weltempfänger SONY ICF-2001 D** (Exportversion 150 kHz - 30 MHz, 76 - 136 MHz) bei uns für nur DM 866,-; klassischer **Spitzen-Weltempfänger SR-16 HN** (Exportversion 150 kHz - 30 MHz) für DM 369,-; **Scanner von DM 259,- bis DM 2349,-** (Marken REALISTIC u. BEARCAT je m. 1 Jahr Garantie). Katalog ggn. DM 5,- in Briefm. T.S. TRONIX (B. Thiel), Abt. E 51, Postf. 22 44, 3550 Marburg.

**FREQUENZZÄHLER HP 5300/5302A** 50 MHz DM 350,-, **MESSENDER HP 620B 7-11 GHZ SONDERPREIS DM 500,-**, TEKTRONIX EINSCHUB 3T5 Programmable sweep 300,-, POLARAD SPECTRUM ANALYZER EINSCHUB-43MHZ, HF-MILLIVOLTMETER MV-828A MILLIVAC DM 342,-, FLUKE 760A METER CALIBRATOR, Weinschel, VM-3 Attenuator u. Signal Calibrator. **Tektronix OSCILLOGRAPHEN** ab DM 220,- z. B. Type 504, 317,-. Tel. 0 47 06/7 44.

**PLATINEN** => ilko \* Tel. 43 43 \* ab 3 Pf/cm<sup>2</sup> dpl. 9,5, Mühlenweg 20 \* 6589 BRÜCKEN.

**LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR** GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis.

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten - Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.

\*\*\*\*\* AN ALLE HIFI-PROFIS!!! \*\*\*\*\* Bei uns gibt's die aktive Subwoofer-Frequenzweiche **SUB-20** von ALBS (s. ELRAD 2/90, S. 83) für nur DM 417,- (Fertigerät)! Vers. per NN. Katalog KLANG & LICHT (s. ELRAD 2/90, S. 14) ggn. DM 5,- in Briefm. T.S. TRONIX (B. Thiel), Abt. E 5, Postf. 22 44, 3550 Marburg.

**KKSL** Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 0 61 52/3 96 15.

**Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertiggehäuse, Bausätze.** Umfangreicher Katalog gegen 10,- DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei). Händleranfragen erwünscht. Tänne acoustic, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10.

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter ++ ab 108,- DM + 3 Stck. + ab + 98,- DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,- DM + F.Generator ++ ab 412,- DM + P.Generator + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,- DM + Netzgeräte jede Preislage + Mefkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + Göbelstr. 54 ++ Telef. ++ 0 42 98/49 80.

**SMD-Bauteile** SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazine + Behälter. Akt. Liste anfordern: LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1.

**METALLSUCHGERÄTE** der absoluten Spitzenklasse im Selbstbau!! Elektron. Bausätze ab DM 129,- HD-SICHERHEITSTECHNIK, Postfach 30 02, 3160 Lehre 3, TELEFON 0 51 75/76 60.

**Bauberbesserung** bei jeder HiFi-Anlage möglich. Unser SOUND-PROCESSOR löst die meisten Tiefbaß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo- und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. Informationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt, Bödekerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/3 48 18 91.

41256: anfragen, EPROM's! 4164: 2,- DM, 4116 ab 0,40 DM, Computerbücher ab 1,- DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, IBM-kompatible, Commodore, Atari, usw. Spectrum-ROM-Buch 34,70 DM, ZX-81-Bausatz 99,- DM, ULAs! MS-DOS 3.1: 70,- DM, IBM-Text 4: ab 250,- DM, SCOUT: 278,- DM, 100 Usergroup-Disketten: 200,- DM. Katalog 9/89 gegen DM 5,- in Briefmarken. Decker & Computer, PF. 10 09 23, 7000 Stgt. 10.

**NEU** — Jetzt auch im Rhein-Siegkreis — **NEU** Bestärken und Löten von Elektronik-Bauteilen nach Schaltplan-Bestückungsdruck oder Muster. Bruno Schmidt, 5210 Troisdorf, Hauptstr. 172, Telefon: 0 22 41/40 11 93. Auch nach 17.00 Uhr.

++ + + + Platinenbestückung + + + + + Wir bestücken Ihre Platinen schnell und preiswert. Für Industrie und Hobby. Angebot anfordern bei -AS- Elektronik, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/60 12, Preise auf Anfrage.

Traumhafte Oszi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51.

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97.

Günstige generalüb.holte Meßgeräte. 0 95 45/75 23.

Superpreise für 50 Verschiedene ELV Geräte. Info anfordern bei Musical Electronic System, Postfach 45 18, 7200 Tuttlingen.

**MIKROPORT-Empfänger ges.** Breitband/ 3 Kanäle, auch alt o. defekt, z. B. Sennh. EM 1009/10/12 o. Bey er NE 75 o. ä. Tel. 04 21/70 29 47.

\*\*\*\*\* Elektroniker aufgepaßt! \*\*\*\*\* Wer hat Interesse Halbleiterdaten am PC zu Erfassen oder wer hat schon bestehende Datentabellen auf PC? Chiffre E90 05 01.

# AD-DA-PC-XT/AT

AD/DA-Slotkarte für PC-XT/AT mit 1 Eingang und 1 Ausgang zum Messen und Ausgeben von analogen Spannungen wie z.B. Tonsignale. AD-Wandelerate: 0 bis 500 kHz. DA-Wandelerate 0 bis 1 MHz. Per DIP-Schalter uni- und bipolare Spannungsbereiche einstellbar. Mit Anleitung zum sicheren Einbau und einfacher, genauer Beschreibung. + Beispielsoftware zum Einlesen/Ausgeben, Diskspeichern + graph. Darstellen von Kurven

**DM 149,-**

— wie oben, jedoch 8 AD-Kanäle, 1 DA-Kanal, Spannungsbereiche per Software, extern triggerbar

**DM 189,-**

— wie oben, jedoch 8 AD + 2 DA-Kanäle, Spannungsbereiche per Software, extern triggerbar

**DM 239,-**

Gratis-Informationen anfordern!

**Bitzer Digitaltechnik**  
Postfach 1133, 7060 Schorndorf  
Telefon: 0 71 81/6 27 48

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Der direkte Draht:

Tel.: (05 11) 5 47 47-0

Technische Anfragen:  
mittwochs 9.00 bis 12.30 Uhr  
und 13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax: (05 11) 53 52-129  
Telex: 923173 heise d



Fordern Sie das Heft  
**„Sensoren & Qualitätskontrolle“**

an.

Wir stellen aus:  
Hannover-Messe-Industrie  
Halle 13, Stand C35

— Wir stellen Ihnen  
Probegeräte zur Ver-  
fügung und beraten  
Sie gerne über ...

Berührungsloses Messen und Positionieren  
Anwendungen: Abstandsmessung, Dicken-  
messung, Schwingungsmessung, Durch-  
messermessung, Detektierung, Sortierung ...



**Thomatronik** 8200 Rosenheim  
Brückenstr. 1 · Tel. 08031/15005  
Tx 525814 · Telefax 08031/15980

## WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwerbeschrieben.

**Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4 W, 5%, Reihe E12, Typ 0207**  
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 10 Stück DM 16,45  
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 25 Stück DM 34,95  
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 100 Stück DM 92,75  
Packing à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 10 – 10MΩ)

**Metalwiderstands-Sortimente, 1/4 W**, Reihe E24, Typ 0207  
121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, à 10 Stück DM 47,95  
121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, à 25 Stück DM 114,00  
121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, à 100 Stück DM 342,00  
Packing à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7Ω – 4,3MΩ)

**Dioden 1N4148** ..... 100 St. DM 2,22 ..... 500 St. DM 9,99  
100 St. IC-Socket-Sortiment ..... DM 19,95  
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen ..... DM 29,95

N.N.-Versand ab DM 15,– (+P/V), Ausl. DM 200,– (+P/V)  
Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei,  
oder für DM 5,– (BfM.) anfordern. Aktuelle Infoliste gratis.

## LEHMANN-electronic

Inh.: Günter Lehmann

Tel./Btx: 06 21/89 67 80 ☎

Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

## Die Inserenten

Agster, Berlin	8	Fernschule Bremen	97	Pape Elektronik, Herne	55
albs-Alltronics, Ötisheim	99	Funlight-Lasersystems, Mössingen	46	Petersen, Hamburg	19
Altgelt Elektronik, Bendorf	46	Gerloff, Hamburg	95	POP, Erkrath	41
Andy's Funkladen, Bremen	31	Glunz, Bad Dürkheim	11, 17	Reichelt, Wilhelmshaven	14, 15
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	63	gn electronics, Weissach-Flacht	8	Reinhardt, Diessen-Obermühlhausen	11
Beifuß Elektronik, Frankfurt	63	Hahn-Electronic, München	99	ROHDE-Satellitentechnik, Emmendingen	97
Benkler-Elektronik, Neustadt/Weinstr.	99	Hamaphot, Monheim	17	Rohlederer, Nürnberg	8
Bitzer, Schorndorf	101	HAM RADIO, Friedrichshafen	95	Roman Electronic, Steinshardt	19
BKL Electronic, Lüdenscheid	93	hifisound, Münster	46	Salhöfer, Kulmbach	46
Bonito, Hermannsburg	18	Hoefler, Biberach	99	Simons, Bedburg	12, 31
Braun-BTV, Hannover	99	Hofmann, Lappersdorf	8	Sintron Europe, Baden-Baden	55
Brenner, Wittibreut	103	Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	48	Späth, Holzheim	97
BSE/USV-Technik, Heroldsbach	46	Isert, Eiterfeld	104	Spectra Computersysteme, Leinfelden	13
Burmeister, Rödinghausen	97	iSYSTEM, Dachau	49	Süssco, Hamburg	6
dD-Produkte-Vertrieb, Hockenheim	19	JBC, Offenbach	46	Tennert, Weinstadt-Endersbach	93
Diesselhorst, Minden	75	KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn	46	Thomatronik, Rüsselsheim	101
Doepfler, Gräfelfing	99	LEHMANN-electronic, Mannheim	101	Uniware, Hagenberg	2
DRAU Electronic, Villach	97	LSV, Hamburg	46	Voll-Elektronik, Haßfurt	31
DVS-Datentechnik, Germerring	8	Meyer, Baden-Baden	63	Walterrose, Hagen	77
Eggemann, Neuenkirchen 2	63	Mark-Tronik, Plettenberg	18	Zeck Music, Waldkirch	41
Electronic am Wall, Dortmund	99	MONARCH, Bremen	8		
Electronic Andersch, Fleckeby	46	MWC, Alfter	16		
Elektra-Verlag, Neubiberg	63	Network, Hagenburg	18		
elpro, Ober-Ramstadt	8				
Elzet, Aachen	7				
eMedia, Hannover	61, 75				
Experience Electronics, Herbrechtingen	99				

Einem Teil der Ausgabe liegt ein Beiheft der Firma Frech Verlag, Stuttgart bei.

## Impressum

### ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61  
Telefon: 0511/5352-0  
Telefax: 05 11/53 52-19

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und  
13.00–15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder  
Fax (0511) 5 47 47-33

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Doerr, Hartmut Rogge

Technik: Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner

Korrektur und Satz: Angelika Ballath, Hella Franke,

Martina Friedrich, Wolfgang Otto, Edith Tötsches

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.),

Ben Dietrich Berlin, Dirk Wollschläger

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7

Postfach 61 04 07

3000 Hannover 61

Telefon: 0511/53 52-0

Telefax: 05 11/53 52-1 29

Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Pia Ludwig

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990

Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Ruf (0 51 51) 2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (6S 58,-/sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis

DM 54,- + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 74,60 (Be-

zugspreis DM 50,- + Versandkosten DM 24,60); Studenten-  
abonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Ver-  
sandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM

65,40 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 24,60).  
(Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf  
Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise

GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304

(BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst  
für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ab-  
lauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekün-  
diggt wird, um ein weiteres Jahr.

Versand und Abonnementverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1–5, 3008 Garbsen,

Tel. 0 51 37/13 01 25

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann  
trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausge-  
ber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen  
und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und  
Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinheiten sind  
zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und  
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung  
des Herausgebers lässig. Die Zustimmung kann an  
Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungrecht des Ver-  
leges über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit  
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt  
der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentli-  
chung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne  
Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Waren-  
namen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung  
benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1990 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

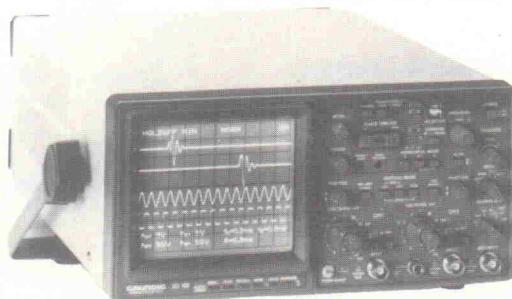
ISSN 0170-1827

## Digitale Speicheroszilloskope im Test

Bis vor wenigen Jahren waren die Anschaffungskriterien für Oszilloskope weitestgehend klar: Der oberen Grenzfrequenz, der maximalen Ablenkfrequenz, der maximalen Empfindlichkeit, der zweiten Zeitbasis und der Anzahl der Kanäle oder gar Strahlen stand der dafür zu zahlende Preis gegenüber.

Seit dem Vordringen der Digitalen Speicher-Oszilloskope in die Preisklasse unter 10 000 D-Mark geraten die alten Wertvorstellungen ins Wanken.

Worauf es ankommt, welche Features man für eine bestimmte Meßaufgabe benötigt und welche DSOs was leisten, darüber mehr im nächsten Heft.



## 20-Kanal-Audio-Analyzer

Seit vielen Jahren gibt es auf dem Markt nur zwei Sorten von Analyzern: hochpräzise 30-Band-Meßinstrumente für 6000 D-Mark und mehr; oder eher fragwürdige 10-Band-Lichtorgeln in HiFi-Equalizern. Der Bedarf an einem preiswerten Analyzer steht außer Frage, denn für die ständig anwachsende Homerecording-Szene hält der Markt kein brauchbares Meßinstrument bereit. Das Motto dieses Projekts lautet deswegen, mit möglichst wenig Aufwand einen Halboktaev-Analyzer aufzubauen, der bei der täglichen Arbeit im Studio als sehr gutes und bald unentbehrliches Werkzeug eingesetzt werden kann.



## Rechnet und wandelt

Der AD 7845 ist ein in vier Quadranten multiplizierender 12-Bit D/A-Wandler, der zudem seinen Ausgangsverstärker gleich on-chip hat. 'Schaltungstechnik aktuell' bringt zu diesem brandneuen Baustein viele interessante Applikationen mit Schnittstellen für alle gängigen Prozessortypen.

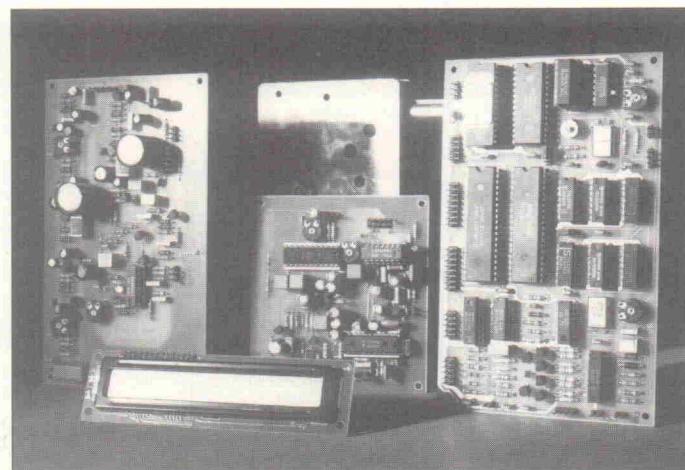
## PC-Interface für Sharp PC 1350/60

Der PC: Jede Menge Massenspeicher, aber etwas unhandlich beim Transport. Der Taschenrechner: Sehr angenehm zu tragen, leider nur begrenzter Programmspeicher.

Was spricht dagegen, die Vorteile eines jeden miteinander zu verbinden? Nichts. Deshalb gibt es in der nächsten Ausgabe eine Interface-Baugruppe und PC-Software für den Dialog PC/Sharp-PC 1350/60.

## Komfortabler TV-Tuner

Die einen sind Besitzer einer alten Farb-Glotze, die nach wie vor beste Bildqualität liefert, aber weder kabeltauglich ist noch stereophone oder Zweitton-Sendungen als solche erkennt und dementsprechend verarbeitet. Die anderen besitzen zwar einen Computer mit hervorragendem Farb-Monitor und eine HiFi-Anlage, möchten aber ihre Wohnung nicht mit weiteren Bildschirmen belasten. An beide Gruppen – und natürlich alle anderen Leser auch – wendet sich das Projekt.



## Telefon bald vom Kaffeeröster?

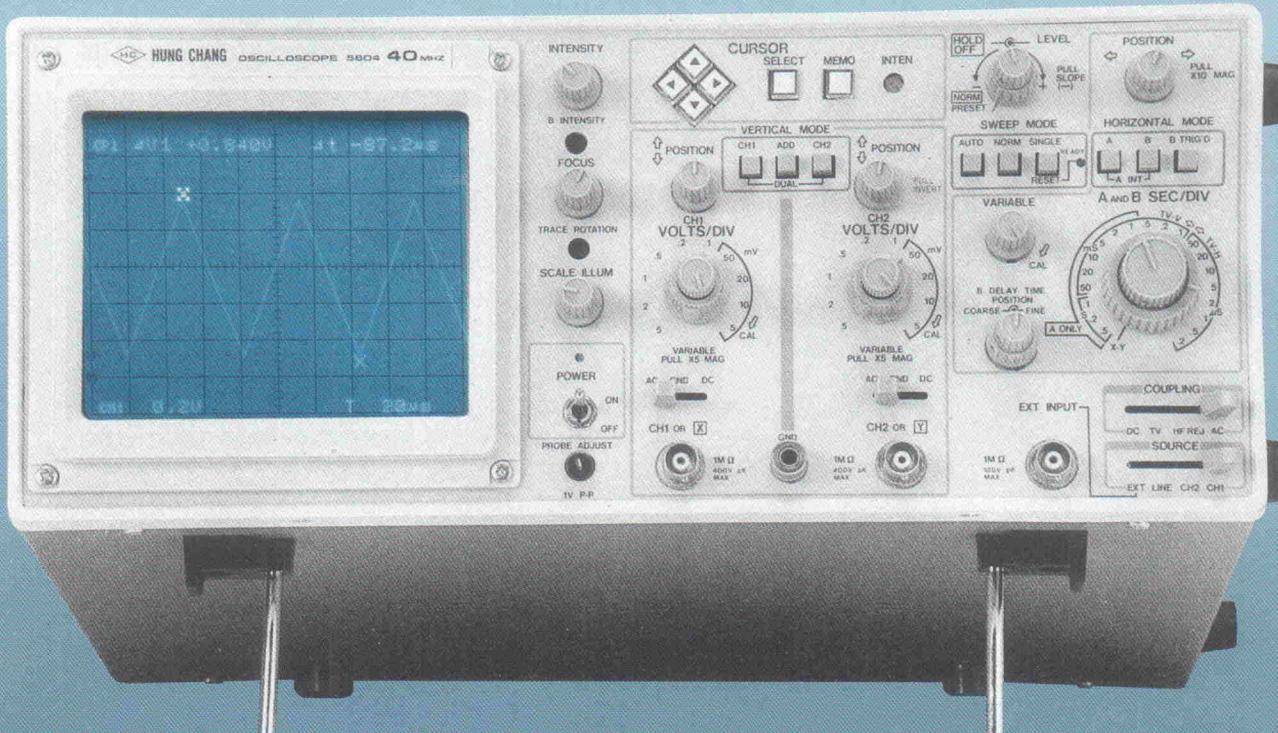
Bald bröckelt ein kleines Stückchen Post-Monopol! Was bei Fax-Geräten, Funk-Telefonen, Modems und Anrufbeantwortern – jeweils legalen, versteht sich – bislang schon immer galt, gilt ab 1. Juli auch für den normalen Telefonapparat: Die Post legt die Leitung bis zur Anschlußdose (oder läßt sie im Auftrag legen), der Kunde kauft sich den Apparat selbst und stöpselt den Stecker in die TAE, wie die Post mit der ihr ureigensten Umständlichkeit jene neuen Steckerverbindungen nennt: Telekommunikations-Anschließungs-Einheit!

Selbstverständlich kann der Telefonkunde sein Endgerät auch nach wie vor bei der Post mieten. Welches Verfahren sich besser rechnet, hängt dabei ganz von den Ansprüchen ab. Wer sich mit einem Karo-Einfach-Modell begnügt, ist als Mieter gut bedient, denn das bekannte, schnickschnackfreie Post-Standardmodell ist ja bereits in der ohnehin zu zahlenden Grundgebühr enthalten.

Wer mehr will – Wahlwiederholung, Speichertasten, Freisprecheinrichtung beispielsweise –, der sollte rechnen. 10 Mark Aufpreis zur Grundgebühr ergeben bereits 120 Mark Jahresmiete. Dafür gibt es bereits die formschönsten Apparate im Handel, die so ziemlich mit allem Komfort ausgestattet sind – nur nicht mit einer FTZ-Nummer. Zugelassene Telefone sind derzeit noch etwas teurer, doch ein Preisverfall ist auch hier zu erwarten, wenn Tschibo und Eduscho auch diesen Markt entdecken.

# Neue OSZILLOGRAPHEN von HUNG CHANG für jeden Geldbeutel

Z. B. unser Modell L202. Für ganze 870,— DM erhält man ein Gerät im robusten Metallgehäuse mit eleganter, übersichtlicher Frontplattenauslegung. Der Innenaufbau entspricht der neuesten Technik. So sorgt eine Auto-Trigger-Betriebsart für automatische und sichere Darstellung des Signals, ohne daß man erst an den Einstellungen herumdrehen muß. Eine Handeinstellung ist natürlich auch möglich. Damit komplexere Signale, wie z. B. das Video-Signal bei Fernsehgeräten, problemlos und stabil am Bildschirm dargestellt werden können, weist auch schon unser preiswertestes Gerät L202 eine vielseitige Triggersynchronisierung auf (AC, HF Rej, TV +/−). Bei TV wird die Auswahl, ob TV-H (Zeile) oder TV-V (Frame), automatisch durch die Zeitbasis ausgewählt. Eine Z-Achsen-Intensitätsmodulation ist über rückseitige BNC-Buchsen möglich. Wollen Sie zusätzlich die Einblendung der Kanalparameter, 2 abspeicherbare Cursor, Cursorwerte und deren Umrechnung von z. B.  $t$  in  $1/t = F$  usw., so ist unser Modell 5602 oder 5604 für Sie das ideale Gerät. Auch ein Analogausgang von Kanal 1 wurde nicht vergessen. Durch die zweite Zeitbasis lassen sich Signalausschnitte gedehnt darstellen und variabel über den Bildschirm verschieben und analysieren. Daß alle unsere Geräte X-Y-Betrieb haben und einen Tastkopfkalibrator besitzen, ist selbstverständlich.



## Technische Daten

Modell	L202	5602	5604	5506
Vertikalbandbreite	DC-20 MHz	DC-20 MHz	DC-40 MHz	DC-60 MHz
Kanalzahl	2	2	2	3
Empfindlichkeit	5 mV-20 V/cm unk. max 1 mV	5 mV-5 V/cm $\times 5$ 1 mV	5 mV-5 V/cm $\times 5$ 1 mV	5 mV-5 V/cm $\times 5$ 1 mV
Kanal/Betriebsarten	1,2, ADD, DUAL, CHOP/ALT, X-Y, Bauteiletest	A	A, A INT, B, B TRIG'D	1,2,3, ADD, CHOP/ALT, X-Y
Zeitbasen	A	A		
Zeitbasis A/cm	0,2 $\mu$ s - 0,5 s	20 ns - 0,1 s	0,2 $\mu$ s - 0,5 s	50 ns - 0,5 s
Magnifier	40 ns - 0,1 s	—	20 ns - 50 ms	5 ns - 50 ms
Zeitbasis B/cm	—	—	0,2 $\mu$ s - 50 ms	0,05 $\mu$ s - 50 ms
Magnifier	—	—		x 10 Magnifier
Verzögerung	nein	ja	ja	ja
CRT-Read-Out	nein	ja	ja	nein
Cursor-Messung	nein	$\Delta V$ , $\Delta t$ , $\frac{1}{t} = F$ , $\Delta \%$ u. $\Delta$ Phase	nein	
Gleichz. Darstellungen	2	2	2	8
Kalibrator	ja	ja	ja	ja
PREIS/DM	870,00	1295,00	1699,00	1799,00

## BRENNER Elektronik & Meßgerätevertrieb

8348 Wittibreut, Kerneigenstraße 1, Telefon 0 85 74/2 95, Fax 0 85 74/8 52

### isel-Eeprom-UV-Löschergerät 1 . . . . . DM 89.-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löscheschlitze, L 150 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löscherlampe, 4 W, Löszeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschen von max. 5 Eproms



### isel-Eeprom-UV-Löscherger. 2 (o. Abb.) . . . . . DM 248.-

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löscheschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löscherlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschen von max. 48 Eproms

### isel-Flux- und Trocknungsanlage . . . . . DM 396.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumfutter, Flüssigkeitsaufnahme 400 ccm
- Schaumwelleinlage stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Flugwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



### isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45.-

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

### isel-Verzinnungs- und Lötanlage . . . . . DM 340.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 280 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, teflonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeilenthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

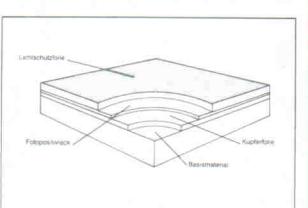


### isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln . . . DM 45.-

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

### isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanzt- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Pertinax 100 x 160 DM 1.55 Pertinax 200 x 300 DM 5.80

Pertinax 160 x 233 DM 3.60 Pertinax 300 x 400 DM 11.65

Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyd 100 x 160 DM 2.95 Epoxyd 200 x 300 DM 11.20

Epoxyd 160 x 233 DM 6.90 Epoxyd 300 x 400 DM 22.30

Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyd 100 x 160 DM 3.55 Epoxyd 200 x 300 DM 13.30

Epoxyd 160 x 233 DM 8.25 Epoxyd 300 x 400 DM 26.55

10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

### isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- |  |          |
|--|----------|
| 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert         | DM 27.80 |
| 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert         | DM 36.80 |
| 19-Zoll-Rahmen, 8 HE, eloxiert         | DM 48.80 |
| 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 48.80 |
| 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert        | DM 62.-  |
| 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert        | DM 62.-  |



### Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- |   |         |
|---|---------|
| 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, silbergrau      | DM 1.-  |
| 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert        | DM 1.65 |
| 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert        | DM 2.79 |
| Führungschiene (Karrenträger)             | DM .55  |
| Frontplattenschlüsselverschluß, mit Griff | DM .85  |
| Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung     | DM .70  |
| ABS-Gerätigriff, Ra 88 mm, anthrazit      | DM 1.12 |
| ABS-Gerätigriff, Ra 88 mm, silbergrau     | DM 1.45 |

### isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profil, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüßen



### isel-Euro-Gehäuse 1 . . . . . DM 11.20

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

### isel-Euro-Gehäuse 1 . . . . . DM 12.50

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 12.50

L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 14.50

L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

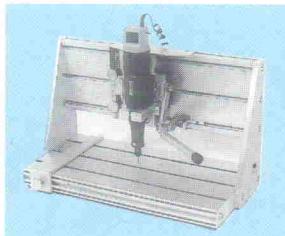
### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 . . . . . DM 56.80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung mit 8 verstellbaren Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 . . . . . DM 99.80

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung mit 12 verstellbaren Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

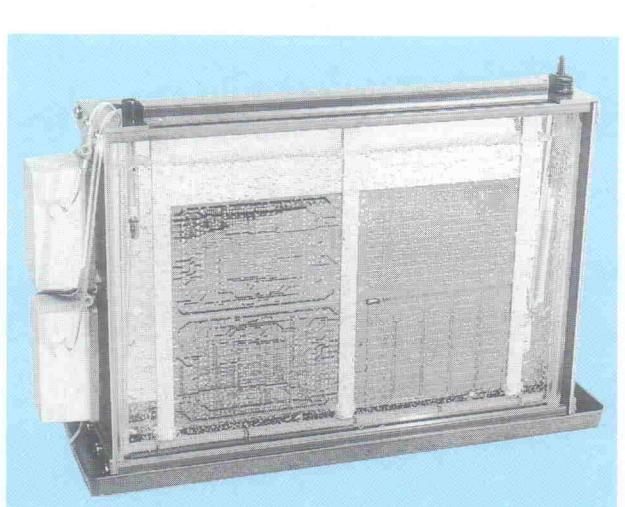


# isert-electronic

### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

**DM 180.-**

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen



### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

**DM 225.-**

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

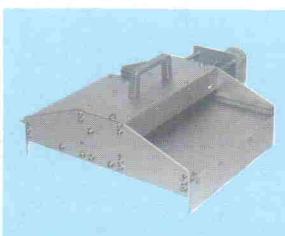


**„Isert“-electronic, Hugo Isert  
6419 Eiterfeld, (0 66 72) 7031, Telex 493150  
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,- DM**



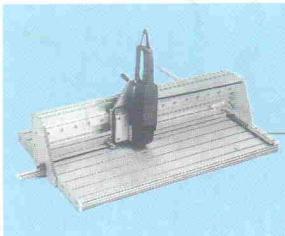
### isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage . . . . . DM 498.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinn-Auftragswalze, Ø 40, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsrate max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



### isel-Präzisions-Handtrennsäge . . . . . DM 980.-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch: 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm, mit isel-Spurführungen
- Serienanschlag mit Skala, mit verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Basisplatte, verstellbar, mit Spurführungen
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10.000 U/min
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunstoff bis 8 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt



### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung . . . . . DM 1138.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe 5 L/MIN., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchtschlitten, 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteneinstellung 0-90 Sek. und -15 Min.



### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung . . . . . DM 898.-

für einseitige Belichtung . . . . . DM 898.-

Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm . . . . . DM 340.-  
Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm . . . . . DM 112.-