

# ELRAD

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50  
bfr 182,- · hfl 8,50  
FF 25,-

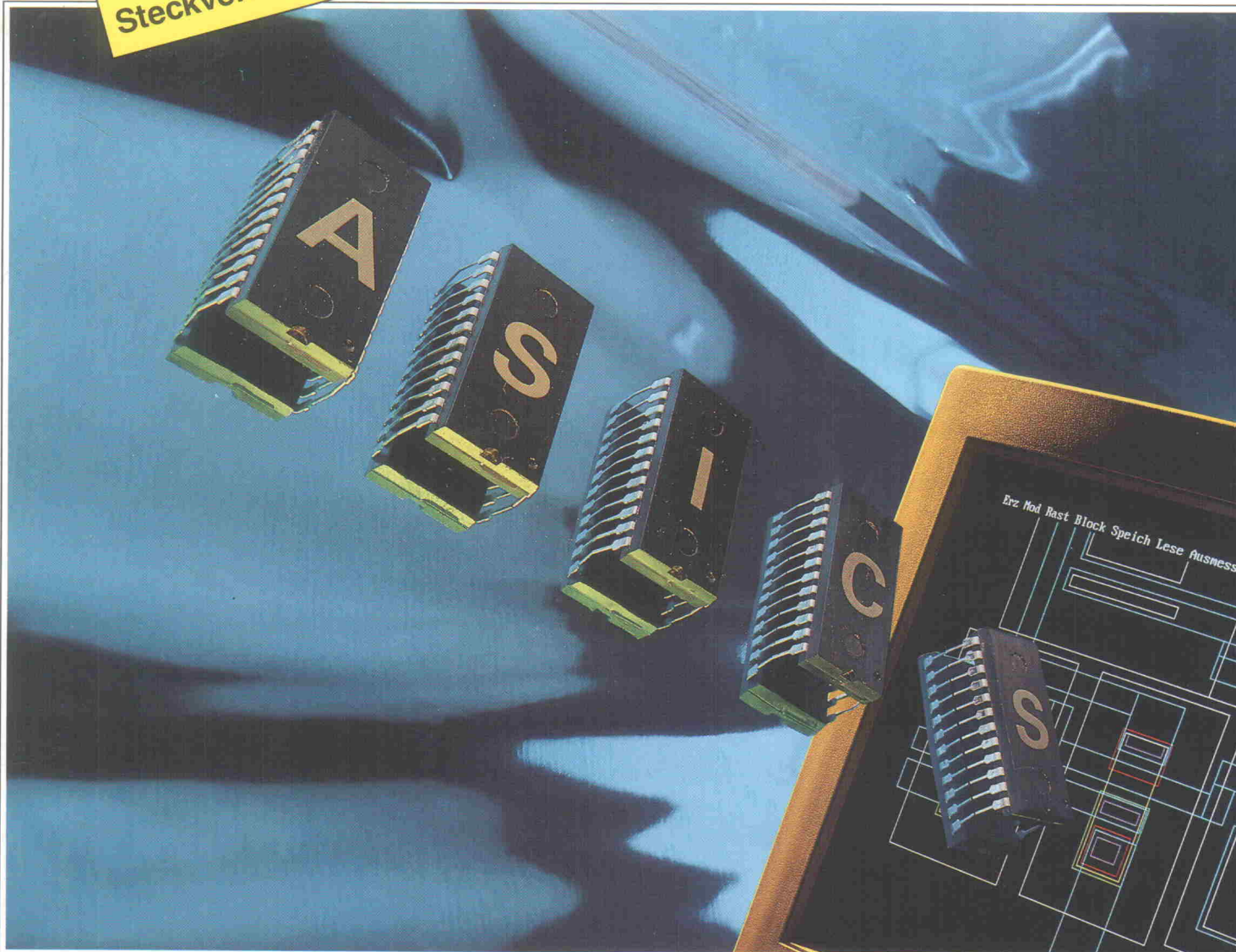
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Markt:

Poster  
Steckverbinder

+ der  
elektroniker

7/92



Test:  
Meßtechnik: 7 1/2-Stellen-DMM  
Keithley 2001

Projekte:  
19-Zoll-Atari: 14 MB Speicherkarte  
Software: Netzwerkanalyse in Pascal  
Controller 92: MultiLog (2)

Entwicklung:  
Schaltungstechnik:  
Schrittmotortreiber TCA 3727  
Laborblätter: Laserdioden

Messeberichte:  
SMT/ASIC/Hybrid '92  
CAT '92

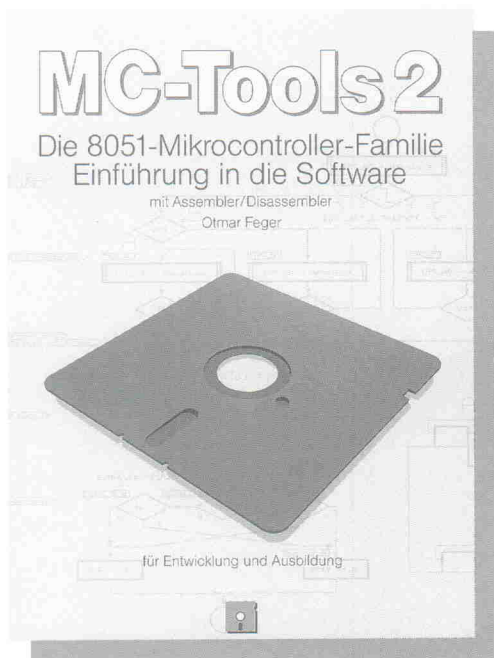
Markt:

ASIC-Entwicklung  
am PC

# ASM51 Makro-Assembler für die 8051-Mikrocontroller-Familie

## SIMULA51 Simulator für den 8051 und 80515

für Entwicklung und Ausbildung



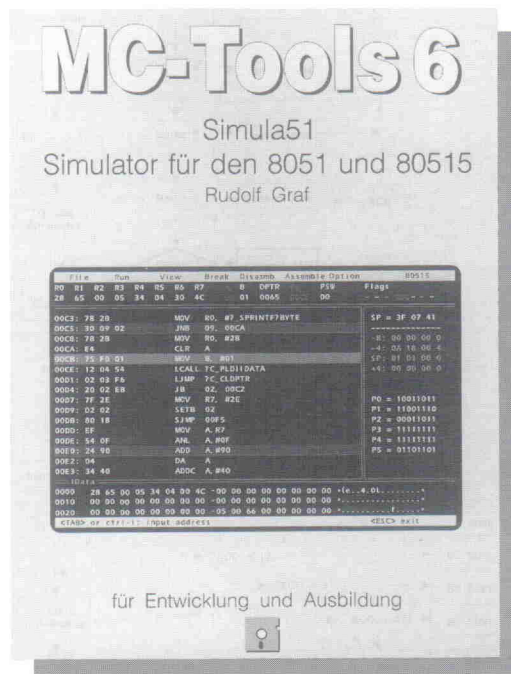
351 Seiten mit Assembler, Linker und Disassembler für den PC XT/AT  
DM 148,- ISBN 3-928434-05-5

Zu beziehen durch den Buchhandel

**ELEKTRONIK  
LADEN**

Mikrocomputer GmbH

W.-Mellies-Straße 88  
4930 Detmold  
Tel. 0 52 23/81 71  
Fax 0 52 32/8 61 97



198 Seiten mit Simulator und Disassembler für den PC XT/AT  
DM 148,- ISBN 3-928434-09-8

In der Schweiz durch

INFORMATIK  
**REDACOM AG**

Meßtechnik

Gurzzelenstrasse 6  
CH-2502 Biel/Bienne  
Tel. 032 410 111  
Fax 032 42 49 49

BERLIN 0 30/7 84 40 55  
HAMBURG 0 41 54/28 28  
BRAUNSCHWEIG 05 31/7 92 31  
MÜNSTER 02 51/79 51 25  
AACHEN 02 41/87 54 09  
FRANKFURT 0 69/5 97 65 87  
MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20  
LEIPZIG 09 41/28 35 48  
SCHWEIZ 0 64/71 69 44  
ÖSTERREICH 02 22/2 50 21 27

oder durch den Verlag

Feger + Co  
Hardware + Software Verlags OHG  
Herzog-Wilhelm-Str. 11  
Dw-8220 Traunstein  
Tel. 0861-15218  
Fax 0861-15326

Fordern Sie bitte Unterlagen über unsere PC-Tools-Reihe, PC-ADDIN-Karten mit dem 535-PC-Emulator



# ASIC-Markt Europa

Ständig steigende Integrationsdichten einerseits und anwendungsspezifische Bausteine andererseits garantieren immer schnellere, leistungsfähigere strom- und platzsparende Applikationen, die zudem auch immer kostengünstiger produziert werden; wie in der gesamten Halbleiterindustrie rechnet man auch bei ASICs alle drei Jahre mit einer Verdopplung der Integrationsdichte.

Heute sind diese hochintegrierten Spezialbausteine nicht mehr ausschließlich den Elektronik-Multis vorbehalten, auch Mittelständler und selbst Kleinbetriebe können – will man den Werbeaussagen von Herstellern der ASIC-Hard- und -Software Glauben schenken – in den Genuß 'ihrer' anwendungsspezifischen Bausteine kommen.

Wie Jens Uwe Fuhrmann, Leiter der Fachgruppe Productronic des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.) anlässlich der SMT/ASIC/Hybrid '92 äußerte, wird sich der ASIC-Markt bis zur Jahrtausendwende wenigstens verfünffachen, nur ist die Akzeptanz für den Einsatz dieser Alleskönner in Europa derzeit zu niedrig, um der entsprechenden Industrie bis dahin ein Überleben garantieren zu können.

Das hieraus entwickelte Szenario entspricht der derzeit populären Furcht vor dem Niedergang der europäischen Halbleiterindustrie, gefolgt von der Abhängigkeit der gesamten Wirtschaft von japanischen Produzenten und der sich anschließenden allgemeinen Konkurrenz-Unfähigkeit. Speziell Bauteile, deren Verifikation und Einsatz kurze Reaktionszyklen erfordern, werden schon von der erstgenannten Stufe lebensgefährlich getroffen.

Es bleibt also zu fragen, warum sich dieses laut Expertenmeinung so wichtige Marktsegment hierzulande derart unbefriedigend entwickelt. Zum einen reizen die für die Entwicklung von ASICs notwendigen Vorlaufzeiten und -Kosten Einsteiger nicht sonderlich, zumal schon eine Abschätzung dieser Faktoren von Kleinbetrieben kaum zu leisten ist, von der Freistellung von Technikern für kostspielige Schulungen ganz zu schweigen.

Als ein weiterer Grund können sicher die für Außenstehende wie Anfänger nicht gerade leicht zu durchschauenden Produktwerbungen selbst genannt werden: Während sich Zulieferer mit Superlativen überbieten, fehlt doch offensichtlich ein breites Bewußtsein über die Möglichkeiten, die ASICs dem Entwickler bieten, ebenso wie eine Vertrautheit mit den dazu notwendigen Arbeitsschritten und Werkzeugen.

Detlef Stahl

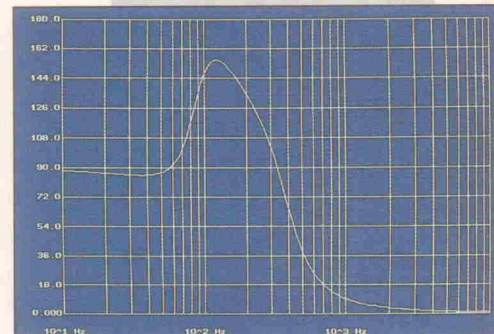
Detlef Stahl



## Projekt

### Bode meets PC

Beim Design von Filterschaltungen ist die Ermittlung des Frequenzganges normalerweise mit recht auf-



wendigen Meßaufbauten und einigen Korrekturen per Löt-kolben verbunden. Wer dies vermeiden möchte, dem bleibt als Alternative nur die höhere Mathematik. Ein Beispielprogramm zur Frequenzganganalyse linearer Netzwerke zeigt, daß solche 'komplexen' Probleme auch mit dem allgegenwärtigen DOS-PC und selbsterstellter Software zu lösen sind.

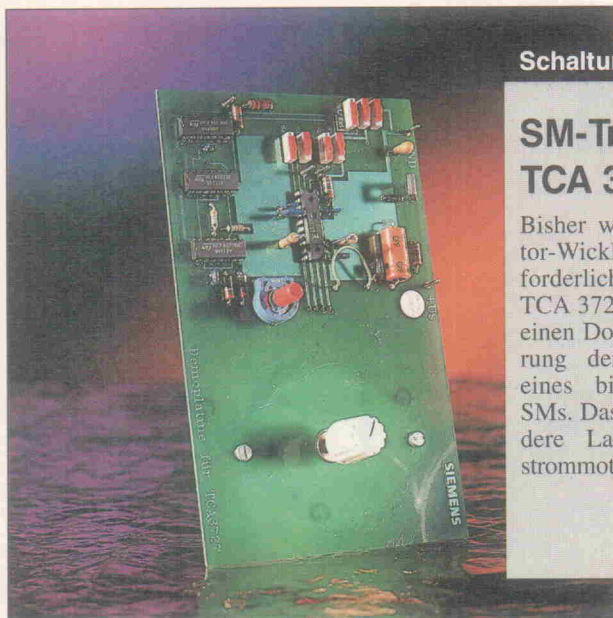
**Seite 60**

## Schaltungstechnik aktuell

### SM-Treiber TCA 3727

Bisher war für jede Schrittmotor-Wicklung ein Treiber-IC erforderlich. Bei dem neuen TCA 3727 handelt es sich um einen Doppel-Treiber zur Steuerung der beiden Wicklungen eines bipolaren zweiphasigen SMs. Das IC kann aber auch andere Lasten treiben: Gleichstrommotoren, Magnetschalter ...

**Seite 34**

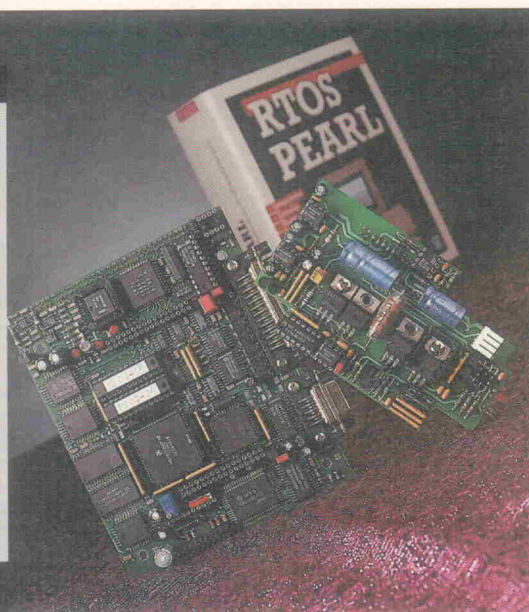


## Projekt

### MultiLog (2)

Ein Multimeter zeichnet sich durch viele Meßfunktionen aus, ein Datenlogger ist darauf spezialisiert, die Werte mehrerer Meßkanäle aufzunehmen und zu speichern. MultiLog vereint beide Eigenschaften zuzüglich diverser Schnittstellen, Tastatur- und LC-Displaytreiber auf einer Platine und ist dank des echtzeitfähigen Multitasking-Betriebssystems RTOS-UH leicht zu programmieren.

**Seite 69**

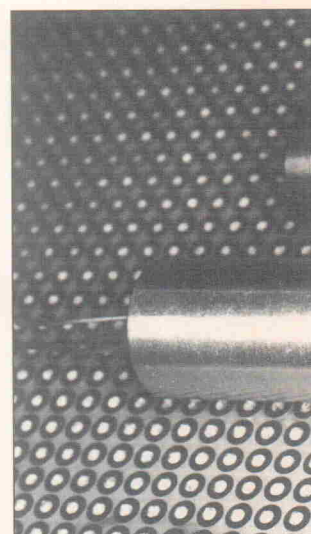
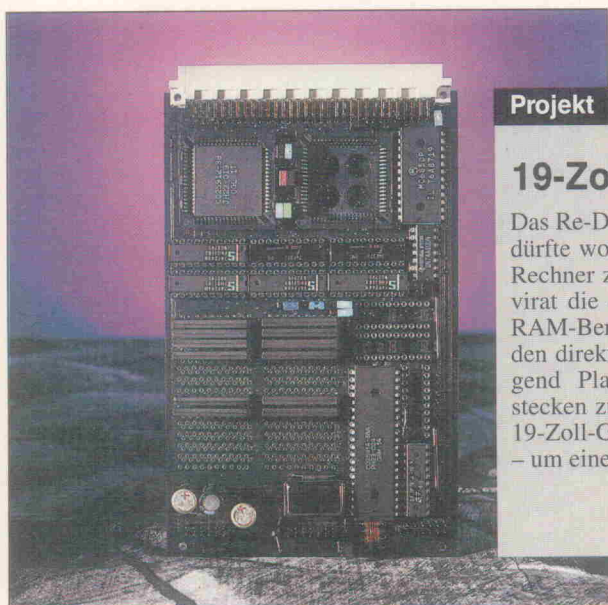


## Projekt

### 19-Zoll-Atari (2)

Das Re-Design eines Mega ST auf drei Europakarten allein dürfte wohl kaum einen Atari-User dazu bewegen, seinen Rechner zu verbannen. Sprengt jedoch ein solches Triumvirat die 4-MByte-Grenze des Originals und frisiert den RAM-Bereich auf 14 MByte On Board, bietet es zusätzlich den direkten Anschluß von HD-Laufwerken und ist genügend Platz, um mehrere Betriebssysteme gleichzeitig stecken zu können, dann handelt es sich – verpackt in ein 19-Zoll-Gehäuse und versehen mit einem soliden Netzteil – um eine echte Alternative für so manchen Laborrechner.

**Seite 26**





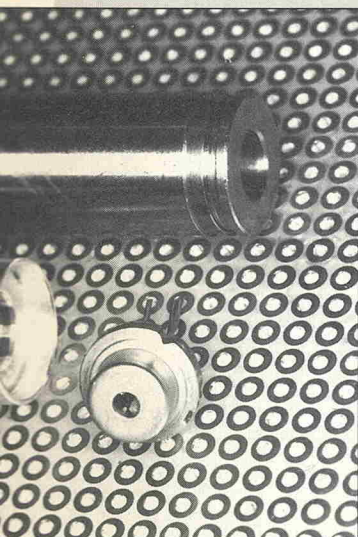
## Steckverbinder

Der Steckverbinder-Markt zeichnet sich durch eine überaus breite Anbieter- und Produktpalette aus. Als Orientierungshilfe enthält die vorliegende Elrad-Ausgabe eine tabellarische Marktübersicht über die Anbieter von Steckverbindern für den Elektronikbereich. Das Poster listet über 100 Hersteller und Distributoren sowie die von ihnen angebotenen Steckverbindergruppen auf, zudem enthält es die wichtigsten Daten für eine schnelle Kontaktaufnahme. Denn – wie im richtigen Leben – kommt es auch hier auf die richtige Connection an ...

### Die Elrad-Laborblätter

## Laserdioden

... vereinen die Vorteile aller Laserstrahler mit denen von Leuchtdioden: während sie mit den Erstgenannten die Merkmale der Abgabe eines schmalbandigen Spektrums sowie eines polarisierten und kohärenten Lichtes gemein haben, läßt sich ihre Aus-



gangsleistung – wie die der LEDs – äußerst einfach modulieren. Geeignete Treiber und Modulatoren sind Thema dieser neuen Laborblätter.

**Seite 55**

### Titel



## ASIC-Entwicklung auf PCs

Wer aus technologischen oder finanziellen Gründen sein eigenes ASIC benötigt, sieht sich mit vielen Qualen konfrontiert: Soll man sein IC tatsächlich selbst entwickeln, oder überträgt man diese Arbeit besser einem renommierten Systemhaus? Kann man im ersten Fall diese auf dem betriebseigenen, bestausgerüsteten PC durchführen, oder ist die Anschaffung einer Workstation mit einzukalkulieren? Beschreibungen vom Arbeiten mit fünf 'Custom-IC-Designern', die allesamt 'nur' einen PC benötigen, finden Sie in diesem Heft.

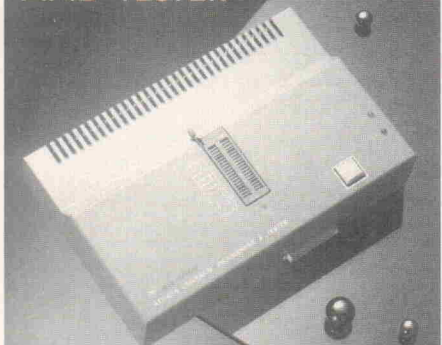
**Seite 20**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>aktuell</b>	
Steckverbinder	7
Meßtechnik	10
PC-Meßtechnik	12
Messenachbericht: SMT/ASIC/Hybrid '92	13
Messenachbericht: CAT '92	18
<b>Markt</b>	
ASIC-Entwicklung auf PCs	20
<b>Test</b>	
PreView: DMM Keithley 2001	8
<b>Entwicklung</b>	
Schaltungstechnik aktuell: SM-Treiber TCA 3727	34
Die Elrad-Laborblätter: Laserdioden (1)	55
<b>Projekt</b>	
19-Zoll-Atari (2)	26
Filterberechnung: Bode meets PC	60
68000-Controller: MultiLog (2)	69
<b>Grundlagen</b>	
Regelungstechnik (7)	42
Programmierung: Signalverarbeitung in C (12)	46
Mathematik: Unbestimmte Integrale	74
<b>Rubriken</b>	
Editorial	3
Arbeit & Ausbildung	40
Die Inserenten	85
Impressum	85
Dies & Das	86
Vorschau	86
	5



PC-BASED VERSION

**ALL-03A**  
**UNIVERSAL**  
**PROGRAMMER**  
**AND TESTER**

messcomp Datentechnik GmbH  
Lärchenstr. 2 8094 Edling  
Tel: 08071/40091 Fax: 08071/3498

**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.

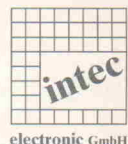
320 W sin/4 Ohm; K  $\leq 0,002\%$ , TIM nicht meßbar.  
0—180 000 Hz, Stewrate  $\geq 580$  V/ $\mu$ s, DC-Offset 20  $\mu$ V,  
Dämpfungsfaktor  $> 800$

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM259,—****gn electronics**

Inh. Georg Nollert, Scheibßer Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 071 52/55 50, Telefax 071 52/55 50

Vom Entwickler und Hersteller  
des Basic-EMUF, Z80-mini-EMUF,  
PC-EMUF, IMM5xx:

**NEU ...**  
**IMM552LC**

- CPU 80C552 gesockelt mit 8-Kanal AD-Wandler 10 Bit
- max. 64 KB EPROM (DIL28)
- 32 KB RAM (DIL28)
- 128 Byte EEPROM
- steckerkompatibel zu IMM552
- großes Lochrasterfeld (Europakarte)
- inkl. Dokumentation + BASIC auf Diskette

**BS 1:** Leerplatine, CPU, Dokumentation  
und BASIC auf Diskette **DM 85,50**

**BS 2:** wie Bausatz 1, jedoch inkl. aller ICs **DM 142,50**

**FP 1:** komplett aufgebaut und getestet, BASIC **DM 188,10**

**FP 2:** Fertigmodul, 61mm x 91mm,  
komplett aufgebaut und getestet, BASIC **DM 188,10**

(Alle Preise inkl. Mwst., zuzüglich Porto und Verpackung.)

intec electronic GmbH, Rheingrafenstraße 37  
6501 Wörrstadt, Tel. 06732/5029 Fax. 06732/61496  
Geschäftsführer: Thomas Schlenger-Klink

**Pay-TV-Decoder**

Schaltverstärker zur Darstellung  
von Astra 1a **PAY-TV** Programmen

**Ab sofort Geräte der zweiten Generation**  
**mit automatischer Code-Erkennung**

Zukunftssicher durch programmierbare Logik

★ Updateservice durch eigene Entwicklung

★ kontrastreiches Bild, naturgetreue Farben

★ Mikroprozessor gesteuert bzw. Module für C-64

★ Zustandsanzeige

**Lieferbar als Bausatz oder anschlussfertig**

Bausatz für C-64 **ab 178,—**

Bausatz TCD-4 **288,—**

Händleranfragen erwünscht.

Fordern Sie unsere Info an.

**Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung**

Wiesenweg 45 Tel. 0 50 53-6 62

3105 Müden/Örtze Fax: 0 50 53-6 59

Der Betrieb von Decodern ist nicht in jedem  
europäischen Land gestattet.

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Ehrensache, ...**

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus  
inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für  
Sie **fotokopieren**.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder**  
**Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich  
wie lang er ist, kostet **DM 5,—**. Legen Sie der  
Bestellung den Betrag bitte **nur in Brief-**  
**marken** bei — das spart die Kosten für Zahl-  
schein oder Nachnahme.

**Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.**

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:

11/77 bis 6/91, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.



**Verlag Heinz Heise**  
**GmbH & Co KG**  
**Helstorfer Straße 7**  
**3000 Hannover 61**



**NCI** - amerikanischer Hersteller des  
48-Kanal-Logikanalysators bis 50 MHz  
als PC-Einschubkarte. Ausgereifte  
Triggerlogik über 16 Ebenen. 4 KByte  
tiefe Trace- und Referenzspeicher. Sämt-  
liche Setups und Daten abspeicherbar.  
Über 15 verschiedene Disassembler-Pods  
verfügbar. Treiber-SW unter DOS oder  
als MS-WINDOWS-Applikation!  
Bitte Info anfordern!

PA480 (48 Kanäle bis 25 MHz) **DM 4.041,30**

PA485 (48 Kanäle bis 50 MHz) **DM 4.622,70**

Alle Preise zuzügl. Porto+Verpackung

**gsh - Systemtechnik**  
**Software & Hardware**

Postf. 600 511 D-8000 München 60  
Tel: (089) 834 3047 Fax: 834 0448

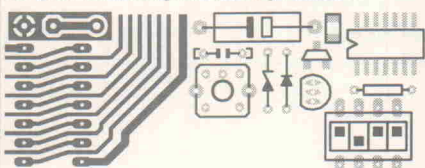


**Sie kleben Ihre Platinen von Hand?**

Klebeband, Rubbelsymbole, Skalpell? Was tun Sie bei kleinen  
Schaltungsänderungen? Sie denken computerunterstützter  
Platinenentwurf muß wenigstens DM 1000,- kosten? Und alles  
wäre in Englisch und so kompliziert?

Dann sollten Sie unser Platinen-CAD Programm "RULE" für  
Ihren PC kennenlernen! **Rufen Sie uns gleich an oder**  
**schreiben Sie uns!** Wir zeigen Ihnen gerne wie Sie ab  
DM 129,- von RULE erwarten können:

Zeit- und Geldersparnis, ideal für schnelle Prototypen, ideal  
auch in der Ausbildung, praxisorientiertes zeitgemäßes Arbeiten,  
über 2000x verkauft, oft getestet und für gut befunden!

**ING. BÜRO FRIEDRICH**

H. Friedrich, Dipl. Wirtsch. Ing. (TH),  
Sudetenstraße 14, D-6405 Eichenzell  
Tel.+Fax: **0 66 59 / 22 49**

**PC-Einsteck-Karten**

(Auszug)

**sehr schnelle 8-Bit-Karten (2 $\mu$ s-AD, 1 $\mu$ s-DA-Umsetzzeit):**

1 Ein-/1 Ausg., 4 Spannungsbereiche (uni/bipol.) **DM 169,—**

8 Ein-/1 Ausg., 4 Bereiche software-umschaltbar **DM 209,—**

8 Ein-/2 Ausg., 2\*4 Bereiche, extern triggerbar **DM 279,—**

8 Ein-/2 Ausg., wie vor, jedoch zusätzlich 24 dig. I/O-

Leitungen + 4 Wechsler-Relais (2 A) **DM 389,—**

12 Bit-Karte/9us 1 Eing. +/- 3V, (0...5V<sub>A</sub>), extern

triggerbar, 5 digitale Eingänge **DM 289,—**

digitale 24-Bit-I/O-Karte, schnell, hoher Strom, alle An-

schlüsse über 1 Sub-D-Verbinder, 5 V-Ausg. **DM 119,—**

**Industriekarten aus der PCLab-Serie**

von 8 AD-Eing. (12 Bit/25 $\mu$ s)/1 DA-Ausg. + 16 digitale

Ein- + 16 dig. Ausg. bis 16-kanalige differenzielle

100kHz 14-Bit-Systeme mit Quarztimer, digitalen Ein-/

Ausgängen, DMA-/Interruptfähig, uni-/bipolaren Span-

nungsbereichen etc.

Große dig. I/O-Karten, Relais-/Optokarten, Vorschalt-

Instrumentenverstärker, DA-Karten, IEEE-488-Karten,

Universal-Programmiergeräte, Logic Analyzer,

Entwicklungskarten, IndustriePC und Zubehör, RAM-

ROM-Disk-Karten und vieles mehr.

**Videodigitalisierer, sw+R-G-B DM 498,—**

**Temperatursensor f. GAME-Port DM 149,—**

**PC-Atomuhr DM 298,—**

**günstige Motherboards, PC-Videotextdecoder etc...**

**Gratisliste EA-4 anfordern!** **bitzer**

Digitaltechnik

Postfach 1133

7060 Schorndorf

Marktplatz 26

A-4680 Haag, N.

Tel.: 07181/68282

Fax: 07181/66450

Wir stellen aus



**Kongreßmesse für**  
**industrielle Meßtechnik**  
**Rhein-Main-Hallen Wiesbaden**  
**7.-9. September 1992**

**Besuchen Sie ELRAD**  
**in Halle 4, Stand 454**



## Steckverbinder

### Verbindende Kontakte

Der Bereich der Steckverbinder ist derzeit durch zahlreiche Innovationen gekennzeichnet. Nahezu täglich präsentieren die Hersteller Neuentwicklungen auf diesem Gebiet, beispielsweise Steckverbinder mit integrierten Filtern, Anpaßnetzwerken oder Entstörgliedern sowie Hybride.

Aber auch im Bereich der herkömmlichen Steckverbinder ohne integrierte Bauelemente reagiert man flexibel auf die Anforderungen und Wünsche der Entwickler, wie die folgenden Meldungen beweisen:

### SMT-Speicherkarten-Steckverbinder

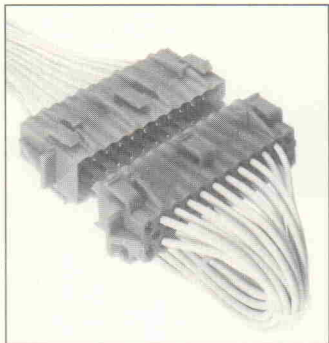
Mit der Serie FCN-568 stellt Fujitsu neue Steckverbinder für Speicherkarten vor, die mit Anschlüssen für die Oberflächenmontage ausgestattet sind. Die Serie umfaßt Verbinder mit 68 Kontakten in Doppelreihen-Anordnung mit einem Kontaktabstand von 1,27 mm. Die Kontakte sind in drei unter-

schiedlichen Längen ausgelegt, wobei die Stromversorgungskontakte zuerst eine Verbindung herstellen, um elektrostatischen Entladungen vorzubeugen. Für die Lebenserwartung nennt der Anbieter einen Minimalwert von 10 000 Ein- und Aussteckvorgängen, der Kontaktwiderstand weist bei 6 VDC/100 mA einen Wert unter 40 mΩ auf.

Fujitsu Mikroelektronik GmbH  
Components Division  
Am Siebenstein 6-10  
W-6072 Dreieich-Buchschlag  
Tel.: 0 61 03/6 90-0  
Fax: 0 61 03/6 90-1 22

### Hohe Kontaktsicherheit

Die Rechtecksteckverbinder der Baureihe RSV 1.6 von Weidmüller zeichnen sich durch hohe Kontaktsicherheit, kostengünstige Montage, sicheres Verrasten beider Gehäusenhälften, hohe Kontaktdichte durch einen Raster- und Reihenabstand von 5 mm sowie festen Sitz der Kon-



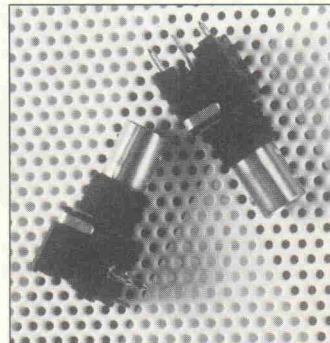
takte durch Stahlüberfeder aus. Der in diesen Rechtecksteckverbindern eingesetzte Rundsteckkontakt CS 1.6/CB 1.6 gewährleistet dank vier definierter Kontaktpunkte eine hohe Kontaktsicherheit. Auch bei extremen mechanischen und thermischen

Belastungen sorgt die Stahlüberfeder für einen gleichbleibenden Kontaktdruck. Da die Kontaktoberfläche erst nach allen Stanz- und Biegevorgängen aufgebracht wird, garantiert der Hersteller einen Rundumschutz ohne blanken Kanten. Für die Rechtecksteckverbinder RSV 1.6 stehen verschiedene Gehäuse zum Einbau in Montageplatten, für die Montage auf Leiterplatten sowie als freihängende Kupplung zur Verfügung. Auch kundenspezifische Steckverbinder sind mit diesem neuen Rundsteckkontakt lieferbar.

Weidmüller GmbH & Co.  
Paderborner Str. 175  
W-4930 Detmold  
Tel.: 0 52 31/14-0  
Fax: 0 52 31/14-11 52

### BNC-Kuppler für Leiterplatten

Der von AMP angebotene kapazitiv entkoppelte BNC-Kuppler mit integrierten Chipkondensatoren stellt ein kosteneff-



ektives und rationelles Mittel zur Beseitigung von Masse-schleifen dar. Dank der integrierten Kondensatoren existiert ein Hf-Pfad zwischen dem Kontaktkörper beziehungsweise dem Masseanschluß auf der Leiterplatte und dem Massepotential der Montageplatte. Die Kontaktierung der Kondensatoren zur Montageplatte erfolgt über eine unverlierbar aufgebrachte Kontaktfeder. Neben den Standardausführungen der vertikalen und rechtwinkligen Kuppler ist auch eine 'low-profile'-Version des rechtwinkligen Kupplers lieferbar. Die BNC-Kuppler weisen eine Kapazität von 9400 pF auf und sind für Betriebsspannungen von 500 V oder 1500 V erhältlich.

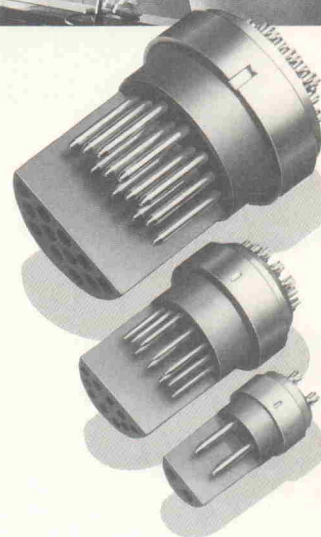
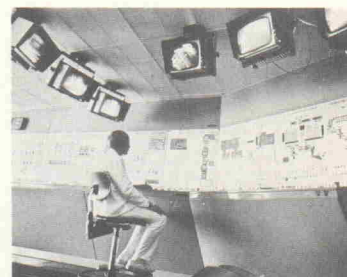
AMP Deutschland GmbH  
Amperestr. 7-11  
W-6070 Langen  
Tel.: 0 61 03/7 09-0  
Fax: 0 61 03/7 09-2 23

## Funktionelle Trennung von Spannung und Signal



# LEMO

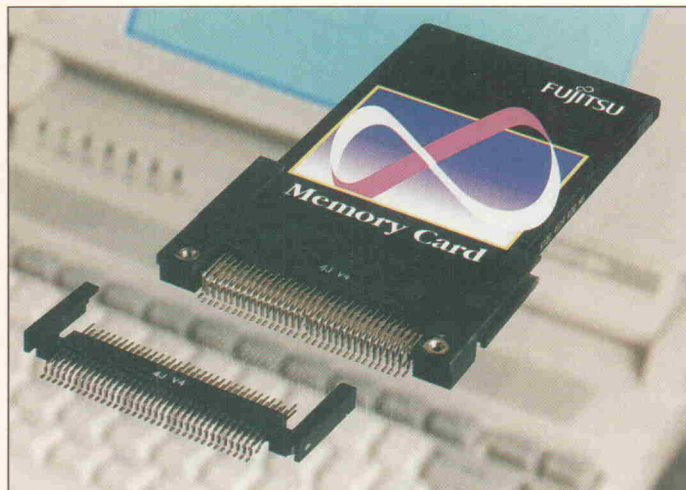
Steckverbindungen  
Standard Serie S



- Geteiltes Isolationssteil (männliche und weibliche Kontakte sowohl im Stecker als auch in der Apparatedose)
- Kleiner und konstanter Übergangswiderstand von 0,002 Ohm
- Hohe Kontaktzahl, bis 106 Kontakte möglich
- Standardtypen ab Lager lieferbar

### LEMOSA GmbH

Stahlgruberring 7 · Postfach 820529  
D-8000 München 82  
Telefon (089) 423085-88 · Tx 5216610  
Telefax (089) 4202192





# Megastar

## Keithley 7 1/2-Stellen-DMM 2001



### Hartmut Rogge

**Was muß ein Digitalmultimeter können? Ströme, Spannungen, Widerstände – vielleicht noch Frequenzen mit spezifizierter Ungenauigkeit messen? Einige mathematische Funktionen bereithalten? Das Meßergebnis wahlweise in deutscher, englischer und japanischer Sprache ausgeben? Keithley versucht mit dem 2001 eine Neudefinition des Begriffs 'Multi' und geht gleich mit hoher Auflösung ran – 28 Bit.**

**F**ast alle Größen der Meßtechnikbranche haben im Laufe der vergangenen 12 Monate DMM-Neuentwicklungen auf den Markt gebracht. In der Regel handelte es sich um Geräte der 5 1/2...6 1/2-Stellen-Klasse, die sich durch ungewohnte Preiswürdigkeit auszeichnen, aber auch nur klassische Funktionalität bieten. Keithley hat nun mitgezogen, stößt allerdings mit dem 7 1/2-Stellen-Modell 2001 in die Region der High-End-Geräte vor. Der Preis von etwa 6500 DM (zzgl. MwSt.) ist für diese Gerätekategorie als durchaus moderat zu bezeichnen und ließ vermuten, daß auch Keithley Hausmannskost – die aber mit hoher Genauigkeit – liefert.

### Wie man sich irren kann

Die Spezifikationen waren mit Hilfe des Datron-Kalibrators 4808 schnell abgeprüft und wurden in allen Meßbereichen bestätigt. Bei den technischen Daten stechen die sehr gute Genauigkeit im Wechselspannungsbereich – gerade bei den sonst schamhaft verschwiegenen unteren Frequenzen – ins Auge. So wartet der 200-mV-Wechselspannungsbereich bei einer Eingangsfrequenz von 1 Hz...10 Hz mit einer 90-Tage-Genauigkeit von

0,06 % + 0,015 %\* auf. Im Widerstandsbereich treibt Keithley die Auflösung auf maximal 1  $\mu\Omega$  hoch, üblicherweise findet man hier 10  $\mu\Omega$ .

Neben den Standard-Meßfunktionen DCV, DCI, ACV, ACI,  $\Omega$  in Zwei- und Vierleitermeßtechnik bietet das Instrument einen Temperaturmeßbereich, bei dem die Linearisierung für Thermoelementtypen (J, K, T, E, R, S, B) sowie für einige Widerstandsfühler (PT 385, PT 3916 in Vier- und Zweileiterausführung) abrufbar ist. Eine Vier-Punkte-Linearisierung für 'unbekannte' Widerstandssensoren kann unter dem Menüpunkt 'User-RTD' vorgenommen werden.

Die Frequenz- beziehungsweise Periodenmeßfunktion entpuppt sich als vollwertiges Meßgerät im Meßgerät, einmalig auf dem Multimetermarkt ist die Triggerschwelleneinstellung von 0 V...  $\pm 500$  V in 5-mV-Schritten. Die Bandbreite dieses Meßbereichs beträgt 15 MHz.

Das 2001 gibt sich vom Platzbedarf her bescheiden, halbe 19"-Breite, 9 cm hoch und etwa 37 cm tief. Die Meßergebnisse werden auf einem großzügig dimensionierten grünen Vacuum-Fluoreszenz-Display ausgegeben (Bild 1).

### Mehr ist einfach mehr

Üblicherweise sind auf der Anzeige eines DMM der Meßwert mit Einheit und einige Kürzel für Einstellungen zu finden, das Keithley bietet entschieden mehr. Zum Beispiel die gleichzeitige Ausgabe einer Gleichspannung mit der überlagerten Wechselspannung und deren Frequenz (Bild 2) oder eine Wechselspannung, deren Frequenz und den Crest-Faktor. Weiter sind für jede Meßfunktion drei unterschiedliche Bargraph-Anzeigen in % des Meßbereichs,  $0 \pm X\%$  und  $0...X\%$  mit einer Update-Rate von 20/s möglich. Relativwertanzeigen erfolgen zeitgleich mit dem aktuellen Meßergebnis. Im Frequenzbereich können Frequenz und Periode gleichzeitig analysiert werden. Bei Widerstandsmessungen hat man auch den aktuellen Meßstrom im Auge.

Insgesamt stehen für jede der acht Meßfunktionen neun unterschiedliche, auf Anwenderbedürfnisse konfigurierbare Displays zur Verfügung. Hinzu kommen je Meßfunktion etwa fünf programmierbare Standardparameter (Filter, Meßgeschwin-

\*% des Meßwertes + % des Meßbereichs



**Bild 1.** Im Frontplatten-Outfit eher ein Tiefstapler.





**Bild 2.**  
Informationen,  
die sonst nur  
Speicherscopes  
bieten.



**Bild 3. Wichtig für den Systemeinsatz:  
Die Ausstattung der Geräterückwand.**

digkeit, Auflösung etc.) sowie Trigger-, Mathematik-, Schnittstellen- und Testfunktionen.

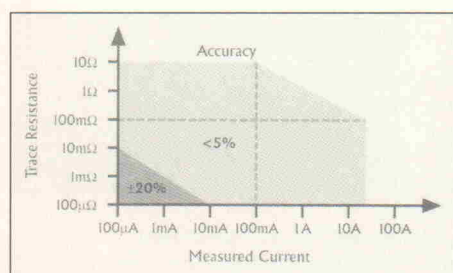
Eine derartige Vielfalt von Einstellmöglichkeiten verlangt nach einem klaren Bedienungskonzept und nach einer Hilfestellung. Letztere ist in Form einer On-Line-Hilfe für jeden Tastendruck mit der 'Info'-Taste abrufbar und gibt beispielsweise im Display-Modus 'ACV, Frequenz, Crest-Faktor' die Antwort auf die einzig mögliche Frage: 'Crest factor is ratio of peak value to RMS'.

Die Bedienerführung weist eine klare Menüstruktur auf, bei der Fülle der Einstellmöglichkeiten legt man aber besser die gefundene Konfiguration in einem der insgesamt 10 Setup-Speicher ab und ruft sie bei Bedarf wieder ab.

Wie bei Systemmultimetern üblich, befinden sich auf der Geräterückseite (Bild 3) eine Rechnerschnittstelle (serienmäßig IEEE 488.2, SCPI-Programmierung) und noch ein 'Satz' Meßterminals, ein Triggeringang sowie ein Ausgang, der das Ende einer Messung signalisiert. Des weiteren stehen ein Digitalein- und vier -ausgänge zur Verfügung. So weit zur Ausstattung, die zum Standard einer Multimeterrückwand gehört.

## Die Unikate

Außergewöhnlich ist die Triggerlink-Einrichtung: Sechs unabhängig voneinander programmierbare Triggerein- und -ausgänge, mit einer minimalen Reaktionszeit von



**Bild 4. Bei In-Circuit-Strommessungen  
sind Genauigkeiten um 5 % erreichbar.**

beachtlichen 2  $\mu$ s, zur zeitgerechten Steuerung anderer, an einer Messung beteiligter Geräte. Oder der Netzeingang, er verkraftet Eingangsspannungen zwischen 90 V...264 V ohne Bereichsumschaltung oder Sicherungswchsel. Oder nochmals die Rechnerschnittstelle, sie kann per Panelbefehl als Centronics-Druckerport betrieben werden, ein entsprechendes Adapterkabel sorgt für die normgerechten Verbindungen. Und zu guter Letzt ein Slot zur Aufnahme eines optional erhältlichen 10-Kanal-Scanners – auch er ist per Panelmenü zu betreiben.

## Das Novum

'DC-In-Circuit-Current-Measurement' nennt Keithley das Meßverfahren, das es gestattet, Strommessungen durchzuführen, ohne den Stromkreis zu unterbrechen. Ein definierter Strompuls wird auf ein Stück Leiterbahn zwischen den Meßspitzen gegeben und zeitgleich der resultierende Spannungsabfall gemessen. Bild 4 vermittelt einen Eindruck von der mit diesem Verfahren erreichbaren Genauigkeit. Sie ist in vielen Fällen sicher ausreichend, eine Entscheidung gegen Auslöten oder Leiterbahnunterbrechung zu fällen.

## Take Five

Das eben beschriebene Meßverfahren, die umfangreichen Triggermöglichkeiten und die zeitgleiche Darstellung unterschiedlicher Meßergebnisse legt die Vermutung nahe, daß die Keithley-Entwickler tief in die Prozessorkiste gegriffen haben. Tatsächlich wird die Leistungsfähigkeit des 2001 mit einem 5-Prozessor-Design erreicht, das jeder wichtigen Funktion seine eigene Intelligenz zuteilt. Ein 68000 ist für die Kommandoumsetzung und Berechnungen zuständig, eine Keithley-Eigenentwicklung kümmert sich ausschließlich um das Triggerhandling. Der sogenannte Meßprozessor steuert den A/D-Wandler, je ein Controller verwaltet die Kombination Display/Keyboard und die Schnittstellen.

## Fazit

Es ist den Keithley-Ingenieuren gelungen, die Dimensionen der Produktkategorie Digitalmultimeter zu erweitern, ohne zu versuchen, den Anwender mit Schnickschnack zu blenden. Auch wenn es sich beim 2001 um ein Gerät aus dem 'Oberhaus' handelt, müssen sich die 4 1/2...5 1/2stelligen mit ungleich höherer 'Neuentwicklungsrate' bezüglich Funktionalität an ihm messen lassen. Was das Preis/Leistungsverhältnis angeht, ist bei diesem Gerät ein starker Leistungsausschlag zu verzeichnen.

## CadSoft hat wieder zugeschlagen



## Mit dem neuen 100%-Autorouter



## EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

EAGLE ist in Deutschland öfter im Einsatz als jedes andere Programm zur Platinen-Entflechtung. Das hat gute Gründe. Allen voran das hervorragende Preis/Leistungs-Verhältnis und die leichte Bedienbarkeit, die uns zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigt haben.

Jetzt können Sie mit EAGLE noch effektiver arbeiten. Der neue Autorouter läßt keine Wünsche mehr offen:

Ripup/Retry, kleinstes Platzierungs-Raster 1/1000 Zoll (1 Mil), kleinstes Routing-Raster 4 Mil, SMD-fähig, bis zu 16 Layer, Steuerung durch Design Rules und Kostenfaktoren.

Aber auch mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die den höchsten industriellen Anforderungen genügen.

Skeptisch? Dann sehen Sie sich doch einmal unsere voll funktionstfähige Demo an, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie das Programm mit den Modulen und den Ausgabetreibern ohne Größenbeschränkung testen.

**EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch** 25 DM

**EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen** 844 DM

**Schaltplan-Modul** 1077 DM

**Autorouter-Modul** 1077 DM

Preise inkl. 14 % MwSt., ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 8,- (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage.



**CadSoft Computer GmbH**  
Rosenweg 42  
8261 Pleiskirchen  
Tel. 08635/810, Fax 920



## True-RMS DMM

Neu im Vertrieb von nbn-Elektronik ist das Digital-Multimeter EDM-83B der Firma Escort, das mit einem gut ablesbaren LC-Display inklusive dem heute ja fast obligatorischen Balken-Display ausgerüstet ist. Über den üblichen zentralen Drehschalter lassen sich folgende Funktionen einstellen: Bei Frequenzmessungen in den Schalterstellungen Hz-Lo und Hz-Hi setzt das Multimeter den Meßbereich automatisch für ein optimales Readout fest. Dabei ist der Low-Bereich für Messungen von 10 Hz...3.999 MHz vorgesehen, als Effektiv-Eingangsspannung sind laut Hersteller 200 mV bis 5 V von Nöten. Der High-Bereich erlaubt Messungen bis zu 20 MHz, allerdings wird dazu auch ein Signal mit TTL-Pegel benötigt.

Bei der Messung von TTL-Pegeln steuern die Triggerlevel letztendlich nach oben beziehungsweise unten gerichtete Pfeile an, bei Unterschreiten der Low-Grenze ertönt zusätzlich ein 'Beeper'. Für Widerstandsmessungen stehen sieben dekadische Bereiche von 400  $\Omega$  bis 4 G $\Omega$  zur Verfügung, wovon die beiden unteren zusätzlich einen akustischen Durchgangsprüfer (Beep unter etwa 350  $\Omega$ ) beziehungsweise einen Diodentester ( $I_F = 0,1 \text{ mA}/U_{\text{max}} = 2,6 \text{ V}$ ) bieten, nachdem ein zusätzlicher Taster betätigt wurde. Weiter erlaubt das EDM-83B Kapazitäts-

(fünf Bereiche von 4 nF bis 40  $\mu\text{F}$ ) und Induktivitätsmessungen (vier Bereiche von 40 mH bis 40 H).

Will man die Spannungs- und Strommeßfunktionen (je fünf Bereiche: 0,4...1000 V beziehungsweise 400  $\mu\text{A}$ ...10 A) nutzen, so ist zusätzlich mit dem DC/AC-Schalter die entsprechende Kopplung festzulegen; bei AC-Kopplung erfolgt die Anzeige von TRMS-Werten. Mittels des Schalters 'Relative' läßt sich der momentan gemessene Wert als Bezugspegel definieren, diese Funktion steht mit Ausnahme von Frequenz und TTL in allen Meßbereichen zur Verfügung. Der dritte Taster hat eine Doppelfunktion: bei einmaliger Betätigung friert der gemessene Wert ein; nach einem Doppelklick speichert das DMM Minimal-, Maximal- und Mittelwert der aktuellen Meßreihe. Der vierte Taster schließlich ist einerseits für die oben bereits erwähnten Funktionen akustischer Durchgangsprüfer und Diodentester zuständig. Zusätzlich kann man hiermit eine für Abgleichmessungen nützliche Funktion aufrufen: abhängig vom Meßwert erklingt ein Ton, dessen Frequenz von den beiden führenden Stellen abhängig ist. Bei der Geräteeinstellung AC-V schaltet derselbe Taster zusätzlich alternierend auf dBm-Anzeige um. Der Preis beträgt einschließlich Tragetasche, zwei Strippen und Bedienungsanleitung 350 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

nbn Elektronik GmbH  
Gewerbegebiet  
W-8036 Herrsching  
Telefon: 0 81 52/3 90  
Fax: 0 81 52/39-1 40



## Windows-Multimeter

Unter der Bezeichnung Metra-Hit 15 S beziehungsweise 16 S stellt ABB-Metrawatt zwei neue Digital-Multimeter vor. Dabei betreffen die Neuerungen hier nicht die Grundfunktionen der Multimeter selbst – dem Metrawatt 15 etwa widmete sich Elrad bereits anlässlich des Handmultimeter-Tests in Heft 12/91. Neu ist dagegen die Schnittstellenerweiterung, die in der Extension 'S' zum Ausdruck kommt: Hierbei handelt es sich – hardwaremäßig – um eine in die Geräte integrierte IR-Leuchtdiode einschließlich der zugehörigen Ansteuerlektronik, über die beide Multimeter nun an ein optionales Schnittstellenmodul namens MetraHit RS 232 Daten senden können. Neben dem Einkanal-Adapter ist auch eine Version erhältlich, mit der Meßdaten von bis zu vier DMMs gleichzeitig aufgezeichnet werden können.

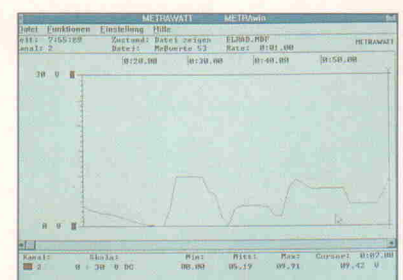
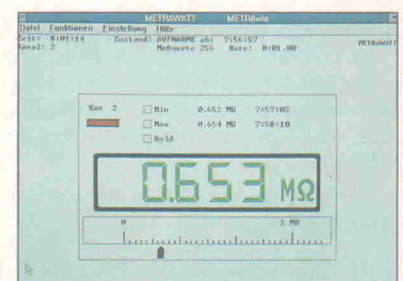
chern', 'Meßdatei öffnen', 'Bildschirm drucken' beziehungsweise 'Meßdaten drucken' unter 'Datei' interessant.

In den Meßwerterfassungsmodi lassen sich die Autoranging-Funktionen nicht nutzen, da die vorliegende Software eine Bereichs- oder Betriebsartenänderung – gleichgültig, ob diese per Hand oder automatisch erfolgt – mit einer Fehlermeldung quittiert. Für die Betriebsart 'Schreiber' erscheint diese Arbeitsweise sinnvoll, für die beiden anderen Darstellungsmodi 'Multimeter' und 'Datenlogger' jedoch scheint eine Möglichkeit der Betriebsartenänderung wünschenswert.

Metrawatt GmbH  
Thomas-Mann-Straße 16...20  
W-8500 Nürnberg 50  
Telefon: 09 11/86 02-0  
Fax: 09 11/86 02-6 69

Voraussetzungen zum Betrieb des Sets werden wohl von den meisten PCs problemlos erfüllt: Man benötigt eine freie RS-232-Schnittstelle, DOS 3.0 oder höher, Windows 3.0 oder höher sowie 2 MB Festplattenkapazität. Nach Aufruf von 'METRAWin', Einstellen der Betriebsart sowie des DMM-Datensenders startet man die Datenaufzeichnung über den Menüpunkt 'Messen'.

Unter 'Einstellung' erreicht man zunächst die Darstellungsmodi 'Multimeter', 'Schreiber' und 'Datenlogger'. Hier lassen sich unter anderem auch die Abtastrate in zehntel Sekunden sowie die maximale Dateigröße definieren. Danach werden wieder die Menüpunkte 'Meßdaten spei-



Neben einer 'normalen' Multimeterdarstellung kann METRAWin Meßwertreihen numerisch oder wie hier als Diagramm anzeigen.



## High-End-DSOs

Mit den Zweikanal-Typen TDS 620 und TDS 820 sowie dem Vierkanaler TDS 640 stellt Tektronix drei neue Modelle digitaler Speicheroszilloskope vor, die laut Tek neben hervorragenden technischen Daten und einem erstaunlichen Preis/Leistungsverhältnis auch dank ihrer – populär ausgedrückt – intuitiven Bedienbarkeit beeindruckend.

Für die TDS-Reihe heißt das konkret, daß die 'klassischen' Scope-Funktionen mittels Drehgebern und Tastern eingestellt werden. Komplexere Funktionen dagegen erreicht man über Softkeys, deren jeweilige Bedeutung über Bildschirm-Menüs und Icons angezeigt wird. Zusätzlich erläutert ein abrufbarer Hilfetext alle Funktionen der Geräte.

Die beiden Geräte der 600er-Serie weisen bei einer Abtast-rate von 2 GS/s eine Bandbreite von 500 MHz auf. Nach der Acht-Bit-Wandlung sind für die weitere Signalverarbeitung

und -Darstellung unter anderem ein eigens hierzu entwickelter TriStar Digitaler Signalprozessor, ein 68020 und ein Display-Prozessor verantwortlich. Zur Langzeitüberwachung oder Serienprüfung lassen sich Grenzwert-Masken generieren. Der Erfassungsspeicher vermag mit seiner Aufzeichnungslänge von 2000 Punkten 'nur' vier Bildschirminhalte aufzunehmen, umfassende Triggerfunktionen jedoch gleichen dieses scheinbare Manko aus, man zeichnet nur interessierende Zyklen auf und kann somit auf das Aussuchen der relevanten Bereiche aus einer Datenflut verzichten. Ein besonders herausgestellter Triggermodus ist der sogenannte 'Runt'-Modus, bei dem nur auf Ausreißer – bis hinab zu 2 ns – getriggert wird. Zum Standard-Zubehör gehören zwei beziehungsweise vier aktive Tastköpfe, die mit einer Eingangsimpedanz von 1 M $\Omega$ /2 pF die genannten Daten auch im praktischen Einsatz gewährleisten.

Bei dem TDS 820 handelt es sich wieder um einen Zweika-

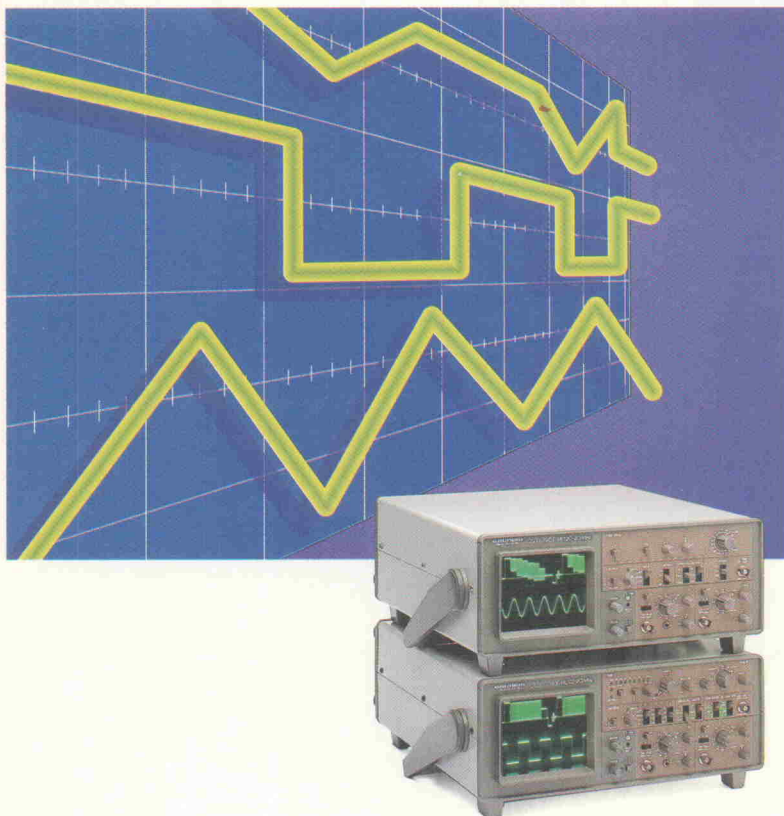


nal, für den im allgemeinen auch die oben gemachten Aussagen gelten. Ergänzend ist hinzuzufügen, daß das TDS 820 gar mit einer Bandbreite von 6 GHz – optional sogar 8 GHz –, 14-Bit-Wandler, 1 GHz interner und 2 GHz externer Triggerbandbreite aufwartet. Der zugehörige Tastkopf – der übrigens wie bei allen Geräten über spezielle BNC-Buchsen ver-

sorgt wird – weist eine Bandbreite von 1 GHz auf. Preislich bewegt sich das TDS 620 – je nach Ausstattung – um 30 000 DM, das TDS 640 und das TDS 820 um 50 000 DM.

Tektronix GmbH  
Colonia-Allee 11  
W-5000 Köln 80  
Tel.: 02 22/96 69 69-0

## Oscilloscope mit viel Leistung – für wenig Geld



Obwohl sie zur "Low cost"-Kategorie gehören, bieten die Mehrkanal-Oscilloscope MO 20 und MO 22 alles, was für einen professionellen Einsatz im 20 MHz-Bereich benötigt wird:

- 20 MHz-Bandbreite auch bei 2mV/cm
- Summen- und Differenzbildung der Eingangssignale
- beide Kanäle invertierbar
- X-Ablenkung frei wählbar über Triggerwahlschalter
- Triggerung auf Videozeile und -bild

Zusätzliche Leistungen des Oscilloscopes MO 22 sind:

- echte 2. Zeitbasis
- automatische Wahl des Ablenkfaktors (Zeitbereichsautomatik)
- "Softtuning" des Ablenkfaktors mit Potentiometer

Grundig electronic bietet umfangreiche, innovative und professionelle Problemlösungen, inkl. Projektinstallation, Schulung und Kundendienst für:

- Meßtechnik
- Fertigungsautomation
- Sicherheits- und Kommunikationstechnik

Grundig AG · GB Industrieelektronik  
Würzburger Straße 150 · D-8510 Fürth/Bay.  
Tel. 09 11/73 30-0 · Telex 623 435  
Telefax 09 11/73 30-4 79  
Videokonferenz VBN-Nr. 65 10 80

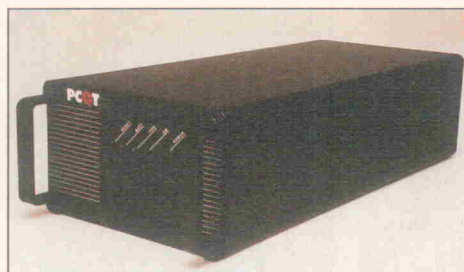
**GRUNDIG**  
electronic



## Industrie-PC mobil

Insbesondere für den mobilen MSR-Einsatz bietet Stemmer PC-Systeme den PCQT Mobil an. Er begnügt sich mit einer Versorgungsspannung von 9...16 V und findet somit Anschluß an jede Autobatterie. Masse und Abmessungen unterstützen die Mobilität dieses Industrierechners. Er bringt bei Abmessungen von 22 cm x 49 cm x 13,2 mm (B x T x H) ganze 8 kg auf die Waage. Der PCQT Mobil ist mit einer passiven Backplane aufgebaut, die mit einem IDE-Controller, zwei seriellen, einer parallelen Schnittstelle und Maus/Tastaturanschluß ausgestattet ist. Insgesamt stehen drei Steckplätze zur Verfügung, von denen einer durch die CPU-Karte belegt ist. Ein 3,5-Zoll-Floppy-Laufwerk ist eingebaut, eine Festplatte ist optional erhältlich.

Die Elektronik ist in einem stabilen Hf-dichten Gehäuse staubdicht und spritzwassergeschützt untergebracht. Das Innenleben



ist zudem an Schwingmetallen aufgehängt, so daß Laufwerke und Elektronik vor Schock und Vibration geschützt sind. Der Rechner wird nach ISO 9000-Richtlinien gefertigt und erfüllt alle Schutzklassen. Unterbrechungen der Stromversorgung bis 15 Minuten werden durch eine interne USV überbrückt. Die Leistungsaufnahme des PCQT beträgt 20 W. Der Rechner ist zur Zeit in drei Versionen – mit den Prozessoren 386SX-25 MHz, 386-33 MHz und 486-33 MHz – lieferbar. In der ersten Version gibt es keinen Cache und einen Hauptspeicher von 2 MByte, der bis auf 20 MByte erweiterbar ist. Der 386-33 MHz ist serienmäßig mit 64 KByte Cache und 4 MByte RAM ausgerüstet, der Hauptspeicher läßt sich bis 32 MByte aufstocken. Die 486er-Version

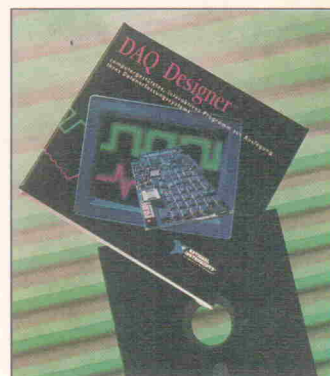
besitzt die gleiche Hauptspeicherkonfiguration und ein 128-KByte-Cache. Für alle Modelle wird auf Wunsch ein VGA-Tochterboard geliefert, das auf die spezielle CPU-Karte gesteckt

werden kann. Für den stationären Einsatz ist ein externes Netzgerät erhältlich. Der Preis für den PCQT Mobil 386SX-25 MHz ohne Festplatte liegt bei etwa 7000,- D-Mark.

Stemmer PC-Systeme GmbH  
Gutenbergstraße 11  
W-8039 Puchheim  
Tel.: 0 89/80 90 20  
Fax: 0 89/8 09 02 16

## Systemauslegung per Software

Mit der Software DAQ Designer bietet National Instruments Hilfestellung bei der Auslegung von Meßsystemen für PC/XT/AT/EISA- und Micro-Channel-Computer. Das Programm fragt den Benutzer nach den Anforderungen, wie zum Beispiel



nach der Art und Anzahl der Analog- und Digitalsignale, nach speziellen Erfassungssensoren sowie nach den Signalaufbereitungsanforderungen. DAQ Designer analysiert die Antworten und empfiehlt die geeignete NI-Datenerfassungskarte, Signalkonditionierungs-Module, Kabel und Software-Pakete. DAQ Designer läuft auf 286er-Rechnern mit 640 KByte RAM und VGA-Grafik unter MS-DOS 3.0 oder höher.

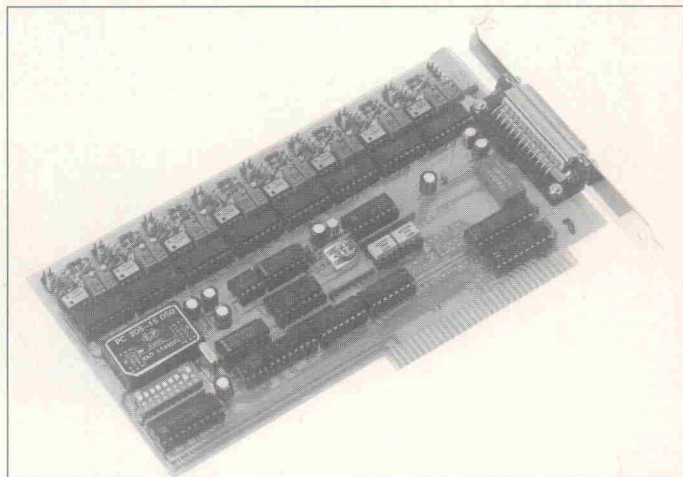
National Instruments Germany GmbH  
Hans-Grässel-Weg 1  
W-8000 München 70  
Tel.: 0 89/7 14 50 93  
Fax: 0 89/7 14 60 35

## 4-Kanal-Simultanabtastung mit 1 MHz

Die A/D-Wandlerkarte PC-414A für IBM-AT oder kompatible von Dattel ist ideal zum Füllen von Extended-Memoryblocks größer 8 MByte geeignet. Im 4-Kanal-Modus kann jeder Eingangskanal kontinuierlich mit 250 kHz abgetastet werden. Die Einzelkanal-Erfassung erreicht sogar Datenraten bis zu 1,5 MHz. Die Karte akzeptiert externe Analog- und Digitaltrigger. Die analogen Triggereingänge sind mit Komparatoren und zur softwaregesteuerten Festlegung der Ansprechschwelle mit einem 12-Bit-

D/A-Wandler aufgebaut, der auch als Analogausgang verwendet werden kann. Zum Lieferumfang der PC-414A gehört ein umfangreiches Handbuch mit Software-Beispielen. Optional ist ein 'Setup-and-Go'-Programm, ein Grafik-DSP-Display- und Mathematik-Paket sowie eine Quellcode-Bibliothek verfügbar.

Dattel GmbH  
Bavariaring 8  
8000 München 2  
Tel.: 0 89/53 07 41  
Fax: 0 89/53 63 37



# PSpice

## Das Werkzeug für professionelle Digital- und Analogdesigner.

● **NEU:** PSpice Design Center unter Windows! ● Schaltungsentwurf, Synthese und Analyse in einem Paket ● Perfekte Simulation mit AC/DC, Fourier-, Noise-, Temperatur- und Monte-Carlo Analysen ● Filterdesign ● Auf PC bis 16 MByte Speicher für Analog/Digital Mixed-Mode Simulation ● Lieferbar für PC/AT, SUN, DECstation, MAC und VAX ● Über 14.000 Installationen  
● **HOSCHAR Testversion mit voller Dokumentation und 64 Knoten Kapazität für DM 195,-**

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR EDA-Informationsmaterial oder am besten gleich die PSpice Testversion ab! Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder – viel schneller – über die HOSCHAR EDA-Hotline.

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH



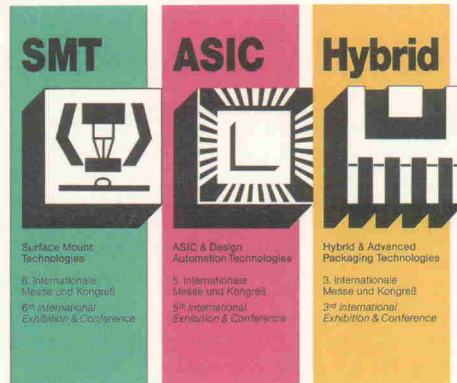
Postfach 2928 · 7500 Karlsruhe 1 · Telefon 0721/377044 · Fax 0721/377241

**EDA-Hotline: 0721/37 70 44**



# Messe-Nachbericht

In der Zeit vom 2. Juni bis zum 4. Juni fand in Nürnberg zum nunmehr sechsten Mal die 'SMT/ASIC/Hybrid' statt. 536 Aussteller stellten ihre Produkte dem interessierten Fachpublikum vor. Damit konnte der Veranstalter, die offenbar eigens für diese Messe gegründete 'Arbeitsgemeinschaft SMT/ASIC/Hybrid GdBR', einen Ausstellerzuwachs von 25 % im Vergleich zum Vorjahr verzeichnen. Insbesondere die Beteiligung 192 ausländischer Anbieter aus 20 verschiedenen Nationen – dies entspricht einem Zuwachs von sogar 50 % – läßt die zunehmende internationale Bedeutung dieser Messe erkennen. Wie auch schon auf anderen Fachmessen in jüngerer Vergangenheit wurden auch hier nicht unbedingt bahnbrechende Neuerungen vorgestellt. Unabhängig davon beurteilten sowohl die Aussteller wie auch die fast 20 000 Besucher die weltgrößte Special-Interest-Messe für diesen Themenkomplex als vollen Erfolg. Einen Schwerpunkt bildete der



Know-how-Transfer, der sowohl von dem qualifizierten Publikum als auch von den Ausstellern positiv bewertet wurde. Hierfür dürften nicht zuletzt auch die im Vergleich zu den Vorjahren ausgeweiteten Kongreßthemen und Tutorien beigetragen haben.

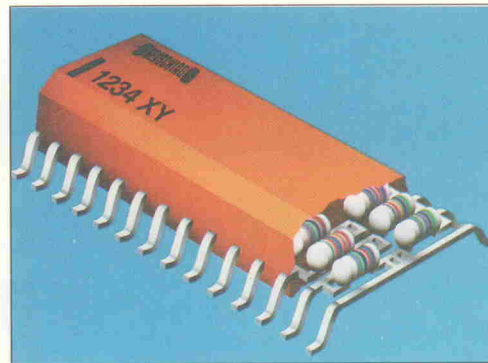
## Kundenspezifische Widerstandsnetzwerke im SMT-Gehäuse

Seit längerem stellt die Firma Beyschlag Widerstandsnetzwerke in SIL- und DIL-Gehäusen her, die speziellen Anwendungen der Abnehmer entsprechen. Diese Netzwerke werden nach einem Konzept realisiert, das wesentlich von 'normaler' Dickfilmtechnik abweicht: Je nach Anforderung des Anwenders werden Metallschichtwiderstände mit bis zu zehn unterschiedlichen Werten auf ein Metallgitter geschweißt. Die

kundenspezifische Verbindung der einzelnen Widerstände im Netzwerk erfolgt durch das programmierbare Öffnen interner Verbindungen.

Auf diesem patentierten Verfahren beruht auch das Prinzip der neuen ASRA-ICs ('Application Specific Resistor Array'). Diese Weiterentwicklung bietet nach Angaben des Herstellers die wesentlichen Vorteile bisheriger Applikationen; zum Beispiel

SO-L-Standardgehäuse, SMT-fähige Lötanschlüsse, Verarbeitung mit herkömmlichen SMD-Bestückungssystemen. Neu an ASRA ist unter anderem der im



Beyschlag GmbH  
Postfach 12 20  
W- 2240 Heide  
Tel.: 04 81/95-0  
Fax: 04 81/9 5-02 09

Anzeige

## Boardmaker

Leiterplatten-Layout, Schaltungs-CAD und Autorouter ab 295 DM

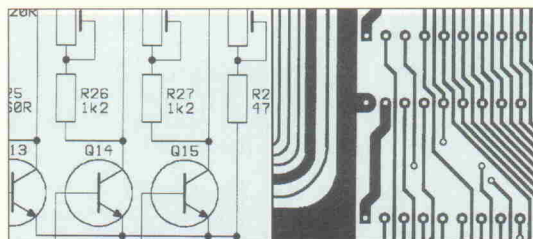
Von Dipl.-Ing.(FH) Ralf Göbel

Für alle Elektronik-Entwickler, die Ihre Platinen per Computer entflechten wollen, jedoch bisher die Kosten hierfür gescheut haben gibt es die leistungsfähige und preiswerte Software Boardmaker jetzt endlich mit einem 350 Seiten starken deutschen Handbuch.

Warum soll Elektronik CAD Software eigentlich mehr kosten als ein leistungsfähiges Textverarbeitungsprogramm? Diese Frage hat sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Software-spezialisten gestellt und als Antwort darauf Boardmaker entwickelt. Das Ergebnis konnte sich gleich von Anfang sehen lassen und mittlerweile ist die Software weltweit zigtausendfach bei Elektronik-Ingenieuren im Einsatz.

Die Gründe für diesen überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und die leichte

Bedienbarkeit der Software, die es selbst dem Amateur in kürzester Zeit ermöglicht pro-



Schaltpläne zeichnen, Platinen Layouts entflechten und Autorouten - Boardmaker bietet alle Funktionen in einem Programm und ist ab 295 DM jetzt mit deutschem Handbuch lieferbar. Das komplette Demopak (einschließlich 350-Seiten Handbuch) kostet nur 25 DM.

fessionelle Leiterplatten-Layouts zu erstellen. Mit Boardmaker können auf praktisch jedem PC/AT Schaltpläne gezeichnet und Leiterplatten entflochten werden, die den aktuellen Industrieanforderungen genügen – von der einseitigen Platine bis zum komplizierten Multilayer, mit konventionellen oder den neuen SMD-Bauelementen. Mit ein Grund für die Boardmaker Erfolg-story ist freilich auch das revolutionäre Preis-/Leistungsverhältnis des Systems. Boardmaker ist so preiswert, daß auch Amateure endlich professionell arbeiten können. Dabei findet man viele der Boardmaker Funktionen, wie beispielsweise kreisförmige Leiterbahnsegmente und einen rasterlosen Autorouter nicht einmal bei vielfach teureren Systemen.

Boardmaker ist außerdem sehr komplett ausgestattet: Bauteilbibliotheken und Treiber für Gerber Fotoplotter, NC-Bohrmaschinen, Drucker, Plotter und Postscript Satzbelichter sind im Kaufpreis bereits mitenthalten. (at)

Kritische Anwender können sich vor dem Kauf der Vollversion mit dem Boardmaker Demopak von der Leistungsfähigkeit des Programms überzeugen. Das Demopak enthält für 25 DM das 350-seitige deutsche Handbuch und eine Testversion der Software.

### Boardmaker-Pakete

<b>Demo-Paket</b> (einschließlich dem 350-Seiten starken, deutschen Original Handbuch)	<b>25 DM</b>
<b>Boardmaker I</b> (Schaltungs-CAD & Layout)	<b>295DM</b>
<b>Boardmaker II</b> (+ Einlesen von Netzlisten)	<b>595DM</b>
<b>Boardrouter</b> (rasterloser Autorouter)	<b>595DM</b>
<b>BoardmakerII/Boardrouter</b> (Vorzugs-Komplettpaket)	<b>995DM</b>

Preise ab Lager. Bei Vorausscheck oder bei Kreditkarten-Vorkasse (VISA/EuroCard) Lieferung frei Haus. Bei Lieferung durch Nachnahme zuzüglich 7,50 DM Versandkosten (Ausland 19,50 DM). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS.

Rudolf-Plank-Straße 21 Postf. 142 W-7505 Entlingen  
Tel.: 07243/31048 Fax: 07243/30080



Kostenlos bestellen:  
0130/84 66 88



## ASIC-Einstieg preiswert durch 'MPW'

Die Verwendung eigener anwendungsspezifischer IC-Applikationen ist für kleinere und mittelständische Unternehmen der Elektronikindustrie oft ein schwer zu kalkulierendes finanzielles Risiko. Bereits im Vorfeld des ASIC-Designs können Investitionsanforderungen entstehen, die viele potentielle Anwender von vornherein abschrecken.

Um die Kosten für erste eigene Schritte zu senken, wurde das Konzept der 'Multi Project Wafer' – kurz MPW – entworfen. Speziell für ASIC-Prototypen und kleine Stückzahlen werden hierbei die Fertigungskosten dadurch verringert, daß auf einem einzelnen Silicium-Wafer mehrere verschiedene ASICs implementiert sind. Damit dies realisierbar ist, schließen sich Interessenten in sogenannten ASIC-Arbeitsgruppen zusammen. MPW-Aktivitäten, die auch im Rahmen des JESSI-Projektes SMI

('Small and Medium sized Industries support') gefördert werden, betreibt beispielsweise das Braunschweiger Institut für angewandte Mikroelektronik (IAM).

Weitere Möglichkeiten zur Kostenreduzierung bietet das Fraunhofer-Institut für integrierte Schaltungen (FhG-IIS) mit der Umsetzung bereits bestehender Digitalschaltungen (PLDs, FPGAs) in ASIC-Technologie mit Gate-Arrays oder Standard-Zellen als Dienstleistung an. Da der ASIC-Anwender spezielles Know-how und die erforderlichen Synthese- und Simulationssysteme nicht vorab teuer einkaufen muß, rückt so eventuell auch für finanzschwächere Betriebe das 'eigene' IC in erreichbare Dimensionen. Daneben sind auch hier MPW-Projekte möglich.

Institut für angewandte Mikroelektronik  
Richard-Wagner-Straße 1  
W- 3300 Braunschweig  
Tel.: 05 31/38 02-0  
Fax.: 05 31/38 02-1 10

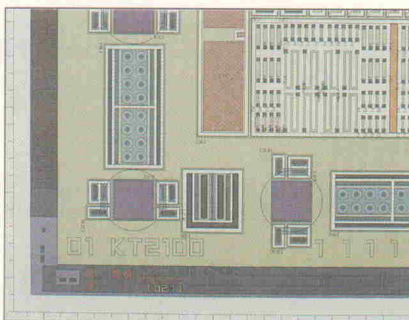
Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen  
Wetterkreuz 13  
W- 8520 Erlangen  
Tel.: 0 91 31/7 76-4 50

## MTG: ASICs aus Erfurt und Frankfurt/Oder

Die Firma MTG, die laut Eigenschaft auf eine zwanzigjährige Erfahrung in der Fertigung von MOS- und CMOS-Schaltkreisen zurückblickt, liefert bei Bedarf ASICs 'aus einer Hand'. Zum Leistungsumfang der in Erfurt und Frankfurt/Oder beheimateten Firma zählen das Design von ASICs, die Unterstützung bei der Systementwicklung, die Herstellung der Chips in der eigenen Wafer-Fabrik, Prototyping mit den Gehäusen CDIP, CLCC und CPGA bis 299 Pins, Testen von Chips und Schaltkreisen sowie

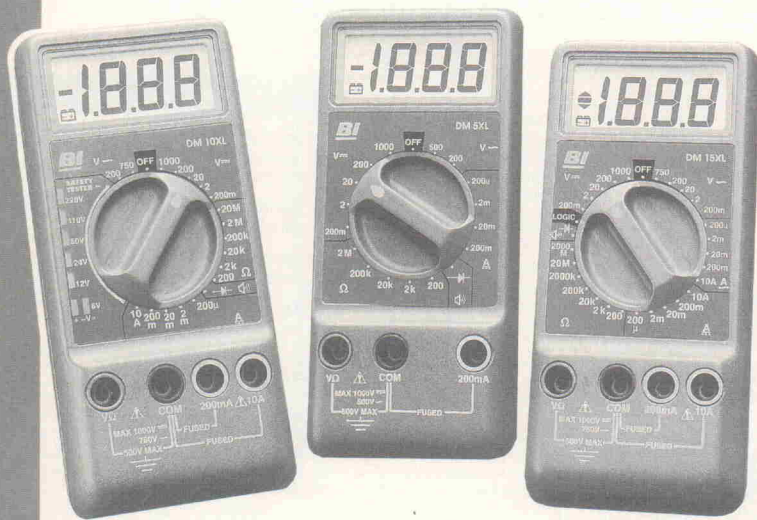
Zuverlässigkeits- und Sondermessungen. Die Erfurter ASIC-Linie besteht aus den Familien Micro Array LMA 9000 (1,5 µm CMOS-Gate-Array, 1000... 15 000 Gatter), Compacted Array LCA 10 000 (1,5 µm CMOS-Gate-Array, 10 000... 50 000 Gatter), Analog/Digital Array LDA 310 (1,5 µm, BICMOS-Gate-Array, 600...44 000 Gatter/112...688 analoge Zellen), Digital Cell-Based ASICs LCB 15 (1,5 µm, CMOS, bis 100 000 Gatteräquivalente) sowie den Analog/Digital Cell-Based ASICs (2 µm, CMOS, bis 15 000 Gatteräquivalente, Impulsspannungsfest bis 40 V, Ausgangsströme bis 0,5 A). In der Frankfurter Filiale dagegen stehen Bipolartechnologien im Vordergrund: Die hier mit ein- oder zweiebenen Metallisierung gefertigten Bausteine sind für Spannungen im Bereich zwischen 20 V und 60 V ausgelegt.

Mikroelektronik und Technologie GmbH  
Postfach 3 79  
O-1200 Frankfurt/Oder  
09 30/46 27 21  
09 30/4 20 05



## Im Messen was Neues!

### DM5XL • DM10XL • DM15XL



Modell	DM5XL	DM10XL	DM15XL
Safety Tester	—	✓	—
Logic	—	—	✓
Andere Sicherheitsbesonderheiten:			
Sicherheitsprüfkabelsatz	✓	✓	✓
Fehlbedienungsalarm	✓	✓	✓
abgesicherter 10A-Bereich	—	✓	✓
abgesicherter 200mA-Bereich	✓	✓	✓
Durchgangsprüfer	✓	✓	✓
Diodentester	✓	✓	✓

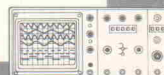
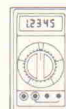
...und ausgerüstet wie ein Profi –  
erschwinglich für Jeden!



Beckman Industrial • Components GmbH  
Frankfurter Ring 115 • D-8000 München 40  
Tel. (089) 38870 • Fax. (089) 388 72 38  
Tlx. 5216197

#### Und hier können Sie es kaufen:

A & B Electronic, Ingolstädter Str. 1–3, 2800 Bremen 1  
Kelm + Homberg, Hunnenstraße 1, 4600 Dortmund 1  
Spörle Electronic, Max-Planck-Str. 1–3, 6072 Dreieich 1  
Radio Draeger, Sophienstr. 21, 7000 Stuttgart 1  
Helk Elektronik GmbH, Ketschendorfer Str. 82, 8630 Coburg  
Sullus Electronics, Schweriner Str. 36, O-8010 Dresden

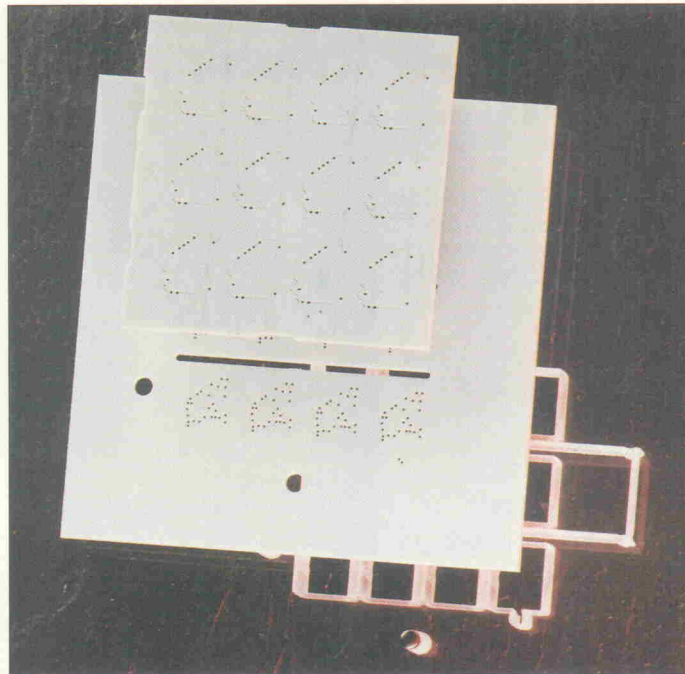




## Laserschnitte für Keramik-Substrate

Präzisionsschnitte und -bohrungen für keramische Dickfilm-Schaltungen und artverwandte Materialien bietet die dänische Firma LaserTech Services an; – nach eigenen Angaben der größte herstellerunabhängige Dienstleister auf diesem Gebiet.

Anwendungen entsprechender Schaltungen auf Basis von Aluminium-Substraten sind beispielsweise integrierte Widerstandsnetzwerke oder Kleinstbaugruppen für Hörgeräte, Herzschrittmacher oder ähnliches. Für den Interessenten stehen Substrate von den gängigen Herstellern ab Lager zur Auswahl. Diese können in Standard-Dicken ab 0,25 mm mit Lochdurchmessern ab 70 µm verarbeitet werden. Solche extrem geringen Durchmesser ermöglichen zum Beispiel die Platzierung von Löt-Pads und Durchkontaktierungen an derselben Stelle, wodurch die



Größe einer Schaltung erheblich reduziert werden kann.

Bei Bedarf kann die Keramik auch gemäß der brandneuen VDI/VDE-Richtlinie 3713 ('technische Liefervorschrift für keramische Substrate', Mai 1992) hergestellt werden.

Kontakt in Deutschland:

LaserTech Services GmbH  
M. J. Bergmann  
Kettelerstraße 65  
W-8500 Nürnberg 50  
Tel.: 09 11/48 78 50  
Fax: 09 11/48 65 76

## Buch zum Kongreß

Das Begleitmaterial zu den Kongressen ist als Tagungsband erhältlich. Auf über 700 Seiten sind sehr ausführlich über 80 Fachvorträge zusammengefaßt. Dabei beschreiben Referenten aus Forschung und Industrie grundlegende Verfahren sowie Themen zu Entwicklung, Herstellung und Aufbau mikroelektronischer Schaltungen auf der Basis von ASICs und SMDs. Bei den Herausgebern handelt es sich übrigens um die Vorsitzenden des Komitees 'SMT/ASIC/Hybrid '92', das sich aus 29 Forschern und Entwicklern zusammensetzt.

Prof. Dr.-Ing. Herbert Reichl;  
Prof. Dr.-Ing. Alfred Eder

SMT/ASIC/Hybrid Tagungsband  
Berlin; Offenbach, 1992  
VDE-Verlag  
742 Seiten  
ca. DM 130,-  
Best.-Nr.: 56 18 61

# iSYSTEM

Intelligente Lösungen für Ihre Probleme

Deutschland:

iSYSTEM GmbH  
Einsteinstraße 5  
W-8060 Dachau  
Tel. 08131/25083  
Fax. 08131/14024

Österreich:

iSYSTEM GmbH  
Milser Straße 5  
A-6060 Hall i.T.  
Tel. 05223/43969  
Fax. 05223/43069

Slowenien:

iSYSTEM d.d.o.  
Cankarjeva 3  
61000 Ljubljana  
Tel. 061/219975  
Fax. 061/329185

Der Spezialist für Hard- und Software-Entwicklungswerkzeuge

## Elektronik-CAD mit Zukunft!

- \* Schaltplanentwurf
- \* PLD-Design

- \* Schaltungsentflechtung
- \* Automatisches Ruten

- \* Von aller höchster Güte
- \* Offen nach allen Seiten

## TangoCAD - was sonst?

Der neue Industrie-Standard - Die richtige Entscheidung für Ihr Unternehmen!

■ In-Circuit-Emulatoren

■ Logikanalyse

■ Programmer

■ Elektronik-CAD/CAM

■ EPROM-Simulation

■ Adapter - Konverter



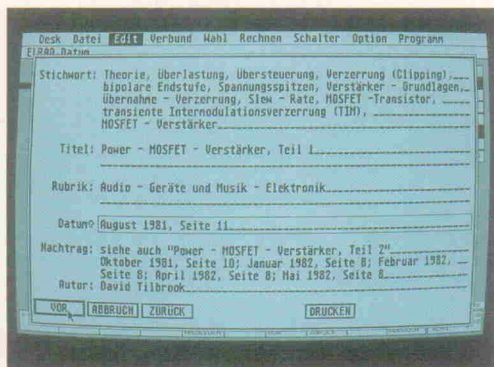
# ELRAD auf einen Blick

Mit der ELRAD-Datenbank können Sie jetzt Ihr Archiv noch besser nutzen. Per Stichwortregister haben Sie den schnellen Zugriff auf das Know-how von 14 Jahrgängen.

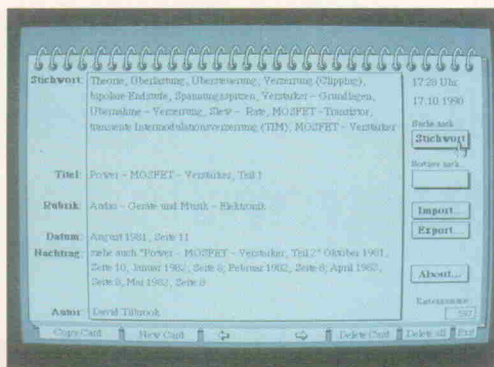
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78—12/91 und das Update 1991 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten). Der PC-Version ist ab sofort das komfortable Suchprogramm PC-Search beigelegt. Damit entfällt die Abhängigkeit von dBase.



ELRAD-Karteikarte unter PC-Search.



Die gleiche Karte unter Adimens ST...



... und unter HyperCard.

Der Preis für die Diskette des Gesamtinhaltsverzeichnisses beträgt DM 38,00.

Für Abonnenten ist die Diskette zum Vorzugspreis von DM 32,00 erhältlich.

Falls Sie schon Besitzer des Gesamtinhaltsverzeichnisses (bis 12/90) sind, erhalten Sie das Update 1991 für DM 10,00 mit Einreichen der Originaldisketten des Gesamtinhaltsverzeichnisses. Bestell-Coupon in diesem Heft auf Seite 57!



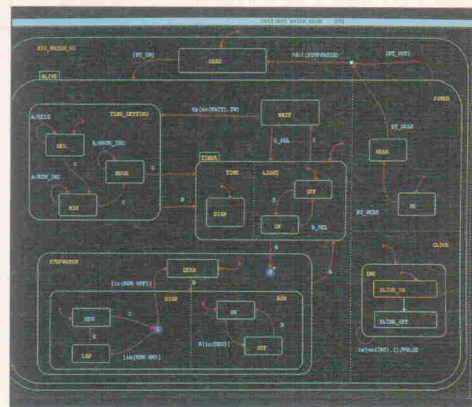
**eMedia GmbH**

Bissendorfer Straße 8, Postfach 6101 06, 3000 Hannover 61  
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

## Mit Express V-HDL zurück in die Zukunft

Zur Entwicklung hochkomplexer ASICs verwendet man üblicherweise Hardware-Beschreibungssprachen wie VHDL oder Verilog. In Strukturen und Systemverhalten denkende Entwickler, die ihre Hardware in diesen Sprachen beschreiben wollen, müssen ihre Entwürfe hiermit programmieren. Das Programm Express V-HDL nun stellt einen grafischen Editor dar, der aus State-Maschinen eben diese Codes erzeugt. Danach kann das Modell komplett simuliert werden, um Fehler wie beispielsweise 'Dreadlocks' oder 'Nondeter-



minismen' schon in der Designphase zu erkennen. So kann die Qualität eines ASIC-Designs untersucht werden. Die deutschen Vertriebsrechte liegen bei

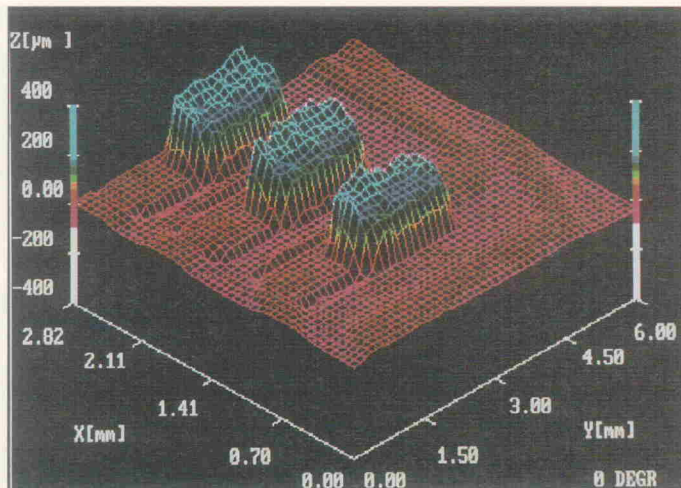
Systemtechnik Berner & Mattner  
GmbH für Informationsverarbeitung  
Otto-Hahn-Str. 34  
8012 München-Ottobrunn  
0 89/60 80 90-0

## Rodenstock Oberflächenmeßplatz

In der modernen SMT- und Hybridfertigung sind standardisierte Kontrollmessungen zur Höhen- und Volumenbestimmung von Dickschichten, wie Lotpastenauftrag auf SMT-Boards und gedruckten Widerständen auf Keramiksubstraten von hoher Bedeutung. Die frühzeitige Erkennung von Überschreiten der Toleranzgrenzen ermöglicht geringe Ausschußquoten und kurze Rüstzeiten beim Einstellen der Siebdruckmaschinen. Der Rodenstock RM 600 SMT-Oberflächenmeßplatz tastet mit einem 1-µm-Laserfocus Oberflächenstrukturen, mit einer Auflösung von weniger als 0,1 µm schnell und vor

allem berührungslos ab. Dies ermöglicht den Einsatz direkt neben der Fertigung, unmittelbar nach dem Druckprozeß. Spezielle Softwaretools ermöglichen ferner die vollautomatische Vermessung von Volumen der einzelnen Pads, ihrer geometrischen Ausdehnung und Höhenlage zueinander. Lieferbar sind Halb- und Vollautomaten, die preislich in der Region zwischen 25 000 DM und 100 000 DM liegen.

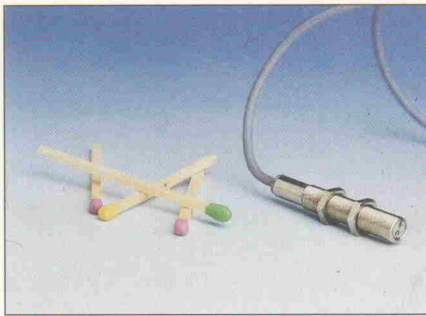
Optische Werke G. Rodenstock  
Geschäftsbereich Präzisionsoptik  
Postfach 14 04 40  
W-8000 München  
Tel.: 0 89/72 02-677  
Fax: 0 89/7 20 21 64





## Reflexlicht-Taster

Unter der Bezeichnung O 5-359-P1 stellt Hybrid-Electronic einen Reflexlicht-Taster vor, der, untergebracht in einem  $M6 \times 39,5$ -mm-Gehäuse entsprechend IP 65 inklusive 2-m-Anschlußkabel nur etwa 16 g wiegt. In dem Gehäuse sind Sender (LED, 880 nm), Empfänger (Fototransistor) und die gesamte Betriebselektronik untergebracht. Bei einer Betriebsspannung von 8...24 V kann der kurzschlußfeste Ausgangstransistor mit bis zu 100 mA belastet werden. Ein-



wandfreie Funktion der Taster ist bei Benutzung von Reflexfolie im Entfernungsbereich bis zu 600 mm gewährleistet.

Hybrid-Elektronik  
Reitweg  
W-8501 Veitsbronn  
Tel.: 09 11/75 29 06  
Fax: 09 11/75 29 05

## SMD-Dummys aus USA

Für die Herstellung mikroelektronischer Schaltungen sind oft etliche kostenintensive ICs erforderlich. Wird eine Baugruppe im Rahmen der Qualitätskontrolle auf korrekte Funktionen und Verbindungen hin überprüft, so müssen nicht zwangsläufig auch die teuren Bauelemente der Gefahr einer Beschädigung ausgesetzt sein. Zu diesem Zweck, insbesondere für die Überprüfung der Leiterbahnen und Kontaktstellen einer Schaltung, bietet die US-amerikanische Firma TopLine eine Reihe von Dummy-ICs in SMT, aber auch sonstige Testbauteile an.

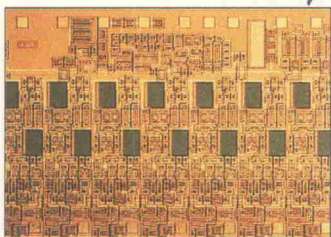
Das Unternehmen, das sich dem bundesdeutschen Publikum

erstmalig auf der Productronica im November letzten Jahres präsentierte, zeigte sich selbst überrascht vom stetig steigenden Interesse der Schaltungshersteller – gerade bezüglich der reichhaltigen Auswahl an SMD-Dummys, die in allen gängigen Gehäuseformen erhältlich sind. In naher Zukunft sollen auch in Deutschland mehrere Distributoren den Direktvertrieb gewährleisten. Bis dahin muß sich der Interessent allerdings noch direkt an TopLine-USA wenden.

TopLine  
P.O. Box 51 00 Garden Grove  
CA 92 645 USA  
Tel.: (001) 31 0/43 3-70 00  
Fax: (001) 31 0/49 8-04 90

## Opto-ASICs

Als Opto-ASICs bezeichnet iC-Haus seine kundenspezifischen ICs, die neben analog/digitalen Schaltungsblöcken auf einem einzigen Kristall auch fotoelektrische Sensoren enthalten. Diese Sensoren sind in ihrer Zahl und Geometrie ebenfalls kundenspezifisch, so daß ein in seinen Eigenschaften und der benötigten Chipfläche optimierter Schaltkreis für individuelle



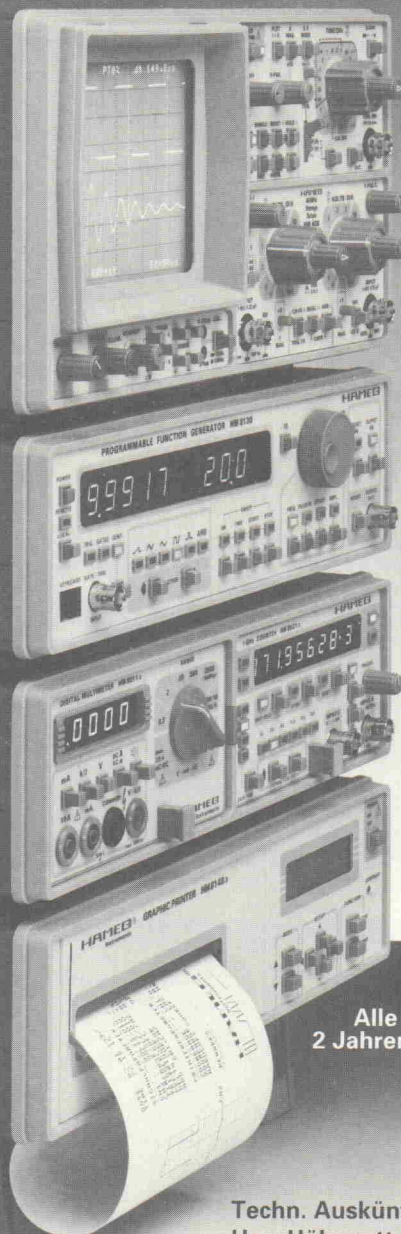
Anwendungen entsteht. Die Vorteile dieser Systemintegration liegen außer in der Miniaturisierung und der wirtschaftlichen Fertigungstechnik insbesondere in den erreichbaren elektrischen und parametrischen Daten. Das Foto zeigt hierzu einen Zwölfkanal-Differenzlichtsensor, der eine Fläche von  $8,4 \times 2$  mm benötigt. Die Zellen übernehmen dabei Funktionen wie Differenz- und Absolutlichtverstärkung, Sendestromregler und Ausgangstreiber. Der Aufbau monolithischer Abtastungen für Drehgeber oder Winkeldecoder wird so stark vereinfacht.

iC-Haus GmbH  
Am Kuemmerling 2  
W-6501 Bodenheim  
Tel.: 0 61 35/30 63  
Fax: 0 61 35/15 80

# HAMEG® Instruments

## Meßgeräte die Furore machen

Praxisnah und technologisch ausgereift bietet das Hameg-Programm einen Preis-/Leistungsstandard, der nach wie vor noch beispiellos ist.



Analog-  
Oszilloskope

Digital-  
Oszilloskope

Multimeter

R- und LC-  
Meßgeräte

Zähler

Signal-  
Generatoren

Netzgeräte

Analyzer

Computer

Interfaces

Software

Alle HAMEG-Geräte mit  
2 Jahren Funktionsgarantie

Techn. Auskünfte erteilen:  
Herr Hübenett (Oszilloskope)  
Herr Oberhaus (Modularsysteme)  
Herr Schmidt (Interface, Software)

## HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19 · 6000 FRANKFURT/M. 71  
Tel. (069) 6780 510 · Fax (069) 6780 513 · Telex 413866



# CAT'92: Kontaktbörse für Anbieter und Kunden

Vom 5. bis 8. Mai fand in den Messehallen auf dem Stuttgarter Killes-Berg der diesjährige Messeverbund CAT/Quality/Ident Vision '92 statt. Trotz des Streiks im öffentlichen Dienst nutzten über 30 000 Besucher das Angebot, um sich über neue Entwicklungen und Trends im Bereich CA-Technologien zu informieren.

Durchweg positiv äußerten sich die Aussteller über die hohe Besucherqualifikation. Viele Kunden nahmen die Gelegenheit zu intensiven Gesprächen mit den Software-Herstellern und Distributoren wahr, um sich ausführlich über die neuesten CAD-Softwarepakete und Peripherie beraten zu lassen. Der Trend geht zu ausgereiften, branchenspezifischen Komplettlösungen.

aktuell

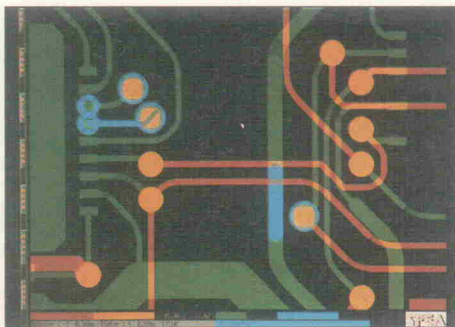
## Fehlerfreie Elektronikentwicklung

Das Karussell zwischen Elektronik-Entwurf und der Produktvermarktung dreht sich immer schneller. Daher standen für die Spea Software AG aus Starnberg die schnelle Entwicklung, fehlerfreies Design und hohe Qualitätsanforderungen bei der Entwicklung der neuesten Version von top-CAD im Vordergrund. Die gemeinsame Datenbasis aller in diesem Elektronik-Entwicklungssystem integrierten Module gewährleistet die automatische, grafische und logische Vorwärts- und Rückwärtsübertragung in Echtzeit.

Das heißt auch, daß die Software alle Informationen über Symbole, Bauteile, Verbindungen oder Sachnummern mitführt und dem Benutzer auf Anforderung zu jeder Zeit mitteilt. Im Layoutteil kann der An-

wender zwischen interaktiver Platzierung mit Histogramm, der halb- oder der vollautomatischen Platzierung auswählen. Neben linearen bietet top-CAD auch runde Leiterbahnen sowie die automatische Erzeugung von Masseflächen. Der 100%-Spea-Profilrouter mit seinen diversen Algorithmen und ein zuverlässiger On-Line-Check runden das Paket ab.

Spea Software AG  
Moosstr. 18b  
W-8130 Starnberg  
Tel.: 0 81 51/2 66-0



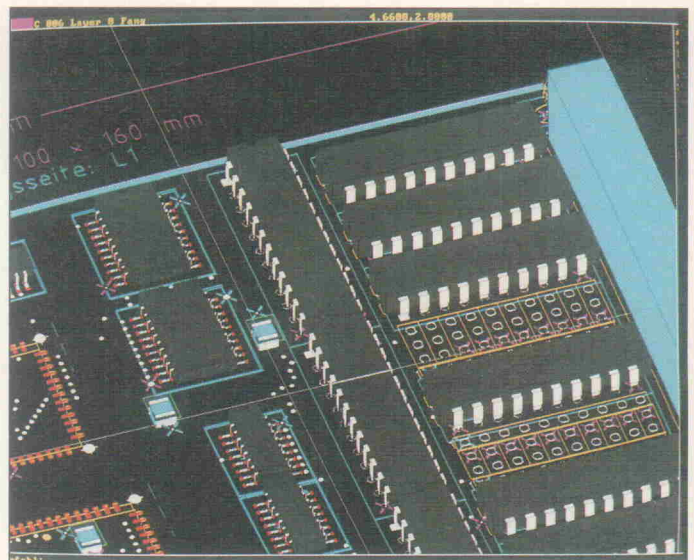
## Bidirektionales Gerber-Interface

CAD Solutions Inc., Hersteller des Programms PCGerber, bietet jetzt mit GerbArt einen neuen bidirektionalen Übersetzer für AutoCAD-DXF und Gerber an. Alle CAD-Daten eines mechanischen Systems können ohne den Umweg über ein teures elektronisches CAD-System auf dem Gerber-Fotoplotter ausgegeben werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Leiterplatten-Daten oder Non-PCB-Applikationen wie Frontplatten oder mechanische Konstruktionen handelt.

Mit GerbArt lassen sich alle Probleme wie beispielsweise

die Konvertierung aller AutoCAD-Symbole bis auf Points und Shapes oder die Übersetzung aller Fonts lösen, die bei der Umsetzung von DXF- zu Gerber-Daten und umgekehrt auftreten können. Der Anwender kann in GerbArt Änderungen vornehmen, ohne in die AutoCAD-Datei zurückkehren zu müssen. Die Software ist ab sofort zu einem Preis von 1990 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer erhältlich.

CAD Solutions GmbH  
Keller Str. 7  
W-8000 München 80  
Tel.: 0 89/4 80 28 66  
Fax: 0 89/48 62 11



## Layouts in 3-D

Das CAD Systemhaus Gräbert zeigte auf der CAT'92 das ECAD-System AutoPACK. Es basiert auf und arbeitet in AutoCAD. Die Software sorgt mit ihrer speziellen Menüfolie und Pulldown-Menüs für eine kurze Einarbeitungszeit und eine komfortable Bedienung. Der Design-Rule-Check überprüft alle Verbindungen und zeigt Fehler direkt im Schaltplan an. Neben der Netzliste zum Layout-Modul erzeugt AutoPACK auch Netzlisten für die Simulationsprogramme Spice und Susie.

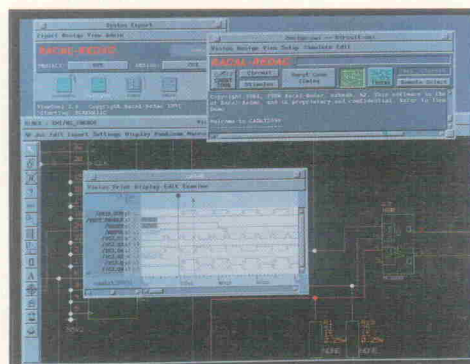
Das Platinen-Layout läßt sich manuell, interaktiv oder aber mit Hilfe des Dynamischen Routers vollautomatisch entflechten. Natürlich kann der Anwender jederzeit den automatischen Route-Vorgang unterbrechen und einzelne Leiterbahnen von Hand verlegen. AutoPACK kann Layouts auch räumlich darstellen. Damit lassen sich Abstände und Bauteilgrößen direkt beim Platzieren abschätzen.

Gräbert  
Nestorstr. 36a  
W-1000 Berlin 31  
Tel.: 0 30/89 69 03-0  
Fax: 0 30/8 91 80 33

## Gemischte Simulation

Für die Simulation gemischter analoger/digitaler Schaltungen bietet Racal-Redac im Rahmen der System-Expert-Konfiguration den Mixed-Mode-Simulator Saber/CADAT an. Dazu werden der Analogsimulator Saber und der Digitalsimulator CADAT über einen Steuerungsalgorithmus gekoppelt. Diese Konfiguration ermöglicht eine simultane analoge/digitale Simulation mit sofortigem automatischem Austausch relevanter Informationen.

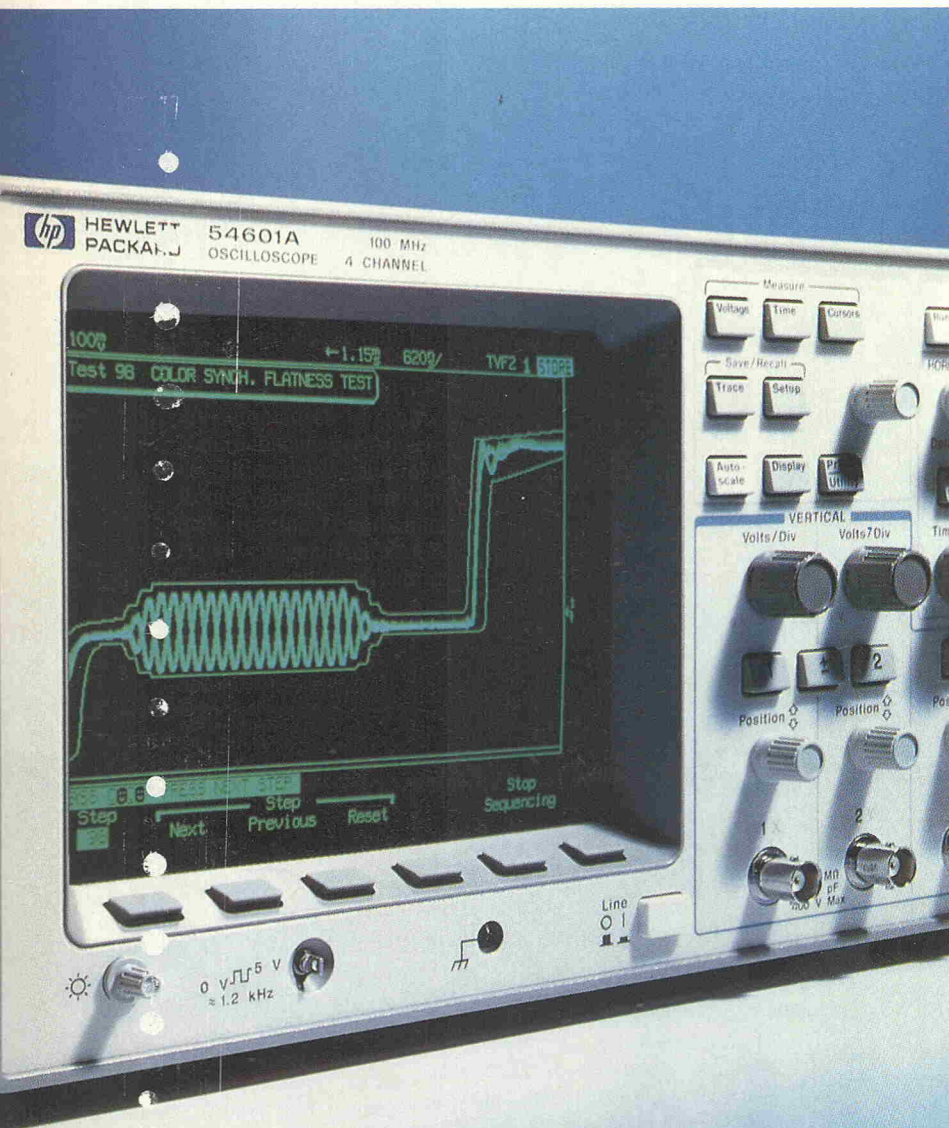
Da die Kopplung im Hintergrund läuft, muß der Entwickler nicht entscheiden, welches Bauteil analog und welches digital ist. Die Verbindung der beiden Simulatoren realisiert das System Expert über sogenannte Hypermodule. Diese Module werden an den Netzen, über die ein analoges und ein digitales Bauelement miteinander verknüpft sind, aufgrund von Informationen aus der System-Expert-Datenbank aktiv. Sie berücksichtigen neben der Signalfußrichtung auch Einflüsse der Versorgungsspannung sowie alle gängigen Technologien wie LSTTL, CMOS, ALS ...



Racal-Redac GmbH  
Muthmannstr. 4  
W-8000 München 45  
Tel.: 0 89/3 23 92-162  
Fax: 0 89/3 22 70 45



# Sie müssen sich daran gewöhnen, für hohe Qualität niedrige Preise zu zahlen.



**Reife Leistung:** das Digital-oszilloskop mit der Bedienerfreundlichkeit eines Analoggerätes – zu einem Preis, der Ihnen die Entscheidung leichtmacht.

Das HP 54600 100-MHz-Digital-oszilloskop läßt sich so einfach bedienen wie ein Analoggerät, bietet dabei aber alle Vorteile der Digitaltechnik. Das heißt für Sie: hohe Genauigkeit, automatische Messungen und optional einen Druckeranschluß für schnelle Dokumentation. Brillante Darstellung jeder Signalform ist auch bei niedrigen Frequenzen und langsamen Ablenkgeschwindigkeiten selbstverständlich. So gibt es die gewohnt hohe HP Qualität zu einem erstaunlich niedrigen Preis: ab DM 5.650,- (DM 6.441,- incl. MwSt.)

HP 54600 Digitaloszilloskop-Familie

	HP 54600 A*	HP 54601 A*	HP 54602 A*
Kanalanzahl	2	4	4
Bandbreite (MHz)	100	100	150 (2) 250 (2)
Zeitbasisgenauigkeit	± 0,01 %	± 0,01 %	± 0,01 %
Amplitudengenauigkeit	± 1,5 %	± 1,5 %	± 1,5 %

\* Alle Modelle sind optional mit Mathematik-, Schnittstellen- und automatischen Testmodulen ausrüstbar.

Noch irgendwelche Zweifel? Dann testen Sie das HP 54600 eine Woche lang. Fordern Sie genaue Informationen mit der beigelegten Postkarte oder per Telefon an.  
**HP DIREKT, Tel. 0 70 31/14 63 33**  
 (Österreich 02 22/25 00/3 01,  
 Schweiz 0 57/31 22 85).

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**



**HEWLETT  
PACKARD**

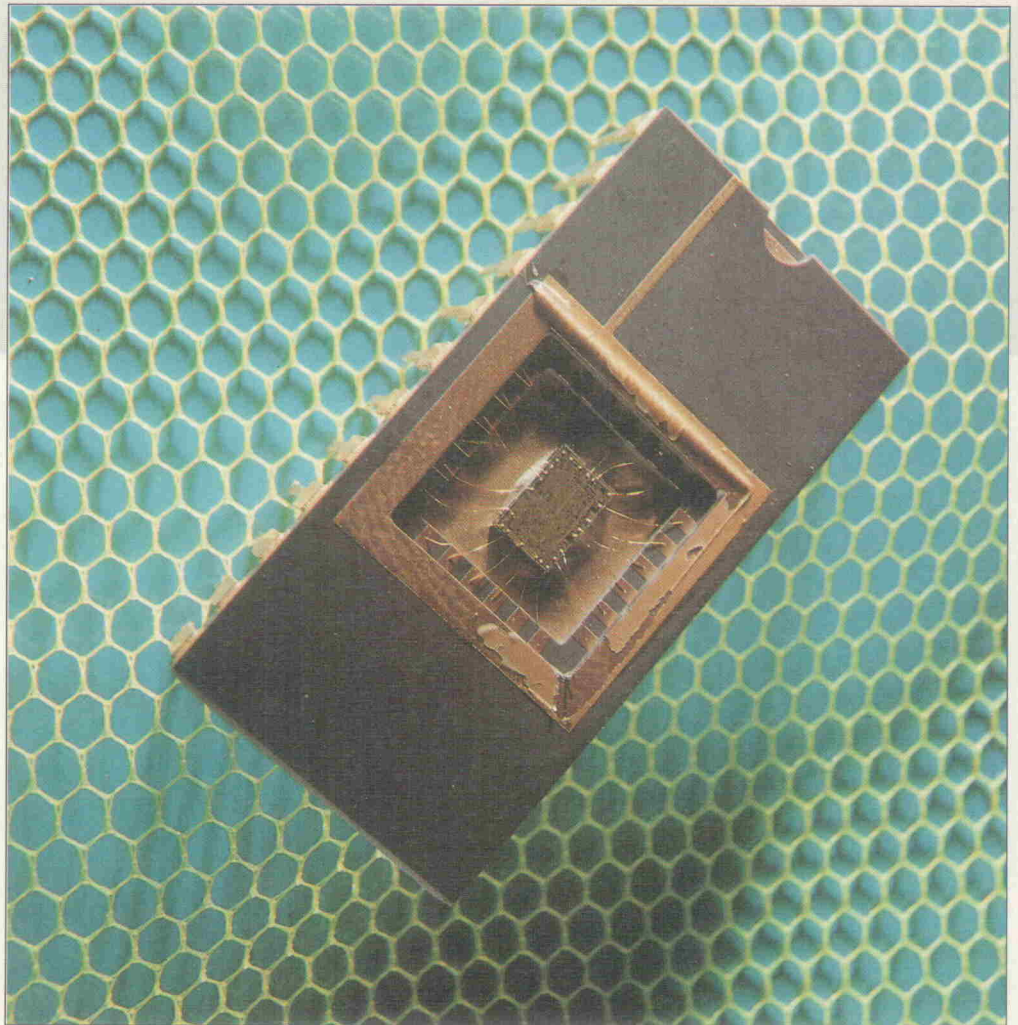


# ASIC-Entwicklung auf PCs

## Fünf Systeme im Überblick

**Werner Böcker**

Die Meinungen über die zur ASIC-Entwicklung benötigte Rechnerleistung driften ebenso auseinander wie über die hierzu benötigte Erfahrung und Zeit. Hier werden fünf auf IBM-PCs ablauffähige Programme vorgestellt.



**B**evor man die Frage, ob es sich lohnt, auf dem Personalcomputer seinen eigenen ASIC zu entwickeln, beantworten kann, sollte man vorsichtshalber einmal abklären, was in dieser Beziehung unter dem Begriff ASIC eigentlich zu verstehen ist. Fragt man dann weiter nach, so stößt man bei den Experten in der Literatur auf ein Selbstverständnis, das sich allerdings wiederum nur auf die eigene Definition bezieht.

So gibt es einige Zeitgenossen, die lediglich die unter Verwendung eines anwenderspezifischen Maskenlayouts in einer Chip-Fabrik erstellten Full-Cu-

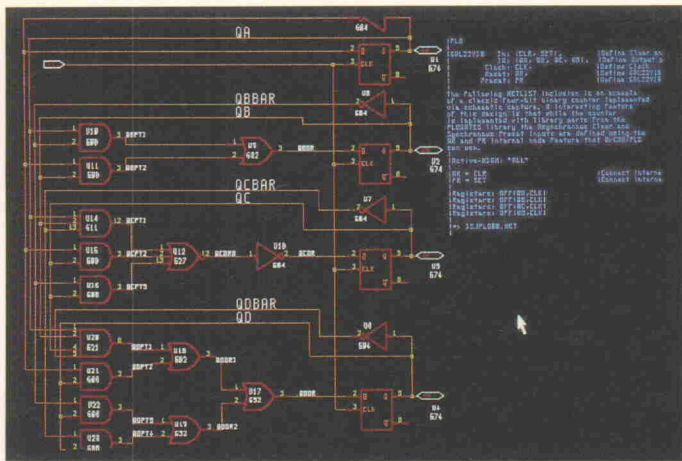
stom-ICs in ihre Betrachtungen mit einbeziehen. Andere halten sich hartnäckig an die Übersetzung und Auflösung der Abkürzung ASIC als 'anwendungsspezifische Schaltkreise' und decken so den Bereich vom EPROM, GAL, PAL und so weiter bis hin zum Standardzellen-Array ab.

### Was sind ASICs?

Folgt man lediglich der ersten Definition, so findet man nicht sehr viele Anbieter, die Entwicklungssoftware für IBM-Personal-Computer – und deren Clones – im Programm haben. In Anbetracht der Kosten und

des Aufwands, den die Entwicklung eines Custom-Chips mit Maskenlayout nach sich ziehen, ist natürlich auch fraglich, ob es überhaupt wichtig ist, auf welcher Plattform das Design entsteht. Die ganze Problematik der Definition wird von der momentanen Entwicklung noch erschwert, denn der früher vorhandene luftleere Raum zwischen einfacher programmierbarer Logik und anwendungsspezifischem Standardzellen-IC füllt sich mit immer komplexeren Architekturen. Der Übergang ist nahezu grenzenlos geworden. Die einzige Abgrenzung, die man momentan noch zweifelsfrei ziehen





**Bild 1. Mit den Schaltplaneditoren – hier am Beispiel OrCAD – lassen sich ASICs, wie üblicherweise Schaltpläne, herstellen.**

kann, ist das Vorhandensein von Analogschaltkreisen, die man wirklich nur bei den 'richtigen' ASICs findet.

Eine weitere mögliche Einschränkung kann auch der Vorgang der Chip-Fertigung sein: Kann man den Baustein im eigenen Haus produzieren, etwa mit Hilfe eines Programmiergerätes, oder muß man den Entwurf an eine IC-Fabrik abgeben und dann auf den fertigen Baustein warten?

Nach all diesen Gedanken haben wir uns für einen nicht ganz so einfachen Weg entschieden, der aber dem Leser wohl den besten Überblick über diese Problematik geben dürfte. Wir schauten uns das gesamte Material an und haben dann im Einzelfall entschieden, paßt es noch ins Thema oder fällt es nach unten oder nach oben aus dem Rahmen. Ein einfacher GAL-Assembler, der die Typen GAL 16 V 8 und GAL 20 V 8 unterstützt, findet hier ebenso wenig Berücksichtigung wie ein Softwarepaket, das inklusive notwendiger Workstation für einen Einstiegspreis von 160 000 DM zu haben ist. Auch kann dieser Beitrag keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Er zeigt aber im Querschnitt, was heute auf PCs machbar ist.

Dabei wird auch die Problematik nicht außer acht gelassen, ob es sich lohnt, die Entwicklung eines applikationsspezifischen ICs selbst in die Hand zu nehmen oder es lieber entwickeln zu lassen. Nur weil es Entwicklungspakete für den PC gibt, heißt das ja noch nicht, daß eine Eigenentwicklung für jeden der

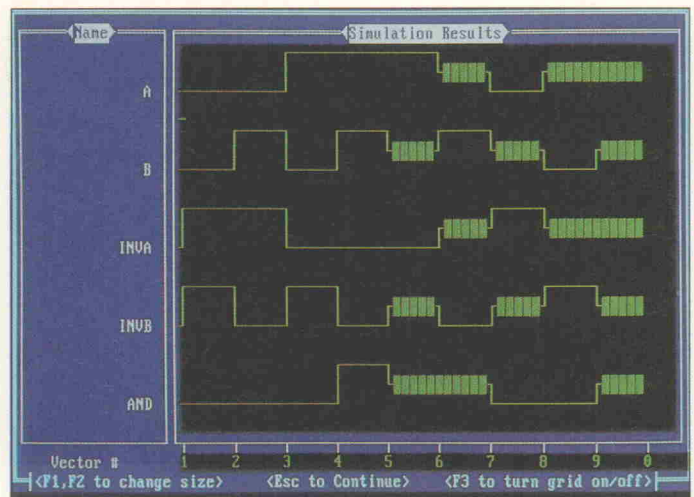
sicherlich vielen potentiellen ASIC-Kunden interessant ist, weil er Besitzer eines PC ist.

## OrCAD

Bei dem ersten für diese Übersicht ausgewählten System handelt es sich um die PLD-Software von OrCAD, die man in die beiden Programme PLD-Compiler und Digital-Simulator unterteilen kann. Beide Programme laufen übrigens – eventuell auch zusammen mit anderen OrCAD-Produkten – unter ein und derselben Oberfläche. Von den vielfältigen Möglichkeiten sollen hier allerdings nur einige Eigenschaften beschrieben werden.

Welche Bausteine kann man nun mit OrCAD programmieren? Als Highlight wird die Mach-Serie von AMD aufgeführt, die mit ihrer Gattermenge von 900 bis 3600 immerhin schon den Entwurf mittelmäßig komplexer Designs zuläßt. Ansonsten findet man den Hinweis, daß 100 verschiedene Architekturen unterstützt werden und lediglich die Anzahl der Gatter eine Einschränkung darstellt.

Wie läuft nun eine IC-Entwicklung mit OrCAD ab? Zunächst stehen dem Anwender 7 (sieben!) Möglichkeiten für die Logikeingabe zur Verfügung. Im einzelnen sind dieses: Wahrheitstabelle, Boolesche Gleichung, State-Machine, Streams, numerische Gleichung, indizierte Gleichung und die grafische Eingabe. Der Nutzen von Streams und indizierten Gleichungen soll hier zwar nicht in Frage gestellt werden, nur wirkt die Erklärung in der Demo eher



**Bild 2. Die Simulation eines ASICs unter CUPL.**

abschreckend als anziehend, weil die Syntax nicht erläutert wird, und man somit so ziemlich im dunkeln steht.

Nachdem man also (gleich mit welchem Verfahren) sein Logikproblem definiert und es entweder mit dem mitgelieferten oder eigenen Editor für die Übersetzung vorbereitet hat, wird der Compiler aufgerufen. Aus der Beschreibung geht hervor, daß drei unterschiedliche Optimierungsverfahren genutzt werden, sie werden aber nicht näher bezeichnet. Als Ausgabe erhält man wie üblich ein JEDEC-File. Möchte man den so entwickelten Baustein testen, so lassen sich Testvektoren erzeugen, die an die Datei angehängt werden. Dadurch läßt sich nach dem Programmieren der Baustein auf die Grundfunktionen überprüfen.

Möchte man jedoch einen genauen Test des Timing-Verhaltens durchführen, so steht hierzu ein Simulator zur Verfügung. In der Art eines Logikanalysators läßt sich dann das Verhalten des Bausteins softwaremäßig austesten. Dabei stehen vier unterschiedliche Pegel (Versorgung, Treiber, widerstandsbehaftet und hohe Impedanz) mit den jeweils drei möglichen Zuständen low, high und unbekannt zur Verfügung.

## CUPL

Soviel zum ersten Produkt. Das zweite Paket wendet sich nahezu an dasselbe Publikum, denn auch bei CUPL von Logical Devices handelt es sich um ein Entwicklungspaket für GALs, PALs, EPLDs und FPGAs.

Grundsätzlich ist CUPL in zwei Versionen erhältlich, für den PC/XT/AT und eine spezielle Version, die die Vorteile des 386 voll ausnutzt. Dabei wird schnell deutlich, daß auch CUPL kein Programm ist, das für sich allein dasteht. So kann man zwar innerhalb von CUPL selbst die Logik auch in den drei Haupteingaben Wahrheitstabelle, Boolesche Gleichung und Zustandsmaschine eingeben; über ein passendes Schematic-Entry-Programm wie beispielsweise ONCUPL, Omation Schema, OrCAD SDT, PCAD, Protel Schematic et cetera läßt sich die Logik aber auch aus der grafischen Schaltungseingabe herleiten.

Weitere Zusatzprogramme sind der Simulator CSIM, eine Konvertierungssoftware, die PAL-ASM-Dateien ins CUPL-Format überträgt, ein Partitionierungsprogramm PLPartition, um sehr große Dateien auf mehrere Bausteine zu verteilen, und FINDPLD, das dabei hilft, die richtige Architektur für die entsprechende Aufgabe zu finden und eine automatische Pinbelegung vorzunehmen.

An und für sich verhält sich CUPL sehr bausteinunabhängig und erlaubt generell die Entwicklung von Logik-ICs mit bis zu 50 000 Gattern. Wenn man allerdings bedenkt, wie unterschiedlich die einzelnen Architekturen sind, ergibt sich eine optimierte Anpassung an ein bestimmtes Bauteil wiederum nur auf der Architekturebene. Diesem Problem begegnet CUPL mit den sogenannten Fittern, die für Bausteine wie die MACH-Serie von AMD, MAPL von National Semiconductor,



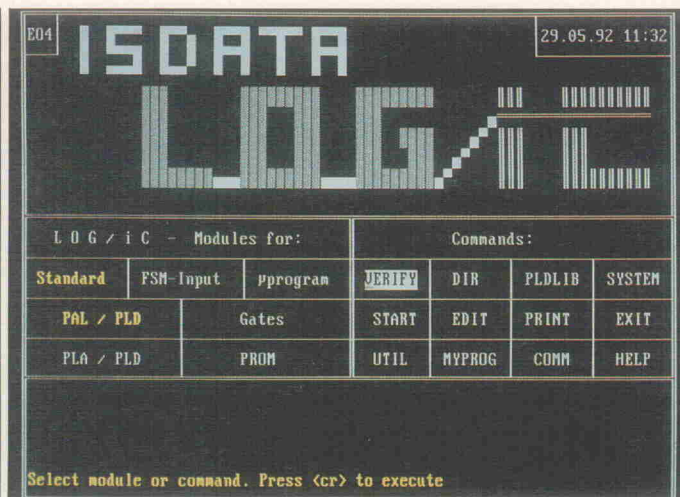


Bild 3. Das Hauptmenü von LOG/iC präsentiert sich – wie alle der hier vorgestellten Programme – recht übersichtlich.

Altera MAX, Atmel 5000 und einige andere anbietet. Nach dem Kompilieren, der Minimierung und einer eventuellen Partitionierung werden die Dateien mit Hilfe der Fitter auf die unterschiedlichen PLD-Architekturen hin optimiert.

Nach dem Aufrufen von CUPL erscheint ein Menü, von dem aus sich alle notwendigen Unterprogramme aufrufen lassen. Auch bei CUPL findet man wieder einen integrierten Editor, über die Änderung einer Systemvariablen läßt sich aber auch hier ein eigener Editor einbinden. Neben den schon genannten Eingabemöglichkeiten lassen sich mehrere Signale – zum Beispiel Adressen oder Daten – zu Gruppenvariablen zusammenfassen. Über indizierte Variablen kann man auf die Mitglieder der Gruppen zugreifen. Die Sprache für die Logikbeschreibung orientiert sich sehr stark an der Syntax der Programmiersprache C. Zum Sprachumfang gehören neben den Operatoren auch mehrere Kommandos wie Wiederhol-, Schleifen- und Verzweigungs-, Include- und Define-, Makro-Befehle, um nur einige zu nennen. Eine Besonderheit ist auch die Unterstützung von Mehrfach-Zustandsmaschinen. Innerhalb von Makro- und Repeat-Sequenzen können auch arithmetische Befehle eingesetzt werden.

Möchte man LCA-Bausteine der Firma Xilinx einsetzen, so geht das grundsätzlich auch mit CUPL. Man erzeugt dann nur ein virtuelles File im PALASM-Format und übersetzt es mit dem integrierten Konverter. Da-

nach muß man allerdings XACT, den Placer-Router von Xilinx, in Anspruch nehmen, um das Design zu vollenden.

Nachdem man also mit dem Editor seine logischen Probleme definiert hat, stehen für das Kompilieren jede Menge Optionen zur Verfügung, deren Anzahl an einen guten C-Compiler erinnert. Für die Optimierung gibt es fünf Schalter: keine Minimierung, die voreingestellte schnelle Minimierung, Quine McCluskey, Presto und Espresso. Man muß sich dabei vor Augen halten, daß der Schalter 'keine Minimierung' durchaus seine Berechtigung hat. Verwendet man nämlich in sicherheitsrelevanten Schaltungen Redundanzgatter, so würden diese beim Einsatz eines Minimierungs-Algorithmus entfernt.

Ebenfalls läßt sich mittels Schalter beim Kompilationslauf festlegen, ob eine Simulationsdatei erzeugt werden soll und ob Testvektoren an das JEDEC-File angehängt werden sollen. Hat man sich dafür entschieden, startet je nach Option der Simulator direkt nach dem Compiler-Lauf, oder man ruft ihn explizit aus dem Menü auf. CSIM erlaubt die Generierung und Manipulation von Testvektoren und die grafische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Signale des Bausteins.

### LOG/iC

Als dritte Alternative sind die Produkte von Isdata zu nennen, die unter dem Namen LOG/iC angeboten werden. Grundsätzlich teilt sich das Angebot in zwei Pakete auf. Möchte man

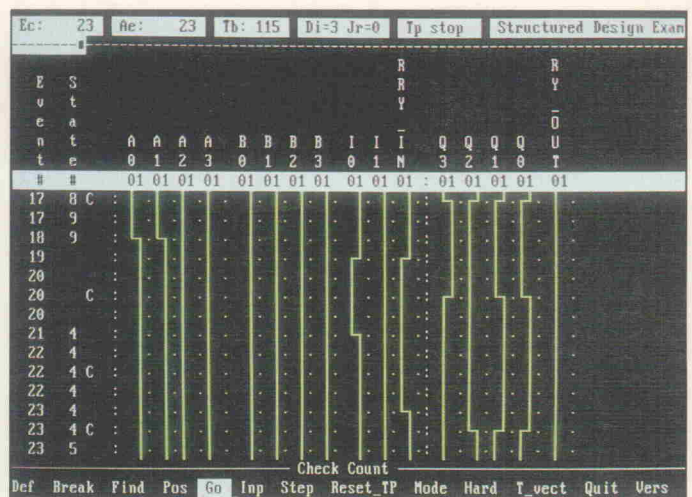


Bild 4. Eine weitere Simulation – hier unter LOG/iC – in einem Logik-Analyzer-Outfit.

lediglich mit PLDs arbeiten, so kann man zwischen den drei Alternativen PICO, PLUS und PERFECT wählen, die sich in der Ausstattung und natürlich im Preis unterscheiden. Dabei ist die einfachste Version immerhin in der Lage, PAL-, PEEL-, GAL-, EPLD-, PLA-, FPL- und ROM-Bausteine mit bis zu 24 Anschlüssen zu verarbeiten. Die Eingabe erfolgt bei LOG/iC über Zustandsmaschinen, Boolesche Gleichungen, Funktionstabellen oder über den Stromlaufplan. Als Zusatzprogramm ist STATE/view erhältlich. Dabei handelt es sich um eine von Isdata entwickelte grafische Sprache, die die Vorteile aus der Flowchart-Beschreibung und der Zustandsmaschinen-Darstellung vereint. Von der Unterstützung her sind alle drei Pakete ungefähr identisch. In der PERFECT-Version wird Mach-Serie von AMD unterstützt, für dessen Optimierung spezielle Fitter eingesetzt werden.

Kommt man allerdings auch mit der Logikkomplexität von GALs, PALs oder EPLDs nicht mehr aus, dann bietet Isdata mit dem Paket LOG/iC Gates die Möglichkeit, auf LCAs und sogar Gate Arrays umzusteigen. Für die Weiterverarbeitung der LCA-Netzlisten ist ein Postprozessor und natürlich wiederum XACT von Xilinx notwendig.

Ein Gate Array besteht im allgemeinen aus den einzelnen Makrozellen, die vom Anbieter aus Bibliotheken zusammengestellt werden können und so den Baustein bilden. Ähnlich arbeitet das Prinzip von LOG/iC, man kann sich nämlich seine ei-

gene Schaltung in ein Standard-Netzlistenformat wandeln, das mittels Konverter dann auf das Format des Gate-Array-Herstellers übersetzt wird. Die Entwurfsdefinition geschieht dabei über die schon beschriebenen Eingabeverfahren oder über VHDL, wobei das Zusatzprogramm Hint die VHDL-Syntax verarbeitet. Ein Konsistenz-Checker überprüft den Entwurf auf logische Widersprüche, und unter Berücksichtigung der Laufzeiten wird der Flächenbedarf optimiert. Insgesamt können Gatterschaltungen mit einer Tiefe von 40 Stufen synthetisiert werden.

Auch bei LOG/iC wird die Schaltplaneingabe mittels Standard-CAD-Programm unterstützt. Dabei lassen sich die so erstellten Schaltungen in eine Bibliothek (SML, Schematic Macro Library) einbinden, mit der der Compiler dann weiterarbeitet. Hat man also mit seinem Schematic-Entry-Programm – etwa OrCAD – in frühen Tagen eine Schaltung aus diversen 74xxx-Bausteinen entworfen, so läßt sich der komplette Block übernehmen und durch den Compiler ersetzen. Aber diese Eigenschaft kennen wir ja bereits.

Auch bei Isdata gibt es wieder einen Simulator, der in der Art eines Logikanalysators die Pegelzustände darstellt. Die Simulation läuft dabei interaktiv am Bildschirm ab, Stimulus-Dateien können in einem hochsprachartigen Format erstellt werden. Synchroner wie auch asynchroner Logik kann überprüft werden, und auch bei LOG/iC wird das Prinzip der gleichblei-



benden Oberfläche unterstützt, von dem sich alle Zusatzprogramme aus aufrufen lassen.

Auch wenn man leicht erkennt, daß diese Softwarepakete schon eine ganz andere Welt darstellen als die einfachen PAL- und GAL-Assembler früherer Tage, so haben sie doch die Einschränkung, daß sie sich größtenteils auf vorhandene Bausteine stützen. Der große Vorteil ist natürlich, daß man den Entwurf und die Fertigung vom Anfang bis zum Ende im eigenen Haus durchführen kann – sieht man einmal von der Möglichkeit ab, mit LOG/iC Gate Arrays zu erstellen.

### L-Edit

Möchte man tatsächlich einen eigenen maskenprogrammierten IC auf dem Personalcomputer entwickeln, so muß man schon zu einem Paket wie L-Edit von Tanner Research zurückgreifen. Dieses Programm läuft auf einem 386/486 und unterstützt das volle 32-Bit-Format.

Für die Eingabe des Entwurfs wird auch hier ein Schematic-Entry-Programm verwendet. Regeln für den Design-Check lassen sich über eine benutzerkonfigurierbare Schnittstelle, zum Beispiel als Boolesche Gleichungen, eingeben. Zwei Besonderheiten dieser Software sind die Extract-Software, mit der Layoutdaten in ein Spice-Format gewandelt werden können, und LVS, eine Software-Schnittstelle, die den Vergleich von Standardzellen-Entwurf und Schaltplan ermöglicht. Dieser Programmteil ist außerdem in der Lage, zwei Entwürfe eines Chip-Layouts miteinander zu vergleichen. Die Ausgabe von L-Edit liegt im GDS-II-Format vor. Um diese Dateien grafisch darzustellen und zu analysieren, bietet Open Designs den Stream Viewer an. Mit diesem Hilfsprogramm lassen sich Ausschnitte des Chip-Entwurfs zoomen, ausmessen und ausplotten. Auch dieses Programm bietet einen Design-Rule-Check für beliebige IC-Layouts, der vom Anwender konfigurierbar ist.

### ICE3

Nun zum letzten System dieser Vorstellung: ICE3 von Prema. Ein Programm aus einer ASIC-Fabrik, geschrieben von ASIC-Entwicklern – und genau das merkt man sofort. Bietet die Software von Drittanbietern

meist unterhaltsame Installationsprogramme, Pulldown-Menüs nach dem neuesten Stand der Technik und in allen erdenklichen Farben, mindestens eine Uhr am oberen rechten Rand und zwei bis vier Copyright-Vermerke, so bietet ICE3 im Gegensatz dazu nur die Arbeitsfläche. Eine einzige Kommandozeile am oberen Rand, sonst stört einen nichts. Sicherlich dauert es eine gewisse Zeit, bis man die Kommando-Optionen kennt, doch sind sie meist logisch aufgebaut und leicht nachvollziehbar. Ich kann mir nicht helfen (und manchmal fühle ich mich deshalb wie ein

Dinosaurier), aber ich mag diese Programme ohne Schnickschnack, die einfach nur das tun, was man wirklich benötigt. An dieser Stelle ist übrigens ein allgemeines Lob an alle in dieser ASIC-Designsoftware-Übersicht vertretenen Systeme angebracht.

Was aber leistet nun ICE3? Nicht weniger, als einen Entwickler beim Design eines eigenen analogen Schaltkreises mit mittlerer Integrationsdichte zu unterstützen. Da ein analoger ASIC-Entwurf wesentlich von der Geometrie des verwendeten Prozesses abhängt, arbeitet man

in diesem Fall natürlich auch mit geometrischen Größen. So interessiert zum Beispiel die maximale Chip-Fläche, die bei dem voreingestellten Skalenfaktor von 8:1  $8191 \times 8191 \mu\text{m}$  beträgt.

Befindet man sich auf dem Arbeitsfeld, kann man mit der Eingabe beginnen: Entweder entwirft man dabei eigene Strukturen oder greift auf die Bibliothekselemente oder Zellen zurück. Für die Platzierung stehen insgesamt 20 verschiedene Ebenen zur Verfügung, die farblich unterteilt sind. Die Bibliothekselemente benötigen dabei die Schichten 0 und J. Da-

Anzeige

## SAFETY FIRST

Lieferbar innerhalb  
48 Stunden



So lautete der oberste Grundsatz bei der Entwicklung der ASYC Multimeter.

Da Arbeitssicherheit mehr und mehr eine grundlegende Forderung ist, hieß der Leitfaden: erst die Sicherheit des Anwenders – dann alles Andere. Und die ASYC Multimeter sind sicher. Davon zeugen die innovativen und überwiegend patentierten Features: keine Lichtbogen-gefahr durch die SECUR'X-Verriegelung der Meßkabel, Batteriewechsel nur bei gezogenen Meßleitungen möglich, Elektronik und Batterie getrennt, absolut wasserdicht, nicht entflammbares Gehäuse, Safety Alarm bei Überschreitung des Meßbereiches. Die weiteren Vorteile: Bargraph, Nullpunkt-Mitte-Einstellung, Live Trend Memory Mode usw.

Safety first, weil Safety ein Muß ist. Ihr Fachhändler führt sie.



Müller und Weigert GmbH  
Postfach 30 42 • D-8500 Nürnberg 10  
Tel. (09 11) 3 50 20 • Fax (09 11) 3 50 23 06

ITT Instruments **ITT**



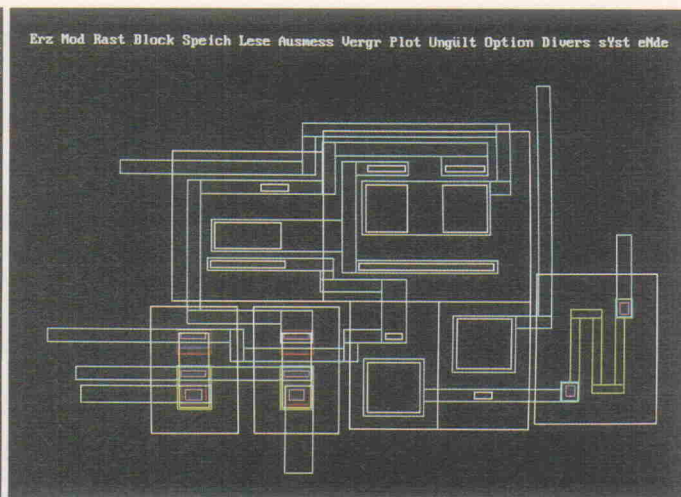


Bild 5. Direktes ASIC-Layout unter ICE3.

nach lassen sich alle technologisch notwendigen Maßnahmen ergreifen, etwa das Abdecken der Kontaktlöcher mit einer Aluminiumschicht oder das Vornehmen von Verdrahtungen. Auch hier wird der geometrische Zusammenhang wieder deutlich, denn bei beiden Vorgängen wird man nach den Maßangaben wie beispielsweise der Dicke der Leiterbahnen gefragt. Außerdem findet man einen Ausmeßbefehl, mit dem man alle Entfernungen, aber auch die Widerstände der einzelnen Verbindungen messen kann.

Hat man sein IC nun durch eigenen Entwurf, Bibliotheksmodul und/oder Zelle fertig ent-

wickelt, kann die Datei in eins der folgenden Formate konvertiert werden: ICE-2, PG oder GDS2. Die beiden ersten Formate sind Prema-intern und dienen einmal dem Design-Rule-Check (ICE-2) und dem Steuern des Patterngenerators für die Erstellung der Belichtungsmasken (PG). Das dritte Format ist ein verbreiteter Standard und kann dazu genutzt werden, die Datei mit anderen Programmen weiter zu bearbeiten.

Betrachtet man die vorgestellten Programme, so muß man zugeben, daß die Leistung der Entwicklungssoftware für den PC mittlerweile erstaunliche Aus-

maße angenommen hat. Aber wird allein dadurch, daß man auf dem PC einen IC entwickeln kann, diese Lösung auch schon sinnvoll? Hier muß man wohl klar unterscheiden, wie oft ein Entwicklungslabor mit dieser Problematik konfrontiert wird, denn es bleibt ja immer noch der Weg in ein Design-Center. Dadurch entfallen für den Anwender die Kosten der Anschaffung, der Einarbeitung und einer möglichen Umstellung. Auf der anderen Seite entstehen Aufwendungen für die Fremdarbeit, die aber im eigenen Haus auch bezahlt werden muß – es sei denn, man hat Ingenieure, die mal nichts anderes zu tun haben.

Man muß sich bei der ganzen Problematik eines vor Augen halten: Die Einarbeitung dauert seine Zeit, und man benötigt bei der Auswahl des passenden Bausteins eine ganze Menge Erfahrung. Es wäre utopisch zu erwarten, man könnte seine Problemstellung eine Stunde, nachdem man die Software installiert hat, in einen Baustein schießen, den der Computer als den optimalsten bestimmt hat. Denn schließlich spielen da auch noch eine Menge Faktoren eine Rolle, die sich sehr schnell ändern oder von fertigungstechnischer Relevanz sind und sich von Layout zu Layout unterscheiden.

Bei allen bislang entwickelten Hilfsmitteln wurden zwei wichtige Punkte immer deutlicher, die von den Anbietern gern ein wenig verdrängt werden:

- Die härteste Waffe im Kampf um ein gutes Produkt ist die Kreativität des Entwicklers. Das bedeutet nicht den elegantesten Entwurf, sondern den optimalen. Man kann Dinge vielleicht besser umsetzen, aber die Ideen muß man selbst haben.
- Komplexe Dinge können nicht zur einfachsten Sache der Welt werden.

Es ist in der Tat eine gewisse Verdrehung erkennbar, die sich durch die Verbreitung und immer größere Leistungsfähigkeit der Personalcomputer abzeichnet. Suchte man früher bei der Lösung vorgegebener Probleme nach einem passenden Werkzeug, so stolpert man heute über allerlei Werkzeuge und versucht verzweifelt, passende Probleme dafür zu entdecken. Die Entwicklung eines ICs ist kein Kinderspiel, und wer das so darstellt, tut der Sache keinen guten Dienst. Alle hier vorgestellten Programme sind in ihrer Leistung sehr mächtig, aber wenn man sie richtig nutzen will, muß man sich auch die Zeit nehmen, sich mit ihnen auseinanderzusetzen – und das dauert eben.

## ASIC-CAD für PCs

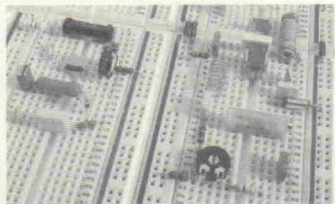
	OrCAD SDT	CUPL	LOG/IC PICO	L-Edit	ICE3
<b>Hersteller</b>	OrCad, USA	Logic Devices	Isdata GmbH	Tanner Research, USA	Prema GmbH
<b>Distributor</b>	Hoschar GmbH	Datapro GmbH	Isdata GmbH	Hoschar GmbH	Prema GmbH
<b>Ort</b>	W-7500 Karlsruhe 1	W-8037 Esting	W-7500 Karlsruhe 21	W-7500 Karlsruhe 1	W-6500 Mainz 42
<b>Straße/Platz</b>	Rüppurrer Str. 33	Kreuzstr.3	Daimlerstr. 51	Rüppurrer Str. 33	Robert-Koch-Str. 6
<b>Vorwahl</b>	07 21	0 81 42	07 21	07 21	0 61 31
<b>Telefon</b>	37 70 44	2 80 13	75 10 87	37 70 44	50 62-0
<b>Fax</b>	37 72 41	4 52 86	75 26 34	37 72 41	50 62-22
<b>Preis (ohne MwSt.)</b>	1895,-	2998,-	2995,-	4995,-	3200,-
<b>Rechner</b>	PC/AT	PC/AT, 386	DOS (500k RAM, 2M HD)	PC/AT	ab 286
<b>Architekturen</b>	div.	PAL, GAL, MACH EPLD, FPGA, LCA	PLDs (max. 24 Pin), PROMS	div.	div.
<b>max. Komplexität</b>	30 000 Gatter	50 000 Gatter	k. A.	Speicherabhängig	Schwerpunkt: analog
<b>Programmumfang/ Zubehör</b>	dt. Hoschar- Arbeitsbuch	Compiler mit Schema- Interface, Partitionierer, Fitter	PLD Data Base (autom. IC-Auswahl), Functional Design Verifier (Simulat. des Designs)	dt. Dokumentation	–
<b>Eingabe</b>	DIN-Bibliothek	Schematic, Logik- Gleichungen, State-Machine	LOG/IC-Syntax, Bool. Gleichungen, Funkt.-Tab., Stromlaufpl., VHDL, Graf. State Maschine	GDS-II, CIF	interaktiv
<b>Ausgabe</b>	über 30 Netzlisten- Formate	JEDEC-File, Intel-Hex, PDIF	Bool. Gleichung, Tabelle, Gatter- und Fuseplot	GDS-II, CIF	Prema-PG, GDS-II, CIF



A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 1



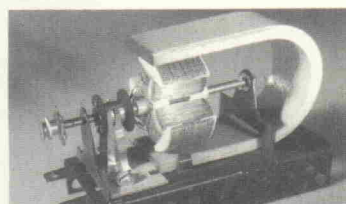
GLEICHSTROMTECHNIK



A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 2



WECHSELSTROMTECHNIK



Durch diese Buchreihe wird der Leser systematisch mit demjenigen Wissensstoff vertraut gemacht, der zum Begreifen der Arbeitsweise oder auch zur Reparatur elektronischer Geräte erforderlich ist. Der erste Band beschäftigt sich vornehmlich mit den Grundlagen der Elektrotechnik sowie mit einfachen passiven Bauelementen und deren elektrischem Verhalten.

Um den Leser möglichst praxisnah mit den Grundlagen der Elektronik vertraut zu machen, ist im Buch eine größere Anzahl einfacher Versuche vorgesehen, die man problemlos nachvollziehen kann. Am Ende eines jeden Kapitels werden inhaltsbezogene Fachfragen gestellt; die entsprechenden Antworten – einige mit kurzer Erläuterung – findet man am Buchende.

Obwohl sich die dreiteilige Buchreihe in erster Linie an Autodidakten wendet, eignet sie sich auch für diejenigen, die ihr Elektronik-Wissen auffrischen möchten.

Die sich primär an Autodidakten wendende Buchreihe ist gleichwohl für diejenigen Leser geeignet, die ihr Fachwissen auffrischen möchten.

Den Schwerpunkt dieses zweiten Bandes der dreiteiligen Buchreihe bildet die Wechselstrom- und Impulstechnik. Ausgehend von den elektrotechnischen Grundlagen erfolgt dabei insbesondere eine Untersuchung des Verhaltens einfacher RC- und RL-Glieder sowie ihres Einflusses auf den Verlauf der Ausgangsspannung dieser Grundschaltungen.

Auch in diesem Band sind etliche einfache Versuche beschrieben, die der Leser zur Festigung des erworbenen Wissens nachvollziehen und auswerten kann. Über die am Schluß eines jeden Kapitels gestellten Fachfragen kann der Leser sein Wissen kontrollieren: eine Rückkoppelung ermöglichen die am Buchende wiedergegebenen, teilweise mit einem erläuternden Kommentar versehenen Antworten auf diese Fragen.

EE1,2

Broschur, 292 Seiten  
DM 36,-  
ISBN 3-922705-33-2

Broschur, ca. 300 Seiten  
DM 36,-  
ISBN 3-922705-34-0

Im Buchhandel erhältlich



Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61



# 19-Zoll-Atari

## Teil 2: 14-MByte-Speicherkarte

**Reiner Mehrholz  
Jens Uwe Timm**

Auf der Speicherplatine mit der Einbaumöglichkeit für 14 MByte RAM nehmen natürlich die Memory-ICs mit MMU und Co-MMU fast den gesamten zur Verfügung stehenden Platz für sich in Anspruch. Trotzdem ist es gelungen, die analoge Abteilung des Atari nebst Shifter noch mit auf dieser Karte unterzubringen. Ein gestrichener Eßlöffel voll mit SMD-Teilen macht's möglich.



**E**ine Schaltung von der Komplexität eines Atari Mega ST einfach abzukupfern und in ein neues Design zu verpacken ist keine große Kunst und macht wenig Sinn. Vor allem dann nicht, wenn Kosten und Nutzen von Bedeutung sind. Sieht man aber das Original als Ausgangsbasis, um ein eigenes Rechnerkonzept zu verwirklichen, bei dem die 'Schwächen' des Originals beseitigt sind und das viel Platz für eigene Features läßt, dann lohnt sich der Aufwand. Vor allem, wenn das Know-how vollständig offengelegt ist und einer breiten Basis zur Verfügung steht.

Entfallen doch mit einem Mal die vielen lästigen, aber unver-

meidlichen Basteleien am ohnehin schlecht zugänglichen ST, mit denen der Anwender seine Maschine an eigene Ansprüche anpaßt. Der wohl häufigste Eingriff in den Atari ist der Ausbau des Speichers. Daran fehlt es dem Elrad-19-Zoll-Atari nicht, wovon man sich mit einem Blick auf die RAM-Karte schnell überzeugen kann.

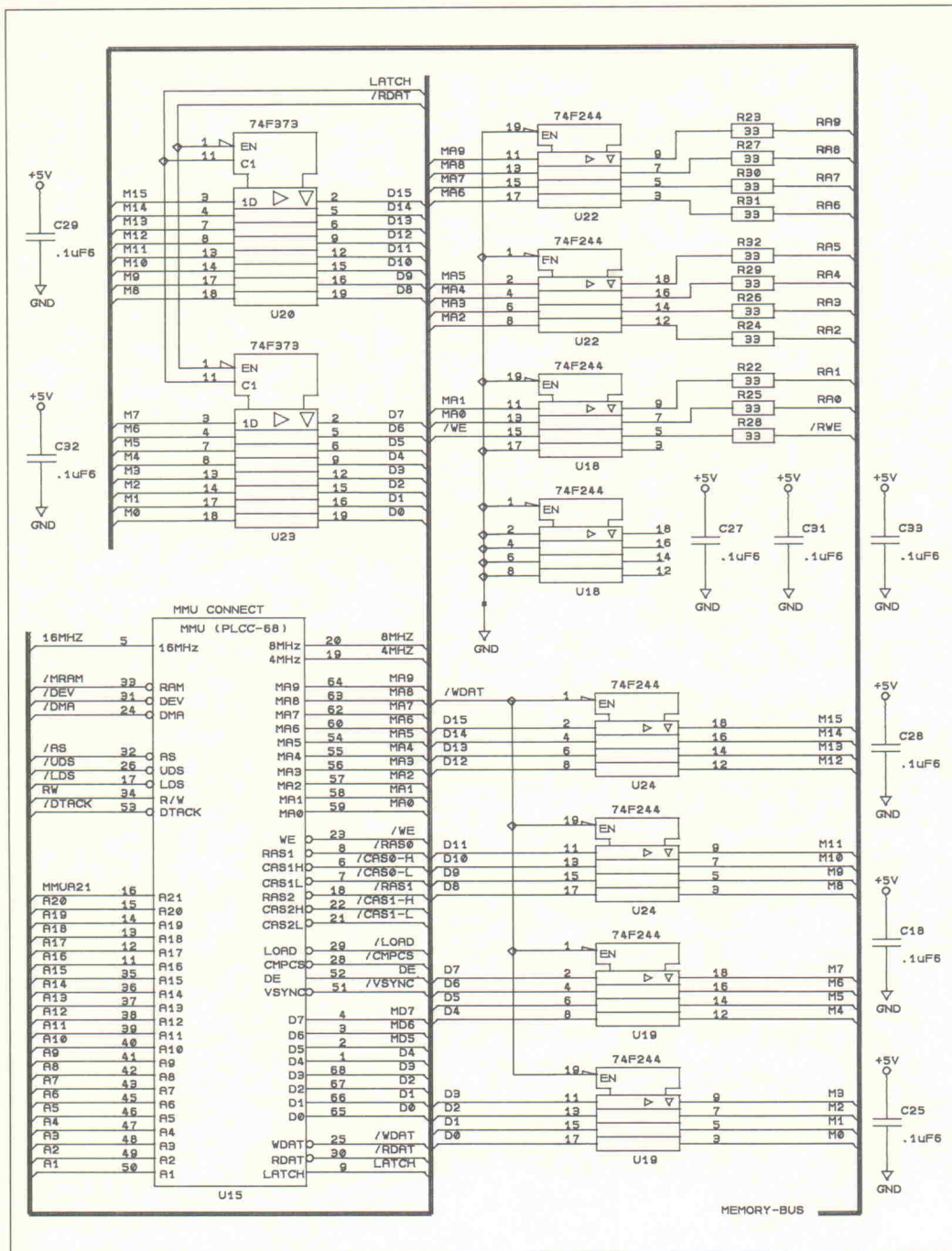
Zu Beginn noch einige Korrekturen zum ersten Teil und Ergänzungen zum Einsatz des Blitter-Chips. Im Schaltplan auf der Seite 18 fehlt die Bauteilnummer U15 für den 16-MHz-TTL-Quarz. Um diesen Baustein muß auch die Stückliste ergänzt werden. Des weiteren

geht es mit der Nomenklatur der RCR-Filter drunter und drüber:

Was im Schaltplan mit RCR1...13 benannt ist, findet sich im Bestückungsplan in integrierter Form als RCR1 und 2 wieder und in der Stückliste als L1...13. Letzteres sind die ursprünglich vorgesehenen original Atari-Drosseln.

Der Blitter ist eine Art eigenständiger Prozessor und kann sich daher von der 68000-CPU die Kontrolle über den Bus übertragen lassen. Er muß dann natürlich alle Bus-Signale selber steuern. Bei der Übergabe der Kontrolle sind bestimmte Zeitbedingungen einzuhalten.





**Bild 4.1. Die Memory Management Unit (MMU)** besorgt die Umsetzung der von der CPU ausgehenden Adreßinformationen in einen gemultiplexten Adreßbus für die dynamischen RAMs.

stört der Blitter, eine Beschleunigungssoftware profitiert jedoch davon.

## HD ist Standard

Wie bereits im ersten Teil erläutert, lassen sich bis zu drei HD-Laufwerke anschließen. Das Betriebssystem kommt mit HD-Laufwerken gut zurecht, allerdings fehlen ihm die entsprechenden Formaterroutinen. Diese Funktion muß sich der Anwender durch ein Zusatzprogramm wie beispielsweise FCOPY\_PRO selbst installieren. Arbeitet der Rechner jedoch unter TOS ab der Version 2.06, so läßt sich ein FDC-Cooky installieren. Damit kann das Betriebssystem auch HD-Disketten formatieren. Beim Aufruf der entsprechenden Routine erscheint dann zusätzlich die Frage nach einer HD-Diskette.

HD-Laufwerke unterscheiden sich von DD-Laufwerken dadurch, daß auf eine entsprechende 3 1/2-Zoll-Diskette doppelt so viele Daten, nämlich 1,44 MByte, passen. Da die Anzahl der Spuren unverändert bleibt, muß sich die Schreibdichte vergrößern. Verdoppelt man die Datenübertragungsrate,

Da der Blitter das nicht ganz korrekt ausführt, wird er im Mega ST mittels eines D-Flipflops unterstützt, das sich auf einer Huckepack-Platine direkt auf der CPU befindet. Dieses Flipflop hat natürlich bei der Elrad-Version des Atari seinen Platz mit auf der Platine.

Für den Einsatz des Blitters müssen weiterhin die Jumper J1 und J2 geöffnet sein. Wer auf den Einbau des Blitters verzichtet, muß die Jumper J1 und J2 schließen, so daß die Leitungen BG und BGACK (Bus Grant und Bus Grant Acknowledge entsprechend Buszuteilungsanforderung und Buszuteilungsbestätigung) auch ohne Blitter-

Chip durchgeschleift werden. Ein eingesteckter Blitter-Chip wird allerdings durch Stecken von J1 und J2 nicht deaktiviert; dies muß mit Hilfe der im Betriebssystem enthaltenen Routinen geschehen. Man sollte es nach Möglichkeit auch vermeiden, gleichzeitig Blitter und Jumper zu stecken.

Dem Blitter-Chip ist allerdings ein entsprechendes Beschleunigungsprogramm wie beispielsweise NVDI vorzuziehen, da ein solches nicht nur Bildschirm-Rechteck-Operationen, sondern auch alle anderen Grafikroutinen erheblich beschleunigt. Spätestens beim Einsatz einer Beschleunigungskarte

## GAL-Listing U4

GAL20V8  
ARCHITEKTUR MODUS2

### PINS

/G11, /G12, /HALT, /00-DIS, /DEV, A15, A14, A13, A12, A11, A10, GND, A7, A9, /DIS-00, /00-HALT, A6, A5, A4, /EN-00, /RESET, INT6, A8, Vcc

### GLEICHUNGEN

DIS-00 = /00-DIS \* DEV \* A15 \* /A14 \* /A13 \* A12 \* /A11 /\* FF90xx \*/  
\* /EN-00

EN-00 = 00-DIS \* DEV \* A15 \* /A14 \* /A13 \* A12 \* A11 /\* FF98xx \*/  
+ RESET \* HALT

00-HALT = 00-DIS \* DEV \* A15 \* /A14 \* A13 \* /A12 \* /A11 /\* FFA0xx \*/  
+ 00-HALT \* /RESET \* /HALT

INT6 = G11 \* G12

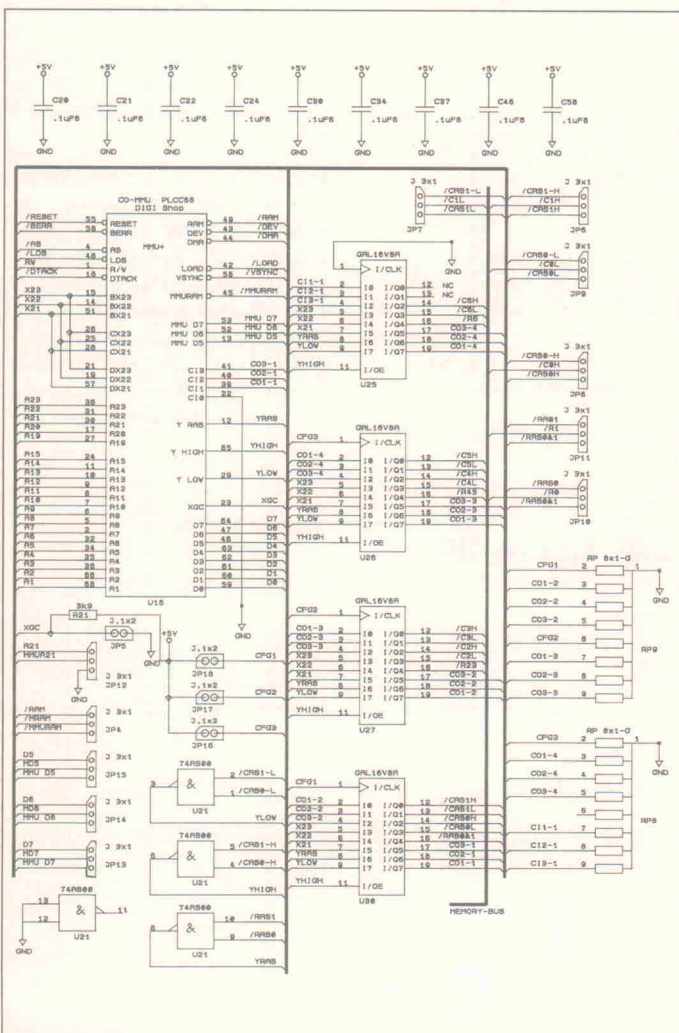
/\* ENDE \*/



erhöht sich – entsprechende HD-Diskette vorausgesetzt – auch die Speicherkapazität der Scheibe um den Faktor zwei. Die Floppy kann weiterhin mit der gleichen Drehzahl rotieren. Die höhere Schreiddichte für HD-Laufwerke erreicht man dabei am einfachsten durch eine Taktverdoppelung des Floppy-Controllers.

Erstaunlicherweise verkraften die Controller der Baureihe WD 1772-2 diese erhebliche Überlastung recht problemlos. Die zwei hinter dem Bindestrich ist besonders wichtig! Denn nur dieser Typ ist geeignet. Aber, wie das so ist, gibt es auch hier noch Ausnahmehits, die den höheren Takt nicht vertragen. Aber keine Angst, verschiedene Firmen – darunter auch Atari selbst – bieten selektierte Controller an.

**Bild 4.2. Die 4-MByte-Grenze ist gesprengt. Zusammen mit der speziellen Co-MMU vom Digi-Shop, Wien, kann der 19"-Atari bis zu 14 MByte RAM verwalten.**



## Interrupts

INT 1	nicht ausgewertet
INT 2	Horizontal-Blank Interrupt
INT 3	noch frei
INT 4	Vertikal-Blank Interrupt
INT 5	noch frei
INT 6	MFP-Interrupt
INT 7	(NMI) neu: Power-Fail, wenn MAX 695 eingesetzt ist

Naturngemäß erwärmt die gesteigerte Taktrate den Baustein, und man sollte ihn auf jeden Fall mit einem Kühlkörper versehen. Noch etwas ist zu berücksichtigen: Die Verdoppelung des Taktes hat auch Auswirkungen auf die Step-Rate der Laufwerke. Sie verdoppelt sich ebenfalls, was die Laufwerke gar nicht gerne sehen.

Um HD-Laufwerke an den Atari anschließen zu können, sind also einige Verrenkungen auf der Hardware-Seite vonnöten. Das erklärt auch die recht große Zahl von Einbau-Adap-

## Jumper 4, 6...13

Jumper JP-Nr.:	Signal	ohne Co-MMU	mit Co-MMU
JP4	/RAM	1-2	2-3
JP6	/CAS1H	1-2	2-3
JP7	/CAS1L	1-2	2-3
JP8	/CAS0H	1-2	2-3
JP9	/CAS0L	1-2	2-3
JP10	/RAS0	1-2	2-3
JP11	/RAS1	1-2	2-3
JP12	A21	1-2	2-3
JP13	D7	1-2	2-3
JP14	D6	1-2	2-3
JP15	D5	1-2	2-3

tern für diesen Zweck, bei denen oft eine erkleckliche Anzahl Leitungen an diverse IC-Beinchen des normalen Atari gelötet werden müssen.

Wir haben uns für die Lösung von Jürgen Methfessel entschieden und alle dafür benötigten Bauteile bereits auf der CPU-Platine untergebracht. Welches der drei möglichen Laufwerke A, B1 und B2 als HD-Laufwerk betrieben werden soll, wird dabei für jedes Laufwerk an J2 unabhängig voneinander eingestellt. Wird der entsprechende Stift auf High-Pegel gelegt oder offengelassen, ist das korrespondierende Laufwerk auf HD-Betrieb geschaltet. Legt man den entsprechenden Anschlußstift auf Low-

Pegel, ist der normale DD-Betrieb eingestellt.

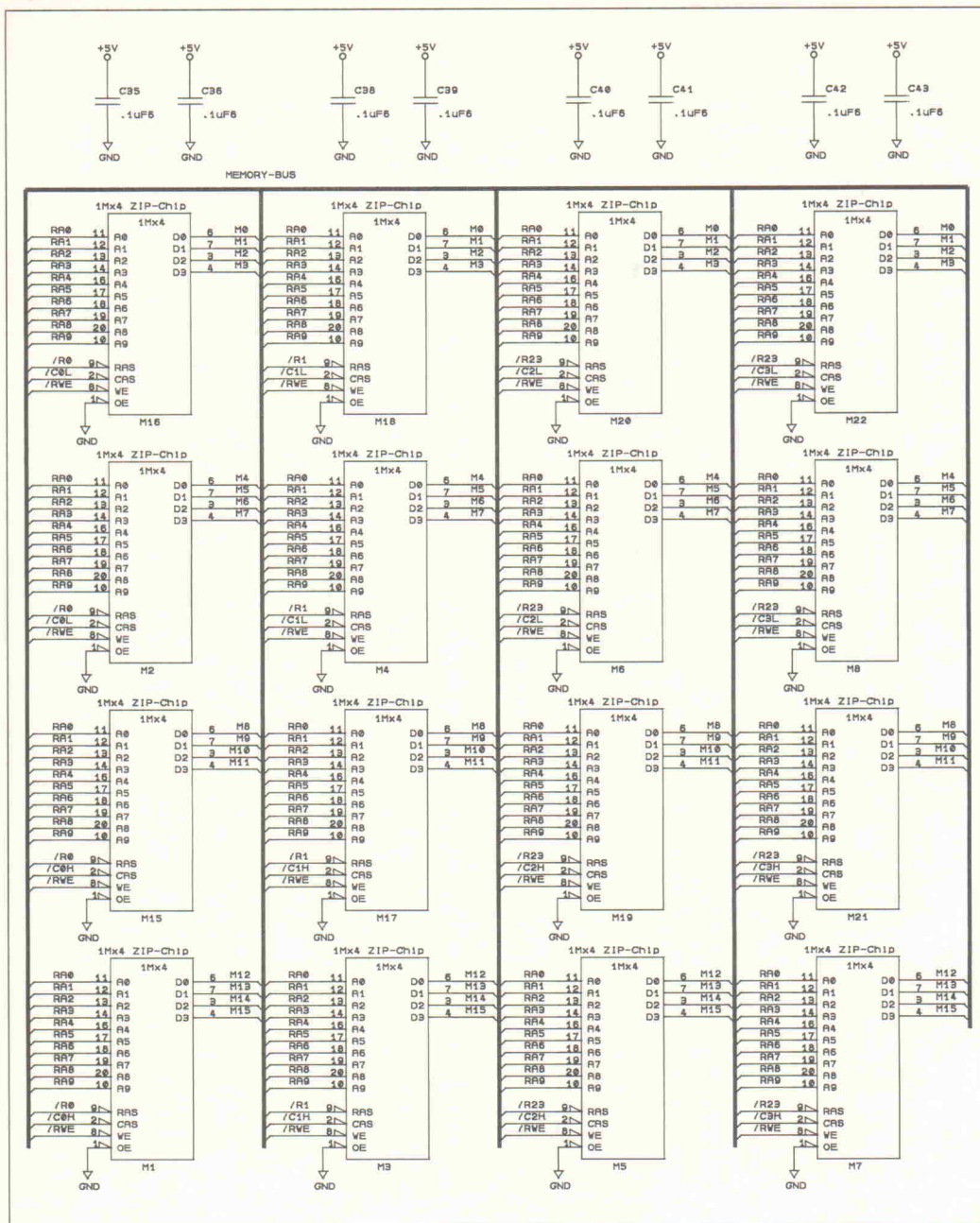
Über das GAL U13 wird dann der Takt für den Floppy-Controller automatisch bei DD-Betrieb auf 8 MHz beziehungsweise bei HD-Betrieb 16 MHz umgeschaltet. Um die unabhängig vom angelegten Takt konstanten Step-Impulse erzeugen zu können, wird über das Monoflop und GAL U13 der Takt bei Kopfbewegungen automatisch immer auf 8 MHz reduziert.

Da das Betriebssystem des Atari nur zwei Floppy-Laufwerke verwalten kann, muß für den Anschluß eines dritten das Laufwerk B in zwei umschaltbare, B1 und B2, aufgeteilt werden. Diese stehen dann im Wechsel zur Verfügung. Wel-

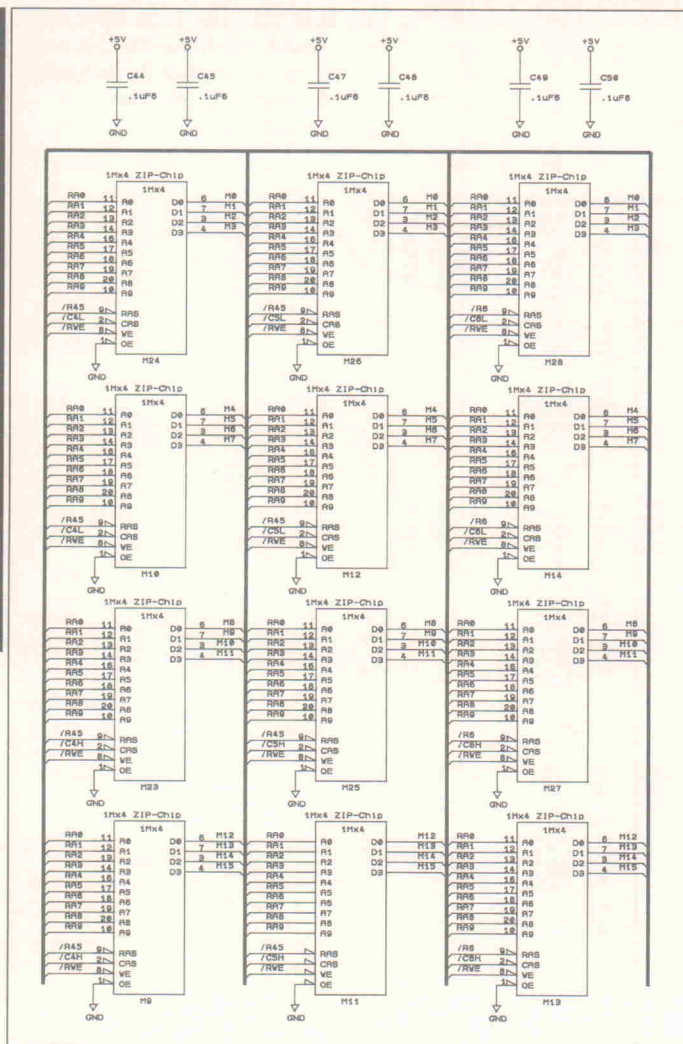
## Jumper JP16...18

MByte-RAM RAM-Nr.: Mx	2	4	6	8	10	12	14
1,2,15,16	●	●	●	●	●	●	●
3,4,17,18-	●	●	●	●	●	●	●
5,6,19,20-	●	●	●	●	●	●	●
7,8,21,22-	●	●	●	●	●	●	●
9,10,23,24	●	●	●	●	●	●	●
11,12,25,26-	●	●	●	●	●	●	●
13,14,27,28-	●	●	●	●	●	●	●
GALs mit Co-MMU							
U30	●	●	●	●	●	●	●
U27	●	●	●	●	●	●	●
U26	●	●	●	●	●	●	●
U25	●	●	●	●	●	●	●
Jumper mit Co-MMU:							
JP18 CFG1	●	●	●	●	●	●	●
JP17 CFG2	●	●	●	●	●	●	●
JP16 CFG3	●	●	●	●	●	●	●









**Bild 4.4.** Oberhalb der 4-MByte-Grenze müssen je nach Ausbaustufe 2...4 zusätzliche GALs gesteckt sein. Sie liefern der Co-MMU zusammen mit einigen Jumpern die notwendigen Informationen über die Speicher-Konfiguration.

Die Bereiche \$FF8xxx sind für Blitter, Sound, DMA... und \$FFF8xx für MFP, SIOs, Uhr und FPU reserviert. Der Speicherbereich \$FF8A40...\$FFF9FF wird im Mega ST nicht verwendet und steht für andere Zwecke zur Verfügung.

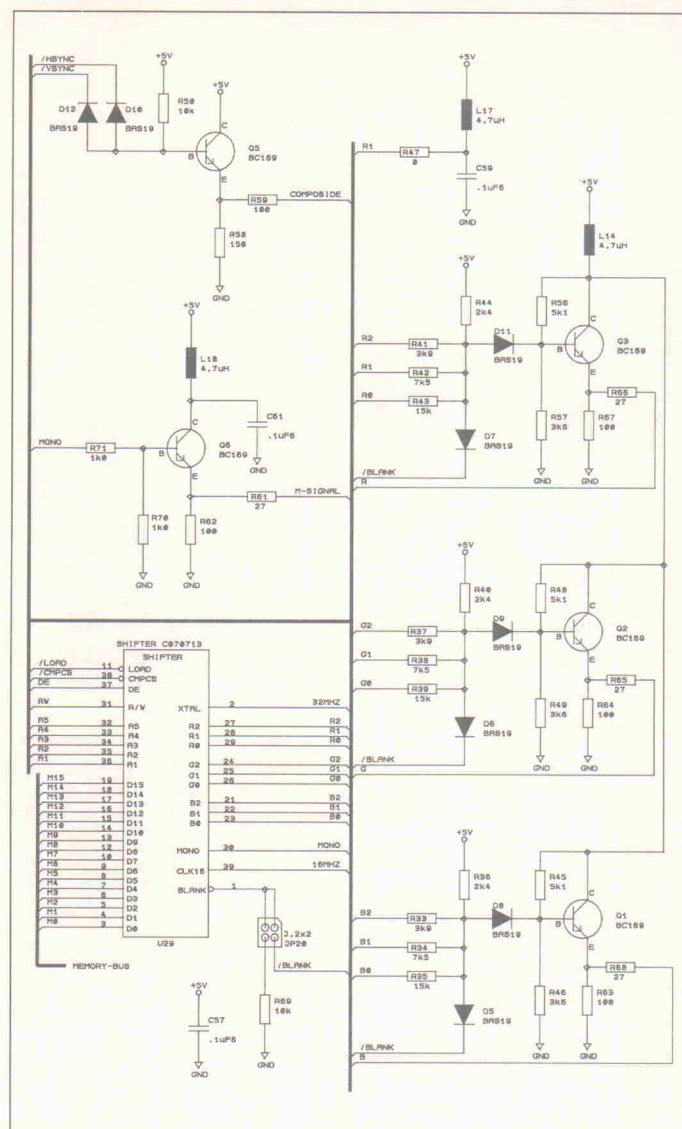
## Flüchtiges Gedächtnis

Nun zum zweiten Board des Triumvirats, der RAM-Platine. Wie bereits angekündigt, lassen sich auf der Platine bis zu 14 MByte RAM unterbringen. Als Speicherbausteine werden dabei sogenannte ZIP-Chips verwendet, die jeweils 4 MBit RAM enthalten. Insgesamt muß die Platine Steckplätze

für 28 ZIP-Bausteine bereitstellen.

Es ist natürlich auch problemlos möglich, den RAM-Speicher nur teilweise zu bestücken und ihn später nachzurüsten. Allerdings sollte man dazu bereits jetzt alle entsprechenden Sockel einlöten. Für eine teilweise Bestückung muß man die ZIP-RAMs jeweils zu viert (entsprechend 2 MByte) stecken, da jeder Baustein vier Datenbits zur Verfügung stellt und die Bus-Breite des Atari ST 16 Bit beträgt.

Der Speicherverwaltungsbaustein des Atari, die sogenannte MMU (Memory Management Unit) ist nur für maximal 4 MByte Speicher ausgelegt; in



**Bild 4.5.** Der Shifter, einer der vier Atari-Custom-Chips, ist für das Monitorbild verantwortlich. Er setzt die Informationen des reservierten Hauptspeichers in ein Videosignal um.

diesem Fall nicht mehr als acht ZIP-Bausteine. Um trotzdem bis zu 14 MByte RAM ansprechen zu können, wurde vom Digi-Shop, Wien, eine Co-MMU entwickelt. Diese ergänzt die Original-MMU und stellt die Ansteuersignale für die zusätzlichen 10 MByte Speicher zur Verfügung.

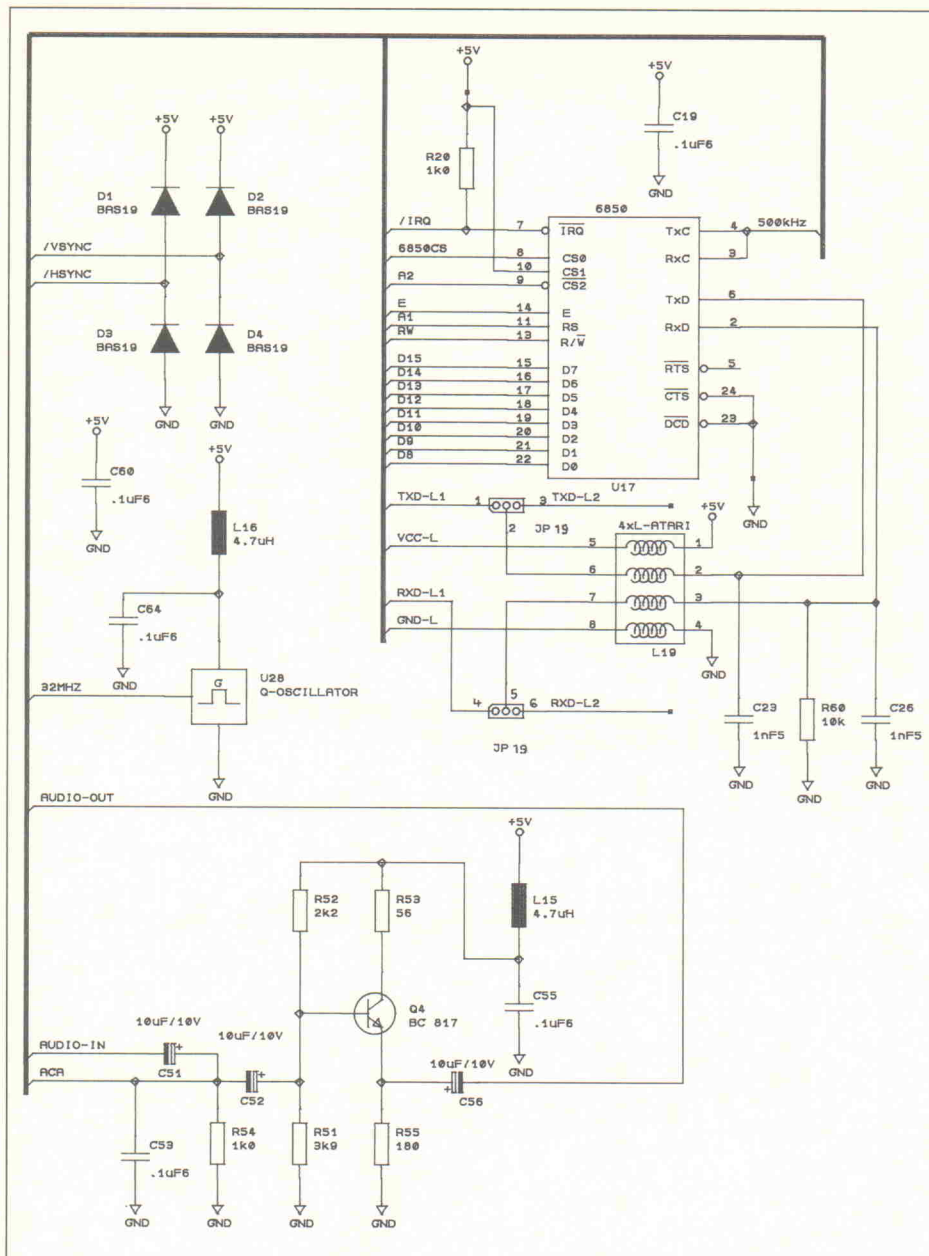
Um die Ansteuersignale für die ZIP-RAM-Bausteine zu erzeugen, kommen insgesamt vier identische GALs (U25...U27, U30) zum Einsatz. Bei einem Speicherausbau von 2 und 4 MByte benötigt das System noch kein GAL und natürlich auch keine Co-MMU; erst ab 6 MByte müssen die GALs U30 und U27 bestückt sein. Will man

8 MByte Speicher zur Verfügung haben, muß der Jumper JP17 gesteckt sein. Ein Speicherausbau von 10 oder 12 MByte erfordert zusätzlich GAL U26; bei 14 MByte schließlich wird GAL U25 benötigt.

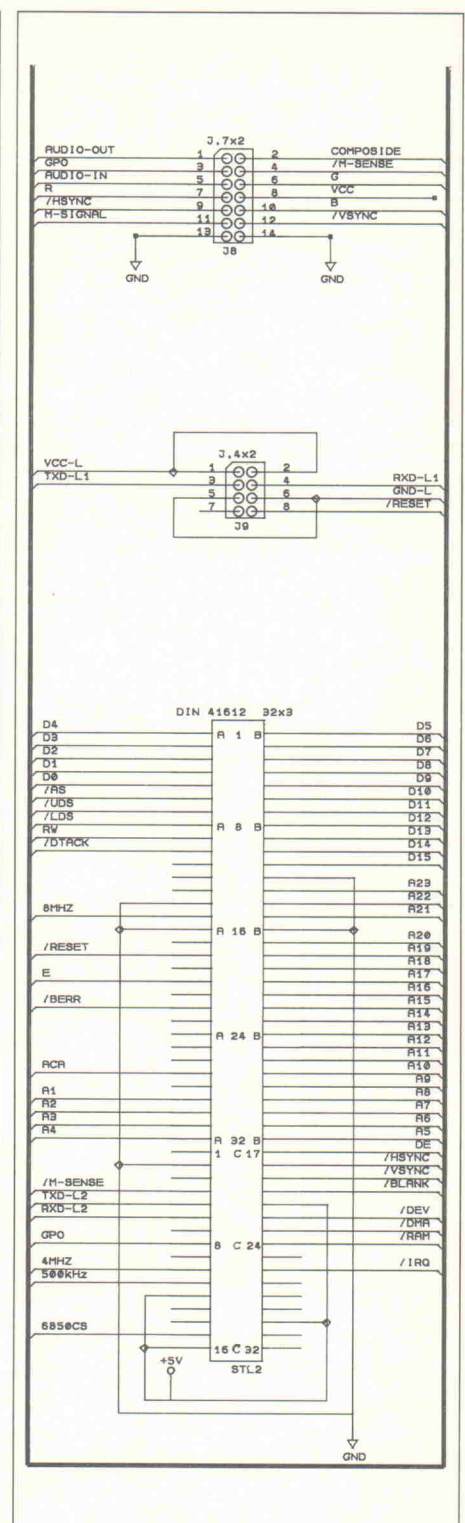
Welche Speicherbausteine bei einem gewünschten Speicherausbau zu bestücken sind und wie die Jumper-Belegung von JP4, 6...13 sowie JP16...18 aussehen muß, läßt sich den Tabellen entnehmen. Grundsätzlich gilt aber: die Co-MMU und die GALs sind erst oberhalb von 4 MByte notwendig.

Wenn der XGC-Jumper JP5 (XGC: Extract Graphics Card Memory) offen ist, wird das RAM im Bereich \$C00000...





**Bild 4.6.** Der eine der zwei Asynchrone-Communications-Interface-Adapter (ACIA) des Typs 6850 unterstützt die Kommunikation der CPU mit der 'intelligenten' Tastatur und befindet sich neben dem Audio-Eingang mit auf der RAM-Platine.



**Bild 4.7.** Die Steckerbelegungen auf der RAM-Platine. Die Monitor-Stiftleiste orientiert sich am Atari-Rundstecker.

\$CFFFFF ausgeblendet. Dieser Bereich ist üblicherweise für Grafikkarten vorgesehen. Ist der XGC-Jumper gesetzt, nutzt die Co-MMU den gesamten, bestückten Speicher.

Durch den großen bestückbaren RAM-Speicher können jetzt an jedes Daten-Bit des Buss bis zu sieben RAM-Bausteine angeschlossen sein, während es beim

Original Mega ST nur maximal zwei sind, entsprechend der Anzahl der RAM-Bänke, die die Original-MMU verwalten kann. Statt Treibern und Latches der Baureihe 74 LS müssen auf der RAM-Platine Bausteine der 74 F-Baureihe eingesetzt werden. Diese haben eine höhere Treiberleistung: Satte 20 mA gegen Low und 2 mA gegen High stehen je Ausgang zur Ver-

fügung und sind zum Aufladen der Speicherkondensatoren von dynamischen RAMs auch Milliampere für Milliampere erforderlich; die Gatter-Durchlaufzeit beträgt maximal 2,3 ns an 15 pF.

Neben den beiden MMUs befindet sich eine 6850 ACIA. Sie übernimmt die Verbindung zur Tastatur, die über einen ei-

genen Prozessor verfügt. Die Tastatur wird an J9 angeschlossen. JP19 eröffnet die Möglichkeit, eine PC-Tastatur anzuschließen. Im Normalfall bedeutet die Tastatur-ACIA die original Atari-Tastatur. Die seriellen Datenleitungen lassen sich aber über JP19 auch auf den Bus legen. Die für den Slot 4 der Backplane vorgesehene Adapterkarte übernimmt



## Stückliste

### Speicher-Karte

#### Halbleiter:

D1...12	BAS 19 SMD
Q1...3,5,6	BC 169
Q4	BC817 SMD
U15	Atari-MMU
U16	Co-MMU, Digi Shop
U17	HD6850P
U18,19,22,24	74F244
U20,23	74F373
U21	74AS00
U25...27,30	GAL16V8A
U28	32-MHz-Quarzoszillator
U29	Atari-Shifter C070713
M1...28	1M x 4, 70 ns, Zip-Chip

#### Fassungen:

PLCC68	2 Stück
DIL40	
DIL24	
DIL20	10 Stück
DIL14	
Zip-Chip	20pol. 28 Stück

#### Widerstände, alle SMD, MINI-MELF:

R20,54,70,71	1k0
R21,33,37,41,51	3k9
R22...32	33R
R34,38,42	7k5
R35,39,43	15k
R36,40,44	2k4
R45,48,56	5k1
R46,49,57	3k6
R47	0R
R50,60,69	10k
R52	2k2
R53	56R
R55	180R
R58	150R
R59	62...64,67
100R	
R61,65,66,68	27R

#### Widerstandsnetzwerke:

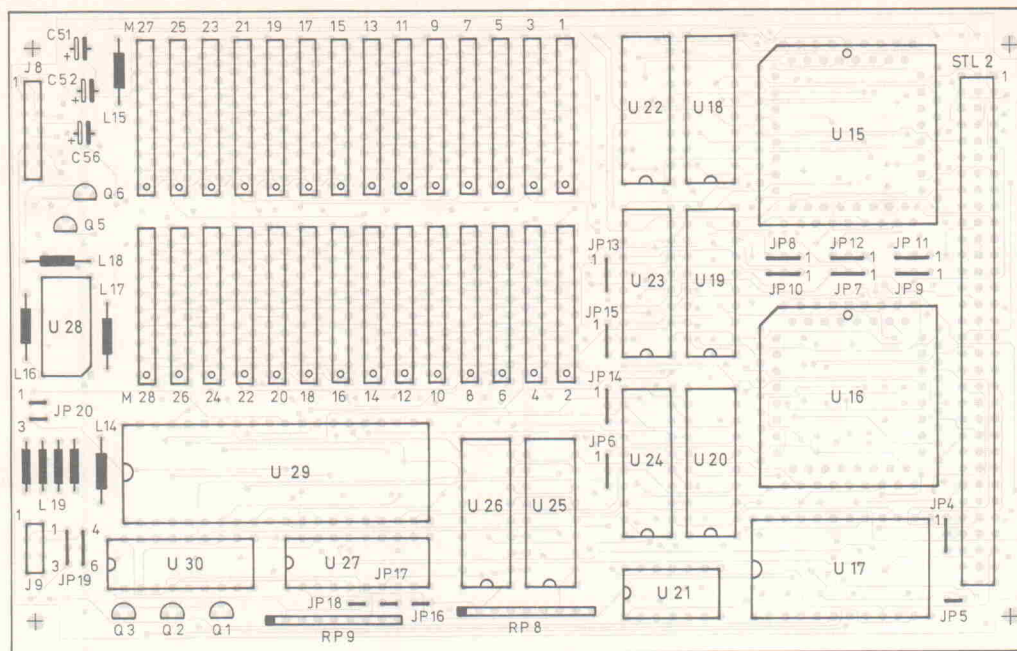
RP8,9	8 x 4k7
-------	---------

#### Kondensatoren:

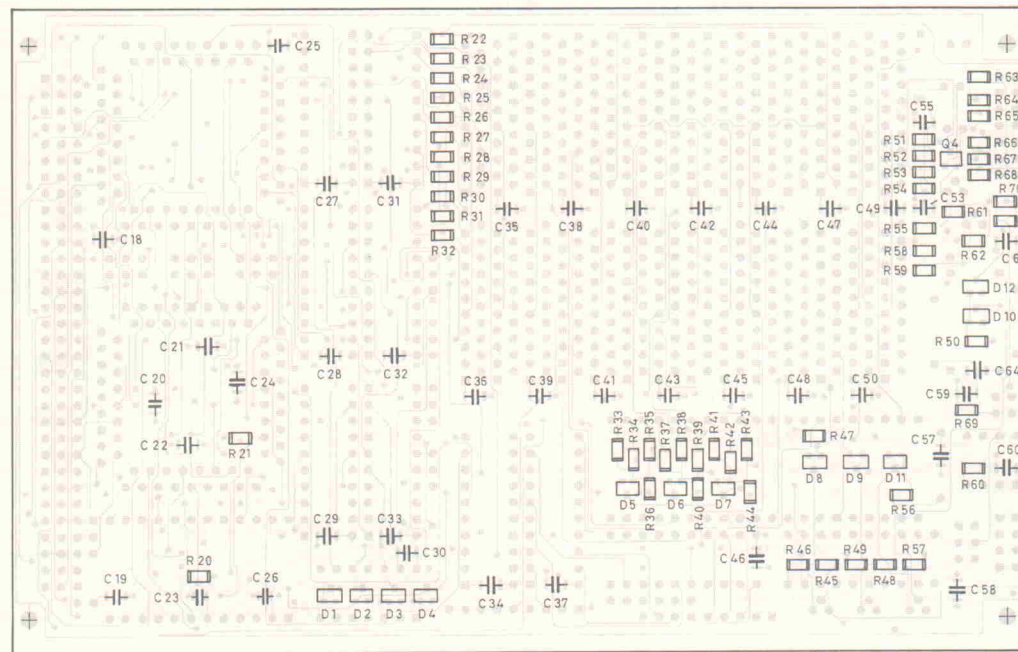
C18...22,24,25,28...30,32...50,53,55,57...61,64	100n ker SMD
C23,26	1n5 SMD
C51,52,56	10µ/10 V Tantal

#### Sonstiges:

L14...18	Atari-Drossel
L19	4 x Atari-Drossel
JP5,16...18	1 x 2 Stiftleiste
JP6...15	1 x 3 Stiftleiste
JP20	2 x 2 Stiftleiste
J8	7 x 2 Stiftleiste
J9	4 x 2 Stiftleiste
JP19	3 x 2 Stiftleiste
STL2	96pol.-Leiste
DIN41612, Bauform C, 90° abgewinkelt	



**Bild 5.1. Die Bestückungsseite der RAM-Platine. Das 6-Lagen-Layout garantiert geringes Übersprechen und hohe Datenübertragungsqualität.**



**Bild 5.2. Die Lötseite der RAM-Platine. Hier befinden sich all die Bauelemente wie Stützkondensatoren, Dioden und Transistoren, für die auf der Oberseite kein Platz mehr ist.**

dann die PC-konforme Umsetzung der Signale und Daten.

## Die Analogseite des Rechners

Auf der RAM-Platine befindet sich neben den RAM-Bausteinen, der ACIA und den MMUs noch der sogenannte Video-Shifter. Auch dieser Baustein ist wie der Glue und die MMU eine Eigenentwicklung von Atari und hat die Aufgabe, die

Pixeltakte für den Farb- beziehungsweise Schwarzweißmonitor zu erzeugen. Er wird dazu von einem eigenen Taktgenerator mit einer Frequenz von 32,04245 MHz versorgt – der Prototyp läuft auch mit glatten 32 MHz ohne Probleme. Vor allem beim S/W-Monitor muß der Video-Shifter recht hohe Pixelraten zur Verfügung stellen: Immerhin muß das 640 x 400 Punkte große Bild des S/W-Monitors mit einer



Bildwiederholfrequenz von 72 Hz an den Monitor übertragen werden.

Dazu ist natürlich ein regelmäßiger Zugriff auf den Speicher nötig, der stets im Wechsel mit der CPU, dem Blitter oder dem DMA-Baustein stattfindet. Um ein stabiles Monitorbild ohne Flackern zu erreichen, sollten die Leiterbahnen zwischen dem RAM-Speicher und dem Video-Shifter möglichst kurz gehalten werden. Zum anderen sollte man auch das sehr hochfrequente Videosignal nicht unnötig weit über die Leiterbahnen schicken. Aus diesem Grund befinden sich die Anschlüsse für den Monitor in der Nähe vom Shifter.

Leider hat Atari im Laufe der Zeit drei verschiedene Video-Shifter eingesetzt, bei denen sich die externe Beschaltung teilweise recht stark unterscheidet: Zunächst zum Video-Shifter vom Typ C070713. Beim Pistenfeld JP20 muß eine Brücke zwischen 2-4 gesteckt werden (Pin 1 wird mit /Blank verbunden). Außerdem entfallen die Bauteile L17, R47, D5, D6 und D7. Beim Video-Shifter Typ C025914 muß bei JP20 die Brücke 1-3 gesteckt werden (Pin 1 des Video-Shifters mit R69 verbunden). Außerdem dürfen L17 und R47 nicht bestückt sein.

Beim dritten Typ, dem Shifter C101608, sind die meisten

Änderungen nötig. Zunächst muß bei JP20 eine Brücke zwischen 2-4 gesteckt werden. Die Bausteine D5, D6, D7, R34, R35, R36, R38, R39, R40, R42, R43, R44, R45, R46, R48, R49, R56 und R57 (alles SMD-Bauteile auf der Lötseite der Platine) entfallen. Die Widerstände R65, R66 und R68 müssen mit 75  $\Omega$  statt 27  $\Omega$  bestückt werden, und die Dioden D8, D9 und D11 sind zu überbrücken.

## SMDs gegen den Platzmangel

Da die RAM-Platine recht eng bestückt ist, bleibt für die Blockkondensatoren, einige

Transistoren sowie die Widerstände und Dioden für den Video-Shifter nur Platz für Bausteine in SMD-Form und für diese auch nur auf der Lötseite der Platine. Da es sich hierbei nur um Bauteile mit maximal drei Anschlüssen handelt, die zudem noch recht weit auseinander liegen, dürfen geübte Lötartisten keine großen Schwierigkeiten haben. Nötig sind zum Löten eine ruhige Löhthand, eine dünne LötKolbenspitze und dünnes Elektronik-Lot sowie eventuell Löhthonig (Flußmittel). Bei der Bestückung der Platinen sollte man zuerst die SMD-Bauteile auflöten, da dann die unbestückte Platine noch flach auf der Unterlage aufliegt.

## Von EMUFs & EPACs

laut der Titel unseres neuen 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1981 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer zusammengefaßt beschreiben. Zu jedem Rechner finden Sie auch die Angabe, in welcher Zeitschrift Beschreibung und Schaltplan zu finden sind. Wir bieten Rechner vom 6504 bis zum 80C537, vom Z80 über 68HC11 bis zum 68070. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen. In der Broschüre

## FÜR PCs & STs

finden Sie all die Karten und Erweiterungen, die in den letzten Jahren um diese beiden Rechnerfamilien entstanden sind. Und zu guter Letzt ist da noch

## Für PALs & GALs & EPROMs & BROMs

ein Informationsheft über den neuen Universal-Programmierer ALL-03A von Hilo System Research. Sein Vorgänger (der ALL-03) wurde sehr erfolgreich in mc 3/91 getestet, der neue ALL-03A jedoch kann nunmehr mehr. Der ALL-03A programmiert über 1500 verschiedene ICs. Wenn Sie wissen wollen, ob er auch Ihr „Problem-IC“ programmiert, fordern Sie einfach diese Informationsbroschüre an.

## BasiControl

Das neue elrad-Projekt mit der bekannten Intel-8052AH1.1 „Basic-CPU“ und dem bewährten ECB-Bus-Anschluß. Erstmals vorgestellt von Michael Schmidt ab elrad 3/92.

BasiCo-FB Fertigungskarte, incl. RAM	438,— DM
BasiCo-BS Bausatz, Umfang wie FB	295,— DM
BasiCo-BSO LP, GAL, Manual, 8052	178,— DM
BasiCo-LP Leerplatine, GAL, Manual	98,— DM
BasiCo-LPO Leerplatine	78,— DM

## EMUF-734

Der „SUPER-6502“ single-boarder aus mc 11/91 mit dem Mitsubishi-Controller M50734, der einen 6502-CPU-Kern hat. Erstmals vorgestellt von P. Thews, A. Korn und U. Meyer. Mit sehr gutem SW-Monitor.

EMUF-734/BS Bausatz mit der Leerkarte und sämtlichen zum Aufbau nötigen akt., pass. und mech. Bauteilen, incl. Präzi-Fassungen, 32kB statischem RAM und Software-Monitor 198,— DM

EMUF-734/FB Fertigungskarte, Umfang wie BS 258,— DM

## MC-TOOLS

MC-TOOLS ist die Feger + Reith-Reihe, in der es im Buch, aber auch Hard- und Software um die schon weit verbreiteten Siemens-Controller SAB 80C535 – SAB 80C537 geht. Ein klar gegliederter, verständlicher Einstieg in die moderne Micro-Controller-Technik der Siemens-Chips mit dem 8051-Kern. Unbedingt empfehlenswert!

MC-TOOLS 1 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C535	119,— DM
MCT 1/BS Bausatz zur Leerplatine	148,— DM
MCT 1/FB Betriebsfertige Platine	350,— DM
MC-TOOLS 2 Einführung in die SW, Buch und Software (Makrofähiger 8051 Assembler, Linker, Disass.)	148,— DM
MC-TOOLS 3 Vom 8051 zum 80C517A, Buch	68,— DM
MC-TOOLS 4 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C537	119,— DM
MCT 4/BS Bausatz zur Leerplatine	168,— DM
MCT 4/FB Betriebsfertige Platine	398,— DM
MC-TOOLS 5 Handbuch zum 80C517A, Buch	68,— DM

## ALL-03A der neue Allesbrenner

ALL-03A, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research, programmiert Bausteine folgender Hersteller:

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeg, SGS/STMicro, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.

PALs, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPROMs, BPROOMs, MPUs.

Programmieren? Sie brauchen einen PC/XT/AT – und den ALL-03A!

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03A auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort – und die Chance, daß Ihr IC unter den über 1500 ist, die der ALL-03A „kann“, ist groß!

Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL-03A an! Da steht alles drin!

Mit Entwicklungssoftware f. 16V8/A u. 20V8/A

Bestellen Sie: ALL-03A 1498,— DM

## UCASM – univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in der mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alles-Prinzip“.

Mit dem Cross-Assembler UCASM 6.1 steht dem Anwender ein sehr preiswertes und höchst universelles Software-Werkzeug für den gesamten 8-Bit-Bereich zur Verfügung, das mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit arbeitet.

UCASM 6.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 (!) verschiedene 8-Bit-CPU/Controller.

UCASM V.6.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für (fast) alle 8-Bit CPU/Controller.

2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

## SCOTTY 08

Der kleine aber doch enorm leistungsfähige „sparsame Schotte“ unter den 92er ELRAD-Projekten. Vorgestellt wurde der neue 68er auf 1/2 Euro-Karte von Walter Scherer und S. Vollmer ab ELRAD 4/91.

SCOT/FB1 Fertigungskarte incl. RAM + Moni	298,— DM
SCOT/FB2 Fertigungskarte jed. ohne Moni	248,— DM
SCOT/LP Leerkarte, GAL, Resetcontr.	95,— DM
ECO-C C-Umgebung für SCOTTY08	298,— DM
SCOT/KAT KAT-Betriebs. für SCOTTY08	169,— DM

## ModuStep

Von Gerd Evers in ELRAD 6/92 vorgestellte Module zur Ansteuerung unipolarer bzw. bipolarer Schrittmotoren. Bewährtes Konzept. Lieferbar als Bausatz.

BiSTEP BS Alle aktiven, passiven und mechanischen Bauteile incl. doppelseitiger Platine BiSTEP. Zur Ansteuerung bipolarer Schrittmotore

89,— DM  
UnSTEP BS Alle aktiven, passiven und mechanischen Bauteile incl. doppelseitiger Platine UnSTEP. Zur Ansteuerung unipolarer Schrittmotore 89,— DM

## MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991.

MOPS-LP Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1 Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2 Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1 Fertigt., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2 Fertigt., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM

## NEU

MOPS 2.1 – Der neue MOPS11 mit I/O-Teil – also para./ser./AD/DA/etc. Vorgestellt in ELRAD 7/92.

MOPS2 LP Leerplatine 69,— DM  
MOPS2 BS1 = MOPS-BS1 aber mit 2.1 Platine 220,— DM  
MOPS2 BS2 = MOPS-BS2 aber mit 2.1 Platine 300,— DM  
MOPS2 OP1 Teilesatz: 68C681, xtal, 232, Fassungen 70,— DM

MOPS2 OP2 Teilesatz: 2 x REED-Relais, Benöt. OP1 25,— DM

MOPS2 OP3 Teilesatz: CMOS-6522, Fassung 25,— DM

MOPS2 OP4 Teilesatz: 1 x 7569 50,— DM

Weitere Lieferformen in „Von EMUFs & EPACs“

# ELEKTRONIK LADEN

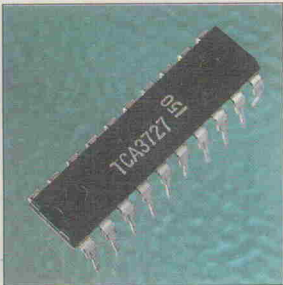
Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88, 4930 Detmold  
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

oder BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
MÜNSTER	02 51/79 51 25
AACHEN	02 41/87 54 09
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	09 41/28 35 48
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	02 22/2 50 21 27
NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39



## Komplett-IC für zweiphasige Schrittmotoren

## SM-Treiber TCA 3727



Ricardo Erckert

Ein neues IC, der Schrittmotortreiber TCA 3727, vereinfacht die Ansteuerung von zweiphasigen Schrittmotoren: Der Leistungsbaustein enthält zwei Treiber – je einen für die beiden Motorwicklungen; er kann außerdem auch Gleichstrommotoren, Magnetschalter und andere mit einem Konstantstrom arbeitende Lasten treiben. Der interne Aufbau des TCA 3727 enthält einige bemerkenswerte schaltungstechnische Lösungen.

**D**ank ihrer Zuverlässigkeit, guter Positioniereigenschaften und einfacher Ansteuerung mittels integrierter Treiber halten Schrittmotoren einen immer stärkeren Einzug in die Antriebstechnik, wo sie für viele Anwendungen eine geeignete Lösung darstellen. Diese Motoren lassen sich mit Mikrocontroller äußerst positionsgenau steuern, da sie die digitalen Steuersignale direkt in eine definierte Bewegung der Motorwelle umsetzen. Der Schrittmotortreiber ist dabei das Bindeglied zwischen Mikrocontroller und Motor (Bild 1).

Seit einigen Jahren gibt es integrierte Schrittmotortreiber mit Ausgangsströmen bis 2 A. Bisher war jedoch für jede Wicklung ein Treiber-IC nötig, die Ansteuerung eines zweiphasigen Motors erforderte also zwei ICs. Der TCA 3727 (Siemens) bietet nun zwei Treiber, die die beiden Wicklungen eines bipolaren zweiphasigen Schrittmotors bis  $50\text{ V}/2 \times 0,75\text{ A typ.}$  ( $2 \times 1\text{ A max.}$ ) steuern können. Bipolare Schrittmotoren haben ein größeres Drehmoment und lassen sich etwas kostengünstiger fertigen als unipolare; aber auch für unipolare SM kann der TCA 3727 verwendet werden.

Gegenüber früheren SM-Treiberbausteinen hat Siemens die externe Beschaltung weiter reduziert und die Spannungsfestigkeit erhöht. Als Gehäuse wurden die automatengerechten Bauformen P-DIP-20L16 (TCA 3727) beziehungsweise P-DSO-24L16 (TCA 3727G, SMD-Ausführung) gewählt. Bei der Entwicklung wurde auf geringe Verluste und hohe Betriebssicherheit ein besonderes Augenmerk gelegt.

## Inside TCA 3727

Das Innenleben des neuen Schrittmotortreibers ist aus der vereinfachten Schaltung in Bild 2 ersichtlich. Der zweite Kanal stimmt mit dem ersten überein und ist deshalb nur als Funktionsblock dargestellt. Der Baustein enthält in jedem Kanal eine Vollbrücke zur Ansteuerung

einer der beiden Wicklungen eines bipolaren Schrittmotors; unipolare Motoren können ebenfalls angesteuert werden, die Wicklungen sind dann in geeigneter Weise parallel oder in Serie zu schalten.

Betrachtet wird zunächst eine Situation, in der die Ausgangstransistoren Tx1 und Tx4 leitend sind. Der Strom durch die Wicklung – in erster Annäherung eine induktive Last – steigt nach dem in Formel 1 angegebenen Zusammenhang.

Der fließende Strom wird an Rx gemessen. Der Komparator COMPx vergleicht den Spannungsabfall an Rx mit der durch die Stromprogrammierungseingänge Ix1 und Ix2 vorgegebenen Schwelle (typisch 0, 250, 500 oder 750 mV). Die Offsetspannung von etwa 18 mV erzwingt eine definierte Nulllage des Komparators, wenn kein Strom fließt und die Schwelle 0 V eingestellt ist.

Sobald der maximal zulässige Strom überschritten wird, setzt der Komparator COMPx das Flipflop FFx zurück. Über das Gatter ANDx2 wird Tx4 abgeschaltet. Der Laststrom fließt nun über Tx1, die Last und die Diode Dx2. Dabei nimmt der Strom aufgrund der geringen Gegenspannung nur langsam ab (slow current decay); siehe Formel 2.

In diesem Betrieb wird der Treiber von Tx1 aus der Spannung an Dx2 gespeist; dies reduziert die Verlustleistung. Dieser Zu-

stand bleibt erhalten, bis das Flipflop FFx vom Oszillator Trigg2 erneut gesetzt wird. (Falls das Setz- und Rücksetzsignal an FFx gleichzeitig eintreffen, dominiert das Rücksetzen).

Bei Phasenwechsel werden Tx1 und Tx4 gesperrt. Der Laststrom fließt nun über Dx3 und Dx2; die in der Wicklung gespeicherte Energie wird zurückgespeist, der Rückspeisestrom kann in der Zuleitung zu  $U_S$  gemessen werden. Die Last kommutiert gegen  $U_S$  und den Spannungsabfall am Innenwiderstand  $R_L$  sehr schnell ab (fast current decay); siehe Formel 3.

Nach dem Nulldurchgang des Stromes beginnt der Strom in umgekehrter Richtung zu fließen (FFx wurde – vernünftige Wahl der Oszillatorfrequenz vorausgesetzt – während der Stromabklingzeit wieder gesetzt). Der Betrag des Stromes steigt wieder entsprechend der ersten Gleichung an.

In allen drei Gleichungen wurde die Wicklungsinduktivität  $L(I,t)$  als Variable von Laststrom  $I$  (Kernsättigung!) und Zeit  $t$  (Ankerstellung ändert den Luftspalt!) angegeben. Dies ist ein Hinweis darauf, daß sich die Wicklungsinduktivität eines Schrittmotors stark ändern kann!

Gemeinsame Funktionen beider Kanäle:

– Bandgap-Referenz

Sie erzeugt alle im IC benötigten Referenzspannungen sowie die Lade- und Entladeströme des Oszillators. Im gesperrten Zustand (Inhibit) ist die Bandgap-Referenz abgeschaltet.

– Inhibit

Low-Pegel am Eingang Inhibit schaltet den Baustein über die Schaltung Trigg1 weitgehend

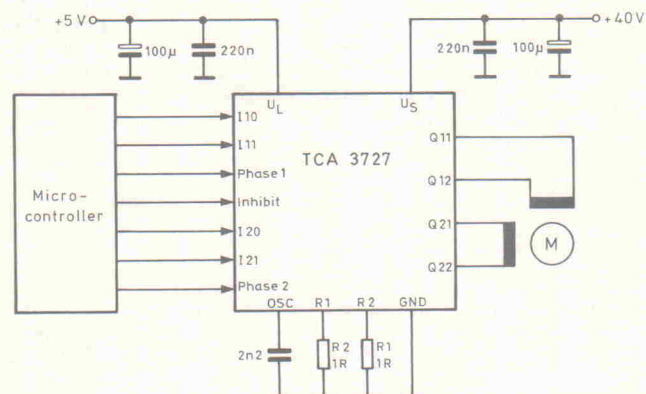


Bild 1. Der Schrittmotortreiber TCA 3727 als Bindeglied zwischen Mikrocontroller und Schrittmotor.



ab. Da in diesem Zustand auch die Bandgap-Referenz abgeschaltet ist, werden die Schwellen für den Logikeingang Inhibit mit einem Spannungsteiler aus der Logikversorgungsspannung gewonnen.

#### – Oszillator

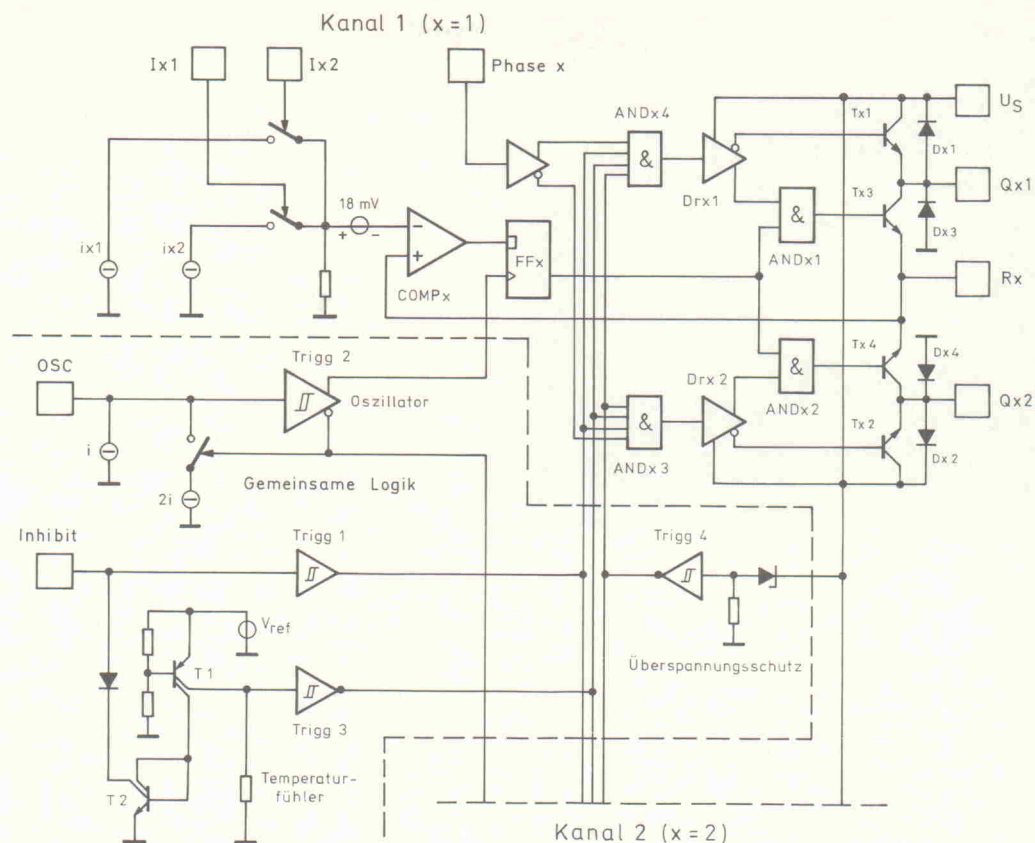
Der Oszillator schaltet periodisch die Endstufen wieder ein. Um die Welligkeit des Versorgungstromes möglichst gering zu halten, werden beide Kanäle phasenversetzt gehopppt. Die Choppfrequenz stimmt mit der Oszillatorfrequenz überein.

#### – Temperaturfühler

Transistor T1 fühlt die Chiptemperatur und beginnt bei Über-temperatur zu leiten. Bei etwa 150 °C spricht Trigg3 an und schaltet die Endstufen ab. Der Strom eines Teilkollektors von T1 wird auf den Eingang Inhibit gespiegelt. Kurz bevor die Über-temperatursicherung anspricht, beginnt der Eingang Inhibit (im Zustand High) Strom aufzunehmen. Diese Stromaufnahme kann als Über-temperatur-Vorwarnung ausgewertet werden.

#### – Überspannungsschutz

Trigg4 erkennt überhöhte Betriebsspannung in der Versorgung des Leistungsteils. Bei circa 55 V am Anschluß  $U_S$  er-



**Bild 2. Die (vereinfacht dargestellte) Innenschaltung zeigt die wichtigen Funktionen des Bausteins TCA 3727.**

folgt die Abschaltung der Endstufen. Die Basen der Endtransistoren werden geklemmt, um die maximal mögliche Spannungsfestigkeit zu gewährleisten.

Um die Logikeingänge gegen Überlastungen zu schützen und Fehlfunktionen des Bausteins durch unerwünschte Ansteuerung über parasitäre Einwirkung benachbarter Bauelemente – zum Beispiel bei Potentialunterschieden zwischen Leistungsmasse und der Masse des Mikrocontrollers – zu vermeiden, sind alle Logikeingänge mit geeigneten Schutzschaltungen versehen; ebenso sind alle Anschlüsse auch mit ESD-Schutzstrukturen geschützt. Abweichend beschaltet ist allerdings der Anschluß OSC. Bei Fremdtaktung ist es daher genauer als sonst nötig, jeglichen Masseversatz zu vermeiden. Bei interner Taktung wird der Anschluß mit dem frequenzbestimmenden externen Kondensator gegen Masse beschaltet. Dies ist unkritisch, solange eine Masse in der Nähe des TCA 3727 verwendet wird.

#### Endstufen-Design

Die Endstufentransistoren wurden darauf ausgelegt, auch kapazitive Lasten, zum Beispiel

Leitungen zu treiben (große Save-Operation-Area).

Eine Besonderheit ist das 'Break-before-Make'-Timing. Das Abschalten eines Transistors erfolgt im allgemeinen langsamer als das Einschalten; deshalb ist bei Phasenwechsel verzögertes Einschalten des jeweiligen Gegentaktransistors erforderlich. Für diese Verzögerung wird die Abschaltverzögerung einer dem abschaltenden Endtransistor gleichartigen Struktur aus dem gesättigten Betrieb heraus gemessen. Durch diese analog zu dem zu schützenden Transistor streuende Zelle sind Querströme im Phasenwechsel ausgeschlossen. Dieses Timing hat jedoch auch einen etwas überraschenden Effekt: Der Versuch, die Endstufe für sehr kurze Zeit, zum Beispiel für 1 µs umzusteuern, verriegelt die Endstufe selbst dann, wenn der Ansteuerpuls wieder beendet ist!

Schutz vor langsamen Ansteuerflanken ist dadurch gewährleistet, daß bei Ansteuerung des Differenzeinganges exakt an der Schaltschwelle die Endstufe hochohmig wird.

Die Kühlung des Bausteins erfolgt hauptsächlich über die Masseanschlüsse, die mit dem Chip thermisch leitend verbunden sind. Bei Montage auf

#### Formel 1

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_S - U_{sat1} - U_{satuC} - I(t) \cdot (R_L + R_X)}{L(I,t)}$$

$U_{sat1}$	Sättigungsspannung des oberen Transistors
$U_{satuC}$	Sättigungsspannung des unteren Transistors
$R_L$	ohmscher Anteil der Last
$R_X$	externer Sensewiderstand
$L(I,t)$	induktiver Anteil der Last

#### Formel 2

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{I(t) \cdot R_L + U_{satoD} + U_{Fu}}{L(I,t)}$$

$U_{satoD}$	Sättigungsspannung des oberen Transistors im Freilauf (Bootstrap-Schaltung)
$U_{Fu}$	Flußspannung der oberen Freilaufdiode

#### Formel 3

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{I(t) \cdot R_L + U_S + U_{FI} + U_{Fu}}{L(I,t)}$$

$U_{FI}$	Flußspannung der unteren Freilaufdiode
----------	--





### Anwenderunterstützung: Die TCA-3727-Demoschaltung mit 'integriertem' Schrittmotor.

einer geeigneter Massefläche ( $> 10 \text{ cm}^2$ ) lassen sich typische Wärmewiderstände von circa  $40 \text{ K/W}$  erreichen.

Die Verlustleistung ist stark von der gewählten Betriebsart abhängig. Die höchsten Verluste treten auf, wenn beide Wicklungen bestromt sind und keine Phasenwechsel auftreten. Dieser ungünstigste Fall ist im Datenblatt angegeben. Im Vollschrittbetrieb sinkt die Verlustleistung im IC mit steigender Schrittfrequenz und steigender Lastinduktivität (als Folge eines steigenden Anteils der Lade- und Abkommutierungszeit mit dreieckförmigem Stromverlauf). Im Halbschrittbetrieb gehen die Verluste bereits fast auf die

Hälfte zurück, bezogen auf Vollschrittbetrieb mit gleichem Spitzenstrom. In extremen Fällen kann man einen Teil der Verluste aus dem IC nach außen verlagern, indem man Schottky-Dioden den internen Freilaufdioden parallel schaltet. Diese Maßnahme reduziert auch die Diodenlöschverluste, da die Schottky-Dioden so gut wie keine Sperrverzögerung haben.

### Prototyping

Um dem Anwender einen leichteren Zugang zu der Funktionsweise und zur Anwendung zu schaffen, hat der Hersteller eine Demoschaltung entworfen, die neben dem neuen Leistungsbaustein eine Translatorschaltung

für Voll- beziehungsweise Halbschrittbetrieb, einen Oszillator sowie einen typischen Schrittmotor (RDM 57/12, Berger Lahr) enthält. Die wichtigsten Signale wie Ansteuermuster und Stromverläufe sind dabei direkt meßbar. Betriebsart, Drehrichtung und Höhe des Laststromes im Schrittmotor sind mit Schalter einstellbar.

Bild 3 zeigt die Schaltung. Der mit zwei Gattern (1/2 4077) aufgebaute Oszillator liefert den baugruppeninternen Takt, dessen Frequenz – sie bestimmt die Schrittgeschwindigkeit des Motors – mit einem Potentiometer einstellbar ist. Mit dem Schalter 'Int/Ext' kann auf externe Taktversorgung umgeschaltet werden (Anschluß 'Ext'). Der Takt wird zu einer einfachen Logikschaltung mit vier AND-Gattern des 4018 geführt, die die Stromstufung für die Motorwicklungen steuert und die Betriebsart des Motors bestimmt. Die maximalen Phasenströme durch die Motorwicklungen werden dabei für die einzelnen Stufen mit den Schaltern S1...S4 eingestellt. In der höchsten Stufe ist der maximale Phasenstrom mit den  $1\text{-}\Omega$ -Senswiderständen an den Anschlüssen 8 und 13 des TCA 3727 auf  $750 \text{ mA}$  begrenzt. Zur Wahl der Betriebsart – Voll- oder Halbschrittbetrieb – dient der Schalter 'VS/HS'.

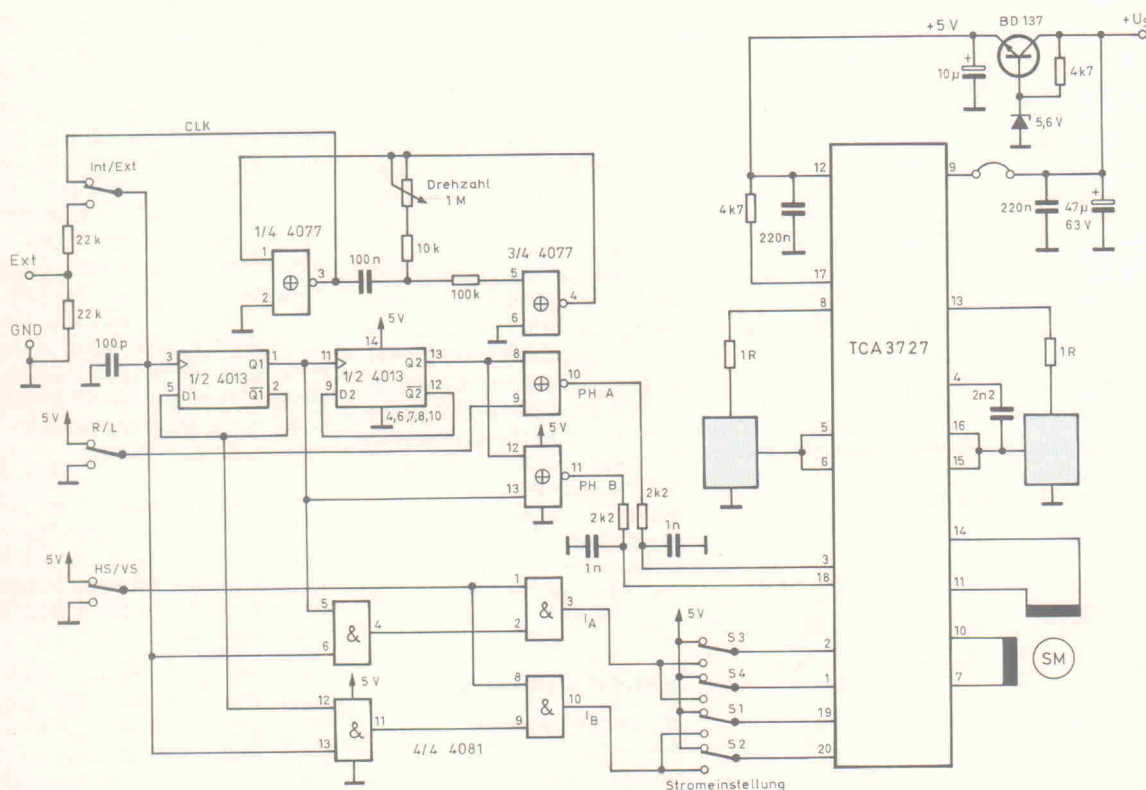
Der Takt wird außerdem mit einem aus zwei Flipflops (4013)

bestehenden Frequenzteiler halbiert und geviertelt. Aus diesen Behelfssignalen erzeugen zwei Exklusiv-NOR-Gatter (1/2 4077) zwei gegeneinander um  $90^\circ$  phasenverschobene Taktsignale, Phase A und Phase B. Wird der Takt Phase A mit Schalter 'L/R' invertiert, so ändert sich die Drehrichtung des Motors.

Die Demoschaltung kann in einem weiten Versorgungsspannungsbereich  $U_S$  zwischen  $5 \text{ V}$  und  $50 \text{ V}$  sicher betrieben werden. Auf der Leiterplatte (siehe Foto) sind für den TCA 3727 sowie für den Transistor des Spannungsreglers BD 137 bereits Kühlflächen vorgesehen, bei höheren Verlustleistungen ist aber eine zusätzliche Kühlung für diese Bauelemente erforderlich.

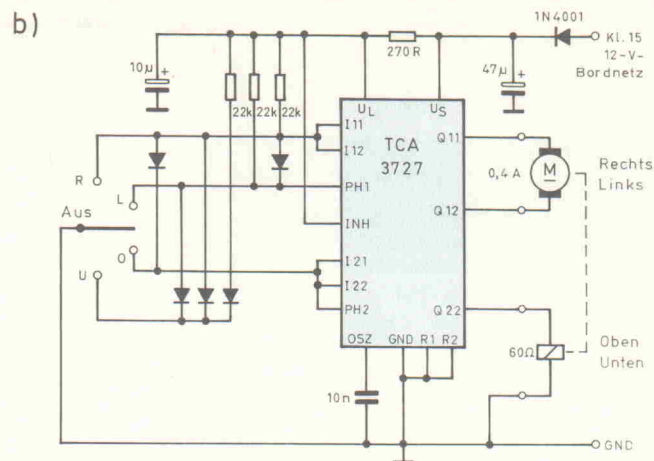
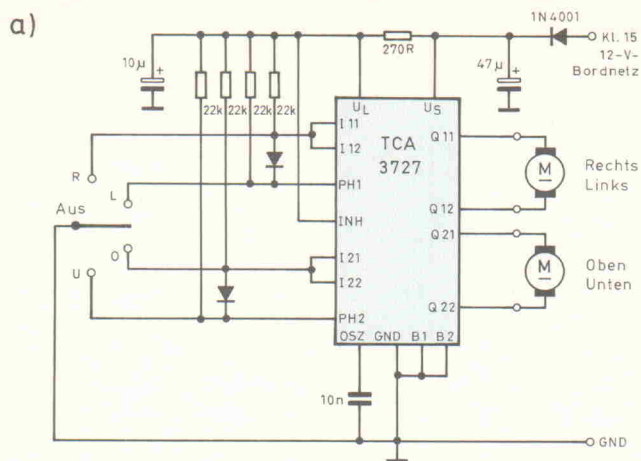
### Anwendungsbeispiel: Elektronische Verstellung des Kfz- Außenspiegels

Da sich das Motortreiber-IC TCA 3727 neben der Schrittmotorsteuerung auch für Gleichstrommotoren und Magnetschalter eignet, sind die Möglichkeiten seiner Anwendung sehr zahlreich. Eine davon ist die elektronische Verstellung des Außenspiegels in einem Kraftfahrzeug. Für diese Aufgabe bietet das TCA 3727 gleich zwei verschiedene Lösungen an:



**Bild 3. Die Einstellmöglichkeiten der Demoschaltung sind vielseitig und machen den Aufbau einzelner Versuchsschaltungen überflüssig.**





– die Verstellung mit zwei Motoren, einer davon für die vertikale, der andere für die horizontale Bewegung des Spiegels (Bild 4a)

– die Verstellung mit einem Motor, dessen Getriebe mit einem Magnetschalter zwischen der vertikalen und horizontalen Bewegung umgeschaltet wird (Bild 4b).

Die Drehrichtung der Motoren wird durch den Stromfluß in der Last bestimmt, der von den an den Phaseneingängen PHx anliegenden Pegeln abhängig ist.

Die Stromprogrammierungseingänge Ix1 und Ix2 sind für jeden Kanal (x = 1 beziehungsweise 2) jeweils zusammengeschaltet, so daß der an ihnen angelegte Low-Pegel den entsprechenden Ausgang aktiviert, während der High-Pegel die Transistoren der Endstufe abschaltet. Die Beschaltung der Steuereingänge mit Dioden und Pull-up-Widerständen ist ein Beispiel, wie die entsprechenden Drehrichtungen der Motoren in Abhängigkeit von den verschiedenen Stellungen des Bedienschalters erreicht werden können. Als Referenz-

spannung für die Pull-up-Widerstände dient die Logikversorgungsspannung  $U_L$  von circa 6 V, die mit einer internen Z-Diode stabilisiert ist. Diese Spannung wird aus der Kfz-Bordspannung 12 V über einen Vorwiderstand 270  $\Omega$  abgeleitet.

Da in dieser Anwendung eine Begrenzung der Ausgangsströme nicht sinnvoll (und auch nicht erforderlich) ist, kann das Takten der Ausgänge unterbleiben. Somit entfallen die Sensewiderstände, und die Anschlüsse R1 und R2 des Bausteins werden

**Bild 4a, 4b. Verstellung des Kfz-Außenspiegels mit TCA 3727 und zwei Motoren (a) beziehungsweise einem Motor und einem Magnetschalter (b).**

direkt nach Masse geschaltet. Der Kondensator zwischen Anschluß OSC und Masse ist erforderlich, damit die Endstufen nicht gesperrt bleiben; seine Kapazität (hier 10 n) und die durch ihn bestimmte Frequenz des bauteininternen Oszillators sind aber in diesem Fall unkritisch.

# Hoppala...

...doch mit **Flowlearn** hält sich die Katastrophe in Grenzen



**Flowlearn - das Simulationsprogramm**  
z.B. für die Bereiche Hydraulik, Pneumatik, Regelungstechnik, Verfahrenstechnik, E-Technik, Meßtechnik, Antriebstechnik.

**Flowlearn - unterstützt die Ausbildung**  
in Industrie, Forschung und Lehre.

**Flowlearn - für IBM-PC, XT, AT, PS-2**  
oder 100% kompatibel mit 512 KByte Hauptspeicher. MS-DOS ab Version 2.0

**Flowlearn - zum Preis von DM 78,-**  
gibt es (nur gegen Vorkasse) bei

**Flowlearn. Das Simulationsprogramm**

**eMedia**



Bissendorfer Straße 8  
Postfach 61 01 06  
3000 Hannover 61  
05 11/5 35 21 60



# REICHELT ELEKTRONIK DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven  
Marktstraße 101 — 103

TELEFON-SAMMEL-NR.: 04421/2 63 81  
TELEFAX: 04421/2 78 88  
ANRUFBENTWORTER: 04421/2 76 77

## Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,- / Ausland ab DM 50,-  
Versandkostenpauschale (Inland) DM 5,65  
Versand per Nachnahme oder Bankweisung  
(außer Behörden, Schulen usw.)

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch  
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

- ab DM 500,- = 5%
- ab DM 750,- = 10%
- ab DM 1.000,- = 15%
- ab DM 2.000,- = 20%

## Transistoren

BC	BD	BDX	BFQ	BUX
107A 0.28	239C 0.64	33C 0.84	69 4.45	86 1.20
107B 0.28	240C 0.62	34 0.86	87 1.35	88 1.30
108B 0.28	241B 0.63	34C 0.86		
108C 0.28	241C 0.64	34A 0.74		
140-10 0.43	242B 0.63	53C 0.76	92 0.74	
140-16 0.43	242C 0.64	54A 0.75		
141-10 0.49	243 0.67	54C 0.78		
141-16 0.43	243B 0.63	66B 3.80		
160-10 0.43	243C 0.63	66C 3.80	90 1.40	
160-16 0.43	244 0.66	67B 3.30		
161-10 0.43	244A 0.63	67C 3.55		
161-16 0.43	244C 0.65	87C 2.50		
177A 0.31	245B 1.65	88C 2.70	107 0.72	41A 2.75
177B 0.28	245C 1.70		170 0.53	42 2.65
237A 0.08	246B 1.65		208 1.30	45A 8.20
237B 0.08	246C 1.65		250 0.58	50A 7.15
238A 0.08	249B 2.10	198 0.17		
238B 0.08	249B 2.10	199 0.17		
239B 0.07	249C 2.15	224 0.21		
307A 0.07	250 2.15	240 0.17	108 2.85	73A 2.10
307B 0.07	250B 2.15	241 0.18	126 2.80	76 2.10
327-25 0.10	250C 2.15	244A 0.78	180A 3.70	80 5.25
327-40 0.10	317 2.90	245A 0.53	205 2.55	
328-25 0.10	318 2.90	245B 0.53	208 1.55	
328-40 0.10	410 0.85	245C 0.53	208A 1.60	
337-25 0.10	433 0.53	246A 0.68	208B 3.55	520 1.65
337-40 0.10	434 0.56	246B 0.68	209 3.10	530 2.15
338-25 0.10	435 0.56	246C 0.68	233A 3.85	540 3.45
338-40 0.10	436 0.56	247A 0.65	326S 2.75	
368 0.27	437 0.56	247B 0.69	406 1.35	
369 0.27	438 0.56	247C 0.68	406D 1.95	
516 0.25	439 0.57	254 0.18	407 1.30	1000 2.60
517 0.23	440 0.57	255 0.18	407B 1.80	2501 2.65
546A 0.07	441 0.57	256A 0.59	408 1.25	2955 2.00
546B 0.07	442 0.60	256B 0.59	408D 2.55	3001 2.60
547A 0.07	517 1.85	256C 0.59	426 2.15	4032 2.95
547B 0.07	529 1.85	257 0.65	426A 2.00	4035 3.10
547C 0.07	530 1.85	258 0.65	500 3.70	4502 4.55
548A 0.07	645 0.76	329 0.65	508A 1.80	15003 6.70
548B 0.07	646 0.81	324 0.17	508AF 2.80	15004 8.15
548C 0.07	647 0.78	393 0.31	508B 1.90	
549B 0.07	648 0.81	417 0.68	508F 2.80	
549C 0.06	649F 1.10	418 0.78	526 2.80	
550B 0.10	650 0.80	420 0.26	536 3.40	
550C 0.10	675 0.47	421 0.29	546N 3.25	2222 4.55
556A 0.07	676 0.48	422 0.26	608 4.10	2907 4.55
556B 0.07	677 0.51	423 0.26	626A 3.95	
557A 0.07	678 0.51	440 0.65	806 1.45	
557B 0.07	679 0.53	450 0.19	807 1.70	
557C 0.07	680 0.53	451 0.19	903 2.75	
558A 0.07	809 1.05	458 0.47	908 3.20	
558B 0.07	810 1.05	459 0.48	921 3.75	
558C 0.07	879 1.05	469 0.47		
559A 0.08	880 1.20	470 0.48		
559B 0.07	901 0.99	471 0.48		
559C 0.07	902 0.96	472 0.48		
560B 0.11	911 1.10	494 0.19	11AF 2.10	
560C 0.11	912 1.10	495 0.19	12A 1.90	
635 0.26		759 0.61	12AF 2.55	
636 0.27		762 0.61	18AF 3.25	
637 0.27		869 0.51	56A 1.45	
638 0.28		870 0.51	76A 1.45	
639 0.28		871 0.51		
640 0.28		872 0.51		
875 0.35		959 0.40	46 1.35	
876 0.63		960 0.74	46A 2.30	
879 0.70		961 0.87	47A 4.35	
880 0.70		964 0.93	48A 5.80	
		966 0.93	48C 8.05	
		979 0.90		
		980 1.50		
		981 0.79	11A 2.20	
		982 1.00	12A 3.45	
			13A 4.50	
			41B 2.05	
			136 0.95	
			140 1.80	
			141 1.85	
			142 1.90	
			143 1.80	
			144 2.80	
			145 2.80	
			146 1.95	
			147 1.95	
			148 1.95	
			149 1.95	
			150 1.95	
			151 1.95	
			152 1.95	
			153 1.95	
			154 1.95	
			155 1.95	
			156 1.95	
			157 1.95	
			158 1.95	
			159 1.95	
			160 1.95	
			161 1.95	
			162 1.95	
			163 1.95	
			164 1.95	
			165 1.95	
			166 1.95	
			167 1.95	
			168 1.95	
			169 1.95	
			170 1.95	
			171 1.95	
			172 1.95	
			173 1.95	
			174 1.95	
			175 1.95	
			176 1.95	
			177 1.95	
			178 1.95	
			179 1.95	
			180 1.95	
			181 1.95	
			182 1.95	
			183 1.95	
			184 1.95	
			185 1.95	
			186 1.95	
			187 1.95	
			188 1.95	
			189 1.95	
			190 1.95	
			191 1.95	
			192 1.95	
			193 1.95	
			194 1.95	
			195 1.95	
			196 1.95	
			197 1.95	
			198 1.95	
			199 1.95	
			200 1.95	
			201 1.95	
			202 1.95	
			203 1.95	
			204 1.95	
			205 1.95	
			206 1.95	
			207 1.95	
			208 1.95	
			209 1.95	
			210 1.95	
			211 1.95	
			212 1.95	
			213 1.95	
			214 1.95	
			215 1.95	
			216 1.95	
			217 1.95	
			218 1.95	
			219 1.95	
			220 1.95	
			221 1.95	
			222 1.95	
			223 1.95	
			224 1.95	
			225 1.95	
			226 1.95	
			227 1.95	
			228 1.95	
			229 1.95	
			230 1.95	
			231 1.95	
			232 1.95	
			233 1.95	
			234 1.95	
			235 1.95	
			236 1.95	
			237 1.95	
			238 1.95	
			239 1.95	
			240 1.95	
			241 1.95	
			242 1.95	
			243 1.95	
			244 1.95	
			245 1.95	
			246 1.95	
			247 1.95	
			248 1.95	
			249 1.95	
			250 1.95	

## Integrierte Schaltungen

UA	L	LM	MC
7805 0.52	149	4.20	382DIL 7.85
7805K 2.30	165	3.65	38522,5 3.90
7806 0.52	200-220	2.05	386DIP 1.30
7807 1.00	200-TO3	6.95	387DIP 2.80
7808 0.52	203B	0.72	391N80 4.95
7809 0.60	204B	0.72	391N100 6.75
7810 0.57	272	2.90	393DIP 0.36
7812 0.52	293B	5.95	567DIP 0.84
7812K 2.30	293D	6.45	1011 7.65
7815 0.52	296	9.05	1881DIP 9.60
7815K 2.30	297	9.95	1886DIP 8.90
7818 0.52	298	10.10	1889DIP 5.00
7820 0.58	387	4.30	1894 13.00
7824 0.52	603C	1.20	2901DIL 0.60
7824K 2.25	702B	5.40	2902DIL 0.60
7825 29.20	4805	4.05	2903DIP 0.63
7826 0.61	4810	4.05	2904DIP 0.58
7825 0.50	4885	4.10	2917DIL 4.00
7826 0.51	4902	4.95	2917DIP 3.30
7827 0.64	4916	6.65	2930A 1.90
7828 0.51	4940V12	2.90	2931A 2.30
7829 0.50	4940V5	2.90	3302DIP 0.93
78210 0.56	4960	5.40	3900DIL 1.35
78212 0.49	4962	5.00	3909DIP 2.50
78215 0.50			3911DIP 3.65
78224 0.62			3914DIL 5.15
7825 0.83			3915DIL 5.20
78259 0.93	347DIL	1.40	13600DIL 3.10
78210 0.93	351DIP	0.60	13700DIL 4.50
78212 0.86	353DIP	0.68	
78215 0.88	355DIP	1.35	
78218 0.92	356DIP	1.30	
78224 0.94	357DIP	1.35	
7905 0.54	398DIP	4.90	1021CCN 18.60
7908 0.54	411CN	2.50	1028CN 21.20
7909 0.78	13741DIP	1.95	1037 19.40
7910 1.15			
7912 0.54			
7915 0.54			
7918 0.54			
7920 0.64			
7924 0.54			
7925 0.52			
7926 0.91			
7927 0.91			
7928 0.91			
7929 0.91			
7930 0.91			
7931 0.91			
7932 0.91			
7933 0.91			
7934 0.91			
7935 0.91			
7936 0.91			
7937 0.91			
7938 0.91			
7939 0.91			
7940 0.91			
7941 0.91			
7942 0.91			
7943 0.91			
7944 0.91			
7945 0.91			
7946 0.91			
7947 0.91			
7948 0.91			

### EProms

27C64-150	8Kx8
27C64-200	8Kx8
27C128-120	16Kx8
27C256-150	32Kx8
27C256-150	32Kx8
27C512-150	64Kx8
27C1001-120	128Kx8

### D-Rams

41256-80	256Kx1
41256-100	256Kx8
511000-70	1Mx1
514256-80	256Kx4
44100-80Z	4Mx1
44400-80Z	1Mx4

statistisch:  
6264-100 8Kx8  
6256-100 32Kx8  
für Cache-Speicher:  
6164AK-25 8Kx8  
61256K-25 32Kx8  
61416K-20 16Kx4  
61417K-25 64Kx4

### Simm - Sipp - Modul

Simm 256Kx9-70	256Kx9-70
Simm 1Mx9-70	1Mx9-70
Simm 4Mx9-70	4Mx9-70
Sipp 1Mx9-70	1Mx9-70

### Co-Proz.

2C87-10	2C87-10
2C87-12	2C87-12
2C87-20	2C87-20
3C87-25	3C87-25
3C87-33	3C87-33
3C87-40	3C87-40
3C87SX-16	3C87SX-16
3C87SX-20	3C87SX-20

Co-Proz. werden von uns in Originalverpackung inkl. Testdiskette und Handbuch geliefert.

Kein Rabatt möglich.



## C-Mos / TTL

MOS	74LS	74HC
4000	0.31	151
4001	0.29	153
4002	0.29	154
4006	0.52	157
4007	0.29	161
4008	0.60	163
4009	0.37	164
4010	0.37	166
4011	0.29	174
4012	0.29	175
4013	0.35	190
4014	0.59	191
4015	0.57	192
4016	0.37	193
4017	0.52	194
4018	0.54	196
4019	0.37	221
4020	0.56	240
4021	0.61	241
4022	0.58	244
4023	0.29	245
4024	0.52	247
4025	0.29	266
4026	0.91	273
4027	0.40	279
4028	0.56	283
4029	0.55	367
4030	0.36	373
4031	0.91	374
4032	0.69	390
4033	0.79	393
4035	0.59	541
4040	0.60	641
4041	0.53	645
4042	0.49	688
4043	0.52	
4044	0.54	
4046	0.49	
4047	0.59	
4049	0.40	
4050	0.40	
4051	0.53	
4052	0.53	
4053	0.51	
4055	0.64	
4056	0.71	
4060	0.59	
4063	0.61	
4066	0.40	
4067	2.55	
4068	0.29	
4069	0.29	
4070	0.29	
4071	0.29	
4072	0.27	
4073	0.29	
4075	0.29	
4076	0.61	
4077	0.29	
4078	0.29	
4081	0.29	
4082	0.29	
4093	0.40	
4094	0.62	
4098	0.60	
4099	0.72	
4503	0.59	
4510	0.65	
4511	0.69	
4514	1.80	
4516	0.62	
4518	0.56	
4520	0.56	
4528	0.86	
4536	1.35	
4538	0.64	
4541	0.63	
4543	1.00	
4584	0.54	
4585	0.50	
40106	0.46	
40109	0.80	

## !!! Angebot !!!

74LS	2N 3055	0.78
00	BU 208	1.55
01	BU 208A	1.60
02	BU 508A	1.80
03	BU 508D	1.90
04		
05		
06	uA 741 DIP	0.29
07	uA 7805	0.45
08	uA 7812	0.47
09	LM 317-220	0.48
10	LM 324 DIL	0.28
11	NE 555 DIP	0.26
12	SAA 5246	46.00
13	TD 1170S	1.55
14	TD 2005	1.95
15	TD 2030	0.86
16	TD 4600	2.95
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

## Japan - Transistoren

2SA	2SA	2SC	2SC	2SD				
473	1.10	1220	1.75	1393	1.10	2922	13.05	414
539	1.45	1227	7.00	1398	1.90	2979	5.75	415
561	0.73	1232	6.20	1413	6.00	2987	6.20	424
562	0.57	1242	1.60	1505	1.45	3026	10.65	427
564	0.38	1244	1.80	1507	1.85	3039	2.35	438
608	0.31	1249	1.20	1509	1.20	3040	4.10	467
634	2.45	1263	4.40	1567	1.85	3052	0.62	468
659	1.15	1264	4.10	1571	1.32	3070	0.95	471
673	0.37	1265	4.55	1583	1.05	3113	0.43	525
683	0.61	1286	0.78	1624	2.30	3117	1.50	551
684	0.65	1295	13.25	1625	1.90	3148	7.10	555
719	0.52	1300	0.63	1626	1.25	3150	3.65	560
720	0.68	1301	5.85	1627	0.75	3152	4.60	571
733	0.46	1302	7.50	1669	2.70	3153	5.95	600
769	2.40	1303	10.70	1674	0.34	3181	3.85	601
771	3.85	1306	1.65	1675	0.30	3182	4.45	613
777	1.50	1321	1.55	1678	2.20	3199	2.95	633
794	1.70	1328	4.00	1685	0.46	3225	0.97	636
798	0.93	1329	4.95	1730	0.39	3259	10.25	637
814	1.85	1370	1.10	1740	0.18	3260	9.65	638
815	2.15	1371	0.87	1775	0.43	3262	10.35	639
816	1.65	1386	10.65	1815	0.23	3263	8.85	666
827	0.90	1516	8.40	1826	2.30	3264	19.80	667
844	0.26	1567	8.95	1827	2.30	3279	0.76	668
872	0.37	1598	4.05	1841	0.56			
874	0.59			1845	0.44			
893	0.47			1846	0.87			
896	0.84	2S8		1890	0.63			
899	1.15	536	1.85	1904	1.75			
904	0.75	544	0.71	1906	0.58			
913	2.45	546	1.85	1913	2.15			
916	1.10	548	1.10	1923	0.38			
921	0.77	549A	1.50	1941	1.25			
929	1.35	554	10.95	1946A35	1.55			
933	0.53	557	8.50	1947	10.80			
934	0.44	564	0.75	1957	1.30			
940	2.00	595	2.50	1959	1.40			
949	0.80	596	1.75	1969	5.85			
950	0.38	598	0.70	1970	3.55			
952	0.42	605	1.25	1971	6.70			
957	4.25	611	1.15	1973	1.65			
958	3.85	613	2.10	1975	5.00			
965	1.05	641	0.41	1980	0.57			
966	0.85	646	0.67	1983	2.40			
968	1.85	647	0.55	1986	2.80			
970	0.46	648	1.25	2001	0.54			
972	1.40	649	1.30	2003	0.52			
984	0.53	681	7.70	2021	0.46			
985	2.00	686	2.70	2023	3.60			
988	0.87	688	3.05	2026	1.15			
992	0.46	698	0.80	2028	1.00			
995	0.30	705	5.65	2053	1.75			
999	0.35	716	0.73	2060	0.72			
1011	1.50	737	0.49	2068	1.40			
1013	1.10	751	3.35	2073	1.70			
1015	0.27	754	4.05	2078	2.00			
1016	0.45	755	5.50	2086	0.43			
1020	0.70	772	0.93	2092	1.90			
1038	0.69	792	0.93	2093	3.95			
1048	0.28	817	4.85	2097	58.70			
1084	0.60	822	1.15	2120	0.37			
1085	0.74	834	1.50	2166	2.40			
1094	6.00	849	5.30	2167	3.20			
1095	8.30	857	2.40	2168	2.70			
1102	5.10	861	2.15	2230	0.89			
1104	6.00	863	4.25	2235	0.79			
1106	7.30	891	1.35	2236	0.61			
1110	1.35	892	0.74	2238	1.70			
1111	2.20	909	0.75	2240	0.47			
1112	2.35	911	1.15	2259	1.50	3280	6.90	669
1115	0.41	941	2.00	2270	1.35	3281	7.60	716
1120	1.65	986	1.20	2271	0.65	3284	11.90	718
1123	0.69	1009	1.25	2274	0.58	3298	1.65	755
1124	0.74	1039	2.15	2275	2.05	3306	4.90	756
1142	2.40	1066	2.60	2291	1.35	3318	7.90	826
		1068	0.65	2292	1.59	3320	8.50	837
		1110	1.70	2312	8.80	3327A	1.10	841
		1187	5.10	2314	1.00	3353	5.90	844
		1243	2.15	2320	0.32	3358	1.65	845
				2335	5.00	3377	1.45	863
				2336	4.50	3379	44.15	869
				2344	1.55	3381	1.90	879
				2362	0.71	3399	0.35	880
				2373	3.55	3400	0.35	882
				2383	0.85	3402	0.65	965
				2389	0.68	3412	20.35	966
				2407	1.80	3420	1.30	1047
				2458Y	0.32	3421	1.60	1049
				2466	1.05	3423	1.00	1069
				2481	1.50	3457	3.70	1065
				2482	1.80	3460	6.40	1111
				2509	17.10	3467	7.90	1148
				2543	0.77	3467	7.65	1138
				2546	0.65	3504	1.05	1163
				2547	0.76	3507	16.05	1207
				2555	3.30	3519	8.60	1265
				2562	1.85	3552	15.95	1266
				2564	6.85	3605	1.85	1275
				2565	8.85	3606	1.90	1276
				2570A	0.86	3675	4.00	1279
				2577	4.70	3678	7.90	1282
				2579	6.40	3679	7.80	1311
				2581	7.40	3795	4.45	1397
				2590	1.30	3807	1.20	1406
				2591	1.90	3811	3.60	1413
				2592	2.85	3855	5.85	1426
				2603	0.32	3854	7.30	1427
				2625	9.10	3856	7.90	1431
				2630	50.75	3883	8.15	1432
				2631	0.72	3907	7.85	1497
				2632	0.65	3943	4.75	1541
				2655	0.72	3944A	2.40	1548
				2668	0.58	3953	3.15	1554
				2690	1.80	3987	2.20	1555
				2705	0.78	4028	22.45	1571
				2706	4.95	4029	11.30	1577
				2724	0.42	4046	7.85	1601
				2731	1.22	4237	12.05	1739
				2740	10.50	4242	6.80	
				2750	5.50	4293	11.70	
				2773	10.55	4311	19.90	
				2774	12.60			
				2785	0.38			
				2792	0.30			
				2824	2.20			
				2837	10.10			
						313	0.90	75
						325	1.00	74
						330	2.35	76

Program Fernbedienung

Mit der URC 1 eine neue, lernfähige, programmierbare, die die Befehle der Fernbedienung

Mit der URC 2 Ihren Fernseher, Disk-Player usw. Fernbedienung.

Mit 32 frei belegbaren Geräte (bis zu 12) gro.Befehlen für URC 108 für Hi-Fi oder Hi-Fi-Geräte

Bestellnr.: Batterien (nicht mitbestellen)

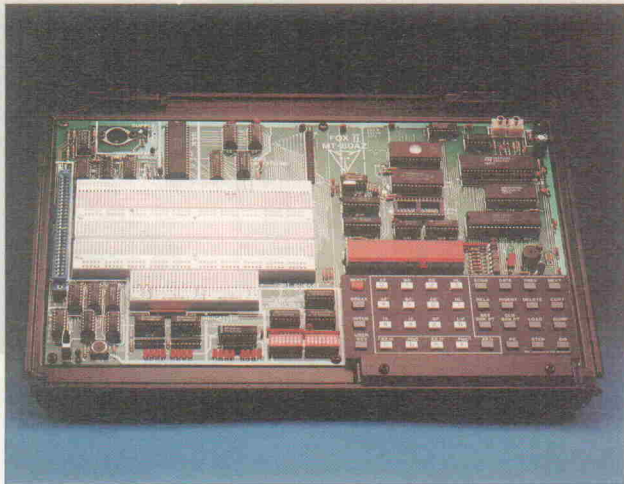
Bestellnr.: UCA

2SA	2SA	2SC	2SC	2SD		
1145	0.71	1161A11	2577	12.60	2SJ	
1146	5.40	1124	8.55	2785	0.38	50
1169	12.60	1126	0.77	2792	0.30	122
1170	19.80	1127	0.77	2792	0.30	122
1175	0.43	1262	2.20	2824	2.20	75
1179	0.28	1306	11.50	2837	10.10	76
1186	7.50	1307	14.40			
1207	0.76	1317	0.43			
1208	0.65	1318	0.38			
1209	1.45	1364	0.76			
1215	12.00	1364	0.76			
1216	14.60	1384	0.62			

RECHTEL ELEKTRONIK



# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



**Für den Einstieg in die Mikroprozessortechnik:**

## Kompakt-Labor

**Technische Lehrsysteme zur Aus- und Weiterbildung in Schule und Beruf haben Konjunktur. Zu den Anbietern, die ein breites Spektrum der Bildungsinhalte abdecken, zählt die Bardehle E&L mit ihren Systemen: Grundlagen Elektronik, Analog-/Digitaltechnik, Mikroprozessortechnik, PC-Technik/Informatik, Regelungstechnik/SPS und den 'Breadboards', den Steckbrettern für Versuchsaufbauten mit Original-Bauelementen.**

Zu ihrem Lehrsystem 'Mikroprozessortechnik - Grundlagen' (Foto) meint die Firma: 'Bei der Vielzahl heute verfügbarer Mikroprozessoren ist die Auswahl eines für die Grundausbildung in der Mikroelektronik geeigneten Prozessors schwierig. Die Fachleute sind sich darin weitgehend einig, daß für Schule und Ausbildung ein 8-Bit-Prozessor eingesetzt werden sollte.' Hier haben sich die Typen 8085 und Z80 durchgesetzt.

Bardehle hat sich für einen Z80-Trainer entschieden. Der 'FOX Z80' vermittelt die Grundlagen im Hard- und Softwarebereich. Auf dem Steckbrett lassen sich

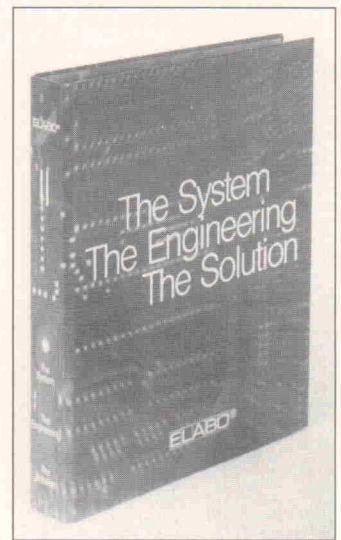
Grundsaltungen aufbauen, testen und messen. An Erweiterungen steht umfangreiches Zubehör und Kursmaterial zur Verfügung: der FOX-Hardwaretrainer, der FOX-Anwendungstrainer für die Grundlagen der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik, der FOX-LINK-Schnittstellentrainer, das FOX-FTC-Realmodell-Interface sowie der FOX-PC-Assembler mit Simulator und Eprom-Emulator.

Bardehle E&L  
Datentechnik in Wissenschaft  
und Ausbildung  
Lange Straße 56  
W-4796 Salzkotten  
Tel.: 0 52 58/60 29  
Fax: 0 52 58/30 34

## Fachgerechtes Mobiliar

In ihrem auf 420 Seiten erweiterten Hauptkatalog stellt Elabo das komplette Angebot für Werkstatt-, Labor- und Fachraumeinrichtungen vor. Der Katalog ist in folgende Produktgruppen gegliedert: Mobiliar, auch leitfähige Arbeitsplatzausstattung, EDV/Büro-Ausstattung, Mechaniker-Werkbänke mit Stahlmöbeln. Dazu zählen fünf verschiedene Tischaufbauprogramme für Anwendungen in Industrie und Ausbildung, auch versenkbare Tischaufbauten und 19"-Aufbauten. Die jeweiligen Produktgruppen beinhalten alle notwendigen Stromversorgungen, Meß- und Prüfgeräte.

Die Produktgruppe Ausbildungssysteme umfaßt folgende Geräte: Experimentierkasten mit H-Profilen, Lochrasterwände zur Aufnahme von Experimentierboxen. Lehr- und Experimentiersysteme für Installations- und Motorschaltungen, Lehrsysteme für elektrische Schutzmaßnahmen, Fehlersimu-



lationen, SPS-Lehrsysteme, Experimentiermaschinen mit Kompaktbremseinrichtung, KFZ-Elektrik, Digitaltrainer, Installations-Lehrhaus, Grundlagen E-Technik für Metallberufe, Demonstrationstische.

Elabo Vertriebs GmbH  
Roßfelder Str. 56  
W-7180 Crailsheim  
Tel.: 0 79 51/3 07-0  
Fax: 0 79 51/3 07-66

## R und C dekadisch

Für den Einsatz im Service- und Laborbereich sowie für die praxisorientierte Ausbildung an Schulen liefert die Beha GmbH neue R- und C-Dekaden. Beide sind als Einzelgerät im Kunststoffgehäuse oder offen für den Einbau erhältlich.

Die Daten der Widerstands-Dekade:

Einstellbereich: 1  $\Omega$  ... 1 M $\Omega$   
Auflösung: 1  $\Omega$   
Toleranz: typ. 1 %

Der eingestellte Widerstandswert wird digital angezeigt. Die auf der Gehäuseoberseite angegebene R-Reihe E96 gestattet

schnelles Herausfinden des Widerstandswertes.

Bei der Kapazitäts-Dekade werden die Kondensatoren vor jeder Einstellung automatisch entladen. Somit ist gewährleistet, daß die angeschlossene Schaltung nicht durch Restspannungen beeinflusst wird. Technische Daten:

Einstellbereich: 100 p...9,9  $\mu$   
Auflösung: 100 p  
Toleranz: typ.  $\pm 2$  %

Ch. Beha GmbH  
Föhrentalstr. 6  
W-7804 Glöttel  
Tel.: 0 76 84/80 09-0  
Fax: 0 76 84/80 09-10





## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Die  
**Technische Akademie  
Esslingen**  
Postfach 12 69  
W-73 02 Ostfildern  
bietet folgende Seminare  
an:

02. - 04. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15551/06.731  
**PC-Grundlagen**  
Teilnahmegebühr: DM 780,-

03. + 04. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15553/21.459  
**Die Haftung für fehlerhafte  
Technische Dokumentation/  
Instruktion**  
Teilnahmegebühr: DM 620,-  
Ort: Langebrück

07. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15556/72.121  
**Blindstromkompensation in  
der Betriebspraxis**  
Teilnahmegebühr: DM 377,-

07. - 09. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15562/06.733  
**MS-DOS-für Einsteiger**  
Teilnahmegebühr: DM 790,-

09. + 10. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15569/71.346  
**Schaltnetzteile**  
Teilnahmegebühr: DM 600,-

09. - 11. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15571/73.341  
**Digitale Filter, Teil A**  
Teilnahmegebühr: sfr 845  
Ort: Sarnen

10. + 11. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15576/21.458  
**Produkthaftung**  
Teilnahmegebühr: sfr 795  
Ort: Sarnen

14. + 15. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15582/79.158  
**Sicherheitstechnische Prü-  
fung von elektrischen Be-  
triebsmitteln in Gewerbebe-  
trieben**  
Teilnahmegebühr: DM 572,-

14. + 15. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15583/40.287  
**Methode der Finiten Ele-  
mente**  
Teilnahmegebühr: sfr 530,-  
Ort: Sarnen

14. + 15. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15590/98.270  
**CAD-Datenbanken**  
Teilnahmegebühr: DM 870,-

14. - 16. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15595/06.735  
**MS-DOS-Einführung**  
Teilnahmegebühr: DM 795,-

Die  
**Technische Akademie  
Wuppertal e. V.**  
Hubertusallee  
W-56 00 Wuppertal 1  
veranstaltet folgende Semi-  
nare:

14. - 15. 09. 92  
Sem.-Nr.: 811228042/G  
**Blitzschutzanlagen nach  
VDE 0185 und Überspan-  
nungsschutz**  
Teilnahmegebühr: DM 745  
Ort: Nürnberg

17. - 18. 09. 92  
Sem.-Nr.: 811235032/G  
**Moderne Leistungshalbleiter  
und deren Anwendung für  
drehzahlveränderbare An-  
triebe**  
Teilnahmegebühr: DM 735,-  
Ort: Nürnberg

## Digital Design Seminar

EMV-gerechter Leiterplatten-entwurf ist ein wichtiges Thema beim Digital Design Seminar von Texas Instruments am 9. Juli auf Schloß Oberstotzingen, nahe Ulm. Neben der Anwendung der neuesten digitalen Logikbausteine wie BICMOS und ABT wird insbesondere auf Bus-Designregeln und auf Systemsimulation eingegangen, ebenso auf das Thema EMC. Schutzschaltungen und Systemverhalten sowie metastabile Zustände in Logikschaltkreisen sind weitere Themen. Die Firma cadlab, Paderborn, demonstriert Berechnungs- und Simulationsprogramme zur Unterstützung des EMV-gerechten Leiterplattenentwurfs.

Die Teilnahmegebühr beträgt DM 390,- (zzgl. MwSt.). Anmeldungen bei Texas über Fax 0 81 61/80 40 10.

## SPICE2

SPICE ist das in der Industrie weltweit am häufigsten eingesetzte Simulationsprogramm zur Unterstützung des Schaltungsentwurfs und der Entwurfsüberprüfung. Das IAM, Braunschweig, bietet dazu ein Seminar mit folgendem Ziel an:

Verständnis der bei der Schaltungssimulation mit SPICE verwendeten Verfahren und Algorithmen; praktische Anwendung von SPICE; Möglichkeiten zur Beherrschung von Fehlersi-

tuationen; Anpassung des Simulators an Problemfälle.

Teilnehmerkreis sind Entwickler von analogen und digitalen Schaltungen in diskreter und integrierter Technik. Inhalte des Seminars: Aufbau eines Schaltungssimulators, Netzwerkmodelle, DC-, AC-, TR-Analyse, Modellparameter, SPICE-Syntax, Simulationseingaben, Übungen an PCs mit PSPICE.

Der Seminartermin wird noch bekanntgegeben. Die Teilnahmegebühr beträgt DM 1600,- zzgl. MwSt.

IAM Braunschweig  
Institut für angewandte Mikroelektronik  
Richard-Wagner-Str. 1  
Tel.: 05 31/3 80 20  
Fax: 05 31/3 80 21 10

## Einführung in C

Die Fernuniversität Hagen, Abteilung elektronische Weiterbildung, bietet den Interessenten einen Einführungslehrgang in die Programmiersprache C. Für die Teilnahme sind allgemeine Grundkenntnisse in der Informatik, insbesondere der Programmier-technik erforderlich. Der Kurs ist von seiner Methodik her so aufgebaut, daß eine andere höhere Programmiersprache (z. B. Pascal, MODULA oder FORTRAN) als bekannt vorausgesetzt wird.

Im Preis von DM 298,- sind Diskette und Dokumentation enthalten.

FernUniversität  
Postfach 940  
D-5880 Hagen  
Tel.: 0 23 31/9 87-21 67  
Fax: 0 23 31/8 04-3 13

Training in Technology • Training in Technology • Training in Technology • Training in Technology

## Sensorik in Aus- und Weiterbildung

hps SENSORIK-BOARD: Training aus der Praxis für die Praxis.

In grundlegenden praxisorientierten Experimenten veranschaulicht das SENSORIK-BOARD Funktionsprinzipien und Anwendung von Sensoren unterschiedlicher physikalischer Prinzipien: **induktive, kapazitive, optische sowie Magnetfeld-Sensoren. Das Training System ist erweiterbar durch Ultraschall- und LWL-Sensoren.** Ein ausführliches Handbuch begleitet das Versuchsprogramm. Fragen Sie uns. Wir informieren Sie gern näher.

**hps SystemTechnik**

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 10 17 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 0201-4 27 77, Fax: 0201-41 06 83



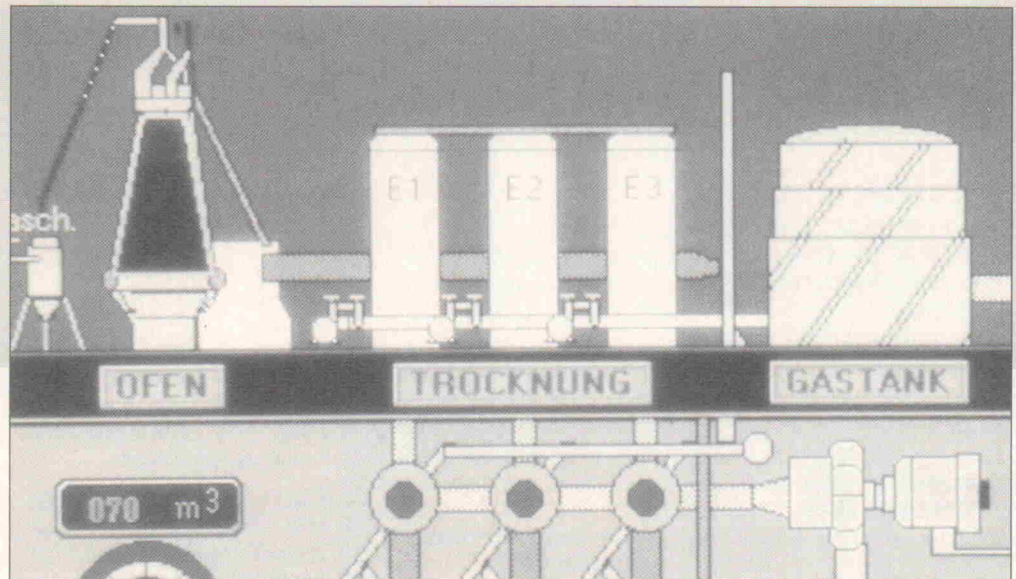


# Regelungstechnik

## Reglereinstellung im Zeitbereich

Matthias Arnold

Die Dimensionierung von Reglern kann man beliebig kompliziert gestalten. Beschränkt man sich beim Entwurf auf die Betrachtung im Zeitbereich, kommt man mit dem in dieser Folge vorgestellten Verfahren zu schnellen, praktikablen Ergebnissen. Besonders einfach wird das Ganze, wenn man das Simulationsprogramm Flowlearn einsetzt.



**M**otto dieses Beitrags zur Regelungstechnik: Mathematik-reduziert den schnellen Weg zur 'schönen' Sprungantwort finden. Werkzeuge für den unmittelbaren Erfolg sind die Simulationstechnik und ein Einstellverfahren 'light', mit deren Hilfe die bekannten Reglertypen praxisgerecht dimensioniert werden.

Das in Bild 49 abgebildete Blockschaltbild zeigt anschau-

lich die Struktur eines PID-Reglers: Mit Hilfe eines Subtrahierers wird aus Soll- und Istwert die Regelabweichung  $x_w$  bestimmt. Der integrierende Anteil entsteht durch Wichtung von  $x_w$  mit der Nachhaltezeit  $T_n$  und anschließende Integration. Entsprechend ergibt sich der differenzierende Anteil durch Multiplikation mit der Vorhaltezeit  $T_v$  und anschließende Differentiation. Die Ausgangsgröße des Reglers

ist die mit dem proportionalen Beiwert  $K_p$  multiplizierte Summe aus integrierendem Anteil, differenzierendem Anteil und Regelabweichung  $x_w$ . Für die Berechnung der Ausgangsgröße wird aus Gründen der Übersichtlichkeit anstelle eines Addierers und eines Multiplizierers ein Formel-Element mit dem Term

$x_1 \cdot (x_2 + x_3 + x_4)$  eingesetzt.

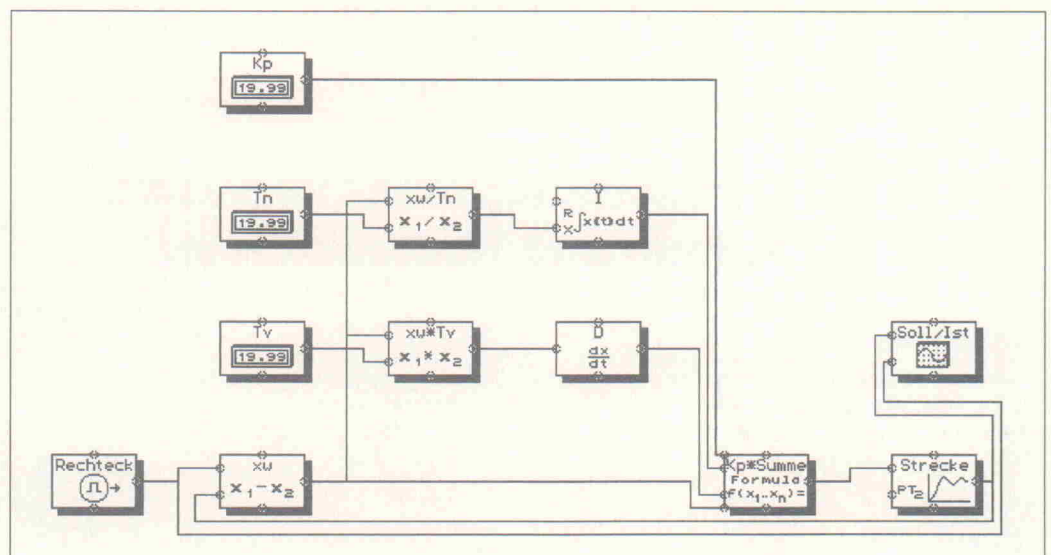
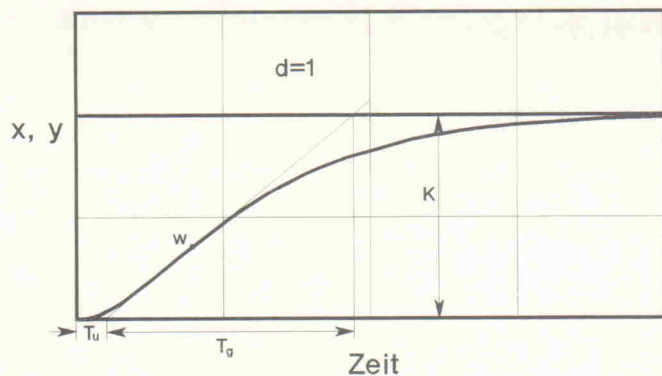


Bild 49. Der diskrete Regleraufbau mit Flowlearn erlaubt eine Feinabstimmung der Kenngrößen eines Reglers zur Laufzeit der Simulation.





**Bild 50.** Die kennzeichnenden Größen der Regelstrecke können durch Anlegen einer Tangente an den Wendepunkt ihrer Sprungantwort ermittelt werden.

Die Vorgabewerte der Bedienelemente für  $K_p$ ,  $T_n$  und  $T_v$  sollten so eingestellt sein, daß der geschlossene Regelkreis beim Start des Blockschaltbildes stabil ist. Im vorliegenden Fall wurden die Vorgabewerte zu  $K_p = 1$ ,  $T_n = 1000$  s und  $T_v = 0$  s gesetzt, das heißt, der Regler stellt zum Startzeitpunkt einen recht 'ungefährlichen' P-Regler mit einfacher Verstärkung dar. Die Wahl der Vorgabewerte hängt natürlich von den Parametern der eingesetzten Strecke ab. Grundsätzlich sollte bei der Simulation von Systemen, die zu Instabilitäten neigen, die Option 'Check Limits' der integrierten Entwicklungsumgebung aktiviert sein. Darüber hinaus ist es bei der Simulation mit Flowlearn vorteilhaft, die Bindung an die Echtzeit durch Desaktivieren der Option 'Real Time Process' aufzuheben: Das Blockschaltbild wird mit der maximal möglichen Geschwindigkeit abgearbeitet. Zum Einsatz des PID-Reglers in weiteren Flowlearn-Experimenten bietet es sich an, diesen als Block zu markieren und zu speichern.

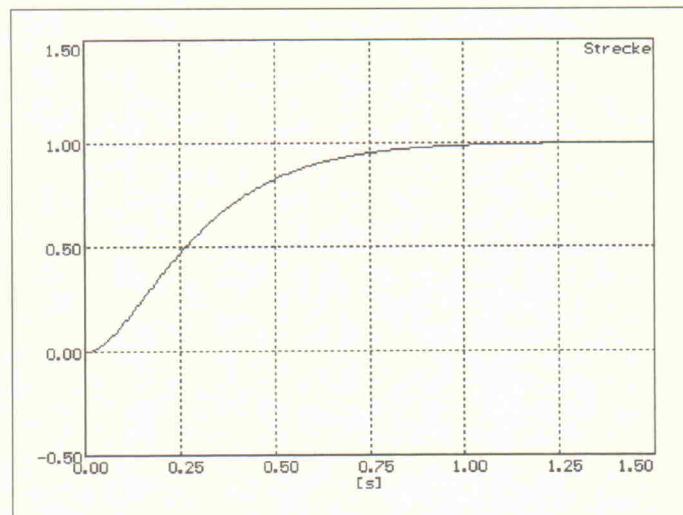
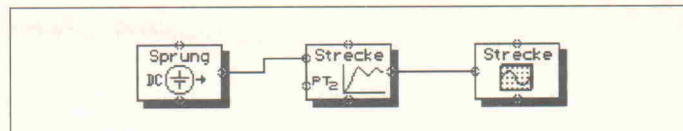
Da anhand des Blockschaltbildes die Wirkung der zur Laufzeit vorgenommenen Änderung von Reglerparametern untersucht werden soll, ist es zweckmäßig, einen Rechteckgenerator als Signalquelle für den Sollwert zu wählen. Die Periodendauer des Rechtecksignals  $T_r$  sollte man so hoch wählen, daß Ausgleichvorgänge der Strecke nach Ablauf der Zeit  $T_r/2$  quasi vollständig abgeklungen sind. Bei der in diesem Fall eingesetzten PT2-Strecke mit einer Zeitkonstanten der Größe 1 s wurde eine Periodendauer von 10 s sowie eine Pulsbreite von 5 s eingestellt.

### Streckenparameter

Das hier behandelte Einstellverfahren für zeitdiskrete Regler nach Takahashi, das weitgehend an das bekannte Ziegler-Nichols-Verfahren angelehnt ist, basiert auf einer einfachen grafischen Analyse der Streckensprungantwort. Anhand von Bild 50 wird das grafische Verfahren zur Ermittlung der Streckenparameter erläutert.

Reglertyp	Regleranstellwerte		
	$K_p$	$T_n$	$T_v$
P	$\frac{1}{K} \cdot \frac{T_g}{T_u}$	—	—
PI	$\frac{0,9}{K_s} \cdot \frac{T_g}{T_u + T/2}$	$3,33 (T_u + T/2)$	—
PID	$\frac{1,2}{K_s} \cdot \frac{T_g}{T_u + T}$	$\frac{2 (T_u + T/2)^2}{T_u + T}$	$\frac{T_u + T}{2}$
für $T/T_g \leq 1/10$			

**Tabelle 1.** Takahashi's Einstellvorschriften für zeitdiskrete Regler.



**Bild 51.** Die Sprungantwort der simulierten Strecke aus Bild 49, die zur Ermittlung der Kenngrößen notwendig ist, läßt sich quasi 'on the fly' erzeugen.

An den Wendepunkt W der Anstiegsflanke wird eine Tangente angelegt. Der Schnittpunkt der Tangente mit der Zeitachse liefert die Verzugszeit  $T_u$ . Die Ausgleichszeit  $T_g$  ergibt sich aus der Zeitdifferenz zwischen dem Schnittpunkt der Tangente mit dem stationären Endwert  $K_s$  der Sprungantwort und dem Schnittpunkt der Tangente mit der Zeitachse. Sie charakterisiert angenähert den Übergang von einem zum anderen stationären Zustand.

Zur Ermittlung der Zeitkonstanten  $T_u$  und  $T_g$  der verwendeten PT2-Strecke mit den Parametern  $T_0 = 1$  s und  $D = 1$  wird das in Bild 51 gezeigte Blockschaltbild aufgebaut. Damit das Plotten der Sprungantwort nach Ablauf der durch die x-Achse des Diagramm-Elements eingestellten Zeitspanne automatisch gestoppt wird, sollte die Option 'Repeat Plot' des Diagramm-Elements deaktiviert sein. Aus Bild 51 wurden die Verzugs- und Ausgleichszeit der verwendeten Strecke zu

$T_u = 0,06$  s und

$T_g = 0,4$  s bestimmt.

Schon an dieser Stelle zeigt sich, daß das Einstellverfahren aufgrund der einfachen grafischen Analyse der Sprungantwort nur Anhaltswerte für die Reglerparameter liefern kann,

die sich in der praktischen Anwendung jedoch als eine gute Ausgangsbasis für eine weitere Optimierung des Regelverhaltens anbieten. Zusätzlich sei an dieser Stelle angemerkt, daß das Verfahren nur für Strecken niedriger Ordnung (bzw. Strecken höherer Ordnung mit dominantem Polpaar) – die in der Realität jedoch häufig anzutreffen sind – praktikable Werte liefert.

### Einstellregeln nach Takahashi

Die Einstellwerte für zeitdiskrete Regler nach Takahashi für P-, PI- und PID-Regler sind in Tabelle 1 dargestellt. Eingangsgrößen der Berechnung sind der stationäre Endwert  $K_s$  der Streckenantwort, die Verzugszeit  $T_u$ , die Ausgleichszeit  $T_g$  und die Abtastzeitkonstante  $T$  des zeitdiskreten Reglers, welche dem Kehrwert der Sample-Rate des Blockschaltbildes entspricht.

Vernachlässigt man zunächst den Einfluß der Abtastzeitkonstanten  $T$  auf die Einstellwerte, das heißt, setzt man in den Regeln die Abtastzeitkonstante  $T = 0$ , läßt sich die Struktur der Einstellregeln klar erkennen:

– Die Reglerverstärkung  $K_p$  ist proportional zu dem Quotienten aus der Ausgleichszeit zur Verzugszeit  $T_g/T_u$ .



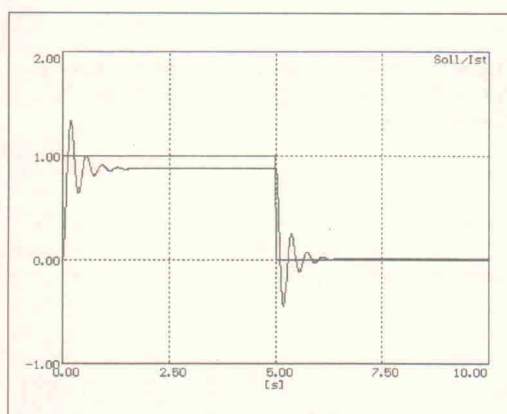
- Mit steigender Verzugszeit  $T_u$  wird der Einfluß des integrierenden Anteils verringert.
- Mit steigender Ausgleichszeit  $T_g$  wird der Einfluß des differenzierenden Anteils erhöht.

## Zeitdiskrete Systeme

Die zeitdiskrete Nachbildung kontinuierlicher Regler ist gut, wenn die Abtastzeitkonstante  $T$  um eine Größenordnung unter der kleinsten auftretenden Systemzeitkonstanten liegt. Bei der Anwendung der Einstellregeln von Takahashi sollte daher stets die Bedingung  $T/T_g < 1/10$  erfüllt sein. Dieser Problematik zeitdiskreter Systeme trägt Takahashi Rechnung: Wenn die

Abtastzeitkonstante  $T$  viel kleiner als die Verzugszeit  $T_u$  ist, falls also  $T \ll T_u$  gilt, hat  $T$  keinen nennenswerten Einfluß auf die Einstellwerte, der zeitdiskrete Regler stellt in diesem Fall eine gute Näherung des kontinuierlichen Reglers dar. Besitzen  $T$  und  $T_u$  eine ähnliche Größenordnung, so ist die Abtastzeitkonstante  $T$  in den Termen  $T_u + T$  und  $T_u + T/2$  nicht mehr vernachlässigbar. In diesem Fall wirkt der steigende Einfluß von  $T$  'entschärfend' auf die Einstellwerte:

- Die Reglerverstärkung  $K_p$  sinkt.
- Die Nachhaltezeit  $T_n$  wird erhöht und damit der Einfluß des integrierenden Anteils reduziert.

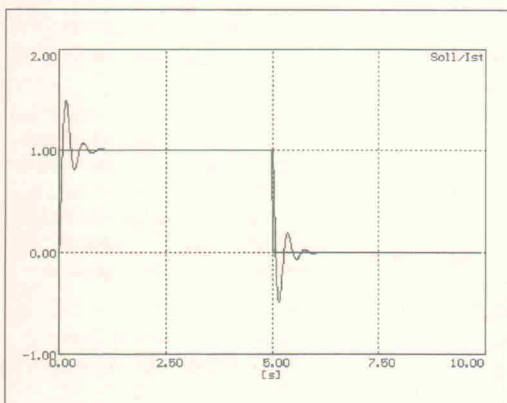


**Bild 52.**  
Mit den Einstellvorschriften aus Tabelle 1 erhält man diese Ergebnisse für den

a) P-Regler mit  
 $K_p = 6,67$ ,  
 $T_n = 1000$  s  
und  
 $T_v = 0$  s;



b) den PI-Regler mit  
 $K_p = 5,539$ ,  
 $T_n = 0,22$   
und  
 $T_v = 0$  s;



c) den PID-Regler mit  
 $K_p = 6,857$ ,  
 $T_n = 0,12$   
und  
 $T_v = 0,035$  s.

## Buchtip

### Einführung in die Regelungstechnik

Das Hauptanliegen der Autoren ist es, die Grundlagen der Regelungstheorie klar und verständlich zu vermitteln und die Verbindungen zur regelungstechnischen Praxis herzustellen. Darüberhinaus soll das Buch eine Vorstellung der technischen Realisierung regelungstechnischen Konzepte vermitteln.

Der Gegenüberstellung von Steuerung und Regelung folgt die Untersuchung, Einteilung und Kennzeichnung von Regelkreisgliedern. Eine ausführliche Betrachtung der statischen und dynamischen Eigenschaften von Regelstrecken und Reglern vervollständigen diesen Abschnitt des Buches.

Die Stabilitätsproblematik, die Optimierung und Einstellung von Regelkreisen bilden einen weiteren Schwerpunkt. Hierzu werden Verfahren sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich vorgestellt und analysiert. Beispiele der gerätetechnischen Realisierung von analogen Regelkreisgliedern und die Behandlung der Grundlagen der Digitaltechnik und der digitalen Regelungstechnik vervollständigen das Werk.

'Einführung in die Regelungstechnik' ist ein typisches Lehrbuch und ist allen künftigen Ingenieuren der unterschiedlichen Fachrichtungen empfohlen.

Mann, Schifflgen  
Einführung in die Regelungstechnik  
Hanser Verlag

- Die Vorhaltezeit  $T_v$  wird kürzer und damit der Einfluß des differenzierenden Anteils gesenkt.

### Einstellregeln in der Praxis

Bei der Simulation mit Flowlearn wurde eine Samplerate von 100 Hz gewählt, das heißt, die Abtastzeitkonstante  $T$  beträgt  $T = 0,01$  s. Die oben genannte Bedingung für die Anwendung der Einstellregeln

$$T/T_g = 0,01/0,4 = 1/40 < 1/10$$

wird somit sicher erfüllt. Das Verhältnis von Abtastzeitkonstante  $T$  und Verzugszeit  $T_u$  beträgt  $T/T_u = 0,01/0,06$ . Die Abtastzeitkonstante  $T$  hat einen leicht 'entschärfenden' Einfluß auf die Einstellwerte. Die unter Zuhilfenahme der Einstellregeln für P-, PI- und PID-Regler ermittelten Reglerparameter und deren Reglerwirkung sind in den Bildern 52a, 52b und 52c dargestellt. Wie man sieht, führt die Anwendung der Einstellregeln unmittelbar zu brauchbaren Ergebnissen. Durch Variation der Parameter ist die Auswirkung der Reglereinstellung auf unterschiedliche Gütekriterien wie beispielsweise Überschwingen oder Einstellzeit auf einfache Art und Weise zu untersuchen. Auch die Brauchbarkeit

der Einstellregeln bei Änderung der Streckeneigenschaften (geringe Dämpfung, Nichtlinearitäten usw.) kann das Ziel weiterer Experimente sein.

Nach den eingehenden Untersuchungen regelungstechnischer Systeme im Zeitbereich widmen sich die nächsten Folgen der Regelungstechnikserie der Systemanalyse und dem Reglerentwurf im Frequenzbereich.

#### Literatur

[1] Script: Rake, Regelungstechnik, IRT a. d. RWTH Aachen

### Korrektur

Das Ergebnis der in Folge 5 (Elrad 5/92) angegebenen Herleitung der statischen Kennlinie des I-Reglers (S. 51) lautet

$$\dot{y} = 1/T_I \cdot x_w$$

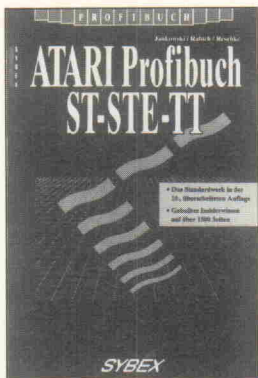
Auf Seite 52 der gleichen Ausgabe muß die Formel für den D-Regler

$$y = T_D \, dx_w/dt$$

lauten.

In Teil 6 der Regelungstechnik-Serie sind auf Seite 53 die Ergebnisgraphen der Bilder 47 und 48 versehentlich vertauscht worden.





## Atari Profibuch ST-STE-TT

Das Atari ST Profibuch – im Computer-Mund auch 'Atari Bibel' genannt – ist jetzt in neuer überarbeiteter Auflage erschienen. Der Titel sollte übrigens nicht falsch verstanden werden. Das Profibuch ist natürlich nicht nur für Profis da. Es enthält die Dokumentation aller BIOS-, XBIOS-, GEMDOS-, AES- und VDI-Routinen, der Systemvariablen und der Hardware (inklusive Pinbele-

gung und Programmierung der Chips) und ein sehr ausführliches Stichwortverzeichnis, kurz gesagt, alles, was man zum Programmieren und Verstehen des Atari ST, STE und TT benötigt.

Was hat sich gegenüber der vorigen Auflage geändert? Das Profibuch enthält jetzt zusätzlich auch die Dokumentation zu der Software und Hardware für die Atari STE- und TT 030-Rechner. Die Gliederung und die grafische Gestaltung ist noch übersichtlicher geworden, und der Umfang des Profibuchs hat sich um 50 % von 1000 auf satte 1500 Seiten vergrößert. Man kommt aber noch ohne Hantel-Training aus.

Jeder, der sich ernsthaft mit der Programmierung des Atari auseinandersetzen will, kommt nicht um die Anschaffung dieses Werkes herum, das

dazu noch – bedenkt man den gewaltigen Umfang – einen konkurrenzlos günstigen Preis hat. Schließlich sollte auch in jedem Nachtisch eine Bibel respektive bei jedem Atari ST (STE, TT) ein Profibuch liegen. Natürlich ist das Werk auch ein Muß für jeden, der den 19"-Zoll-Atari aufbauen will. So befindet sich beispielsweise auf Seite 790 das Blockschaltbild des Atari-ST, mit dem sich der Leser auch einen Überblick über das Elrad-Projekt verschaffen kann. JUT

Hans-Dieter Jankowski,  
Dietmar Rabich,  
Julian F. Reschke  
Atari Profibuch  
ST-STE-TT  
12. Auflage  
Düsseldorf, 1992  
Sybex-Verlag  
1492 Seiten  
DM 79,-  
ISBN 3-88745-888-5



## Linear-IC- Taschenbuch 1

Bei welchem Hardware-Entwickler stehen sie nicht in greifbarer Reichweite vom Arbeitsplatz, die drei Bände des TTL-Taschenbuches, die zwei Bände CMOS-Bausteine sowie das HCMOS-Nachschlagewerk des IWT-Verlags. Diese erfolgreiche Reihe soll nun ergänzt werden durch die Linear-IC-Taschenbücher. Der zunächst erschienene erste Band behandelt das Thema Operationsverstärker.

Legt der Herausgeber bei der CMOS- und TTL-Serie Wert auf eine möglichst vollständige Erfassung aller lieferbaren Bausteine, so verzichtet er hier auf diesen Anspruch. Der Grund: die Typenvielfalt des nationalen und internationalen Markts.

Der Benutzer wird zwar fündig bei der Suche nach einem  $\mu A 741$ , TL 071 oder NE 5534; vergebene Mühe ist es jedoch, nach Typen wie dem OP 227, TLE 2021 oder gar dem rauscharmen DiFET-Verstärker OPA 627 zu suchen. Immerhin führt der Titel die gängigsten Operationsverstärker, knapp über 200 Bausteine, und deren wichtigste Daten und Merkmale auf. PvH

Linear-IC-Taschenbuch  
Vaterstetten 1991  
IWT-Verlag GmbH  
250 Seiten  
DM 39,80  
ISBN 3-88322-349-2

Bücher

Das bringen

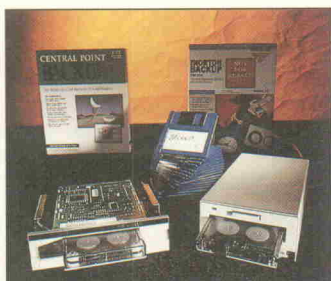
Änderungen vorbehalten



Heft 8/92  
ab 16. Juli  
am Kiosk



Heft 7/92  
ab 25. Juni  
am Kiosk



### Und bewahre uns

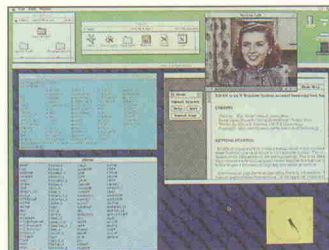
Die Wichtigkeit regelmäßiger Datensicherung ist unter Computeranwendern unbestritten. Aber man muß wohl erst die lapidare Meldung 'Harddisk failure' erhalten haben, um zu begreifen, was es bedeutet, wenn die Arbeit von Tagen oder Wochen unwiederbringlich weg ist. c't zeigt, wie man heutzutage Daten schnell und bequem in Sicherheit bringt.

### Propeller im Aufwind

Vielen Computern droht der Hitzetod – glaubt man den Herstellern zusätzlicher Kühlgerätschaft. Erst mit einem pustenden Hütchen sollen CPUs den Sommer heil überstehen – und sogar schneller rechnen können. Bewahren Sie kühlen Kopf und lesen Sie erst die nächste c't.

### Windows-Datenbanken

Windows-Datenbanken lassen sich leicht bedienen, bieten Multitasking und Datenaustausch mit anderen Programmen mittels DDE und OLE. Trotz dieser attraktiven Vorzüge ist bei brandneuen Systemen Skepsis angebracht: Kann man es wagen, vom bewährten DOS-Programm zur Windows-Version umzusteigen?



### Pferderennen

Die berühmten zwei Welten soll das neue Unix-Derivat A/UX 3.0 von Apple vereinigen; eben halt Unix-Anwendungen und gleichzeitig Mac-Applikationen. Wir haben diese Aussage am Beispiel des multimedialen Tools Quicktime untersucht, dabei auch gleich einen Blick auf den neuen Quadra – Apples Paraded Pferd – geworfen und die Frage gestellt, ob ein CISC-Prozessor noch zeitgemäß ist.

### Unix umsonst

Ein weiteres PC-Unix aus der Public Domain betritt die Szene: Linux. Als echtes 32-Bit-Betriebssystem ist es schon auf einer Minimalplattform (ab 386SX-Prozessor) einsetzbar. Kann man ein vollständiges und funktionsfähiges PC-Unix erwarten? Da bei PD-Unixen erfahrungsgemäß die Installation eine echte Hürde darstellt, liegt im praktischen Teil auch ein Schwerpunkt des Berichtes.

### Angebunden

Ebenfalls Public Domain ist der Mail-User-Agent *smail*; er kann *sendmail* ersetzen und sorgt für die richtige weltweite Adressierung elektronischer Post. In einem zweiteiligen Artikel wird die Installation und der Betrieb von *smail* vorgestellt.

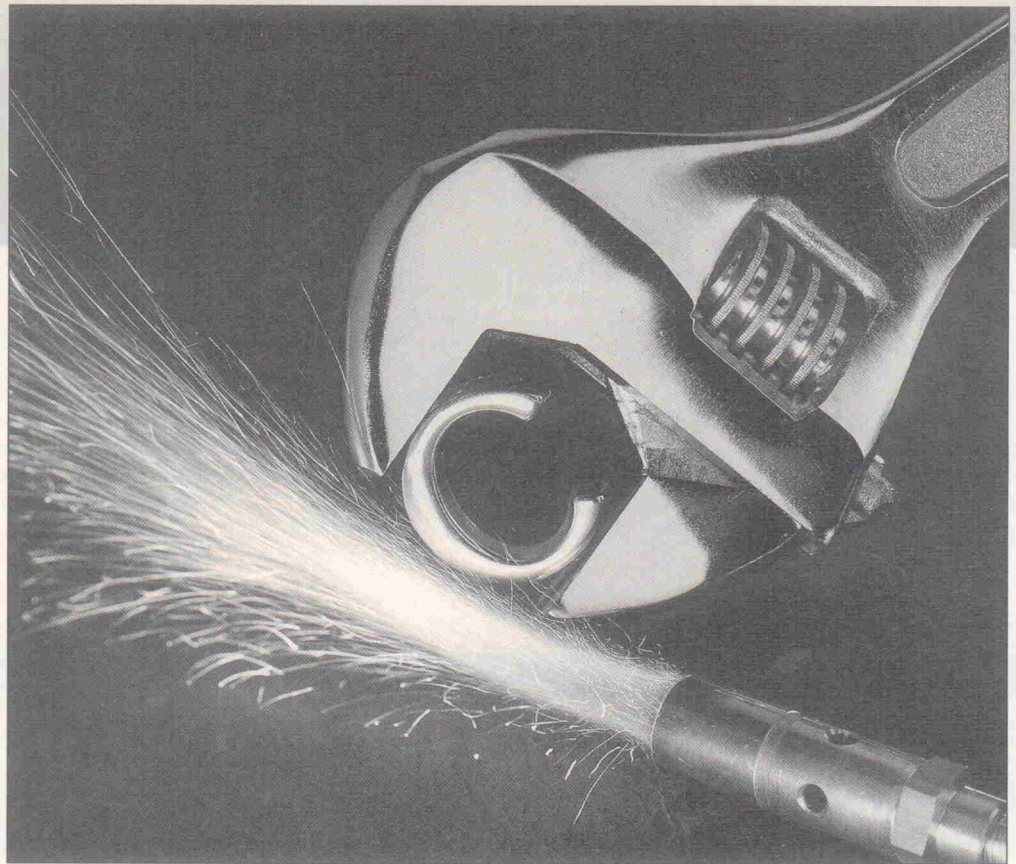


# Signalverarbeitung in C

## Teil 12: Diskrete Fourier Transformation

Howard Hutchings

Die Vertiefung der Kenntnisse über die Diskrete Fourier Transformation ist Gegenstand der aktuellen Folge des Signalverarbeitungs-kurses.



**D**as Listing 11.2 (Elrad 5/1992) soll als Basis dienen, um einige Grundsätze zu erarbeiten. Komplikationen, die bei der Datenerfassung entstehen könnten, werden durch eine künstliche Generierung des Signalverlaufs per Software umgangen. Als Beispielsignal wurde die Periode einer Sinusschwingung gewählt. Die im Programm synthetisch erzeugten Abtastdaten stehen in dem Array  $x[n]$  für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Größe und Datentyp eines Arrays müssen bereits am Anfang eines Programms deklariert sein. In diesem Fall reserviert der Ausdruck `float x[8]` den Speicherplatz für acht Dezimalstellen, von denen jede vier Byte für sich beansprucht.

Die sequentielle Erfassung und Zwischenspeicherung von Daten bildet das Grundprinzip zahlreicher Signalverarbeitungsapplikationen. Über die gespeicherten Daten können dann Programme laufen, um zum Beispiel eine Fourier Transformation durchzuführen. Wenn sich die Anzahl der Abtastwerte erhöht, muß konsequenterweise auch das im Programm deklarierte Array erweitert werden. Ein typischer Wert hierfür wären 256 Elemente, natürlich gehen auch noch mehr.

Datalogging in Echtzeit stellt häufig hohe Ansprüche an die Abtastrate, und eventuell muß die Programmstruktur dementsprechend optimiert werden. So könnten zum Beispiel die vom

A/D-Wandler generierten Digitalwerte direkt in ein als `int` deklariertes Array gespeichert werden. Dieser Datentyp benötigt nur zwei Bytes, um ein Element aufzunehmen, was einen höheren Durchsatz gewährleistet.

Doch zurück zu Listing 11.2, der exponentielle Ausdruck in der Diskreten Fourier Transformation wurde erweitert, um  $X(m)$  als Summe der reellen und imaginären Koeffizienten  $ar(m)$  und  $ai(m)$  auszudrücken. Diese Koeffizienten werden innerhalb des Programms als `real_sum` und `imag_sum` bezeichnet. Zur Berechnung des Betragsquadrats werden Real- und Imaginärteil vor der Berechnung der Summe jeweils einzeln quadriert. Überraschen-



derweise kann das in C zum Problem werden. Eine Lösung wäre, den Ausdruck in der Form

```
mean_sq_power = real_sum*real_sum
               + imag_sum*imag_sum
```

darzustellen, was zweifellos korrekt, aber etwas umständlich ist.

Microsoft C unterstützt zum Glück die Funktion *pow()*, mit deren Hilfe sich Potenzen berechnen lassen. Ein Blick in das Programm zeigt, daß der Aus-

druck *pow(real\_sum,2)* die Variable *real\_sum* quadriert. Zu beachten ist, daß sowohl *real\_sum* als auch *mean\_sq\_power* als *double* deklariert wurden. Das Ergebnis eines Programmlaufs ist in Tabelle 12.1 zu finden.

## Grafische Spektralanalyse

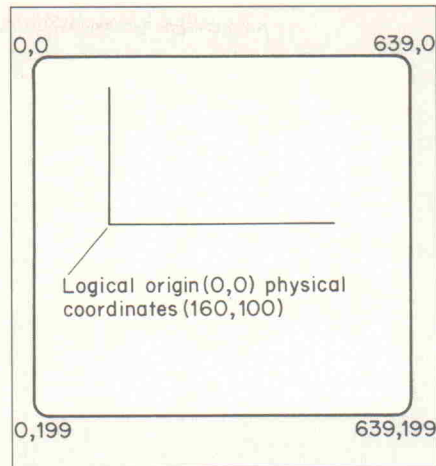
Betrachten von Tabellen ist auf Dauer langweilig und führt

### Listing 12.1.

```

/*****
DFT mit Farbgrafik
*****/
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include<graph.h>
#define PI 3.14159
main()
{
    struct videoconfig screen_size;
    int N,n;
    double m;
    double real_sum,imag_sum,mean_sq_power,rms;
    float x[128];
    start:_settextposition(20,20);
    printf("Geben Sie die Anzahl der Daten ein (max. 128)");
    scanf("%d",&N);
    /*-----
    Eingabe der Datenanzahl
    -----*/
    _setvideomode(_DEFAULTMODE);
    _setvideomode(_HRES16COLOR);
    /*-----
    EGA Mode
    -----*/
    _clearscreen(_GCLLEARSCREEN);
    _setbkcolor(_GRAY);
    _getvideoconfig(&screen_size);
    _selogorg(screen_size.numxpixels/4,screen_size.numypixels/2);
    _moveto(0,0);
    _lineto(320,0);
    _moveto(0,0);
    _lineto(0,-90);
    /*-----
    Achsen zeichnen
    -----*/
    _settextcolor(3);
    _settextposition(4,8);
    _outtext("r.m.s. power");
    _settextposition(14,50);
    _outtext("Frequency (Hz)");
    /*-----
    Farbe und Textposition
    -----*/
    for(n = 0;n <= (N - 1);n++)
    {
        /*-----
        Hier die kuenstlichen Daten
        einfüegen.
        Siehe Vorschlaege im Text
        -----*/
    }
    for(m = 0;m <= (N - 1);m++)
    {
        real_sum = 0;
        imag_sum = 0;
        for(n = 0;n <= (N - 1);n++)
        {
            real_sum += x[n] * cos(2 * PI * m * n / N) / N;
            imag_sum += x[n] * sin(2 * PI * m * n / N) / N;
        }
        mean_sq_power = pow(real_sum,2) + pow(imag_sum,2);
        rms = sqrt(mean_sq_power);
        /*-----
        Wurzel aus Betragsquadrat bilden
        -----*/
        _setcolor(14);
        _moveto(320 * m / N,0);
        _lineto(320 * m / N,-100 * rms);
        /*-----
        Frequenzspektrum ausgeben
        -----*/
    }
    goto start;
}

```



**Bild 12.1. Die Auswahl des Videomode *\_HRES16COLOR* macht 640 × 200 Pixel verfügbar. Die Funktion *\_setlogorg()* setzt den logischen Ursprung (0,0) auf die Pixelkoordinate (160,100).**

schnell zur Ermüdung. Kommerzielle Spektrumanalyser zeigen daher das Frequenzspektrum für gewöhnlich grafisch an.

Das Beispiel in Listing 12.1 – eine Erweiterung von Listing 11.2 – ist für den Rechnerbetrieb mit EGA-Grafikkarte und Farbmonitor vorgesehen.

Auch hier werden die Komplikationen der Echtzeit-Datenerfassung umgangen und die Meßdaten statt dessen künstlich erzeugt. Die Gründe dafür sind wirklich nur rein praktischer Natur. Es ist halt einfacher, das Ausgangssignal eines A/D-Wandlers zu simulieren, ohne sich in externen Hardwareangelegenheiten verstricken und auf die Eigenschaften der abgetasteten Daten vertrauen zu müssen. Microsoft C bietet einen umfangreichen Satz mathematischer Funktionen an. Diese können dazu verwendet werden, eine breite Palette verschiedenartiger Eingangssignale zu erzeugen.

## Das Koordinatensystem

Die Grafikbibliothek von Microsoft C ist in der Header-Datei *graph.h* enthalten. Sie unterstützt zwei Koordinatensysteme, um die genaue Position eines Pixels anzugeben. In den zuvor beschriebenen Grafikprogrammen beschränkte sich die Verwendung des Koordinatensystems auf die Darstellung positiver Werte für x und y. In diesem Programm wird der Grafikbefehlssatz von Microsoft C erweitert, um das logische Koordinatensystem manipulieren zu können. Ein Blick in Listing 12.1 zeigt, daß einiges an

Videomanagement erforderlich ist, bevor es richtig losgehen kann.

Die Funktion *\_getvideoconfig()* wird dazu verwendet, Informationen über die aktuelle Grafikumgebung zu erhalten. In diesem Fall ist die Konfiguration (die Anzahl der Pixel entlang der x- und y-Achse) in der Variablen *screen\_size* enthalten. Um den Ursprung (den Punkt 0, 0) des Koordinatensystems festzulegen, benutzt man die Funktion *\_setlogorg()*. Bild 12.1 enthält die relevanten Details für den Videomode *\_HRES16COLOR*, der aus 640 × 200 Pixeln mit 16 Farben besteht.

Ist der Ursprung festgelegt, so bewegt ein wachsendes x die Pixel von links nach rechts über den Monitor. Ein ansteigendes y bewegt das Pixel jedoch nach unten, was, zumindest aus mathematischer Sicht, ungewöhnlich ist. So läßt sich die Tatsache erklären, daß die y-Koordinate in der Funktion *\_lineto()* mit einem negativen Vorzeichen versehen ist.

## Die Anwendung des DFT-Programms

Digitale Signalverarbeitung kann dem Leichtsinnigen noch die eine oder andere Überraschung bereiten. Das einfache DFT-Grafikprogramm soll als Rüstzeug dienen, um ein paar der Beschränkungen des Computers und des A/D-Wandlers zu verdeutlichen.

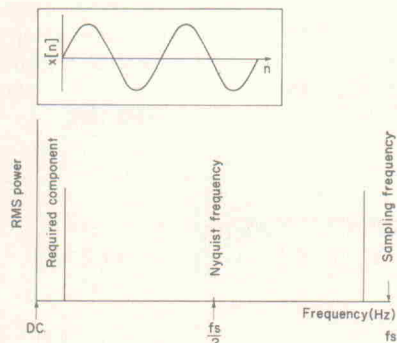
In der Realität verarbeitet man große Mengen von Eingangsdaten nur ungern. Doch was geschieht mit dem Spektrum, wenn man die Eingangsdaten beschneidet? Das kann man



```

/*-----
Bei dieser Funktion stimmen
Theorie und Praxis ueberein
-----*/
for(n = 0; n <= (N - 1); n++)
{
x[n] = sin(20 * PI * n / N);
}

```

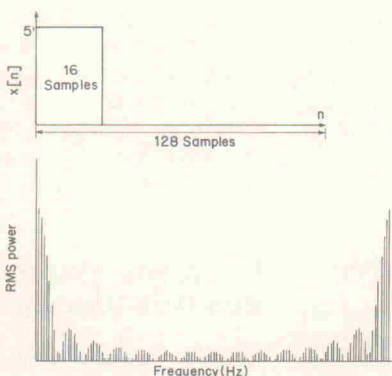


**Bild 12.2.** Das Programm, um 10 vollständige Perioden einer abgetasteten Sinusschwingung zu generieren. Ergebnis ist ein einziger gewichteter Energieimpuls mit  $m = 10$  und einem gefalteten Spiegelbild. Diese Komponente kann in Übereinstimmung mit der klassischen Analyse als negative Frequenz interpretiert werden.

```

/*-----
Ein diskontinuierliches Signal
im Zeitbereich fuehrt zu einer
kontinuierlichen Fourier Transformation
-----*/
for(n = 0; n <= (N - 1)/8; n++)
{
x[n] = 5;
}
for(n = (N - 1)/8; n <= (N - 1); n++)
{
x[n] = 0;
}

```

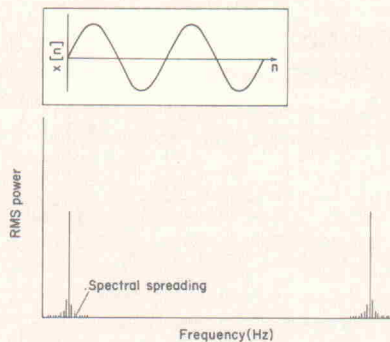


**Bild 12.4.** Eine künstlich erzeugte Rechteckschwingung mit einem Tastverhältnis von 1/8 der Periodendauer. Der Verlauf des Spektrums ist diskontinuierlich und enthält einen hohen Anteil an niedrigen Frequenzen.

```

/*-----
Diese Funktion demonstriert den
Effekt der Spreizung des Spektrums
-----*/
for(n = 0; n <= (N - 1); n++)
{
x[n] = sin(19.9 * PI * n / N);
}

```

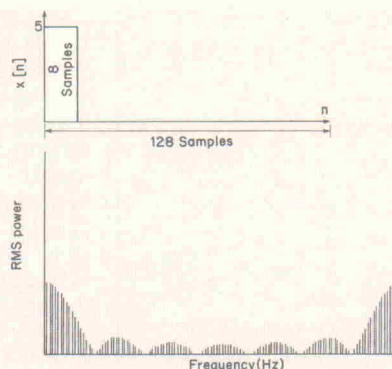


**Bild 12.3.** Die Fourier Transformation sieht jeden Datensatz als periodisch an, da nichtganzzahlige Zyklen zu einer spektralen Spreizung führen.

```

/*-----
Schmale Impulse beanspruchen
grosse Bandbreiten
-----*/
for(n = 0; n <= (N - 1)/16; n++)
{
x[n] = 5;
}
for(n = (N - 1)/16; n <= (N - 1); n++)
{
x[n] = 0;
}

```



**Bild 12.5.** Eine Verringerung der Pulsweite verringert die Amplitude der Spektralenergie, verlängert aber die Frequenzantwort.

leicht selbst herausfinden, wenn man die Anzahl der Abtastwerte vermindert und die Ausgabe des Programms betrachtet. Man sollte außerdem die Charakteristiken eines Sinussignals und anderer periodischer Signalverläufe miteinander vergleichen und versuchen, dabei folgendes zu verifizieren: Kontinuierliche Signale, wie Sinuswellen, lassen sich durch ein nichtkontinuierliches Frequenzspektrum beschreiben. Die Spektralenergie konzentriert sich in einer einzigen Frequenz. Umgekehrt ergeben nichtkontinuierliche Funktionen, wie Rechtecksignale, die sich zeitlich abrupt ändern, einen kontinuierlichen Spektralverlauf. Wer die Anzahl der Impulse reduziert, kann beobachten, wie sich die Spektralenergie im Frequenzbereich ändert.

Es ist wirklich bemerkenswert, was man aus so ein paar Zeilen Software herausholen kann. Die folgenden Beispiele sollen ein Gefühl für die Spektralanalyse vermitteln. Sie sollen zum Experimentieren verführen und ein Gespür dafür geben, wie eine Transformation aussieht und wie sie sich verhält. Jede der Funktionen in den Bildern 12.2...12.9 wird per Software generiert, und die 'Pseudodaten' in dem Array  $x[n]$  für die Verarbeitung werden bereitgestellt (siehe Listing 12.1).

### 'Arithmetiktuning'

Die Diskrete Fourier Transformation hat ihre Grenzen. Die Verarbeitungszeit steigt proportional zu  $N^2$  an, wobei  $N$  die Anzahl der Meßdaten darstellt.

Die Untersuchung des DFT-Algorithmus in Zusammenhang mit den entsprechenden C-Programmen bringt ans Licht, daß etwa  $N$  komplexe Multiplikationen und etwa die gleiche Anzahl an Additionen erforderlich sind, um die Koeffizienten des

Sample	ar(m)	ai(m)	mean_sq_power
0	0	0	0
1	0	0.5	0.25
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	-0.5	0.25

**Tabelle 12.1.** Das Ergebnis einer Fourier Transformation bei Anwendung eines 8-Punkte DFT-Algorithmus.



**ALL-03A****Universal-  
Programmiergerät**

E(E)PROM, BPROM, PAL, GAL, PEEL  
EPLD, Memory-Test, Mikropro-  
zessoren 8748/51-, Z8-Serie,  
IC-Test (CMOS/TTL)  
und vieles  
mehr

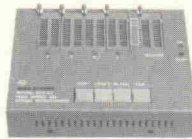
**ALL03  
1448.- DM**

jetzt  
inkl. Vollversion  
GAL-Software GDS 1.4

**Einführungspreis ALL03A 1498.- DM**

**80**

verschiedene Adapter und Sockel erhältlich, z.B.:  
Gang-Sockel, Spezial-Sockel, PLCC-Adapter u.ä.

**8 MB EPROMMER**

Modell SEP-84

SEP-81 DM 565.-  
SEP-84 DM 699.-  
SEP-88 DM 1397.-

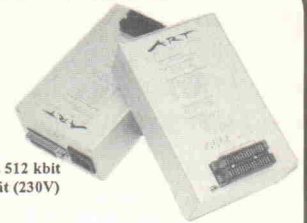
Lieferung inkl. Buskarte, Kabel,  
Software sowie Handbuch



- Logik Analysator 32 Kanäle 100 MHz DM 2964.-
- In-Circuit Emulator für 8031/51 MPU DM 2278.-
- Eprom-Emulator bis 512 kbit DM 689.-
- Löschergerät in reicher Auswahl von 5-200 EPROM's

**EPP-1 / EPP-2**

ab sofort  
auch Software  
für ATARI



- programmiert EPROMs von 16 bis 512 kbit
- eingebautes Netzgerät (230V)
- Anschluß an RS232-Schnittstelle
- für beliebige Rechner
- solides Alu-Profilgehäuse
- inkl. Netzkabel und Software für IBM-komp.

- dto. 4 Mbit

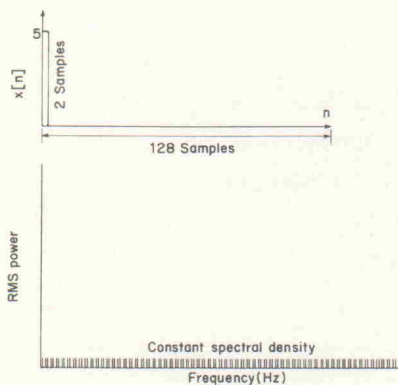
**EPP\_1 298.- DM**

**EPP\_2 498.- DM**

**Ahlers EDV Systeme GmbH, Mozartstr.23, 8052 Moosburg, ☎ 08761/4245, FAX 1485**

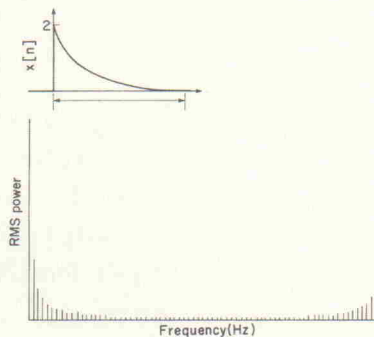
```
/*-----
Diese Funktion wird bei der Erzeugung
von Rauschen verwendet
-----*/
```

```
for(n = 0; n <= (N - 1)/64; n++)
{
x[n] = 5;
}
for(n = (N - 1)/64; n <= (N - 1); n++)
{
x[n] = 0;
}
```



**Bild 12.6. Eine progressive Verringerung der Pulsweite durch eine Modifikation der FOR-Schleife liefert eine gute Näherung an den Deltaimpuls. Die DFT ergibt, daß die Spektralenergie im Frequenzbereich konstant ist.**

```
/*-----
Abfallende Exponentialfunktion
-----*/
for(n = 0; n <= (N - 1); n++)
{
a = 0.0392156;
/*-----
Abfallzeit ist reziprok
zur Zeitkonstante
-----*/
x[n] = 2 * exp(-a * n);
}
```



**Bild 12.7. Die Verarbeitung von Impulsen in bandbegrenzten Systemen führt zu einer exponentiellen Abflachung der Flanken. Das 'Generatorlisting' erzeugt eine abfallende Exponentialfunktion, wobei die Abfallzeit  $N = 128$  ist. Man wähle abnehmende Zeitkonstanten und beobachte das Spektrum.**

Frequenzspektrums für einen bestimmten Wert von  $m$  zu berechnen. Da  $N$  verschiedene Koeffizienten existieren, liegt demnach die Anzahl der zur Berechnung des gesamten Spektrums benötigten Multiplikationen bei etwa  $N^2$ . Dies stellt bei sehr großem  $N$  für einen PC einen enormen Arbeitsaufwand dar. Nun aber die gute Nachricht: Viele der berechneten Ko-

effizienten sind redundant und können ausgeklammert werden. Die manuelle Bestimmung der DFT gilt als Extrembeispiel für ermüdende Berechnungen. Moderne Schreibweisen tendieren dazu, die DFT folgendermaßen darzustellen:

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{mn}$$

$m = 0, 1, 2, \dots, (N - 1)$

$$W_N = \exp\left(\frac{-j2\pi}{N}\right)$$

Um die Mathematik zu durchdringen, sollte man sich die komplexen Koeffizienten  $W_N$  für acht Abtastwerte vorstellen. Es gilt also  $N = 8$ .  $W_8$  wird in die Potenz  $m \cdot n$  erhoben, wobei  $m$  und  $n$  ganze Zahlen im Be-

reich 0...7 darstellen. Die rekursive Natur des Algorithmus führt dazu, daß die Berechnung von  $W_N^{mn}$  64mal ausgeführt wird. Eine Betrachtung der errechneten Koeffizienten zeigt aber nur 8 unterschiedliche Werte. Eine Beschränkung der Anzahl der Abtastwerte auf 8 macht die Überprüfung auf Papier relativ erträglich. Die Ergebnisse sind auch als Zeigerdiagramm darstellbar (Bild 13.1), in dem man sich die berechneten Koeffizienten als rotierende Zeiger vorzustellen hat. Die Multiplikations-Tabelle 13.1 soll bei der Berechnung der DFT helfen. Wer genügend Zeit hat, kann mit Hilfe dieser Tabelle die Ergebnisse von Listing 11.2 'zu Fuß' verifizieren.

Die schnelle Version der Fourier Transformation ist an sich nichts Neues. Es handelt sich dabei um einen Algorithmus, der, auf einen Datensatz von  $2^N$  Abtastwerten angewendet, die Anzahl der Multiplikationen von  $N^2$  auf  $N \cdot \log_2 N$  reduziert.

Die schnelle Fourier Transformation erkennt, daß viele der Berechnungen redundant sind, und verwendet einen Verringerungsprozeß, der das Datenfeld halbiert, bis nur noch eine 2-Punkte-Transformation übrig bleibt. Das dazugehörige Signalfußdiagramm ist in Bild 13.2 dargestellt. Dabei ist zu beachten, daß der Algorithmus die Eigenschaft hat, die Reihenfolge der Ausgangsdaten umzudrehen. Wenn man die Eingangs- und Ausgangsdaten in Binärform hinschreibt, wird deutlich, daß das Vertauschen nicht zufällig geschieht. Das Ergebnis wird in umgekehrter Reihenfolge (bit reversed) ausgegeben.



## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

## TELEFAX

**Direkt-Kontakt**

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,  
Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten \* ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

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

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

Telefax: \_\_\_\_\_

**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129



Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überzahlter Betrag wird anteilig erstattet.

Heft-Nachbestellung(en) bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 7,50 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

## ELRAD-Kleinanzeige

## Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

199\_\_

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis  
erteilt am: \_\_\_\_\_

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Hefte ab Ausgabe:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40)  
kostet: Ausland: DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,40 + Versandkosten DM 28,20)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

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

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr.

Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

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

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

## ELRAD-Kleinanzeigen

## Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☐ gekennzeichnet)

DM 4,25 (7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.\*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**



eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

Absender nicht vergessen!

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

## eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement

#### Abrufkarte

Abgesandt am

199\_\_

zur Lieferung ab

Heft 199\_\_

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
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.)

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### 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

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

### eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

1991

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD** Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## **ELRAD-**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen. 

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199\_\_

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters



# Laserdioden

## Grundlagen und Anwendungen

**Das von einer Laserdiode abgestrahlte Licht zeichnet sich durch eine äußerst geringe Linienbreite im Frequenzspektrum aus. Die polarisierte und kohärente Strahlung kann man unkompliziert modulieren, zudem sind auch bei kleinen Diodenabmessungen relativ hohe Strahlungsleistungen möglich.**

Auf die Besonderheiten des Bauelements Laserdiode und damit auf seine Einbindung in die Schaltung weist bereits die P/I-Kennlinie in Bild 1 hin. Die Strahlerzeugung beruht nicht wie bei der LED auf sporadischer Emission der Lichtquanten, vielmehr setzt bei der Laserdiode (LD) die charakteristische stimulierte Strahlung oberhalb des Kennlinienknicks ein. Ein gewisser Schwellenstrom muß gewährleistet sein, damit stets genügend Elektronen im höheren Energieniveau des Leitungsbandes für die durch Rückkopplung in der verspiegelten, aktiven Zone aufrechterhaltene Strahlung zur Verfügung stehen. Dieser Schwellenstrom ist somit eine kritische Größe für die Laserdiode, zumal er beträchtlich temperaturabhängig ist und der Strom nach dem Knick stark ansteigt. Wie die Kennlinien zeigen, kann sich der Arbeitspunkt bei Temperaturänderungen des Chips verschieben, so daß er unter- beziehungsweise oberhalb des Schwellenstroms liegen kann. Für den Betrieb einer Laserdiode sind aus diesem Grund Regelschaltungen vorzuziehen, und zwar solche, die den Strom in Abhängigkeit von der optischen Leistung auf den eingestellten Wert fixieren. Bei kontinuierlicher Betriebsüberwachung ist auch ein eingepreßter Konstantstrom vertretbar.

Kennlinien und Daten einer Laserdiode liefert in aller Regel der Hersteller mit. In den folgenden Schaltungen werden verschiedene, handelsübliche Typen mit sichtbarer, roter Strahlung und mit einer Strahlung im nahen Infrarotbereich eingesetzt, deren optische Leistung rund 1 mW beträgt. Erprobt wurden die Laserdioden der Firma Hitachi, beispielsweise die Typen KD 6701 G, KD 7904 P, HL 7806 G, ebenfalls die Toshiba-Version TOLD 9200/11 sowie der Philips-Typ CQL 90 D. Die Pinbelegung der genannten Dioden ist ebenfalls in Bild 1 wieder gegeben.

Die hohe Empfindlichkeit des Halbleiterlasers gegenüber auch nur extrem kurzzeitigen Spannungsbewegungen ist unbedingt zu beachten. Derartige Störimpulse dürfen in ihrer Spitzenhöhe nie zu momentanen Strahlleistungen führen, die über dem zulässigen Maximalwert liegen. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch die Stromversorgung zu überprüfen (Netzstörungen, Aufladungsvorgänge). In der Schaltung sollte man wirkungsvolle Unterdrückungsmaßnahmen gegen Störspitzen vorsehen. Ein langsamer Anstieg der Versorgungsspannung ist bei allen Schaltvorgängen nützlich. Gegen elektrostatische Spannungen ist die Laserdiode ebenfalls zu schützen. Zudem darf man die Laserdiode nie 'unter Strom' auswechseln; Steckplatinen sind hier sehr problematisch. Ein sorgsamer Umgang mit der Laserdiode vermeidet Schäden oder Zerstörungen.

### Die Optik

Die Wellenlänge des abgestrahlten Lichtes ist vom Halbleitermaterial abhängig, und die Chipstruktur bestimmt das Abstrahlverhalten. Als optischer Resonator bildet die aktive Zone die Voraussetzung für den Rückkopplungsprozeß bei der Strahlerzeugung, bestimmt aber auch die Divergenz, den Modencharakter, die Intensitätsverteilung

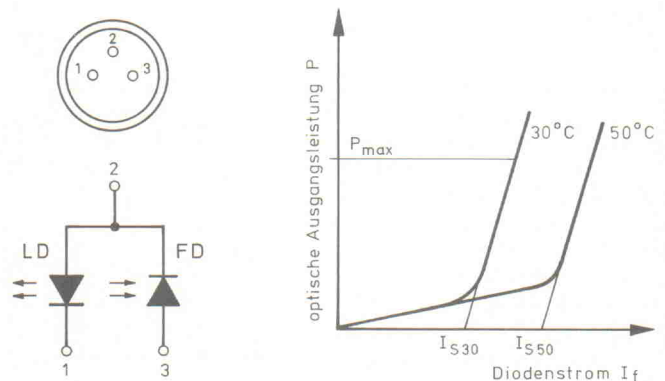


Bild 1. Anschlußschema einer Laserdiode mit integrierter PIN-Diode, rechts der prinzipielle Verlauf der P/I-Kennlinie.

sowie die Polarisation und sogar den auftretenden Astigmatismusfehler. Wie Bild 2 zeigt, verläuft die Strahldivergenz elliptisch. Sie ist für den HeNe-Laser viel kleiner als beim Laserchip, dessen Austrittsfenster in der Größenordnung der Wellenlänge liegt, so daß Beugungserscheinungen auftreten. So liegt die Divergenz für den Diodenlaser etwa bei 15° waagrecht und 30° senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Die Divergenz einer normalen LED ist freilich wesentlich größer.

Fast alle Laserdioden-Anwendungen erfordern einen fokussierten oder nahezu parallelen Strahl, so daß man um den Einsatz optischer Mittel nicht herumkommt, beispielsweise kurzbrennweitiger Okularlinsen. Der Handel bietet auch spezielle Kollimatoren an; die oft mehrlinsige Optik aus Glas- oder Kunststofflinsen weitet den Strahl einer Laserdiode meistens zunächst auf, korrigiert ihn und bringt ihn in eine kreisrunde Form. Nach der Korrektur erhält man dann eine nahezu parallele Strahlung mit einer Divergenz von etwa 0,5 mrad.

Diese Kollimatoren, die zum Teil auch schon mit Laserdioden bestückt sind, werden in unterschiedlicher Ausführung von verschiedenen Herstellern geliefert. Mit Vorsatzoptiken kann man anschließend den Strahl nahezu nach Belieben formen, etwa zu einem Mikrobrennfleck oder zu einem aufgeweiteten Vorhang.

Es ist nicht einfach, mit dem Laserstrahl ein kleines Objekt – etwa die PIN-Diode eines Empfängers – zu treffen. Aus diesem Grund ist eine justierbare und stabile Halterung der beiden Wandlerdioden notwendig. Zum Überbrücken großer Entfernungen ist das Anbringen einer Sammellinse mit einem großen Durchmesser vor dem Sensor zweckmäßig. Diese Maßnahme steigert die eingefangene Lichtmenge beträchtlich.

### Laserdiode im Direktbetrieb

Für einen Testbetrieb oder für Meßzwecke kann die Laserdiode ihren Betriebsstrom auch direkt aus einem Netzteil oder aus einer Batterie

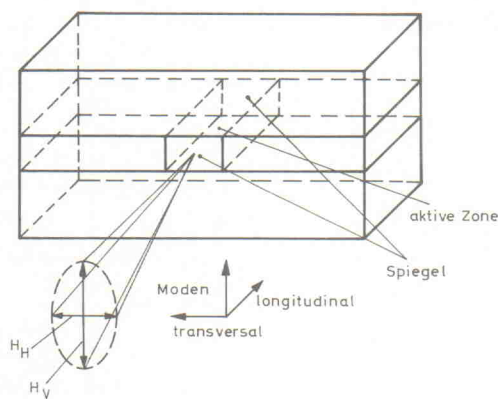


Bild 2. Aufbau und Strahlungskeule einer Laserdiode.



rie beziehen. Im Stromversorgungsteil kann man den vielseitigen Spannungsregler L 200 einsetzen, der zwei zusätzliche Anschlüsse zur Programmierung von Strom und Spannung aufweist. Das IC verfügt über Schutzschaltungen gegen Kurzschluß, thermische Überlastungen und Überspannungen. Bei der in Bild 3 dargestellten Schaltung kann man mit der Widerstandskombination R2, R3 und R4 die Begrenzung des Ausgangsstroms einstellen, wobei sich bei einer Eingangsspannung von 10 V...12 V ein maximaler Strom von 120 mA bei konstanter Spannung entnehmen läßt.

Ebenso ist die Ausgangsspannung durch das Teilverhältnis  $R5/R1$  in bezug zur Referenzspannung von 2,75 V einstellbar. Für den langsamen Stromanstieg beim Einschalten sorgt der Transistor T1, der bei einem Spannungsanstieg über dem RC-Glied an seiner Basis den Widerstand R1 freigibt; die Zeitspanne beträgt bei der dargestellten Dimensionierung rund 1 s. Die Kondensatoren, hier insbesondere C6, unterdrücken Regelschwingungen. Die Stromversorgung eignet sich für einen Einsatz in allen beschriebenen Laserdiodentreibern.

Die in Bild 3 dargestellte Gesamtschaltung gilt für den Direktbetrieb einer Laserdiode. Der die Spannungsquelle vorbelastende Widerstand R8, die Drossel sowie das RC-Glied über der Diode sind dabei als Vorsichtsmaßnahmen zu betrachten. Den Laserstrom kann man mit R9 und R10 über die Laserschwelle heben. Ein Maß für den fließenden Laserstrom ist der Spannungsabfall über R12. Den Schalter S darf man erst dann betätigen, wenn man den Strom zuvor auf seinen korrekten Wert eingestellt hat.

### Steuerbare Konstantstromquelle

Verzichtet man auf eine Ausregelung von Temperatur- und Alterungseinflüssen, ist ein Konstantstromtreiber entsprechend Bild 4 vertretbar. Zur Kontrolle des Laserstroms sind hier die beiden Anschlüsse M1 vorgesehen. Für die Regelung des Konstantstromes ist der entsprechend geschaltete Spannungsregler IC1 vorgesehen. Dieser negative Festspannungsregler erlaubt es, die Laserdiode fest an die positive Spannung zu legen.

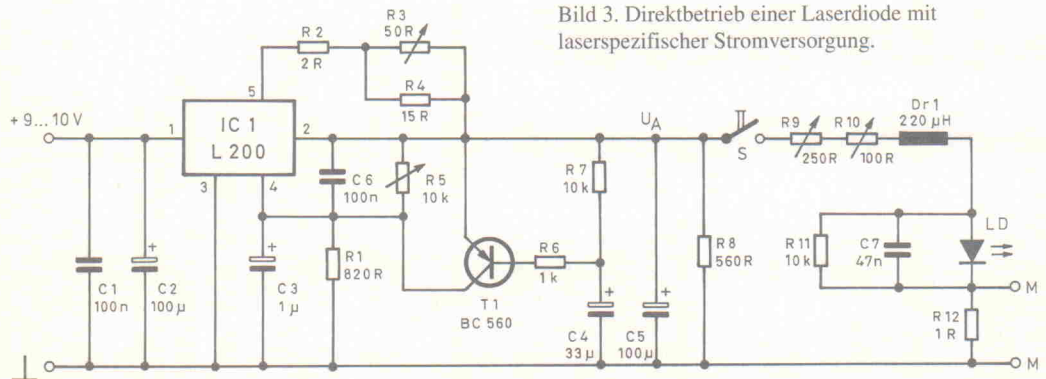


Bild 3. Direktbetrieb einer Laserdiode mit laserspezifischer Stromversorgung.

Der Konstantstrom, hier etwa 80 mA, setzt sich aus dem Strom durch die Widerstände R3, R4 und R5 sowie aus dem Reglerstrom mit einem Wert von rund 5 mA zusammen. Transistor T1 ist für den Softstart zuständig. Er verbindet Pin 3 des Stromreglers mit Masse, wenn das RC-Glied die Spannung an der Basis ansteigen läßt. Mit dem Transistor T1 verfügt man gleichzeitig über eine elektronische Schaltmöglichkeit für diese Stufe. Zur Kontrolle der Strahlleistung kann man die im Laserchip integrierte Fotodiode nutzen, wobei man ihren Fotostrom über die an R6 abfallende Spannung (Meßpunkte M2) erfaßt.

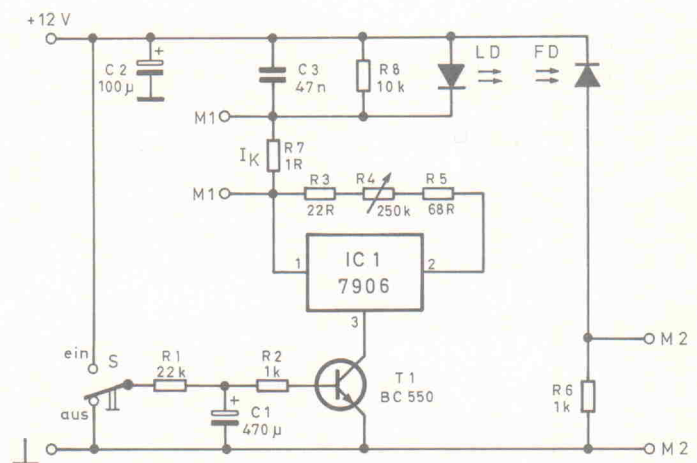


Bild 4. Konstantstromtreiber.

### Konstantstromquelle als Treiber

Eine weitere Konstantstromquellen-Variante auf Basis des Universalreglers LM 723 ist in Bild 5 dargestellt. Der Präzisionsregler erweist sich in der Praxis als ein durchaus akzeptabler Lasertreiber. Der IC-interne Strombegrenzungs-transistor ermöglicht über seinen Basisanschluß Pin 2 eine Strombe-

grenzung, die den Spannungsabfall an der Widerstandskette R6, R7 und R8 auswertet. Steht der Abgriff von R1 am positiven Ende, spricht die Strombegrenzung bei einem Strom von ungefähr 30 mA an. Dieser Wert steigt, sobald man den R1-Abgriff in Masserichtung zieht. Mit den Serienwiderständen R6, R7 und R8 kann man einen Konstantstrom von maximal etwa 100 mA einstellen.

Zur Stromeinstellung sind in fast allen Treiberstufen zwei Stellwiderstände vorgesehen, damit man die Schaltung an Laserdioden mit unterschiedlichen Charakteristiken anpassen kann. In der Praxis empfiehlt es sich, einen davon als Spindeltrimmer beziehungsweise als Zehngang-Potentiometer auszuführen.

Die Spannungsdivergenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung,

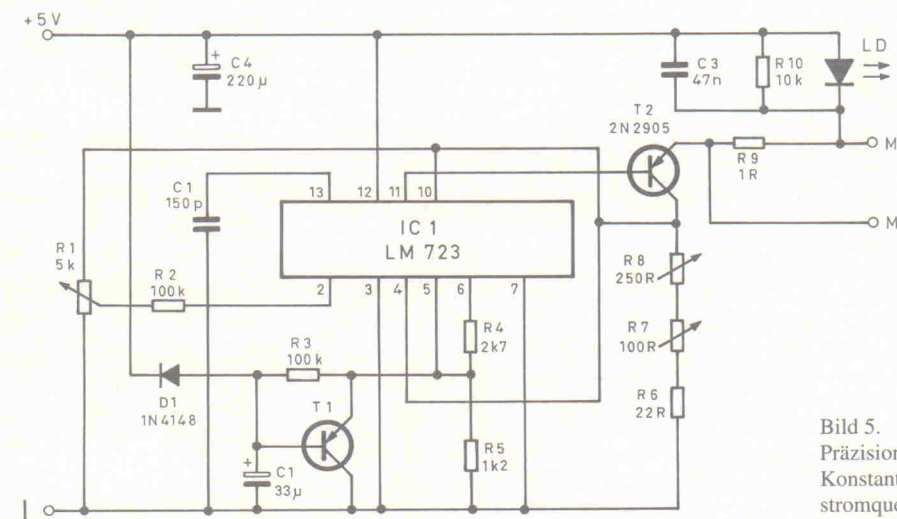


Bild 5. Präzisionsregler als Konstantstromquelle.



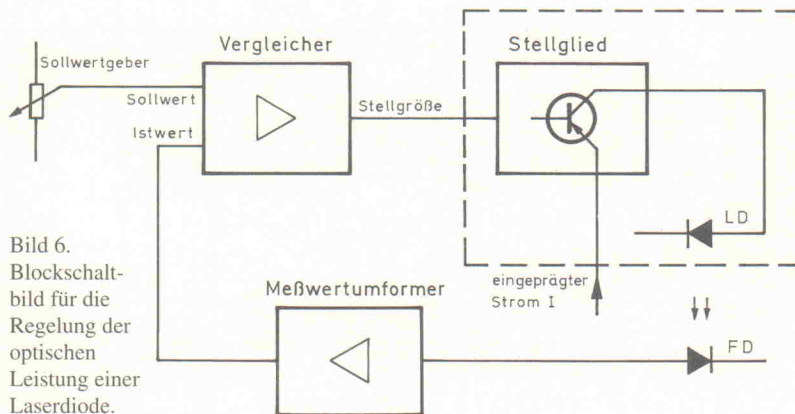


Bild 6.  
Blockschalt-  
bild für die  
Regelung der  
optischen  
Leistung einer  
Laserdiode.

die Durchlaßspannung der Diode also, bestimmt die maximale Verlustleistung. Da diese Differenz hier relativ groß ist, ist ein zusätzlicher Stelltransistor T2 zur Entlastung des Regel-ICs vorgesehen. Der Transistor T1 verursacht einen allmählichen Stromanstieg beim Einschalten. Er wirkt auf den Spannungsteiler aus R4 und R5, der die Eingangsspannung für den Regelverstärker abgreift.

### Treiber mit Regelstufe

Beim Einsatz einer Konstantstromquelle zum Betreiben einer Laserdiode liegt lediglich eine Steuerung der Strahlintensität vor, ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Einstellung und der sich ergebenden Strahlleistung muß dabei sichergestellt sein. In einer Regelschleife ist die Zuordnung

von Sollwert und Istwert schaltungstechnisch ebenfalls festgelegt. Hier jedoch wirkt der Istwert – aufgenommen vom Meßumformer, der PIN-Diode FD – selbständig auf den Eingang zurück, wie es im Blockschaltbild Bild 6 dargestellt ist. Die Regelgröße ist der durch die Laserdiode LD fließende Strom. Als Regler stellt der Differenzverstärker den Unterschied zwischen Ist- und Sollwert fest. Eine eventuelle Regelabweichung wirkt dabei auf das Stellglied, in diesem Fall auf den Stelltransistor.

Die Schaltung in Bild 7 stellt einen Proportionalregler dar, der aus einem Differenzverstärker besteht, dessen Eingänge mit dem Istwert und dem Sollwert belegt sind. Die Regelabweichung folgt unmittelbar

und proportional zum Ausgangssignal. Betrachtet man zudem die interne Chipschaltung des LM 723, so gelangt der Istwert an den invertierenden Eingang, der Sollwert hingegen als Teil der an R6 abgegriffenen Referenzspannung an den nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers. In Ruhestellung liegt der Sollwertabgriff auf Masseseite, der Arbeitswiderstand R1 für die PIN-Diode ist voll abgegriffen. Der Pegel am Pin 4 ist dann höher als der an Pin 5. Der Laserdiodenstrom durch den Stelltransistor im IC beträgt in diesem Fall null. Um einen Laserstrom hervorzurufen, muß man die Sollwertspannung über den Istwert an Pin 4 anheben. Nimmt die optische Ausgangsleistung zu, vergrößert sich der Istwert, die Regelabweichung sinkt, so daß der Laserstrom fällt. Bei einem Absinken der Strahlleistung setzt der umgekehrte Regelvorgang ein. Für die Inbetriebnahme stellt man R1 ungefähr auf den halben Nennwert ein und bringt den Abgriff von R6 langsam nach oben, bis der an

## NUTZEN SIE IHR ELRAD - ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller **ELRAD**-Ausgaben 1/78–12/91 gibt's jetzt auf Diskette (Rechnertyp umseitig)

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

### Bestellcoupon

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Str. 8**  
**D-3000 Hannover 61**



den Meßpunkten M kontrollierte Nennstrom erreicht ist. Ein Softstart ist auch hier vorgesehen, und zwar über den dementsprechend beschalteten Transistor T1.

### Treiber für Batteriebetrieb

Die Schaltung eines geregelten Treibers mit nur drei Transistoren und einer Langsamanlaufstufe, die man auch für andere Treiber vorsehen kann, ist in Bild 8 wiedergegeben. Die für die Regelung notwendige Gegenläufigkeit ist durch den PNP-Transistor T2 gegeben, dessen Kollektorstrom an den Widerständen R6 und R7 abfällt und als Spannungsabfall zur Steuerung des Stelltransistors T3 ansteht. Die Ruhestellung (mit  $R6 = 0$ ,  $R5$  etwa  $250\text{ k}\Omega$ ) ist dadurch gekennzeichnet, daß kein Laserstrom fließt. Der Laserdiodenstrom steigt durch Vergrößern des Widerstandswertes von R6, er fällt hingegen durch Vergrößern des Arbeitswiderstands der Fotodiode. Für diese Schaltung sind Laserdi-

oden mit einem geringen Schwellenstrom von ungefähr  $40\text{ mA}$ ...  $50\text{ mA}$  geeignet. Das RC-Glied R1/C1 zeichnet für den Sanftanlauf verantwortlich: Die Spannung an der Basis von T1 steigt langsam an und damit auch der Belastungsstrom am Stufenausgang. Wegen ihrer Tiefpaßwirkung dämpft die Drossel Dr Spannungsspitzen, die der Speisespannung überlagert sein können. Mit einer Kühlfahne am Transistor ist maximal ein Laserstrom von  $100\text{ mA}$  entnehmbar.

### Treiber für Lasermodulator

Will man die Laserstrahlung per Parallelverfahren modulieren, so daß der Treiberstrom durch eine Drossel, der Modulationsstrom jedoch über einen Kondensator zugeführt wird, darf die Modulationsamplitude über die Monitordiode nicht in den Regler gelangen. Für die Regelstufe ist hier eine von der Modulation befreite Gleichstromkomponente gefragt. Bild 9 zeigt die

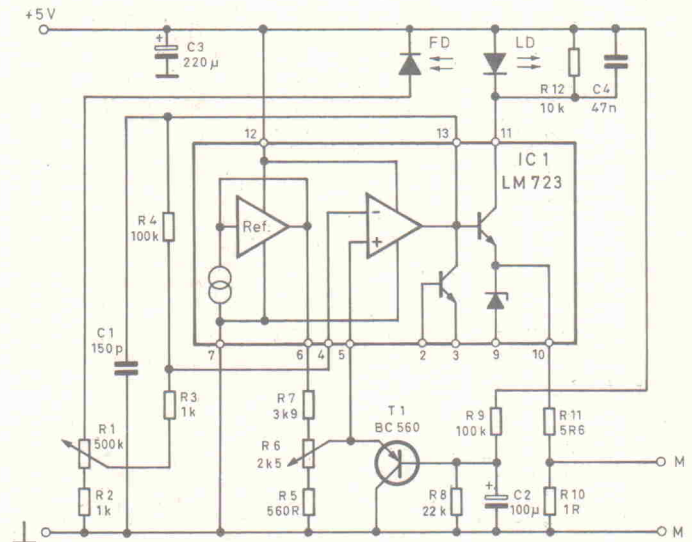


Bild 7. Spannungskonstanter als Proportionalregler.

Schaltung eines Proportionalreglers, dessen Istwert zunächst durch einen aktiven Tiefpaß gefiltert wird, der gleichzeitig das Monitorsignal durch Mitkopplung über C2 unterhalb des Sperrbereichs mit einer

Grenzfrequenz von  $27\text{ Hz}$  verstärkt. Das die Verstärkung bestimmende Teilverhältnis  $R7/R8$  ist auch für die Filtersteilheit verantwortlich. Insbesondere hinsichtlich der Schwingneigung und Regelsicher-

## GROSSER ELRAD - WEGWEISER AUF DISKETTE

### Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/91.

Vierzehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei

zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

#### Bestellcoupon

Ja, ich will mein **ELRAD**-Archiv besser nutzen.  
Bitte senden Sie mir das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis  
mit Definitionsdatei + 3 Textdateien auf Diskette zu.

#### Rechnertyp/Diskettenformat:

- ☐ Atari ST (3,5") unter Adimens
- ☐ Apple-Macintosh unter Hypercard
- ☐ PC (5,25") unter PC-Search
- ☐ PC (3,5") unter PC-Search

#### Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnisses (1/78-12/90)  
bieten wir ein Update für 1991 an. Preis DM 10,-. Bitte die Original-  
disketten mit einreichen.

☐ einen Verrechnungsscheck über DM 38,- lege ich bei.

☐ ich bin **ELRAD**-Abonnent.

Meine Kundennummer: \_\_\_\_\_  
(auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,- lege ich bei.

☐ ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber  
den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende  
Abo-Abrufkarte an die **ELRAD**-Abonnementverwaltung  
weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,-  
lege ich bei.

Datum/Unterschrift

(Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



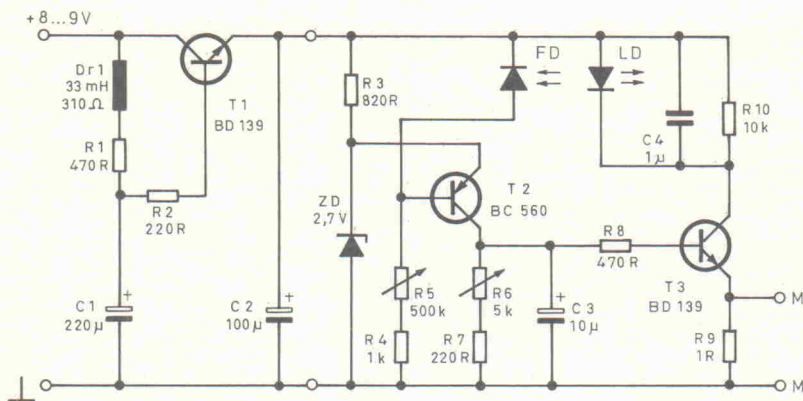


Bild 8.  
Transistortreiber  
mit Softstart.

Speisespannung. Diese Stufe ist auch für andere Treiber gut geeignet. Der Modulationsstrom wird parallel zum Treiberstrom an der Gleich-/Wechselstromweiche Dr/C3 durch eine niederohmige Quelle eingespeist, die Modulationsspannung sollte etwa 2 V...3 V betragen.

### Treiber mit Spitzenwertgleichrichter

Bei der in Bild 11 dargestellten Schaltung enthält der Meßwertempfänger einen Spitzenwertgleichrichter. Der auf die Amplitude des Meßsignals geladene Kondensator C1 kann sich wegen der Diode nicht über den Operationsverstärker, sondern nur über den Entlade-widerstand R6 definiert entladen. IC1/2 dient als Puffer und verstärkt das von der Modulation befreite Ist-signal, ehe es an den Regler IC2 gelangt.

Der Differenzverstärker IC2 ist als Proportional-Integral-Regler ausgelegt, dessen gute Regeleigenschaften man hier nutzt. Der Proportionalregler trägt zur schnellen, der Integralregler zur sanften und genauen Ausregelung bei, da nur der Integralregler die Regelabweichung tatsächlich auf Null bringt. Bei allen Regelstufen ist die immanente Schwingneigung zu beachten und zu kompensieren. In Ruhestellung sollte der R10-Abgriff auf Massepotential liegen, R2 sollte vollständig einbezogen sein. Anschließend ist der Sollwertabgriff zu verstellen, bis ein ausreichender Strom fließt, den man dann mit R2 korrigieren kann.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 8/92.

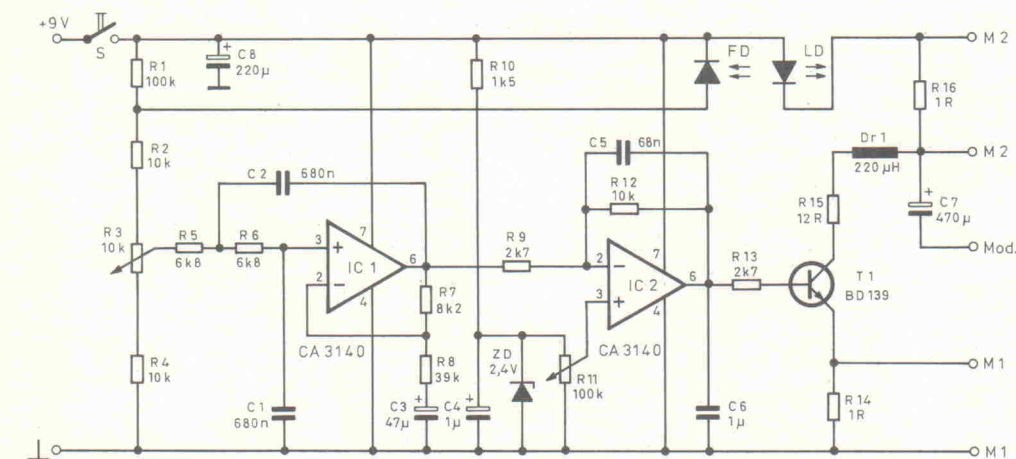


Bild 9. Lasertreiber mit aktivem Tiefpaß.

heit kann man hier ein Teilverhältnis von wesentlich kleiner als eins empfehlen.

Das Regelverhalten der Schaltung aus Bild 7 kommt auch hier zum Tragen. Die an R11 abgegriffene Sollwertspannung ist über den an Pin 2 anliegenden Istwert zu bringen, damit ein Laserdiodenstrom fließt. Geht der Abgriff von R3 nach oben, vergrößert sich der Istwert, gleichzeitig sinkt der über den Stelltransistor T1 eingepreßte Laserstrom. Zweckmäßigerweise wird man bei einer Strahlmodulation den Spannungsabfall über R16 für die Stromkontrolle vorsehen, da dann auch der aufaddierte Modulationsstrom mit berücksichtigt wird.

### Modulierbare Konstantstromquelle

Betreibt man eine Laserdiode an einer Konstantstromquelle, erübrigt sich der Einsatz der Monitordiode und damit das Unterdrücken der Wechselstromkomponente. Daraus resultiert eine relativ einfache

Schaltung, wie Bild 10 beweist. Der Differenzverstärker IC1 stellt seine Ausgangsspannung so ein, daß seine Eingangsspannungen übereinstimmen. Die Spannungen über R8 plus R9 einerseits und über dem abgegriffenen Widerstand R4 ( $U_{Ref}$ ) andererseits sind dann gleich und konstant und damit auch der Treiberstrom für die Laserdiode; maxi-

mal kann man einen Strom von 100 mA entnehmen. In Ruhestellung liegt der Abgriff des Spannungsteilers R4 an Masse. Bei einer Verpolung der Eingangsspannung sperrt die Diode D, der Treiber bekommt keinen Strom, und die rote LED leuchtet auf. Die grün aufleuchtende LED signalisiert hingegen die korrekte Polarität der

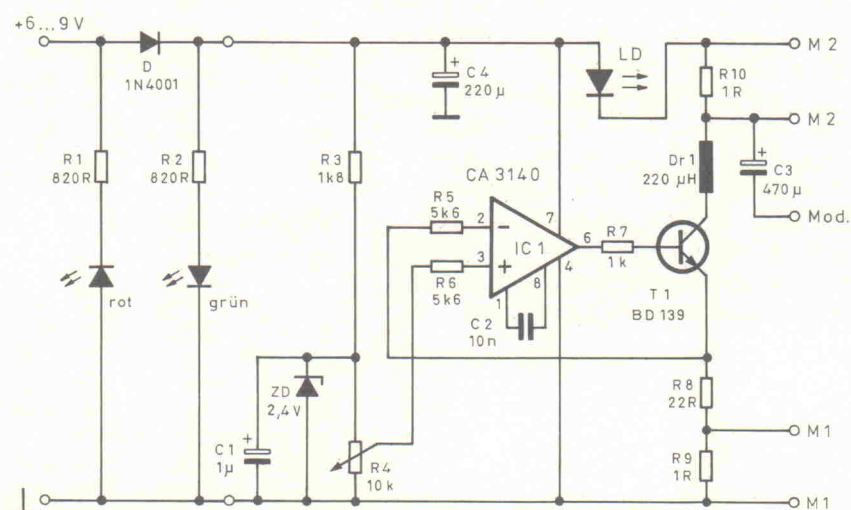
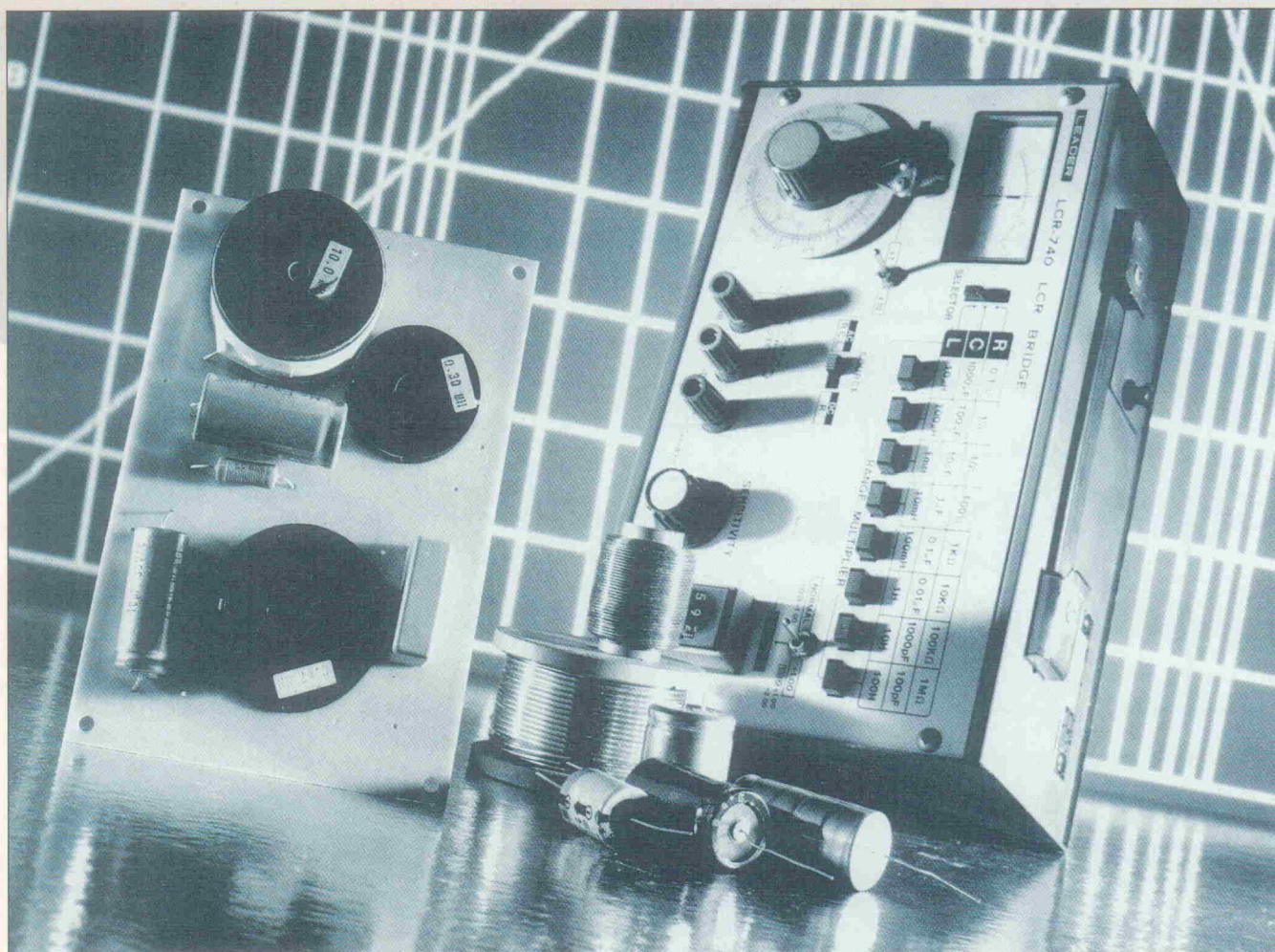


Bild 10.  
Modulierbarer  
Konstantstrom-  
treiber.



# Bode meets PC

## Frequenzganganalyse linearer Netzwerke mit Pascal & PC



**Dr.-Ing. Hans-Henning Kothe**

Der Einsatz von Rechnern für die Entwicklung elektrischer Schaltungen ist nicht neu. Mancher fürchtet jedoch den teuren Top-Speed-Rechner mit der Wahnsinnsgrafik oder die oft hoffnungslose Suche nach geeigneter Software. Sparsamere Alternativen liefert hier mitunter auch ein schnöder Büro-PC; vom Entwickler selbst mit der Scene-üblichen Hochsprache seiner Wahl gefüttert. Aufwand und Nutzen solcher Selfmade-Tools hängen allerdings nicht nur von der Aufgabenstellung ab. Vor allem auf die Grundlagen und korrekte Algorithmen kommt es an.

**H**ier soll ein Programm für die Ermittlung des Frequenzganges elektrischer Filterschaltungen vorgestellt werden. Diese Schaltungen sind durch Netzwerke realisiert und können passive und aktive Bauelemente enthalten.

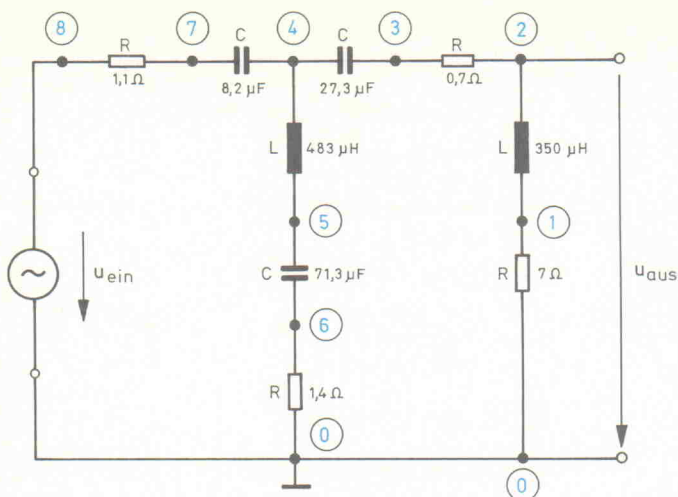
### Worum es geht – und dann ...

Die Frequenzganganalyse stellt einen Teil der Netzwerkanalyse dar und ist normalerweise mit dem Aufbau der Schaltung sowie einigen recht aufwendigen Messungen verbunden. Der geübte (Kopf-)Rechner könnte den Frequenzgang auch analytisch berechnen, was jedoch

ziemlich mühsam ist und allenfalls bei einfachen Schaltungen zu überschaubaren Ergebnissen führt. Das vorgestellte Programm erledigt diese Aufgabe bei vergleichbar geringem Aufwand und weist selbst bei umfangreicheren Schaltungen eine erträgliche Rechengeschwindigkeit auf. Es ist in Turbo Pascal für DOS-PCs geschrieben und basiert auf der numerischen Berechnung von Phase und Amplitude des Ausgangssignals für definierte Eingangsfrequenzen.

Ein weiterer Aspekt der vollständigen Netzwerkanalyse, und somit auch für weitere Programmfunktionen, wäre die Stabilitätsanalyse der Filterschaltung. Um den Umfang über-





**Bild 1: Teil einer Frequenzweiche nach Linkwitz – die Matrix für dieses passive Hochpaßfilter ist symmetrisch.**

### Eingabe-Datensatz für Hochpaßfilter

Hochpaßteil – Frequenzweiche n. Linkwitz

100.0	3.0	20.0
1.0	1.0e3	
8	2	
r	8	7 1.1
c	7	4 8.2e-6
l	4	5 483.0e-6
c	5	6 71.3e-6
r	6	0 1.4
c	4	3 27.3e-6
r	3	2 0.7
r	2	1 350.0e-6
l	1	0 7.0

schaubar zu halten, wird hier jedoch nur die Analyse des Frequenzganges behandelt. Aus demselben Grund fehlen auch Absicherungen gegen fehlerhafte Eingaben und ähnlicher Bedienkomfort. Individuellen Erweiterungen, die jeder nach eigenem Gusto verwirklichen sollte, dürfte allerdings nichts im Wege stehen.

Für die Anwendung des Programms muß eine Filterschaltung mit bereits dimensionierten Bauteilen gegeben sein. Den Aufbau dieses Netzwerkes beschreibt der Anwender in einer ASCII-Datei, die Informationen darüber enthält, welche Bauteile an den einzelnen Knotenpunkten angeschlossen sind und welchen Wert jedes Bauteil aufweist. Jedem Knotenpunkt der Schaltung muß hierfür eine Nummer zugeordnet werden. Das Programm ermittelt aus den Eingabedaten ein Gleichungssystem und löst es. Danach erfolgen die Berechnungen für Pha-

sen- und Amplitudengang des Filters. Zum Schluß erscheinen die ermittelten Ergebnisse als Grafik auf dem Bildschirm.

### ... geht's los: Die Grundlagen

Die für das vorgestellte Programm zur Netzwerkanalyse möglichen passiven Bauelemente sind Widerstände, Kondensatoren und Spulen. Als aktive Bauelemente können Operationsverstärker verwendet werden.

Für die Berechnung des Frequenzganges benötigt man die frequenzabhängigen Leitwerte  $Y$  (Admittanzen) der einzelnen passiven Bauelemente. Diese können, als Kehrwerte der Impedanzen, wie folgt berechnet werden:

– für Widerstände

$$Y_R(j\omega) = \frac{1}{R} \quad [1]$$

– für Kondensatoren

$$Y_C(j\omega) = j\omega C \quad [2]$$

– für Spulen

$$Y_L(j\omega) = \frac{1}{j\omega L} \quad [3]$$

Bei Spulen und Kondensatoren treten die komplexen Leitwerte  $Y_L$  und  $Y_C$  auf. Im Gegensatz zum reellen Leitwert eines ohmschen Widerstandes sind sie imaginär und hängen von der Kreisfrequenz

$$\omega = 2\pi f \quad [4]$$

ab.

Für einen Operationsverstärker als aktives Bauelement wird die frequenzabhängige Verstärkung  $v(j\omega)$  benötigt. Sie ergibt sich mit

$$v(j\omega) = \frac{v_O}{1 + j \frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}} \quad [5]$$

Hierbei bezeichnet  $v_O$  die Gleichspannungsverstärkung und  $\omega_{\text{grenz}}$  die Grenzkreisfrequenz des Verstärkers. Der OP wird gemäß dem frequenzabhängigen Verhalten eines Tiefpaßfilters erster Ordnung betrachtet, was der Realität ziemlich nahe kommt. Den komplexen Anteil im Nenner kann man durch konjugiert komplexe Erweiterung beseitigen und erhält:

$$v(j\omega) = \frac{v_O}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}\right)^2} - j \frac{v_O \frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}\right)^2} \quad [6]$$

Real- und Imaginärteil der Verstärkung lassen sich einfach trennen nach

$$v_{\text{re}}(\omega) = \frac{v_O}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}\right)^2} \quad [7]$$

$$v_{\text{im}}(\omega) = -v_O \frac{\frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{grenz}}}\right)^2} \quad [8]$$

Die Admittanzen  $Y(j\omega)$  und die Verstärkung  $v(j\omega)$  bilden die Grundlage für die weitere Frequenzgangberechnung.

### Von passiv und komplex ...

Das Übertragungsverhalten elektrischer Netzwerke wird mit Hilfe von Knoten-Potentialen berechnet. Damit ergibt sich ein Gleichungssystem, das als Basis für die numerischen Berechnungen dient. Der grundlegende Aufbau dieses Gleichungssystems soll anhand des in Bild 1 gezeigten passiven Hochpaßfilters [1] erläutert werden.

Die einzelnen Knoten des Netzwerkes sind so numeriert, daß der Eingangsknoten die höchste Nummer trägt (Knoten 8). Die Masse liegt an Knoten 0; die Ausgangsspannung steht am Knoten 2 an. Für das gezeigte Hochpaßfilter ergibt sich das folgende Gleichungssystem

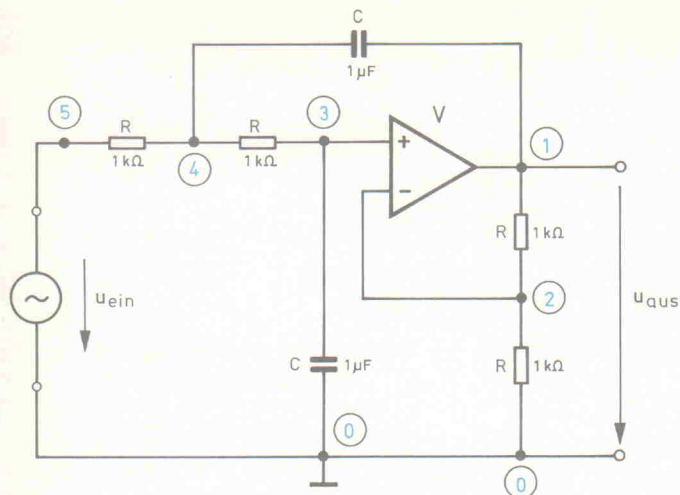
$$\underline{Y} \cdot \underline{u} = \underline{v} \quad [10]$$

welches – etwas ausführlicher – unten dargestellt ist.

In der handlicheren Schreibweise bezeichnet ein unterstrichener Kleinbuchstabe einen Vektor; ein unterstrichener Groß-

$$\begin{bmatrix} Y_{10} & -Y_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ +Y_{21} & Y_{21} & -Y_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -Y_{21} & +Y_{32} & Y_{32} & -Y_{43} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -Y_{32} & +Y_{43} & Y_{43} & -Y_{54} & 0 & -Y_{74} \\ 0 & 0 & -Y_{43} & +Y_{54} & Y_{54} & -Y_{65} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -Y_{54} & +Y_{65} & Y_{60} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -Y_{65} & +Y_{65} & Y_{87} \\ 0 & 0 & 0 & -Y_{74} & 0 & 0 & +Y_{74} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \\ U_5 \\ U_6 \\ U_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ Y_{87} U_8 \end{bmatrix}$$





**Bild 2: Schaltung und Eingabe-Datensatz für einen aktiven Tiefpaß.**

### Eingabe-Datensatz für Tiefpaßfilter

Tiefpaß – Testfilter Nr. 1

```
10.0 2.0 10.0
1.0e3 1.0e2
5 1
r 5 4 1.0e3
r 4 3 1.0e3
r 1 2 1.0e3
r 2 0 1.0e3
c 3 0 1.0e-6
c 4 1 1.0e-6
o 3 2 1 1.0e6 10.0
```

buchstabe symbolisiert eine Matrix. Die abhängigen Knotenpotentiale  $U_1$  bis  $U_7$  sind in dem Vektor  $\underline{u}$  zusammengefaßt. Die Eingangsspannung findet sich auf der rechten Seite in dem Vektor  $\underline{v}$ .

Um das Bildungsschema der Admittanzmatrix  $\underline{Y}$  klar erscheinen zu lassen, sind hier zunächst lediglich die Symbole  $Y_i$  eingesetzt. Das  $k$ -te Diagonalelement von  $\underline{Y}$  ergibt sich aus der Summe der Admittanzen, die am Knoten  $k$  angeschlossen sind. Alle übrigen Matrixelemente sind immer dann von Null verschieden, wenn die entsprechenden Knoten durch Admittanzen verbun-

den sind. Daher ist die Matrix  $\underline{Y}$  für Schaltungen, die keine aktiven Elemente (OPs) enthalten, symmetrisch.

### ... bis aktiv und abstrakt

Wie sich der Aufbau der Admittanzmatrix  $\underline{Y}$  gestaltet, falls OPs vorhanden sind, soll anhand der aktiven Tiefpaßschaltung in Bild 2 dargestellt werden.

Für diese Schaltung ergibt sich ein Gleichungssystem wie unten dargestellt.

Hier ist in der ersten Zeile der Matrix  $\underline{Y}$  das Verhalten des OPs gemäß der Gleichung

$$U_1 = V (U_3 - U_2) \quad [12]$$

eingetragen. Die Matrix  $\underline{Y}$  ist damit nicht mehr symmetrisch. Da sie zudem quadratisch ist, ergibt sich die gesuchte Ausgangsspannung  $U_2$  formal durch die Beziehung

$$\underline{u} = \underline{Y}^{-1} \cdot \underline{v} \quad [13]$$

Hierzu ist allerdings eine Matrixinversion vorzunehmen. Weil Turbo Pascal keine komplexen Rechnungen unterstützt, die Matrix  $\underline{Y}$  aber komplex ist, bedient sich das Programm eines anderen Rechenweges. Zur Berechnung von  $\underline{u}$  wird statt der Matrixinversion das

$$\begin{bmatrix} 1 & V & -V & 0 \\ -Y_{21} & Y_{20} & +Y_{21} & 0 \\ 0 & 0 & Y_{43} & -Y_{43} \\ -Y_{41} & 0 & -Y_{43} & Y_{43} + Y_{54} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ Y_{54} U_5 \end{bmatrix}$$

### Allgemeine Struktur der Eingabe-Daten

1. Zeile:	Bezeichnung der Schaltung	(string)
2. Zeile:	a) Startfrequenz	(real)
	b) Dekadenanzahl	(real)
	c) Punkte je Dekade	(real)
3. Zeile:	a) Normierungswiderstand in Ohm	(real)
	b) Normierungsfrequenz in Hz	(real)
4. Zeile:	a) Eingangsknoten	(integer)
	b) Ausgangsknoten 1	(integer)
	c) Ausgangsknoten 2	(integer, optional)
	d) Ausgangsknoten 3	(integer, optional)
	e) Ausgangsknoten 4	(integer, optional)
	f) Ausgangsknoten 5	(integer, optional)

die folgenden Zeilen je nach Bauteilen:

Widerstand	a) r	(character)
	b) Bein 1	(integer)
	c) Bein 2	(integer)
	d) Wert in Ohm	(real)
Kondensator	a) c	(character)
	b) Bein 1	(integer)
	c) Bein 2	(integer)
	d) Wert in Farad	(real)
Spule	a) l	(character)
	b) Bein 1	(integer)
	c) Bein 2	(integer)
	d) Wert in Henry	(real)
OP	a) o	(character)
	b) +Eingang	(integer)
	c) -Eingang	(integer)
	d) Ausgang	(integer)
	e) Gleichspannungsverstärkung	(real)
	f) Grenzfrequenz in Hz	(real)

**Tabelle 1: Struktur der Eingabedatensätze im ASCII-Format. Die Reihenfolge muß eingehalten werden!**

Householder-Verfahren mit reeller Arithmetik verwendet (siehe Kasten).

Vorher ist die Gleichung für  $\underline{Y}$  noch hinsichtlich ihrer Real- und Imaginärkomponenten aufzuspalten. Das zu lösende komplexe Gleichungssystem

$$\underline{Y} \cdot \underline{u} = \underline{v} \quad [10]$$

wird so umgeformt, daß nur noch reelle Größen auftreten. Durch die Einführung von Real- und Imaginärteilen ...

$$(\underline{Y}_{re} + j \underline{Y}_{im}) \cdot (\underline{u}_{re} + j \underline{u}_{im}) = \underline{v}_{re} + j \underline{v}_{im} \quad [14]$$

... erhält man als Ergebnis

$$\underline{Y}_{re} \underline{u}_{re} - \underline{Y}_{im} \underline{u}_{im} = \underline{v}_{re} \quad [15]$$

$$\underline{Y}_{im} \underline{u}_{re} + \underline{Y}_{re} \underline{u}_{im} = \underline{v}_{im} \quad [16]$$

Aus diesen zwei Beziehungen ergibt sich nun endlich der rein reelle Ersatz für die Ausgangsgleichung mit

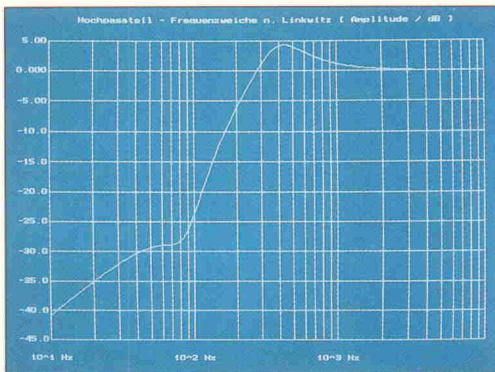
$$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{re} & -\underline{Y}_{im} \\ \underline{Y}_{im} & \underline{Y}_{re} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{u}_{re} \\ \underline{u}_{im} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{v}_{re} \\ \underline{v}_{im} \end{bmatrix}$$

### Am Ende nur Reelles

Den Frequenzgang  $H(j\omega)$  einer linearen elektrischen Schaltung mit zeitunabhängigen Bauelementen, der letztendlich das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsspannung beschreibt, ergibt sich allgemein mit

$$\frac{u_{aus}(j\omega)}{u_{ein}(j\omega)} = H(j\omega) = A(\omega) e^{j\varphi(\omega)} \quad [18]$$





**Bild 3:**  
Amplituden-  
verlauf des  
Hochpaßfilters  
für Frequenzen  
von 100 Hz...  
100 kHz.

$A(\omega)$  stellt den *reellen Betrag* des Frequenzganges dar und  $\phi(\omega)$  die ebenfalls frequenzabhängige *reelle Phase*.

Betrag und Phase von  $H(j\omega)$  werden durch die Lösung des Gleichungssystems nicht direkt berechnet, wohl aber Real- und Imaginärteil  $H_{\text{real}}$  und  $H_{\text{imaginär}}$ . Der Frequenzgang wird gebildet durch

$$H(j\omega) = H_{\text{re}}(\omega) + jH_{\text{im}}(\omega) \quad [20]$$

Zu beachten ist dabei, daß Real- und Imaginärteil reelle (!) Werte sind. Betrag  $A(\omega)$  und Phase  $\phi(\omega)$  lassen sich somit wie folgt berechnen:

$$A(\omega) = \sqrt{H_{\text{re}}^2(\omega) + H_{\text{im}}^2(\omega)} \quad [21]$$

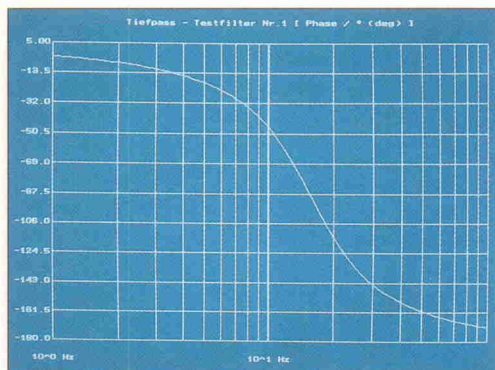
$$\phi(\omega) = \arctan \frac{H_{\text{im}}(\omega)}{H_{\text{re}}(\omega)} \quad [22]$$

Wenn beispielsweise der Ausgangsknoten die Nummer  $k$  trägt und die Anzahl der Knoten (ohne Eingangsknoten) gleich

$n$  ist, so ergeben sich Real- und Imaginärteil aus dem  $k$ -ten und  $(n+k)$ -ten Element des Lösungsvektors vom Gleichungssystem (Gleichung [17]).

### Das Programm

Die Schaltung in Bild 1 zeigt als Beispiel den Hochpaßteil einer passiven Frequenzweiche nach Linkwitz [1]. Die Nummern der einzelnen Knoten des Netzwerkes sind durch Kreise gekennzeichnet. Die Tabelle zeigt den zugehörigen Eingabedatensatz, der zunächst mit einem Editor zusammengestellt und im ASCII-Format in eine Datei geschrieben werden muß. Beim Start des Programms wird dann der Name der ASCII-Datei abgefragt, die das zu berechnende Netzwerk beschreibt. In Tabelle 1 ist die für einen Eingabe-Datensatz erforderliche Struktur wiedergegeben.



**Bild 4:**  
Phasengang  
des  
Tiefpaßfilters  
aus Bild 3.

### Zuordnung von Quadranten und Vorzeichen

1. Quadrant:	Realteil > 0,	Imaginärteil > 0
2. Quadrant:	Realteil < 0,	Imaginärteil > 0
3. Quadrant:	Realteil < 0,	Imaginärteil < 0
4. Quadrant:	Realteil > 0,	Imaginärteil < 0

In welchem Quadranten ein Phasenwert liegt, hängt von den Vorzeichen seines Real- und Imaginärteils ab.



6. Kongreßmesse  
für industrielle  
Meßtechnik

07.-09. September 1992  
Rhein-Main-Hallen  
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.

## Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller wieder Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben.

**Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (05033) 7057.**

Bitte senden an:



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 \_\_\_\_\_



## Lösungsmittel – das Householder-Verfahren

Das Householder-Verfahren, das hier für die Berechnung der Ausgangsspannung verwendet wird, zählt zu den genauesten Methoden für die Lösung von Gleichungssystemen [3]. Dies vor allem, weil es auf orthogonalen Transformationen basiert [3, 4]. Diesen Transformationen liegen entweder Spiegelungen oder Drehungen zugrunde.

Die Anwendung des Verfahrens auf das betrachtete Gleichungssystem der Form

$$\underline{A} \cdot \underline{x} = \underline{y} \quad [23]$$

läßt sich formal durch eine Transformation beider Seiten des Gleichungssystems mit der orthogonalen Matrix  $\underline{Q}$  gemäß

$$\underline{Q} \cdot \underline{A} \cdot \underline{x} = \underline{Q} \cdot \underline{y} = \underline{\tilde{y}} \quad [24]$$

darstellen.

Die Transformationsmatrix  $\underline{Q}$  ist so gewählt, daß die transformierte Matrix der linken Seite die Gestalt einer oberen Dreiecksmatrix  $\underline{R}$  annimmt. Da diese Matrix unterhalb der von oben links nach unten rechts verlaufenden Diagonale nur Nullen enthält, ist das gewonnene Gleichungssystem

$$\underline{R} \cdot \underline{x} = \underline{\tilde{y}} \quad [25]$$

leicht zu lösen. Zuerst wird das letzte Element des Vektors  $\underline{u}$  bestimmt, dann das vorletzte, indem das Ergebnis der vorangegangenen Rechnung eingesetzt wird, und so weiter. Die eingesetzten Transformationen sind Spiegelungen. Bild 5 soll die zugrundeliegende Systematik verdeutlichen.

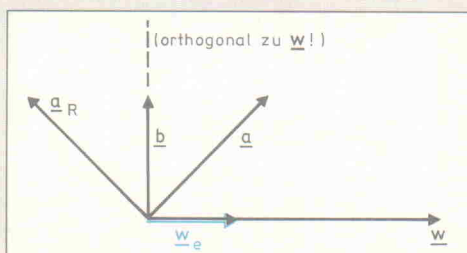
Hierbei wird Vektor  $\underline{a}$  an dem zum Vektor  $\underline{w}$  orthogonalen Unterraum in den Vektor  $\underline{a}_R$  gespiegelt. Vektor  $\underline{w}_e$  ist der Einheitsvektor in Richtung von  $\underline{w}$ . Der Vektor  $\underline{a}$  und sein Bild  $\underline{a}_R$  werden durch

$$\underline{a} = (\underline{a}^T \cdot \underline{w}_e) \cdot \underline{w}_e + \underline{b} \quad [26]$$

$$\underline{a}_R = -(\underline{a}^T \cdot \underline{w}_e) \cdot \underline{w}_e + \underline{b} \quad [27]$$

dargestellt. Das hochgestellte T bezeichnet die Transposition eines Vektors oder einer Matrix, durch die der Bildvektor und der Ausgangsvektor verknüpft werden:

$$\underline{a}_R = (\underline{I} - 2 \underline{w} \underline{w}^T) \cdot \underline{a} = \underline{Q}_1 \cdot \underline{a} \quad [28]$$



**Bild 5: Mit transformierten Vektoren zur Lösung: Vektor  $\underline{a}$  wird in  $\underline{a}_R$  gespiegelt.**

Hierbei stellt  $\underline{I}$  die Einheitsmatrix dar.

Somit ist der Aufbau der Transformationsmatrix  $\underline{Q}_1$  ablesbar. Der Vektor  $\underline{u}$  wird durch das Householder-Verfahren so gewählt, daß der Bildvektor  $\underline{a}_R$  in die Richtung des ersten Basisvektors zeigt:

$$\underline{a}_R = (\delta \ 0 \ \dots \ 0)^T \quad [29]$$

Bei der Transformation des zu lösenden Gleichungssystems wird im ersten Schritt der erste Spaltenvektor der Matrix  $\underline{A}$  wie der Vektor  $\underline{a}$  (aus Bild 5)

gespiegelt. Die restlichen Spaltenvektoren und der Vektor der rechten Seite werden entsprechend transformiert. Dann wird der zweite Spaltenvektor gespiegelt, von dem allerdings das erste Element nicht berücksichtigt wird, und so weiter. Der zu transformierende Vektor ist stets um ein Element kürzer als sein Vorgänger. Schließlich ergibt sich die obere Dreiecksmatrix  $\underline{R}$ .

Die Prozedur *Householder* erhält als Aufrufparameter die Zeilenzahl  $i_z$  und die Spaltenzahl  $i_s$ , die hier gleich sind. Die variable Matrix  $\underline{a}$  enthält beim Eingang die Matrix  $\underline{A}$  und beim Ausgang die obere Dreiecksmatrix  $\underline{R}$ , von der allerdings die Diagonale fehlt. Diese ist in dem Vektor  $\underline{d}$  zu finden. Die restlichen Elemente von  $\underline{a}$  sind die Vektoren  $\underline{u}_i$ , mit denen die Transformationen vorgenommen wurden. Der Vektor  $\underline{y}$  enthält beim Eingang den Vektor der rechten Seite  $\underline{y}$ , der beim Ausgang transformiert vorliegt.

Der gesuchte Vektor  $\underline{x}$  wird beim Ausgang durch die Variable  $\underline{x}$  übergeben.

Das Householder-Verfahren ist auch für die Lösung von überbestimmten Gleichungssystemen geeignet, bei denen die Matrix eine unterschiedliche Anzahl von Spalten und Zeilen aufweist. Hierauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden, da dieser Fall bei der Problemstellung des Programms nur für fehlerhaft definierte Netzwerke in Frage kommen würde.

Für welchen Frequenzbereich der Frequenzgang ermittelt wird, hängt von den Angaben in der ersten Zeile des Eingabedatensatzes ab. Hierbei muß die angegebene Startfrequenz eine Potenz von 10 sein!

Da sich die bei der Berechnung des Frequenzganges auftretenden Leitwerte leicht um viele Zehnerpotenzen unterscheiden können, ist bei dem Programm eine Bauteilnormierung vorgesehen, die sich auf einen vorzugebenden Normierungswiderstand und eine Normierungsfrequenz bezieht. Die Angaben hierzu müssen in der dritten Zeile des Eingabedatensatzes stehen.

### Phasenweise Probleme

Die Berechnung der Phase  $\varphi$  nach Gleichung [22] ist besonders problematisch, da sich der Wertebereich der Arctan-Funktion lediglich von  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$  erstreckt. Ohne weitere Vorkehrungen ist damit nur die Phase von einfachsten Schaltungen richtig zu bestimmen. Ansonsten ergibt sich die Phase modulo  $180^\circ$ .

Um die Phase dennoch korrekt bestimmen zu können, wird die Berechnung im Programm durch eine Zählfunktion unterstützt. Wenn die Phase die Grenze zwischen erstem und zweiten Quadranten überschreitet, wird ein Zähler inkrementiert. Wird die Grenze zwischen dem dritten und vierten Quadranten überschritten, so wird der Zähler dekrementiert. Der jeweilige Quadrant ergibt sich aus den Vorzeichen von Real- und Imaginärteil. In Tabelle 2 ist die entsprechende Zuordnung dargestellt.

Die tatsächliche Phase folgt dann aus dem Resultat der Arctan-Funktion zuzüglich dem Zählerwert multipliziert mit  $180^\circ$  (deg).

Dies funktioniert allerdings nur dann, wenn sich die Phase in einem Rechenschritt um weniger als  $180^\circ$  verändert, weil andernfalls mit dem Zähler die Quadrantenwechsel nicht mehr korrekt registriert werden. Meistens sind solche Fälle durch eine vergrößerte Anzahl von Frequenzpunkten pro Dekade zu umgehen.

Da das Programm bei der ersten Berechnung (für die Startfrequenz) keine Aussage über

Um übersichtliche Gleichungssysteme zu erhalten, trägt der Eingangsknoten in den Beispielen jeweils die höchste Nummer. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich, da die Knoten vom Programm intern so umsortiert werden, daß der Eingangsknoten immer die höchste Nummer erhält. Hierdurch ist es auch möglich, die Eingangsspannung für verschiedene Knoten festzulegen, ohne jedesmal die Nummerierung der Bauteile im Eingabedatensatz verändern zu müssen. Der Masseknoten erhält immer die Nummer 0!

Durch die Definition von mehr als einem Ausgangsknoten kann der Frequenzgang an verschiedenen Knoten des Netzwerkes in einem Bild betrachtet werden.

Wie bei der Betrachtung von Filterschaltungen üblich, erfolgt die Grafikausgabe der Ergebnisse in einem Bode-Diagramm. Zunächst ist der Logarithmus vom Betrag der Übertragungsfunktion  $A(\omega)$  über der Frequenz  $f$  dargestellt. Die an der vertikalen Achse angezeigten Beträge ergeben sich somit ex-

plizit nach  $20 \log_{10} (A(\omega))$  dB. Die Darstellung der Frequenz erfolgt mit logarithmischer Achsenteilung. In Bild 2 ist die entsprechende Grafik für die passive Filterschaltung aus Bild 1 wiedergegeben.

Nach Betätigen einer beliebigen Taste erscheint als zweite Grafik der Phasengang über der Eingangsfrequenz. Die Phase wird direkt in Grad (deg) ausgegeben. Ein Beispiel hierzu gibt Bild 4, welches den Phasengang des aktiven Tiefpaßfilters aus Bild 3 zeigt.



Quadrantenwechsel ermitteln kann, wird die Anfangsphase stets im Bereich  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  bestimmt. Wenn der tatsächliche Phasenwert beispielsweise  $-435^\circ$  beträgt, bestimmt das Programm die Startphase als  $-75^\circ$ . Somit ergeben sich alle Phasenwerte mit der Unsicherheit einer additiven Konstanten. Diese Unsicherheit läßt sich vom Benutzer jedoch dadurch relativieren, daß eine Schaltung bei unterschiedlichen Frequenzbereichen betrachtet wird.

#### Literatur

- [1] S. Linkwitz, *Loudspeaker System Design*, Wireless World, Dez. 1978, S. 79-83
- [2] Tietze / Schenk, *Halbleiter-Schaltungstechnik*, Springer Verlag, Berlin 1984
- [3] J. Stoer, *Einführung in die Numerische Mathematik I*, Springer Verlag, Berlin 1984
- [4] G. H. Golub / C. F. van Loan, *Matrix Computations*, North Oxford Academic, Oxford 1983

```
PROGRAM Frequenzganganalyse;

{ **          H.-H. Kothe , März 1992          **
  ** Berechnung des Frequenzganges linearer Filternetzwerke **
  ** - für Turbo-Pascal mit BGI-Grafik ab Version 5.x - ** }

{$N+,E+,S+,R+}                { Compiler-Direktiven }

USES      Crt, Dos, Graph;

CONST     nall      = 50;      { Anzahl der Bauelemente }
          iomg      = 200;     { Anzahl der Frequenzpunkte }
          kall      = 20;      { Anzahl der Knoten }
          jall      = 40;      { Anzahl der Knoten * 2 }
          kuanzm     = 5;      { max. Anzahl der Kurven /
                                der Ausgangsknoten }
          HGFarbe    = 1;      { Farbwert fuer Hintergrund }
          BetragFarbe = 15;    { Farbwert fuer Amplituden-Plot }
          PhaseFarbe = 15;    { Farbwert fuer Phasen-Plot }
          RasterFarbe = 15;    { Farbwert fuer Raster & Linien }

          BGIPath : PathStr = ''; { DOS-Pfad zu BGI-Grafik-Dateien }
          grf      : boolean = false; { 'true', wenn Grafikmodus aktiv }

TYPE      IvecType0 = array[0..nall] of integer;
          IvecType1 = array[1..nall] of integer;
          VecType1  = array[1..nall] of double;
          VecType2  = array[1..kall] of double;
          VecType3  = array[1..jall] of double;
          IvecType4 = array[0..iomg] of integer;
          VecType4  = array[0..iomg] of double;
          VecType5  = array[1..nall] of char;
          MatType2  = array[1..kall] of VecType2;
          MatType3  = array[1..jall] of VecType3;
          MatType6  = array[0..iomg,1..kuanzm] of double;
          Dimension = string[5];

VAR        ksort      : IvecType0;
          b1,b2,b3    : IvecType1;
          wert,fg      : VecType1;
          gr,cr,lr,vr,t1 : VecType2;
          rs,loes,di    : VecType3;
          omarr,farr    : VecType4;
          iout,ip,iquad,iquad0 : IvecType4;
          name         : VecType5;
          gl,cl,ll,vl   : MatType2;
          ls           : MatType3;
          barr,parr     : MatType6;
          pi2,rtdc,hi0,hi1,hi2 : double;
          fbeg,fend,fdec,fgrid,fstep : double;
          ombeg,omend,omnorm : double;
          rnorm,fnorm,lnorm,cnorm : double;
          om,omt,hi,lnl0 : double;
          hir,hii,fact,betrag,phase : double;
          bminb,bmaxb,pminb,pmaxb : double;
          fplot        : double;
          xi0,yi0,ifend,kuanz : integer;
          i,j,k,ii,iroot,irest,iend : integer;
          xrl,yrl,xr2,yr2 : integer;
          xc01,yc01,xc02,yc02 : integer;
          ihl0,ihl1,ihl2 : longint;
          MaxX,MaxY      : word;
          GraphDriver,GraphMode,ErrCod : integer;
          Titel          : string[80];
          OldExit        : pointer;

PROCEDURE My_Exit;      { eigene Prozedur für Programmabbruch }
begin                  { - beendet vorher den Grafik-Modus, }
  ExitProc := OldExit; { falls dieser aktiviert ist }
  if grf then CloseGraph;
end; { My_Exit }

FUNCTION Frage_JN : boolean; { Abfrage J/N }
var c : char;
begin
  write(' (J/N) ');
  repeat until KeyPressed;
  c := UpCase(ReadKey);
end;
```

von **MWC:**

Drehanlagen  
Tiny SAT Serie  
FOCUS Line  
Spezialanlagen  
Wetter-  
S-/C-Band-  
Mehrteilnehmer-  
GA-Anlagen

Liste 07/92 kostenlos



MicroWave Components GmbH

Brunnenstr. 33

D5305 ALFTER / Bonn

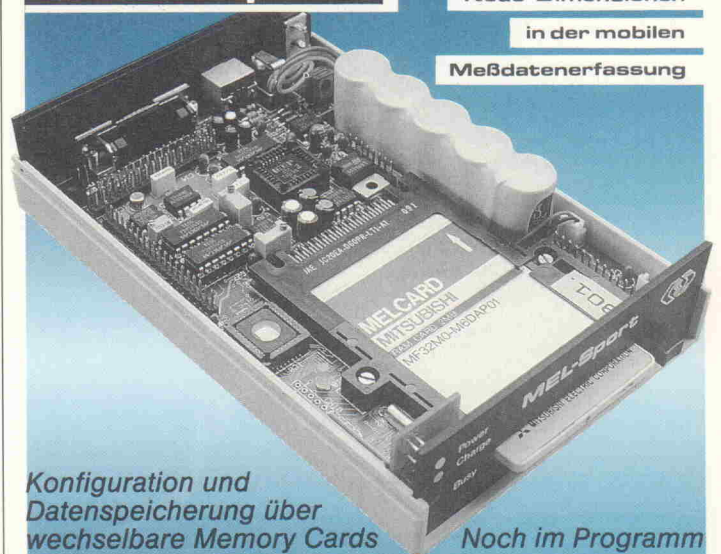
tel 0228 645061 fax 0228 645063

**MEL-Sport**

Neue Dimensionen

in der mobilen

Meßdatenerfassung



Konfiguration und  
Datenspeicherung über  
wechselbare Memory Cards

Noch im Programm

- Speicherkapazität 128 KB bis 2 MB
- 16 analoge Eingänge mit 12 Bit
- Abtastrate bis 10 kHz
- Aufsteckplatinen zur Signalanpassung
- Komfortable PC-Utility
- extrem klein und leicht
- netzunabhängiger Betrieb

- Memory-Card Drives
- Interfaces für EPSON Hand-Helds
- Meßgeräte für Automotive-Applikation

Monkestraße 58, D-7024 Filderstadt  
Tel. 0711/773071-73, Fax 0711/776866





```

GotoXY(WhereX+2,WhereY); writeln(c); writeln;
if c = 'J' then Frage_JN := true else Frage_JN := false;
while KeyPressed do c := ReadKey; { Löschen des Tastaturpuffers }
end; { Frage_JN }

PROCEDURE Graph_Init; { BGI-Grafik installieren }
begin
  DirectVideo := false;
  OldExit := ExitProc;
  ExitProc := @My_Exit;
  GraphDriver := detect;
  InitGraph(GraphDriver, GraphMode, BGIPath);
  ErrCod := GraphResult;
  if ErrCod <> grOk then begin
    writeln('graphics error: ', GraphErrorMsg(ErrCod));
    halt(1);
  end else grf := true;
  MaxX := GetMaxX;
  MaxY := GetMaxY;
  xc01 := MaxX div 10; { grundlegende Parameter für }
  xc02 := MaxX - (MaxX DIV 30); { die Grafikdarstellung }
  xi0 := xc02 - xc01;
  yc01 := MaxY DIV 10;
  yc02 := (90*MaxY) DIV 100;
  yi0 := yc02 - yc01;
end; { Graph_Init }

PROCEDURE Warte_Ab; { Unterbrechen bis Taste gedrueckt }
const esc = #27; { - [ESC] bricht Programm ab }
var ch : char;
begin
  repeat until KeyPressed;
  ch := ReadKey;
  if (ch = esc) then halt(0)
end; { Warte_ab }

FUNCTION log_10(x : double) : double; { Logarithmus von 'x' }
begin
  log_10 := ln(x)/ln10; { zur Basis 10 }
end; { log_10 }

FUNCTION exp_10(x : double) : double; { 10 hoch 'x' }
begin
  exp_10 := exp(ln10*x);
end; { exp_10 }

FUNCTION Betrag_Str(l : double) : string; { Beschriftung der }
var s : string; { y-Achse für Betragsplot }
begin
  if (abs(l) < 1.0) then str(1:6:3, s);
  if ((abs(l) >= 1.0) AND (abs(l) < 10.0)) then str(1:6:2, s);
  if (abs(l) >= 10.0) then str(1:6:1, s);
  Betrag_Str := s;
end; { Betrag_Str }

FUNCTION Phase_Str(l : double) : string; { Beschriftung der }
var s : string; { y-Achse für Phasenplot }
begin
  str(1:6:1, s);
  Phase_Str := s;
end; { Phase_Str }

FUNCTION frequenz_str(l : longint) : string; { Beschr. der x-Achse }
var s : string;
begin
  str(1:1, s);
  frequenz_str := '10^' + s + ' Hz';
end; { Frequenz_Str }

FUNCTION TextGroesse : word; { Festlegen der verwendeten Textgröße }
var hmin, hmax, h, tmp : word;
F : TextSettingsType;
begin
  GetTextSettings(F); h := 1;
  hmin := MaxX DIV 32; hmax := (MaxX - yc02) DIV 2;
  repeat
    SetTextStyle(F.Font, F.Direction, h);
    tmp := TextHeight('M');
    inc(h);
  until (h >= hmin) AND (h <= hmax);
  TextGroesse := h;
  SetTextStyle(F.Font, F.Direction, F.CharSize);
end; { TextGroesse }

PROCEDURE Plot_Window(header : string); { Zeichenfeld }
begin
  SetTextStyle(SmallFont, HorizDir, TextGroesse);
  SetViewport(0, 0, MaxX, MaxY, ClipOff);
  SetBkColor(RGFarbe); SetColor(RasterFarbe);
  SetTextJustify(CenterText, BottomText);
  OutTextXY(xi0 DIV 2 + xc01, TextHeight('M') + yc02 DIV 25, header);
  SetViewport(xc01, yc01, xc02, yc02, ClipOn);
  Rectangle(0, 0, xi0, yi0);
  for i := 0 to 10 do begin { Amplitudenraster zeichnen }
    MoveTo(0, (i*yi0 DIV 10));
    LineTo(xi0, (i*yi0 DIV 10));
  end;
  for ihi0 := 1 to 10 do begin
    fplot := ihi0;
    hi := log_10(fplot);
    for i := 1 to trunc(fdec) do begin
      MoveTo(round((hi - 1.0 + i) * xi0 / fdec), 0);
      LineTo(round((hi - 1.0 + i) * xi0 / fdec), yi0);
    end;
  end;
end;

```

```

end;
end;
SetTextJustify(CenterText, CenterText);
SetViewport(0, 0, MaxX, MaxY, ClipOn);
ihi2 := MaxY - (yc01 DIV 2); { Frequenzraster }
for i := 1 to trunc(fdec) do begin { zeichnen und }
  ihi0 := i - 1 + trunc(log_10(fbeg)); { beschriften }
  ihi1 := round((i-1) * xi0 / fdec) + xc01;
  OutTextXY(ihi1, ihi2, frequenz_str(ihi0));
end;
end; { Plot_Window }

PROCEDURE Finde_Extrema; { Extremwerte suchen }
begin
  bminb := 1.0e9; bmaxb := -1.0e9;
  pminb := 1.0e9; pmaxb := -1.0e9;
  for j := 1 to kuanz do
    for i := 0 to ifend do begin
      if (barr[i,j] < bminb) then bminb := barr[i,j];
      if (barr[i,j] > bmaxb) then bmaxb := barr[i,j];
      if (parr[i,j] < pminb) then pminb := parr[i,j];
      if (parr[i,j] > pmaxb) then pmaxb := parr[i,j];
    end;
  end; { Finde_Extrema }

PROCEDURE Auto_Scale; { Automatische Skalierung }
var hii,hi2 : double;

FUNCTION Scale(x : double) : double; { lokale Funktion }
var tmp1,tmp2,tmp3 : double;
begin
  tmp1 := log_10(abs(x));
  if (tmp1 < 0.0) then tmp1 := tmp1 - 1.0;
  tmp2 := trunc(tmp1) - 1.0;
  tmp3 := exp_10(tmp2);
  if (x >= 0.0) then Scale := tmp3*round(x/tmp3 + 0.5)
  else Scale := tmp3*round(x/tmp3 - 0.5);
end; { Scale }

begin { Anweisungen - Procedure Auto_Scale }
  if (bminb = bmaxb) then begin
    bminb := bminb*0.09;
    bmaxb := bmaxb*1.01;
  end
  else hii := Scale(bminb);
  hi2 := Scale(bmaxb);
  if (hii <> hi2) then begin
    bminb := hii;
    bmaxb := hi2;
  end;
  if (pminb = pmaxb) then begin
    pminb := pminb*0.09;
    pmaxb := pmaxb*1.01;
  end
  else hii := Scale(pminb);
  hi2 := Scale(pmaxb);
  if (hii <> hi2) then begin
    pminb := hii;
    pmaxb := hi2;
  end;
end; { Auto_Scale }

PROCEDURE Check_Scale; { Aendern der Skalierung }
begin
  write('Betrag : ',bminb:12:3,bmaxb:12:3,' ändern ?');
  if Frage_JN then begin writeln('Neue Werte eingeben : ');
    readln(bminb,bmaxb); end;
  write('Phase : ',pminb:12:3,pmaxb:12:3,' ändern ?');
  if Frage_JN then begin writeln('Neue Werte eingeben : ');
    readln(pminb,pmaxb); end;
end; { Check_Scale }

PROCEDURE Plot_Werte(maxb,minb : double); { Beschriftung ausgeben }
var tmp0 : longint; tmp1 : double; { - für Phase o. Betrag }
begin
  SetViewport(xc01, yc01, xc02, MaxY, ClipOff);
  for tmp0 := 0 to 10 do begin
    tmp1 := maxb - tmp0*(maxb-minb)/10.0;
    OutTextXY(-(xi0 div 20), Round(yi0/10.0*tmp0), Betrag_Str(tmp1));
  end;
end; { Plot_Werte }

PROCEDURE Plot_Graphen(maxb, minb : double; arr : MatType6);
begin
  SetViewport(xc01,yc01,xc02,yc02,ClipOn); { Plotten }
  for j := 1 to kuanz do { der Amplitude }
    for ihi0 := 0 to ifend do begin { oder der Phase }
      ihi1 := round(ihi0 * xi0 / ifend);
      ihi2 := round(yi0 * (maxb - arr[ihi0,j]) / (maxb - minb));
      if (ihi0 = 0) then moveto(ihi1,ihi2);
      if (ihi0 > 0) then lineto(ihi1,ihi2);
    end;
  end; { Plot_Graphen }

PROCEDURE Plot_Amplitude; { Ausgabe des Amplitudenganges }
begin
  ClearDevice;
  Plot_Window(titel + ' [ Amplitude / dB ]');
  Plot_Werte(bmaxb, bminb);
  SetColor(BetragsFarbe);
  Plot_Graphen(bmaxb,bminb,barr);
  Warte_Ab;
end;

```



```

end; {Plot_Amplitude}

PROCEDURE Plot_Phase;           { Ausgabe des Phasenganges }
begin
  ClearDevice;
  Plot_Window(titel + ' [ Phase / ° (deg) ]');
  Plot_Werte(pmaxb,pminb);
  SetColor(PhaseFarbe);
  Plot_Graphen(pmaxb,pminb,parr);
  Warte_Ab;
end; {Plot_Phase}

PROCEDURE Graph_End;           { Abschluß der Grafikausgabe }
begin
  GraphDefaults;
  RestoreCrtMode;
end; {Graph_End}

PROCEDURE Scale_Dim(var f : text; arg : double; dim : Dimension);
begin
  { Erzeugen einer "lesbaren" Dimension }
  if ( (arg < 1.0e-15) or (arg > 1.0e+15) ) then
    writeln(arg:12,' ',dim);
  if ( (arg >= 1.0e-15) and (arg < 1.0e-12) ) then
    writeln(f,arg*1.0e15:10:3,' femto',dim);
  if ( (arg >= 1.0e-12) and (arg < 1.0e-9) ) then
    writeln(f,arg*1.0e12:10:3,' pico',dim);
  if ( (arg >= 1.0e-9) and (arg < 1.0e-6) ) then
    writeln(f,arg*1.0e9:10:3,' nano',dim);
  if ( (arg >= 1.0e-6) and (arg < 1.0e-3) ) then
    writeln(f,arg*1.0e6:10:3,' micro',dim);
  if ( (arg >= 1.0e-3) and (arg < 1.0) ) then
    writeln(f,arg*1.0e3:10:3,' milli',dim);
  if ( (arg >= 1.0) and (arg < 1.0e+3) ) then
    writeln(f,arg:10:3,' ',dim);
  if ( (arg >= 1.0e+3) and (arg < 1.0e+6) ) then
    writeln(f,arg/1.0e3:10:3,' kilo',dim);
  if ( (arg >= 1.0e+6) and (arg < 1.0e+9) ) then
    writeln(f,arg/1.0e6:10:3,' mega',dim);
  if ( (arg >= 1.0e+9) and (arg < 1.0e+12) ) then
    writeln(f,arg/1.0e9:10:3,' giga',dim);
  if ( (arg >= 1.0e+12) and (arg < 1.0e+15) ) then
    writeln(f,arg/1.0e12:10:3,' tera',dim);
end; {Scale_Dim}

PROCEDURE Eingabe;             { Einlesen der Schaltungsdaten }
var fin : string[79];
    f1 : text;
    idum : array[1..6] of integer;
begin
  write(#10+#32+'Pfad\Name der Eingabe-Datei ? '+#7'-> ');
  readln(fin); assign(f1,fin); reset(f1);
  readln(f1,titel);           { Titel einlesen }
  read (f1,fbeg);             { Frequenzbereiches " }
  read (f1,fdec);             { Anzahl der Frequenz-Dekaden " }
  readln(f1,fgrid);           { Anzahl der Rechnungen pro Dekade " }
  read (f1,rnorm);            { Normierungswiderstand " }
  readln(f1,fnorm);           { Normierungsfrequenz " }
  i := 1;
  repeat
    read (f1,idum[i]);
    inc(i);
  until eoln(f1);
  readln(f1);
  kuanz := i - 2;
  iroot := idum[1];
  for i := 1 to kuanz do iout[i] := idum[i+1];
  i := 0;
  repeat
    { Einlesen der Bauteildimensionierungen }
    inc(i);
    read(f1,name[i]);
    if(name[i] = 'o') then
      readln(f1, b1[i], b2[i], b3[i], wert[i], fg[i]);
    else
      readln(f1, b1[i], b2[i], wert[i]);
    until eof(f1);
  iend := i;
  Close(f1);
end; {Eingabe}

PROCEDURE Ausgabe_Config(var f : text); { Ausgabe der Schaltung }
begin
  writeln(f,titel); writeln(f);
  write (f,'Startfrequenz '); Scale_Dim(f,fbeg,'Hz');
  write (f,'Endfrequenz '); Scale_Dim(f,fend,'Hz');
  writeln(f,'Frequenzraster ',fgrid:10:3);
  write (f,'Normierungswiderstand '); Scale_Dim(f,rnorm,'Ohm');
  write (f,'Normierungsfrequenz '); Scale_Dim(f,fnorm,'Hz');
  writeln(f,'Eingangsknoten ',iroot:6);
  for i := 1 to kuanz do
    writeln(f,'Ausgangsknoten ',i:1,' ',iout[i]:6);
  for i := 1 to iend do begin
    case UpCase( name[i] ) of
      'R' : begin
        write(f,'r von ',b1[i]:3,' nach ',b2[i]:3,' mit ');
        Scale_Dim(f,wert[i],'Ohm'); End;
      'C' : begin
        write(f,'c von ',b1[i]:3,' nach ',b2[i]:3,' mit ');
        Scale_Dim(f,wert[i],'Farad'); End;
      'L' : begin
        write(f,'l von ',b1[i]:3,' nach ',b2[i]:3,' mit ');
        Scale_Dim(f,wert[i],'Henry'); End;
      'O' : begin
        writeln(f,'op in ',b1[i]:3,' -in ',b2[i]:3,' out ',

```

```

      b3[i]:6);
      write(f,' Verstärkung ');
      scale_dim(f,wert[i],'');
      write(f,' Eckfrequenz ');
      scale_dim(f,fg[i],'Hz'); End;
    end;
  end;
end; {Ausgabe_Config}

PROCEDURE Ausgabe_Daten(var f : text);
begin
  writeln(f);
  writeln(f,'Frequenzgang ');
  write(f,' freq. ');
  for j := 1 to kuanz-1 do
    write( f, ' Ampl.',j:1, ' Phase',j:1 );
    writeln( f, ' Ampl.',kuanz:1, ' Phase',kuanz:1 );
    for i := 0 to iend do begin
      if (farr[i] > 1.0e6) then write( f, farr[i]:12 )
      else write( f, farr[i]:12:3);
      for j := 1 to kuanz-1 do
        write( f, barr[i,j]:10:3, ' ',parr[i,j]:10:3 );
        writeln( f, barr[i,kuanz]:10:3, ' ',parr[i,kuanz]:10:3 );
      end;
    end;
  end; {Ausgabe_Daten}

PROCEDURE Ausgabe_File;       { Berechnete Daten in File schreiben }
var fout : PathStr;
    f2 : text;
begin
  writeln(#10+#32+'Bitte Pfad\Namen des Ausgabefiles angeben : ');
  readln(fout); Assign(f2,fout); Rewrite(f2);
  Ausgabe_Config(f2);
  Ausgabe_Daten(f2);
  Close(f2);
end; {Ausgabe_File}

PROCEDURE Ausgabe_Crt;        { Datensatz-Ausgabe am Bildschirm }
var f2 : text;
begin
  AssignCrt(f2); Rewrite(f2);
  Ausgabe_Config(f2);
  Close(f2);
  write(#10+#32+'Weiter zur Grafik mit beliebiger Taste ... ');
  Warte_Ab;
end; {Ausgabe_Crt}

PROCEDURE Householder(iz,is : integer; var a : mattype3;
var x,y,d : vectype3 );
var sigma,hil,hi2,sum : double;
    j,i,l,m : integer;
begin
  for j := 1 to is do begin
    { Loesung des Gleichungs- }
    sigma := 0.0; { systems nach dem }
    for i := j to iz do begin
      { Householder-Verfahren }
      sigma := sigma + sqr(a[i,j]); { - siehe Kasten im Text ! }
    end;
    if sigma = 0.0 then begin
      writeln('Singularität bei der Householder-Transformation !');
      write ('Matrix ist überbestimmt <->'+#7 );
      writeln('Netzwerkdefinition ist fehlerhaft !');
      halt(2);
    end;
    sigma := sqrt(sigma);
    if a[j,j] < 0.0 then sigma := -sigma;
    hil := a[j,j] + sigma; hi2 := 1.0 / sigma / hil;
    d[j] := -sigma; a[j,j] := hil;
    if j <> is then
      for l := j + 1 to is do begin
        sum := 0.0;
        for i := j to iz do sum := sum + a[i,j] * a[i,l];
        sum := sum * hi2;
        for m := j to iz do a[m,l] := a[m,l] - sum * a[m,j];
      end;
    sum := 0.0;
    for i := j to iz do sum := sum + a[i,j] * y[i];
    sum := sum * hi2;
    for m := j to iz do y[m] := y[m] - sum * a[m,j];
  end;
  for i := is downto 1 do begin
    { Berechnung der Loesung }
    sum := 0.0;
    for j := i + 1 to is do sum := sum + a[i,j] * x[j];
    x[i] := (y[i] - sum) / d[i];
  end;
end; {Housholder}

PROCEDURE Init; { Konstantenberechnung und Nullsetzen aller Felder }
begin
  pi2 := 2.0*pi;
  rtdc := 180.0/pi;
  ln10 := ln(10.0);
  for i := 0 to nall do ksort[i] := 0;
  for i := 1 to nall do begin
    b1[i] := 0; b2[i] := 0; b3[i] := 0;
    wert[i] := 0.0; fg[i] := 0.0; name[i] := ' ';
  end;
  for i := 1 to kall do begin
    for j := 1 to kall do begin
      gl[i,j] := 0.0; cl[i,j] := 0.0;
      ll[i,j] := 0.0; vl[i,j] := 0.0;
    end;
    tl[i] := 0.0; gr[i] := 0.0;
    cr[i] := 0.0; lr[i] := 0.0;
  end;

```



```

    vr[i] := 0.0;    tl[i] := 0.0;
end;
for i := 1 to jall do begin
    for j := 1 to jall do ls[i,j] := 0.0;
    rs[i] := 0.0;    loes[i] := 0.0;
    di[i] := 0.0;
end;
for i := 1 to 80 do titel[i] := ' ';
for i := 0 to iomg do begin
    omarr[i] := 0.0;    ip[i] := 0;
    iquad[i] := 0;    iquado[i] := 0;
end;
end; {Init}

PROCEDURE Knoten_Sortierung;    { Sortieren der Netzwerkknotten }
var imax : integer;            { - Der Eingangsknoten erhält }
begin                          { die höchste Nummer }
    imax := 0;
    for i := 1 to iend do begin
        if (b1[i] > imax) then imax := b1[i];
        if (b2[i] > imax) then imax := b2[i];
        if (b3[i] > imax) then imax := b3[i];
    end;
    for i := 0 to imax do ksort[i] := i;
    if not (iroot = imax) then begin
        i := 0;
        repeat
            i := i + 1;
        until (ksort[i] = iroot);
        j := ksort[imax];
        ksort[imax] := iroot;
        ksort[i] := j;
    end;
    irest := imax - 1;
end; {Knoten_Sortierung}

PROCEDURE Matrizen_Belegung;    { Belegung von Matrizen und Vektoren }
begin
    fend := fbeg*exp_10(fdec);
    ombeg := pi2*fbeg;          omend := pi2*fend;
    onorm := pi2*fnorm;         lnorm := rnorm/omnorm;
    cnorm := 1.0/rnorm/omnorm;
    for i := 1 to iend do
        if NOT ( (ksort[b1[i]] = 0) OR (ksort[b2[i]] = 0) OR
            (ksort[b1[i]] = ksort[iroot]) OR
            (ksort[b2[i]] = ksort[iroot]) ) THEN
            case UpCase( name[i] ) of
                'R' : begin
                    gl[ksort[b1[i]],ksort[b2[i]]] := -rnorm/wert[i];
                    gl[ksort[b2[i]],ksort[b1[i]]] := -rnorm/wert[i];
                    end;
                'C' : begin
                    cl[ksort[b1[i]],ksort[b2[i]]] := -wert[i]/cnorm;
                    cl[ksort[b2[i]],ksort[b1[i]]] := -wert[i]/cnorm;
                    end;
                'L' : begin
                    ll[ksort[b1[i]],ksort[b2[i]]] := -lnorm/wert[i];
                    ll[ksort[b2[i]],ksort[b1[i]]] := -lnorm/wert[i];
                    end;
            end; {case...}
        for j := 1 to irest do
            for k := 1 to iend do
                if ( (ksort[b1[j]] = i) OR (ksort[b2[j]] = i) ) then
                    case UpCase( name[j] ) of
                        'R' : gl[i,i] := gl[i,i] + rnorm/wert[j];
                        'C' : cl[i,i] := cl[i,i] + wert[j]/cnorm;
                        'L' : ll[i,i] := ll[i,i] + lnorm/wert[j];
                    end; {case...}
                for j := 1 to iend do begin
                    if (ksort[b1[j]] = ksort[iroot]) then
                        case UpCase( name[j] ) of
                            'R' : gr[ksort[b2[j]]] := rnorm/wert[j];
                            'C' : cr[ksort[b2[j]]] := wert[j]/cnorm;
                            'L' : lr[ksort[b2[j]]] := lnorm/wert[j];
                        end; {case...}
                    if (ksort[b2[j]] = ksort[iroot]) then
                        case UpCase( name[j] ) of
                            'R' : gr[ksort[b1[j]]] := rnorm/wert[j];
                            'C' : cr[ksort[b1[j]]] := wert[j]/cnorm;
                            'L' : lr[ksort[b1[j]]] := lnorm/wert[j];
                        end; {case...}
                    end; {for j...}
                for i := 1 to iend do
                    if ( UpCase( name[i] ) = '0' ) then begin
                        for j := 1 to irest do begin
                            gl[ksort[b3[i]],j] := 0.0;
                            cl[ksort[b3[i]],j] := 0.0;
                            ll[ksort[b3[i]],j] := 0.0;
                        end;
                        gr[ksort[b3[i]]] := 0.0;
                        cr[ksort[b3[i]]] := 0.0;
                        lr[ksort[b3[i]]] := 0.0;
                        tl[ksort[b3[i]]] := omnorm/pi2/fg[i];
                        gl[ksort[b3[i]],ksort[b3[i]]] := 1.0;
                        if (ksort[b1[i]] <> 0) then
                            if (ksort[b1[i]] = ksort[iroot]) then
                                vr[ksort[b3[i]]] := wert[i]
                            else
                                vl[ksort[b3[i]],ksort[b1[i]]] := -wert[i];
                        if (ksort[b2[i]] <> 0) then
                            if (ksort[b2[i]] = ksort[iroot]) then
                                vr[ksort[b3[i]]] := -wert[i]
                            else
                                vl[ksort[b3[i]],ksort[b2[i]]] := -wert[i];
                        end;
                    end; {if...}
                end; {for i...}
            end; {for j...}
        end; {for i...}
    end; {Matrizen_Belegung}

PROCEDURE Grafik_Ausgabe;    { Durchführen der Grafikausgabe }
var abbruch : boolean;
begin
    repeat
        if grf then SetGraphMode(GraphMode)
        else Graph_Init;
        Plot_Amplitude;
        Plot_Phase;
        Graph_End;
        write('Weitere Plots mit geänderter Skalierung');
        if Frage_JN then begin abbruch := false;
            Check_Scale;
            end else abbruch := true
    until abbruch;
end; {Grafik}

begin
    Init;
    Eingabe;
    Knoten_Sortierung;
    Matrizen_Belegung;
    Ausgabe_Crt;
    Loesung;
    Finde_Extrema;
    Auto_Scale;
    Grafik_Ausgabe;
    closegraph;
    grf := false;
    write('#10+#32+'Berechnete Daten abspeichern?');
    if Frage_JN then Ausgabe_File;
    My_Exit;
end.

```

```

    vl[ksort[b3[i]],ksort[b2[i]]] := wert[i];
end; {if...}
fstep := exp(ln10/fgid);    { Frequenzfeld }
ifend := trunc(log_10(fend/fbeg)*fgid + 0.5);    { belegen }
omarr[0] := ombeg/omnorm;
for i := 1 to ifend do omarr[i] := omarr[i-1]*fstep;
end; {Matrizen_Belegung}

PROCEDURE Loesung;
begin
    writeln; ii := 1;
    for i := 0 to ifend do begin
        om := omarr[i];    { Aufbau der Matrix der }
        for j := 1 to irest do
            for k := 1 to irest do begin
                ls[j,k] := gl[j,k];
                ls[j,k+irest] := ll[j,k]/om - cl[j,k]*om;
                if (tl[j] <> 0.0) then begin
                    omt := om*tl[j];
                    hi := vl[j,k]/(1.0 + omt*omt);
                    ls[j,k] := ls[j,k] + hi;
                    ls[j,k+irest] := ls[j,k+irest] + hi*omt;
                end; {for j...for k...}
            end; {for i...}
        for j := 1 to irest do
            for k := 1 to irest do begin
                ls[j+irest,k+irest] := ls[j,k];
                ls[j+irest,k] := -ls[j,k+irest];
            end; {for j...for k...}
        for j := 1 to irest do begin
            rs[j] := gr[j];    { Vektor der rechten }
            rs[j+irest] := -lr[j]/om + cr[j]*om;    { Seite aufbauen }
            if (tl[j] <> 0.0) then begin
                omt := om*tl[j];
                hi := vr[j]/(1.0 + omt*omt);
                rs[j] := rs[j] + hi;
                rs[j+irest] := rs[j+irest] - hi*omt;
            end;
        end; {for j...}
        if (i mod trunc(fgrid) = 0) then begin
            write(ii,1); inc(ii);
            end else write(' ');
        Householder(2*i+irest,2*irest,ls,loes,rs,di); { Loesung berechn. }
        for j := 1 to kuanz do begin
            hir := loes[ksort[iout[j]]];    { Realteil }
            hii := loes[ksort[iout[j]]+irest];    { Imaginärteil }
            { Ermittlung des Quadranten }
            if ((hir > 0.0) and (hii > 0.0)) then iquad[j] := 1;
            if ((hir < 0.0) and (hii > 0.0)) then iquad[j] := 2;
            if ((hir < 0.0) and (hii < 0.0)) then iquad[j] := 3;
            if ((hir > 0.0) and (hii < 0.0)) then iquad[j] := 4;
            if (i = 0) then begin
                if (iquad[j] = 2) then ip[j] := 1;
                if (iquad[j] = 3) then ip[j] := -1;
            end
            else begin
                if ((iquad[j]=3)and(iquado[j]=4)) then ip[j] := ip[j] - 1;
                if ((iquad[j]=4)and(iquado[j]=3)) then ip[j] := ip[j] + 1;
                if ((iquad[j]=1)and(iquado[j]=2)) then ip[j] := ip[j] - 1;
                if ((iquad[j]=2)and(iquado[j]=1)) then ip[j] := ip[j] + 1;
            end;
            iquado[j] := iquad[j];    { Belegung der Ergebnisfelder }
            barr[i,j] := 10.0 * log_10(sqr(hir) + sqr(hii));
            parr[i,j] := arctan(hii/hir) * rtdc + ip[j] * 180.0;
        end; {for j...}
        farr[i] := om * omnorm / pi2;
    end; {for i...}
    writeln;
end; {Loesung}

PROCEDURE Grafik_Ausgabe;    { Durchführen der Grafikausgabe }
var abbruch : boolean;
begin
    repeat
        if grf then SetGraphMode(GraphMode)
        else Graph_Init;
        Plot_Amplitude;
        Plot_Phase;
        Graph_End;
        write('Weitere Plots mit geänderter Skalierung');
        if Frage_JN then begin abbruch := false;
            Check_Scale;
            end else abbruch := true
    until abbruch;
end; {Grafik}

begin
    Init;
    Eingabe;
    Knoten_Sortierung;
    Matrizen_Belegung;
    Ausgabe_Crt;
    Loesung;
    Finde_Extrema;
    Auto_Scale;
    Grafik_Ausgabe;
    closegraph;
    grf := false;
    write('#10+#32+'Berechnete Daten abspeichern?');
    if Frage_JN then Ausgabe_File;
    My_Exit;
end.

```



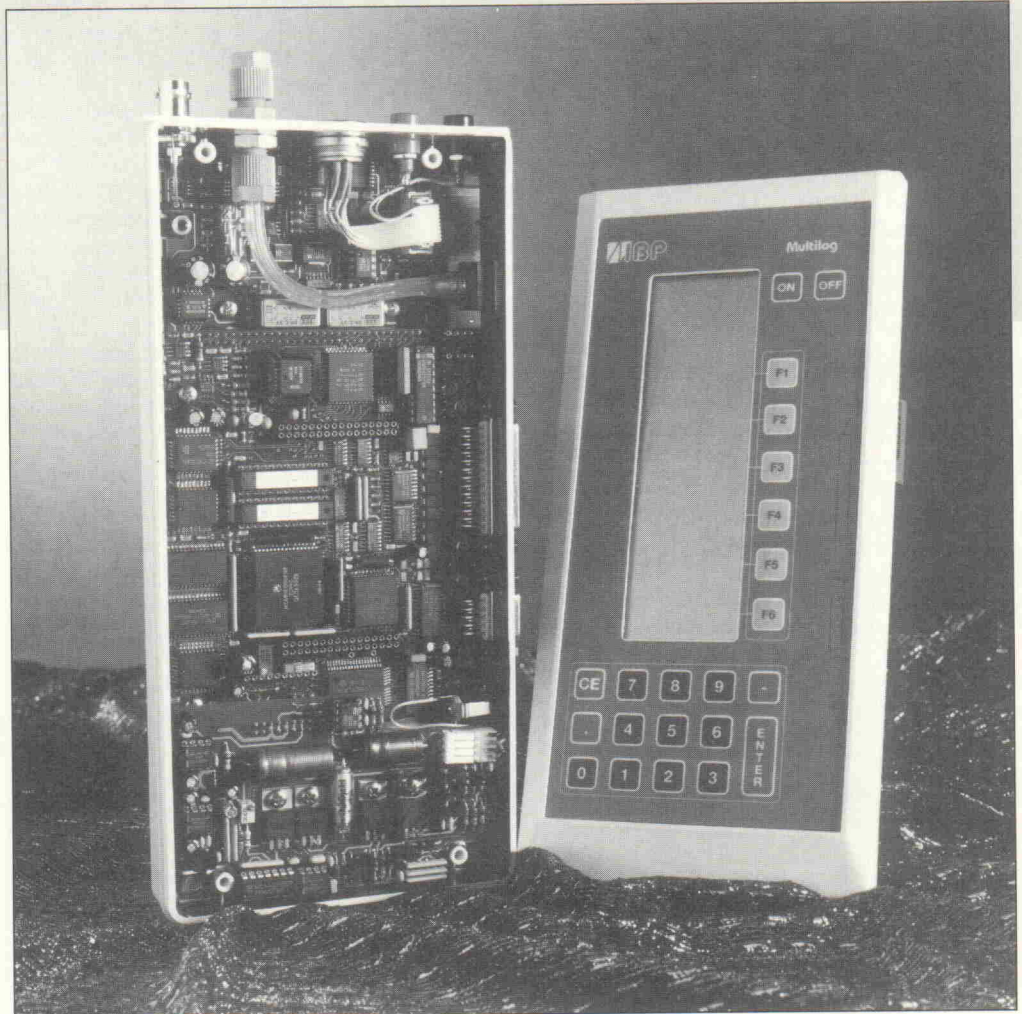
# MultiLog

## Teil 2:

## A/D-Wandler und Versorgungs-Platine des 68HC000-Controller-Boards

**Hans Joachim  
Kannengießer,  
Klaus Gotthardt**

Viele Controller-Boards sind so konzipiert, daß sie möglichst universell einsetzbar sind. Andere wiederum sind so speziell ausgelegt, daß sie nur für eine Anwendung taugen. MultiLog ist speziell als mobiles Meßdatenerfassungssystem entwickelt. Trotzdem geht sein Horizont weit über die Meßtechnik hinaus.



**S**etzt man auf einem Controller-Board eine 68HC000-CPU ein, so muß das seinen Grund haben, denn es gibt mittlerweile zahlreiche, leistungsfähige Ein-Chip-Mikroprozessoren, die neben dem Prozessor zusätzlich Speicher und Peripherie-Schaltungen im Gehäuse enthalten. Controller-Bausteine eignen sich besonders dann, wenn sich das zur Anwendung gehörende Programm im vorhandenen ROM unterbringen läßt und der vorhandene RAM-Bereich als Arbeitsspeicher ausreicht.

Der Speicherbedarf eines Meßwert-Erfassungssystems liegt naturgemäß so hoch, daß man ihn nur durch externen Spei-

cher decken kann. Des weiteren verfügen 16-Bit-Controller – wenn überhaupt – nur über ein maskenprogrammierbares ROM; dieses Verfahren ist aber für kleine Stückzahlen unrentabel. Dies sind nur zwei Gründe, weswegen die Entscheidung zugunsten der stromsparenden CMOS-Version des 68000-Mikroprozessors in Verbindung mit dem DUART 68C681 als universellem Portbaustein fiel. Nicht zuletzt steht mit dem Betriebssystem RTOS-UH eine preiswerte und leistungsfähige echtzeitfähige Entwicklungsumgebung zur Verfügung.

Der erste Teil des Artikel stellte bereits das Konzept vor und be-

schrieb die Schaltung des Einplatinenrechners einschließlich seiner Speichermöglichkeiten und der diversen Schnittstellen. Hier wird nun mit der Trigger-Schaltung, dem A/D-Wandler und der Versorgungseinheit die Hardware abschließend behandelt.

### Die Trigger-Schaltung

Es gibt vier Ereignisse, die zum Start einer Meßreihe ausgenutzt werden können:

- eine Taste wird betätigt,
- eine Uhrzeit wird erreicht,
- ein bestimmter analoger Meßwert stellt sich ein,



– ein externes digitales Signal tritt auf.

Der Anschluß eines solchen Ereignisses an die Prozessor-Steuerung geschieht am zweckmäßigsten über die Interrupt-Eingänge der CPU, wie es bei der Tastatur und der Echtzeituhr verwirklicht ist.

Um auch extern eingespeiste analoge und digitale Signale zur Erzeugung eines Interrupts heranziehen zu können, ist mit dem D-Flipflop 74HCT74 (IC10) eine auf positive Flanken reagierende Interruptquelle aufgebaut. Der Eingang des D-Flipflops ist auf Pin 38 des Erweiterungssteckverbinders ST9 geführt, womit durch Vorschalten eines Komparators auf der Analog-Platine beliebige Signale ausgewertet werden können.

## Der A/D-Wandler

Der A/D-Wandler von Multi-Log ist der SDA 1812D (IC36, Bild 9), der eine Auflösung von 12 Bit erreicht. Er arbeitet nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation und vermindert mit Hilfe interner Kalibriermechanismen die Summe aus Offset- und Linearitätsfehler auf

weniger als 0,5 LSB. Die Erfassungszeit der integrierten Sample-and-Hold-Stufe plus der Umsetzzeit des Wandlers liegt unter 10 ms, so daß eine Abtastrate von 100 kHz möglich ist. Über einen 4-Kanal-Multiplexer kann die Auswertung von vier massebezogenen analogen Eingangssignalen erfolgen, wobei die Stromaufnahme außerhalb des Wandlungsprozesses von 10 mA auf 2 mA reduzierbar ist.

Der A/D-Wandler wird mit einer Referenzspannung von 2,5 V versorgt, womit der Eingangsspannungsbereich von 0...+2,5 V reicht. Den ersten drei Kanälen des A/D-Wandlers sind Pufferverstärker vorgeschaltet, die mit den Operationsverstärkern IC32, IC33 und IC34 aufgebaut sind. Sie dienen der Impedanzwandlung für den nachfolgenden Tiefpaß und ermöglichen den Aufbau eines Spannungsteilers, mit dem der Meßbereich von 0...+2,5 V auf -2,5...+2,5 V ausgedehnt werden kann. Dazu sind die optionalen Widerstände R23, R27 und R31 zu bestücken.

Den vierten Kanal des A/D-Wandlers benutzt das System in-

tern zur Messung der Batteriespannung. Der mit R33 und R35 gebildete Spannungsteiler wird über T13 erst dann aktiviert, wenn die Versorgungsspannungen des Analogteils, +5 VA und -5 VA, zugeschaltet sind. Damit wird ein Querstrom durch den Spannungsteiler bei abgeschaltetem Gerät verhindert.

Der Wandler verfügt über getrennte Anschlüsse für digitale und analoge Versorgungsspannungen. Die Speisespannungen für den analogen Teil des Wandlers (VDD, AGND) haben eigene Leiterbahnen zur Stromversorgungsplatine, so daß der Einfluß der vom Digitalteil stammenden Belastungsschwankungen verringert wird. Die analoge Masse 'AGND' wird direkt am A/D-Wandler aufgeteilt und an die mit 'SGND' (= Signal Ground) bezeichnete Masse geführt, auf die sich die Referenzspannung und alle zu messenden Signale beziehen.

Bei analogen Erweiterungen ist zu bedenken, daß die Abblockkondensatoren an den Versorgungsspannungs-Zuführungen der OPs weiterhin auf die mit 'AGND' bezeichnete Masse zu führen sind, da sich die Speise-

spannungen auf dieses Massepotential beziehen!

Auf der digitalen Seite ist der SDA 1812D mit einem 8-Bit-Bus-Interface ausgestattet, wobei das zur Steuerung der internen Vorgänge benötigte Taktsignal die aus dem Systemtakt abgeleitete 2-MHz-Frequenz ist. Die Funktionen des A/D-Wandlers werden über vier Register gesteuert, die unter den Adressen \$F40001...\$F4000B anzusprechen sind.

Der Prozessor startet eine Wandlung, indem er die Adresse \$F40001 oder \$F40003 mit der gewünschten Kanalnummer beschreibt. Das Ende einer Wandlung kann jeweils Bit 7 des Special-Function-Registers oder des Upper-Byte-Registers entnommen werden. Zum Lesen des Wandlungswerts sind dann zwei Zugriffe notwendig, die sich auch mit dem MOVEP.W-Befehl ausführen lassen.

## Versorgung nach Bedarf

Die Stromversorgungs- und Akkuladeeinheit, Bild 10, findet ihren Platz auf einer eigenen

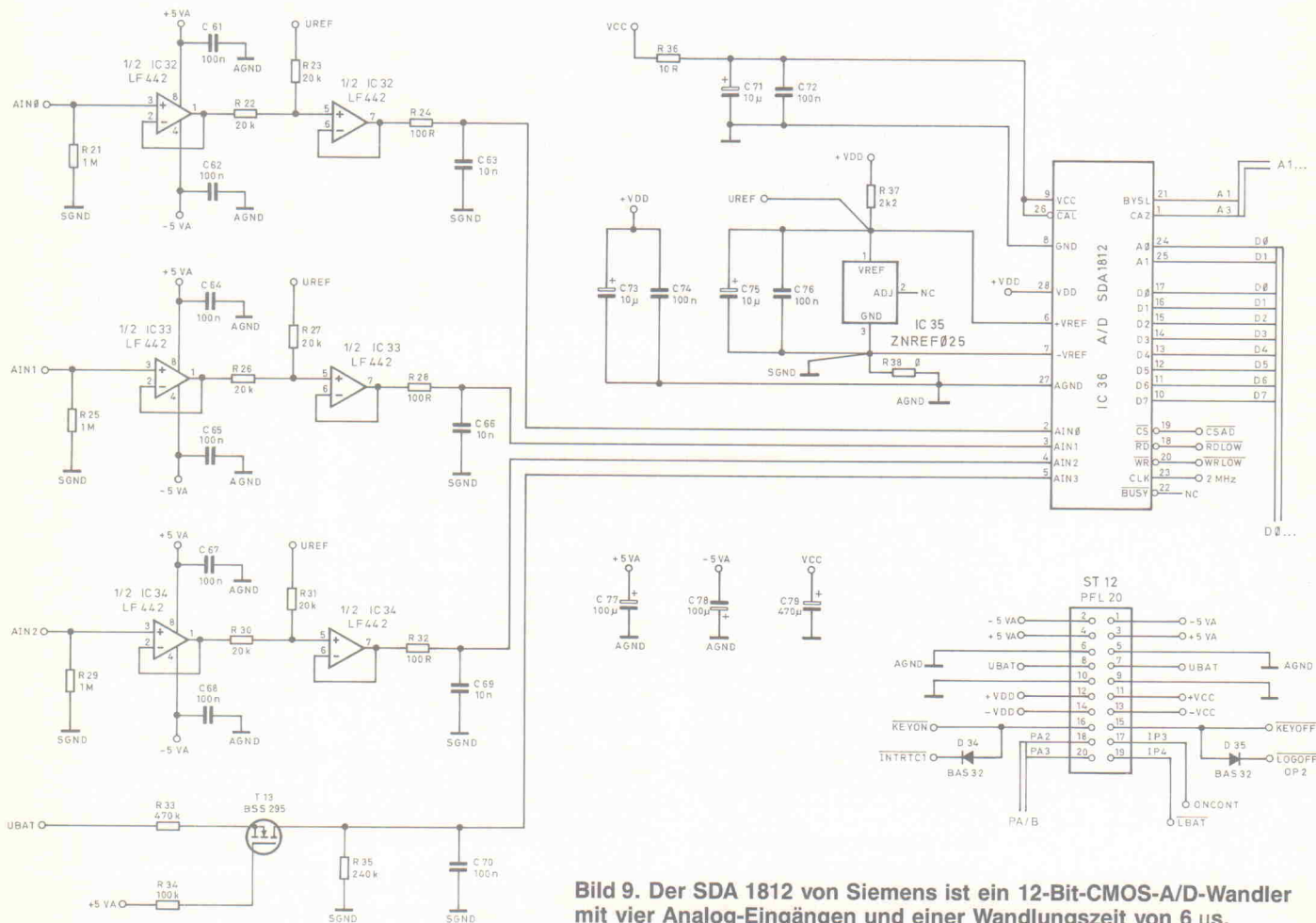


Bild 9. Der SDA 1812 von Siemens ist ein 12-Bit-CMOS-A/D-Wandler mit vier Analog-Eingängen und einer Wandlungszeit von 6 µs.





Die Versorgung von MultiLog kann wahlweise aus einem Akkusatz von vier Nickel-Cadmium-Zellen mit 700 mA/h Kapazität oder durch eine externe 12-V-Gleichspannung erfolgen. Beide Wege unterscheiden sich nur in ihrem ersten Teil, in dem jeweils ein Längsregler die Spannung auf 5 V begrenzt. Bei externer Speisung übernimmt dies der 7806 (IC1), bei Akkubetrieb eine

Sowohl die externe Spannung als auch die mit T2 geregelte Akkuspannung liegen immer etwas unterhalb der Schwelle, ab der die geschaltete Spannungsanhebung einsetzt. Dadurch weist die Spannung nach

Die negative Versorgungsspannung  $-5\text{ VD}$  wird für das Dis-

Eine weitere  $\pm 5$ -V-Versorgung kann das System über Transistor T7 aktivieren. Seine Steuerleitung 'UAON' ist auf Port-Bit PA2 des Parallel-Ports geführt, der den Transistor bei Low-Pegel durchschaltet. Damit läßt sich beispielsweise eine angeschlossene Sensorik auf der Analog-Platine zur Stromersparnis abschalten. Die negative Spannung  $-5$  VA wird wieder-



um von einem ICL 7660 (IC5) generiert.

Die Ein- und Ausschaltlogik ist mit zwei NOR-Gattern eines HCF 4001 (IC2) aufgebaut, die zu einem RS-Flipflop verschaltet sind. Die Setz- und Rücksetzeingänge können sowohl von Tasten als auch vom Rechner bedient werden. Zum Einschalten dienen die 'ON'-Taste oder der Alarmausgang der Echtzeituhr (IC31), zum Ausschalten die 'OFF'-Taste oder der O-Port 2 des DUART 68C681.

Damit das System die Ladung des Akkusatzes überwachen kann, wird es bei externer Speisung permanent mit Spannung versorgt. Um nun feststellen zu können, ob der Rechner nur über die externe Einspeisung aktiviert wurde, läßt sich der Status des RS-Flipflops an dem mit 'ONCONTR' bezeichneten Ausgang von IC2 über I-Port 3 des DUART 68C681 abfragen. Liegt hier ein Low-Pegel an, wurde der Rechner durch Einstecken des Ladekabels gestar-

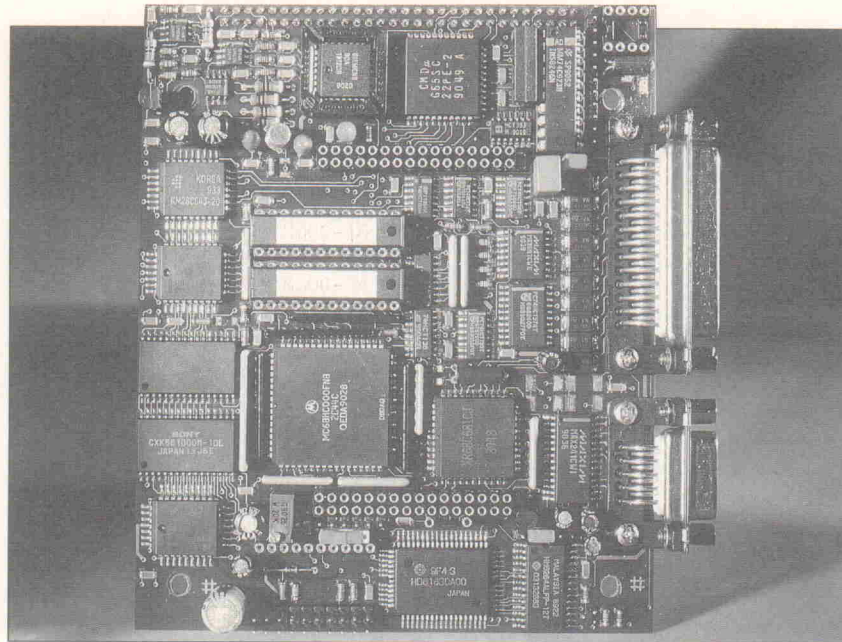
tet, und seine Hauptaufgabe ist es, den Ladevorgang zu überwachen.

Die Logik trennt bei externer Versorgung selbständig den Akku vom Rechner. Diese

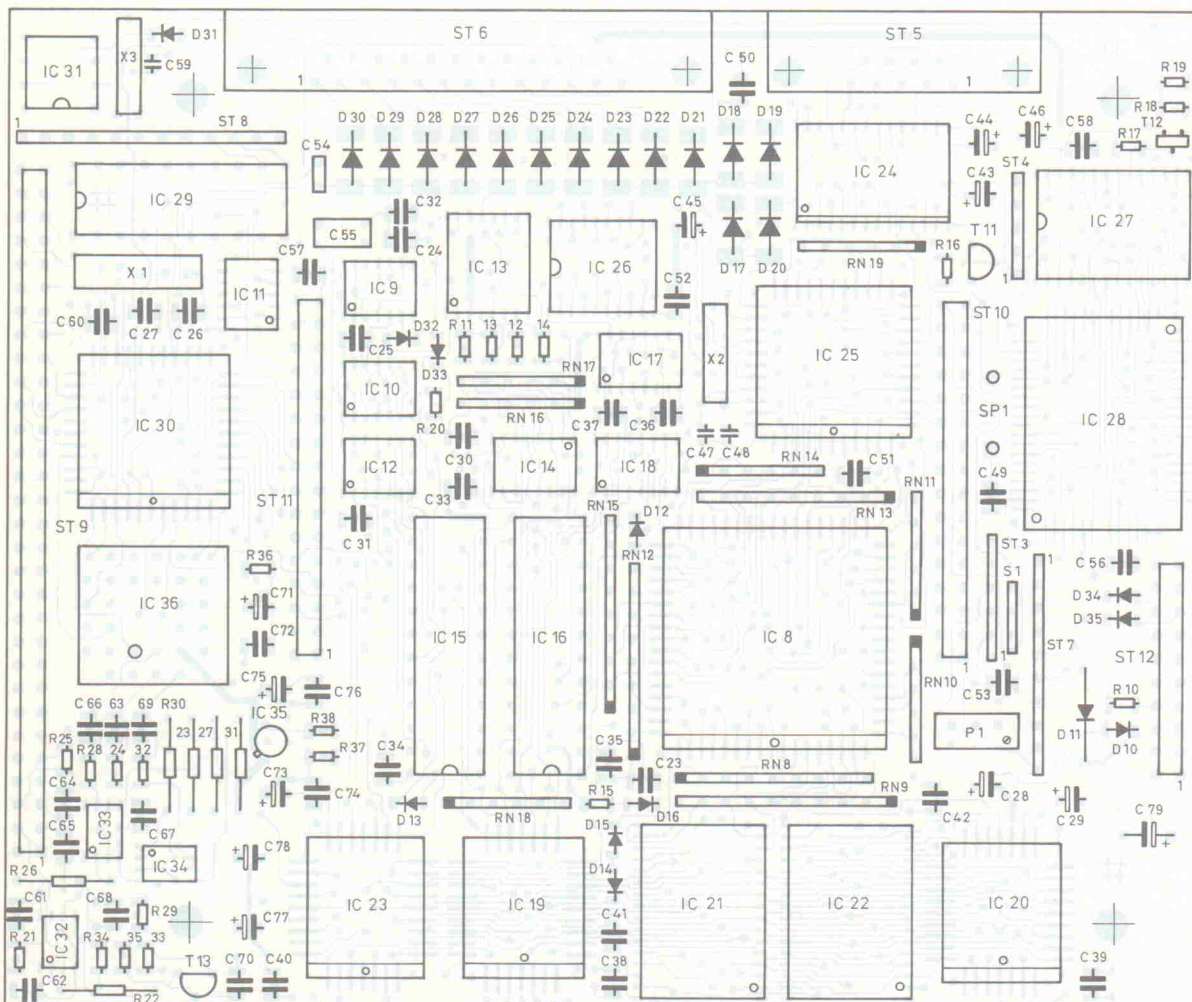
Funktion übernimmt die Schaltung bestehend aus T1, D3, RN1/A, RN2/A und RN3/C. T1 schaltet durch, wenn die Spannung am Ausgang des 7805 (IC1) 3 V erreicht hat. Damit wird über die beiden restlichen

NOR-Gatter aus IC2 der für T2 zum Einschalten notwendige Low-Pegel blockiert.

Der HCF 4001 (IC2) ist mit seinem Bezugspotential (Pin 7) an die negative Spannung -5 VD



**Bild 13.**  
Die fertig aufgebaute Rechnerplatine, die hier mit zwei elektrisch löschbaren Flash-EPROMs bestückt ist.



**Bild 11.**  
MultiLog ist fast ausschließlich mit SMD-Bauteilen bestückt. Deswegen dürfte ein Nachbau von Hand nicht in Frage kommen.



angeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß der zum Durchschalten von T2 notwendige Low-Pegel bis in den negativen Bereich reicht. Dies verringert den Drain-Source-Widerstand von T2. Ohne diese Maßnahme wäre der Wirkungsgrad der Versorgungsschaltung unnötig herabgesetzt.

Die Ladeschaltung für den eingebauten Akkusatz ist mit dem LM 317 (IC6) aufgebaut, der als steuerbare Stromquelle mit leicht abfallendem Ladestrom bei steigender Ladespannung beschaltet ist. Ist der Transistor T10 offen, bestimmen R4, R5, R6 und R7 den Ladestrom, der bei einer Akkuspannung von 5 V etwa 180 mA beträgt. Schaltet T10 durch, sinkt der Ladestrom auf etwa 25 mA, was dem empfohlenen Wert für zeitlich unbegrenzte Erhaltungsladung entspricht.

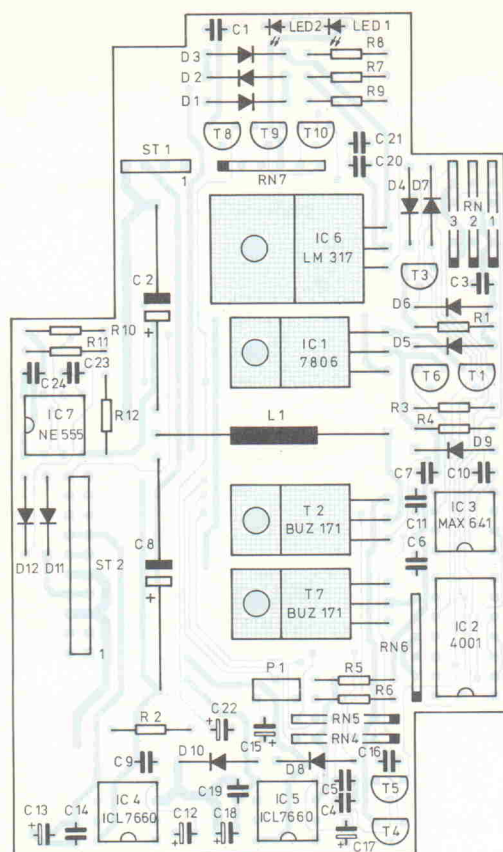
Ein Durchschalten von T10 wird durch periodisches Triggern der mit dem Zeitgeberbaustein NE555 (IC7) aufgebauten Schaltung erreicht. Leuchtet die rote LED, wird beschleunigt geladen. Dazu muß der Rechner die Leitung 'TRIGC' der Trigger-Schaltung über den Port PA3 des Parallel-Ports im Sekundenabstand mit Impulsen versorgen. Ist das Ladeende erreicht, was der Rechner anhand der gemessenen Akkuspannung überwacht, stellt er die Triggerimpulse ein. Daraufhin fließt der verminderte Ladestrom, und die grüne LED leuchtet.

Mit diesem Schaltungskonzept kann der Akku innerhalb von fünf Stunden zu 90 % geladen werden, ohne daß die Gefahr einer Überladung besteht. Auch wenn der Rechner abstürzen sollte, ist diese Gefahr nicht gegeben, da die Triggerimpulse dann ausbleiben.

## Anschluß von Sensorelektronik

Zum Anbau von individueller Meßelektronik stellt die Rechnerplatine am Steckverbinder ST9 alle erforderlichen Meß- und Steuersignale bereit. Hier lassen sich Verstärkerschaltungen, Referenzquellen, Bereichsumschaltungen und dergleichen platzieren.

Die Versorgungsspannungen sind streng nach analogen und digitalen Verbrauchern ge-



**Bild 12.** Die Stromversorgungs-Platine ist bereits mit diversen Ausbrüchen versehen und paßt damit direkt über das Akku-Fach des datec-Mobil-Gehäuses der Firma OKW.

trennt, ebenso die zugehörigen Bezugspotentiale. Beim Leiterbahnlayout für die Zusatzplatine ist besonders bei der Signalbezugsfläche 'SGND' auf ein flächiges, wenigstens aber sternförmiges Verlegen der Bahnen zu achten. Auch das mit 'AGND' bezeichnete Bezugspotential, an das zum Beispiel die Abblockkondensatoren aller analogen Komponenten anzuschließen sind, muß nach Möglichkeit sternförmig ausgeführt sein. Die digitale Masse 'DGND' darf auch Querverbindungen aufweisen, da hier eine geringe Impedanz wichtiger ist als die Vermeidung von Brummschleifen.

Die an Pin 2 anliegende Referenzspannung von 2,5 V trägt nur eine hochohmige Belastung. Im Zweifelsfall ist hier ein Pufferverstärker nachzuschalten.

Die drei analogen Meßkanäle des A/D-Wandlers sind auf der Rechnerplatine mit 1 M $\Omega$  abgeschlossen und weisen je nach Bestückung einen Eingangsbereich von 0...+2,5 V oder von -2,5...+2,5 V auf. Auf der Analog-Platine sollte man je nach Anwendung entsprechende Tiefpaßfilter einfügen.

An den Pins 23...37 sind universell einsetzbare I/O-Ports des

Portbausteins VIA G65C22 (IC30) angeschlossen. Die Ports PA0 und PA1 sind bereits mit den Leitungen des I<sup>2</sup>C-Bus belegt. Sollen hier weitere I<sup>2</sup>C-Bus-Komponenten angeschlossen werden, müssen diese Leitungen mit 10-k $\Omega$ -Pullup-Widerständen versehen werden, da die Kapazitätsbeläge sonst die Übertragungsrate begrenzen. Die Ports PB0...PB7 können mit ihrer höheren Ausgangsleistung Transistoren auch ohne Pullup-Widerstand treiben, wobei bei einem Low-Pegel von 0,4 V alle Ports 3,2 mA aufnehmen können.

An ST9 ist auch eine Auswahl von Prozessorsignalen angeschlossen. Hier lassen sich digital gesteuerte Peripheriebausteine wie Multiplexer oder D/A-Wandler anschließen. Außerdem sind alle Signale vorhanden, um wahlweise einen weiteren synchronen Baustein der Reihe 65XX oder 68XX einzubinden. Es stehen dazu die Chip-Select-Signale 'CSMUX' (Adreßbereich \$F44000...\$F47FFF) und 'CSFREE' (Adreßbereich \$F4E000...\$F4BFFF) zur Verfügung. Das Chip-Select-Signal des A/D-Wandlers 'CSAD' ist ebenfalls auf ST9 geführt. Damit kann der A/D-Wandler auf der Rechnerplatine bei Bedarf durch andere Wandlertypen

## Stückliste

### Stromversorgungs-Platine

#### Widerstände:

R1,11	10k
R2,3	100k
R4	47k
R5	33k
R6	100k
R7,8	10R
R9	1k5
R10	15k
R12	220k
P1	10k Trimmer stehend

#### Widerstandsnetzwerke:

RN1	5 $\times$ 1k
RN2,4,7	5 $\times$ 20k
RN3,5	5 $\times$ 10k
RN6	5 $\times$ 100k

#### Kondensatoren:

C1,3...7,9,14,16,19,20,23,24	100n ker.
C2	470 $\mu$ /25 V
C8	100 $\mu$ /25 V
C10	1n
C11,21	220n
C12,13,17,18,22	22 $\mu$ /25 V
C15	2 $\mu$ /25 V

#### Dioden:

D1...4,11	1N4001
D5	ZPD 3V9
D6	ZPD 5V6
D7,8,10	1N4148
D9	1N5819
D12	ZPD 7V5
LED1	Leuchtdiode 3 mm, rot
LED2	Leuchtdiode 3 mm, grün

#### Transistoren:

T1,3...5,8...10	BC557
T2,7	BUZ171
T6	BSS295

#### ICs:

IC1	7806
IC2	HCF4001
IC3	MAX 641
IC4,5	ICL 7660
IC6	LM 317
IC7	NE 555

#### Sonstiges:

L1	330 $\mu$ H, Drossel
ST1	1 $\times$ 4 Stiftleiste
ST2	2 $\times$ 10 Stiftleiste
4 $\times$ DIL 8	
1 $\times$ DIL 14	
1 Platine	

auf der Analog-Platine ersetzt werden.

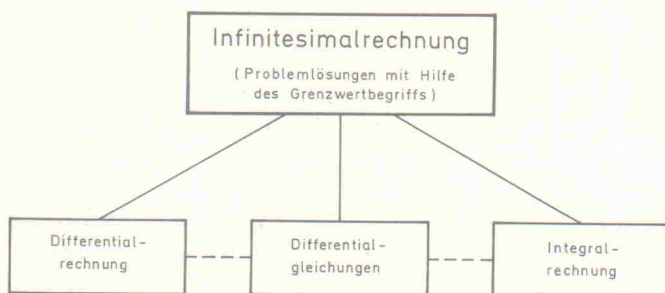
Konkrete Anwendungsbeispiele zum Anschluß von Sensorelektronik, das Betriebssystem RTOS-UH sowie die wichtigsten Routinen zum Betrieb von MultiLout werden im Mittelpunkt des nächsten Teils stehen.



# Unbestimmte Integrale

**Ebenso wie die Differentialrechnung ist die Integralrechnung ein Teilgebiet der Infinitesimalrechnung. Beide Rechenarten beziehen sich auf das beliebig Kleine, beispielsweise auf beliebig kleine Kurvenabschnitte. Das Integrieren kann man dabei als Umkehrung des Differenzierens betrachten.**

Mit Hilfe der Integralrechnung ist es möglich, aus dem gegebenen Steigungsverlauf einer Funktion  $F'(x)$  die zugehörige, auch als Stammfunktion bezeichnete Ursprungsfunktion  $F(x)$  zu ermitteln. In diesem Zusammenhang hat man in aller Regel ein unbestimmtes Integral zu lösen.



**Bild 1. Zur Infinitesimalrechnung zählen sowohl die Differential- und Integralrechnung als auch die Differentialgleichungen, zu deren Lösung man die infinitesimalen Rechenarten benötigt.**

In der praktischen Technik wendet man die Integralrechnung jedoch relativ selten zum Bestimmen einer Stammfunktion an, weitaus häufiger sind hier numerische Werte gefragt. Aus diesem Grund sind in Verbindung mit technischen Anwendungen zumeist bestimmte Integrale zu lösen, aus denen ein – für die Problemlösung ohnehin nicht erforderlicher – eindeutiger funktionaler Zusammenhang nicht hervorgeht.

In Verbindung mit numerischen Näherungsverfahren ist das Bilden von Integralen durch arithmetische Algorithmen ersetzbar. Die auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse weisen allerdings nur eine endliche Genauigkeit auf. Praktische Einsatzgebiete für die Integralrechnung sind unter anderem:

- das Berechnen von Flächen, Volumina und Oberflächen (Hüllen);
- das Bestimmen von Schwerpunkten (Mechanik);
- das Ermitteln elektrischer und mechanischer Arbeit;
- das Lösen von Differentialgleichungen;
- das Berechnen von Fourier-Reihen;
- das Berechnen von Effektiv-, Mittel- und Gleichrichtwerten;
- Anwendungen in der Mathematik.

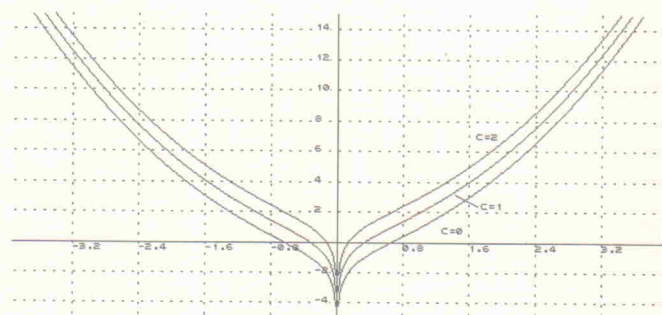
Vor der Anwendung der Integralrechnung auf elektrotechnische und elektronische Problemstellungen ist es notwendig, einige elementare Grundlagen zu dieser Thematik zu klären. Dann allerdings sind auch eher unerwartete Anwendungen möglich.

In der Mathematik sind Rechensymbole als allgemeine Verarbeitungsvorschrift definiert, so daß man umständliche Schreibweisen vermeiden kann. Für die Rechenvorschrift 'Integrieren' gilt dies natürlich ebenso. Ist  $f(x)$  gegeben und eine Funktion  $F(x)$  gesucht, die der Bedingung  $F'(x) = f(x)$  genügt, so schreibt man:

$$\int f(x) dx = F(x)$$

Gelesen wird dieser Ausdruck wie folgt: Integral (über)  $f(x)$   $dx$  gleich  $F(x)$ . Man nennt  $f(x)$  den Integranden,  $x$  die Integrationsvariable und  $F(x)$

die zugehörige Stammfunktion. Das  $dx$  gibt zu erkennen, daß  $x$  die Integrationsvariable ist.



**Bild 2. In diesem Plot sind drei der unendlich vielen Lösungskurven für die im Text genannte Stammfunktion dargestellt.**

Wie bereits eingangs kurz erwähnt, spricht man vom unbestimmten oder allgemeinen Integral, wenn sich die Rechnung tatsächlich auf die Ermittlung der Stammfunktion bezieht. Als Ergebnis der Integration erhält man also in diesem Falle immer eine Funktion. Die durch Integration gefundene Lösung unterscheidet sich allerdings durch eine sogenannte Integrationskonstante  $C$  von der gesuchten Funktion. Im Idealfall hat diese Konstante aber den Wert null. Ein Beispiel verdeutlicht den Sachverhalt:

$$f(x) = F'(x) = 3x^2 \rightarrow F(x) = x^3 + C$$

Die Integrationskonstante ist deshalb zu notieren, weil eine Konstante beim Differenzieren 'verschwindet', oder präzise gesagt, den Wert null annimmt. Der Zusammenhang wird deutlich, wenn man die Ableitung der Funktion  $F(x)$  bildet:

$$\frac{dF(x)}{dx} = \frac{d(x^3 + C)}{dx}$$

Nach den bekannten Regeln der Differentialrechnung erhält man als Ergebnis wieder den Ausgangsterm  $3x^2$ .

Einige Integrale folgen unmittelbar durch Umkehrung der jeweils differenzierten Form, derartige Integrale bezeichnet man als Grundintegrale. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Grundintegrale zusammengefaßt. Ihre Gültigkeit kann man unmittelbar durch Bilden der Ableitung nachweisen. Aus der obigen Rechnung folgt allgemein:

$$\frac{d(x^{n+1})}{dx} = (n+1) \cdot x^{(n+1)-1} = (n+1) \cdot x^n$$

Betrachtet man den ersten und den letzten Term für sich, erhält man durch beidseitige Division durch  $n+1$  und beidseitige Multiplikation mit  $dx$  eine anschauliche Formel:

$$\frac{d(x^{n+1})}{n+1} = x^n dx$$

In folgender Gleichung ist der Bezug zur Integralrechnung noch besser zu erkennen:

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C.$$

Diese Formel gilt für  $n \neq -1$ . Für  $n < 0$  gilt zudem  $x \neq 0$ .

Die Integrationskonstante  $C$  ist in Tabelle 1 nicht mit aufgeführt, da ihre Existenz als bekannt vorausgesetzt werden kann. Weitere Grundintegrale sind in den einschlägigen mathematischen Formelsammlungen zu finden. Bei jeder Integration greift man letztlich auf diese Grundintegrale zurück.

Auch für die Integration gelten bestimmte Regeln beziehungsweise Rechenvorschriften. Die wichtigste Regel lautet:

$$\int [c_1 \cdot f_1(x) \pm c_2 \cdot f_2(x)] dx = c_1 \int f_1(x) dx \pm c_2 \int f_2(x) dx$$

Zu erkennen ist, daß man konstante Faktoren vor das Integral stellen und einzelne Summanden beziehungsweise Minuenden und Subtrahenden bei



Differenzen in separate Integrale aufteilen kann. Diese Tatsache erleichtert das Lösen von Integralen ungemein. Als Beispiel soll dazu folgendes Integral dienen:

$$I = \int (2x + 5 \sin x) dx$$

Entsprechend der obigen Regel und der Tabelle 1 erhält man die Lösung durch Aufteilen des Gesamtausdrucks in zwei einfache Grundintegrale:

$$\begin{aligned} I &= 2 \int x dx + 5 \int \sin x dx \\ I &= f(x) = 2 + 5 \cdot (-\cos x) + C \\ I &= f(x) = 2 - 5 \cos x + C \end{aligned}$$

Genaugenommen fällt bei jedem der beiden zu lösenden Teilintegrale eine separate Integrationskonstante an. Der Einfachheit halber kann man aber beide Konstanten zu einer Konstanten C zusammenfassen. Auf das Ergebnis hat diese Zusammenfassung keinen weiteren Einfluß.

Die zunächst unbekannte Integrationskonstante hat zur Folge, daß bei der Lösung eines unbestimmten Integrals unendlich viele Lösungen existieren, die sich lediglich durch die Konstante, die ja jeden beliebigen Wert annehmen kann, unterscheiden. Eine praktisch verwertbare, eindeutige Lösung kann man erst durch Berücksichtigen von bekannten Anfangs- oder Randbedingungen gewinnen. Anfangsbedingungen kommen immer dann zum Tragen, wenn es sich um zeitlich abhängige Vorgänge handelt. Von Randbedingungen spricht man hingegen, wenn es sich um zeitlich unabhängige Vorgänge handelt. Beim Anwenden der Integralrechnung auf ein bestehendes technisches Problem sind die notwendigen Bedingungen normalerweise bekannt, so daß hier keine Probleme zu erwarten sind.

Geometrisch bedeutet das Selektieren einer Lösung mit Hilfe der Anfangs- oder Randbedingungen, daß man aus allen möglichen Lösungen diejenige Lösungskurve bestimmt, auf der ein vorgegebener Punkt liegen soll. Als Beispiel sei folgendes Integral zu lösen:

$$y = \int \left( 2x + \frac{1}{x} \right) dx$$

Von der Lösung sei der Punkt P(1, 2), also mit den Koordinaten  $x = 1$  und  $y = 2$ , bekannt. Die Kurve der Lösungsfunktion muß durch diesen Punkt verlaufen. Mit Hilfe der Tabelle 1 erhält man für die Lösung des Integrals:

$$\begin{aligned} y &= \int 2x dx + \int \frac{1}{x} dx \\ y &= 2 \int x dx + \int \frac{1}{x} dx \\ y &= 2 \cdot \frac{1}{2} x^2 + \ln |x| + C \\ y &= x^2 + \ln |x| + C \end{aligned}$$

Einige der möglichen Lösungskurven sind in Bild 2 wiedergegeben. Den Wert der zunächst unbekannten Integrationskonstante C ermittelt man durch Einsetzen des bekannten beziehungsweise vorgegebenen Punktes:

$$\begin{aligned} 2 &= 1^2 + \ln |1| + C \\ 2 &= 1 + C \\ C &= 1 \end{aligned}$$

Somit lautet die komplette Lösung:

$$y = x^2 + \ln |x| + 1$$

Die Darstellung in Bild 2 enthält auch diese Lösung. In der Praxis nimmt die Integrationskonstante häufig den Wert null an. Auch dazu ein einfaches Beispiel: Für die Energie, die ein mit der Spannung  $U_C$  geladener Kondensator gespeichert hat, gilt:

$$W_C = \int Q dU_C$$

Die im Kondensator gespeicherte Ladung Q beträgt:

$$Q = C \cdot U_C$$

Besonders interessant ist hier der funktionale Zusammenhang  $W_C = f(U_C)$ . Diesen Zusammenhang kann man durch Lösen des Integrals ermitteln. Es gilt:

$$W_C = \int C \cdot U_C dU_C$$

$$W_C = f(U_C) = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_C^2 + C_1$$

Durch Kenntnis der technischen Zusammenhänge ist bekannt, daß bei  $U_C = 0$  keine Energie im Kondensator C gespeichert sein kann. Aus diesem Grund gilt folgende Gleichung zum Bestimmen der Integrationskonstanten, die hier zur besseren Unterscheidung von der Kondensatorkapazität C als  $C_1$  bezeichnet ist:

$$0 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot 0 + C_1$$

Der Wert der Integrationskonstanten beträgt somit  $C_1 = 0$ .

In vielen Berechnungen treten Integrale auf, deren Stammfunktion man mit den hier vorgestellten Lösungswegen nicht bestimmen kann. Für diese Fälle gibt es eine fast unüberschaubare Vielfalt unterschiedlichster spezieller Lösungsverfahren. Dazu gehören beispielsweise die partielle Integration, die Lösungssuche durch Substitution, die Integration durch Partialbruchzerlegung, die Integration durch Reihenentwicklung, der Residuensatz, und, und, und ...

Mathematische Forschungsinstitute entwickeln ständig neue, mehr oder weniger praktisch verwertbare Lösungsverfahren. Sie alle aufzuzählen oder gar näher vorzustellen ist unmöglich. Ebenso ist es für einen Techniker äußerst unrealistisch, alle in Frage kommenden Verfahren jederzeit parat zu haben. Im Fall der Fälle muß man deshalb die entsprechende Fachliteratur zu Rate ziehen. In der täglichen Praxis ist man in solchen Fällen mit der Lösung eines bestimmten Integrals oftmals besser bedient. Dabei erhält man allerdings keinen eindeutigen funktionalen Zusammenhang, sondern lediglich einen Zahlenwert, der aber bereits die Problemlösung darstellt. Dieser Zahlenwert ist eine Ordinate der nicht berechneten und deshalb unbekannten Stammfunktion für einen bestimmten Abszissenwert. Da man in der Technik grundsätzlich mit endlich genauen Zahlenwerten auskommt, kann zudem das Lösen des bestimmten Integrals entfallen, wenn man sich auf numerische Näherungsverfahren beschränkt. Die bei diesen Verfahren anfallenden numerischen Berechnungen übernimmt natürlich ein Computer.

$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$	gilt nicht für $n = -1$
$\int \frac{1}{x} dx = \ln  x $	gilt nicht für $x = 0$
$\int e^x dx = e^x$	
$\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a}$	gilt für $a > 0$ und $a \neq 1$
$\int \sin x dx = -\cos x$	
$\int \cos x dx = \sin x$	
$\int \tan x dx = -\ln  \cos x $	gilt nicht für ungeradzahlige Vielfache von $\frac{\pi}{2}$

**Tabelle 1. Einige wichtige Grundintegrale (ohne Angabe der Integrationskonstanten).**



# P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00	<b>IE<sup>2</sup>-IF-Modul</b> — IEEE-488 Interface für Einplatinenrechner <b>Von A bis Z 80</b> — Z 80 Controllerboard incl. 2 Gals — Imulator Platine	052-918/ds	46,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	Aufmacher II	081-892	52,00		052-919/ds	138,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	Hercules-Interface	081-893	64,00		062-921	16,00
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	SP/DIF-Konvertor	101-900	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00	<b>19-Zoll-Atari</b> — 19-Zoll-Atari Platine 1 — 19-Zoll-Atari Platine 2 — 19-Zoll-Atari Platine 3 — 19-Zoll-Atari Backplane	062-920	Preis auf Anfrage
Rom-Port-Puffer			Uni Count	111-904/ds	70,00			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	535-Designer	121-905	44,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	BasiControl inkl. Gal	032-914	73,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	LF-Empfänger	042-917/ds	64,00			
SZINTILLATIONS-DETEKTOR								
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00						
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00						
RÖHREN-VERSTÄRKER								
— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	<b>VOLLES HAUS</b>					
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Endstufe	061-878	43,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Stromversorgung	061-879	30,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Heizung	061-880	15,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Relais	061-881	32,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	— Schalter	061-882	6,00			
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	— Poti	061-883	6,50			
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	— Treiberstufe ± Line-Verstärker a. 6/91					
Dynamic Limiter	129-771	32,00						
DATENLOGGER 535			<b>PC-SCOPE</b>					
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	— Hauptgerät	061-884/ds	64,00			
RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	— Interface	061-885/ds	52,00			
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00	+ Diskette/PC (Sourcecode)					
50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00	Betriebssoftware 5,25"	S 061-884 M	28,00			
Antennenverstärker	050-825	7,50						
20-KANAL-AUDIO-ANALYZER			<b>SendFax-Modem</b>					
— Netzteil	060-832	13,50	— Platine	071-891/ds	64,00			
— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	30,00	— EPROM		25,00			
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00						
— Matrix	060-835/ds/oB	34,00	<b>Hotline</b>					
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50	— RAM Karte	091-894/ds	64,00			
Beigeordneter	080-842	35,00	— 16-Bit-ADC	101-897/ds	64,00			
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00	— 12-Bit-ADC	101-898/ds	64,00			
EMV-Tester	110-861	10,00						
5-Volt-Netzteil	110-862	32,00	<b>Midi-to-Gate/Power</b>					
VCA-Noisegate	120-863	32,00	— Steuerplatine incl. EPROM	091-895	82,00			
LWL-TASTKOPF			— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine	091-896	28,00			
— Sender	120-864	7,00	— Midi-to-Power Erweiterungsplatine	101-903	28,00			
— Empfänger	120-865	7,00						
RÖHRENVERSTÄRKER:			<b>Atari ST-Hameg-Interface</b>					
„DREI STERNE...“			— Interface	101-899/ds	38,00			
— Treiberstufe	100-851/ds	56,00	+ Diskette Steuersoftware	S101-899A	30,00			
— Hochspannungsregler	100-852	32,00						
— Gleichstromheizung	100-853	14,00	<b>Atari VME Bus</b>					
— Endstufe	100-854	13,00	— Atari VME Bus (2-Platinensatz)					
Achtung, Aufnahme			+ Atari VME Bus Software auf Diskette					
— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALS			+ incl. 3 prog. Pals	012-907/ds	158,00			
+ Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00						
Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00	<b>IR-Fernbedienung</b>					
Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00	— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00			
µPA	011-867/ds	14,00	— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00			
LowOhm	011-868/ds	32,00						
SIMULANT: EPROM-Simulator			<b>RÖHREN-ENDSTUFE</b>					
— Platine + prog. mController	021-869/ds/E	135,00	— Endstufe	032-914	46,00			
MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11			— Netzteil	032-913	43,00			
— Platine	031-874/ds/E	64,00						
— Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch	S 031-874 M	100,00	<b>9-Bit-Funktionsgenerator</b>					
ST-Uhr	041-875	14,50	— Frontplatine					
UniCard	041-877	70,00	+ Hauptplatine					
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00	+ 1 Gal					
Temperatur-Monitor			+ 3 Eproms	032-910	160,00			
+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00						
			<b>Browne Ware</b>					
			— 18-Bit-Audio-D/A Wandler-Board	042-915/ds	64,00			
			<b>Halbe Portion</b>					
			— 32-Bit-Controller mit MC 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50			

**Beachten Sie auch unser 1/2-Preis-Angebot auf Seite 82**

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. 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, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

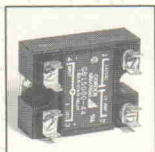
**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





## GORDOS Solid State Relay.



Schaltet bis 10 Amp. bei 240 VAC. Ansteuerung von 3-32 VDC. Maße 56x37xH2,54 mm. Schraubanschlüsse. High Quality.

BN 95636-01

12,90

## CANON Lüfter.



Ein Superdeal unseres Einkaufs. Dieser Mini bringt so viel wie jeder große. Die 7 Lüfterschrauben sorgen dafür. Maße nur 60x60x25 mm. 12 VDC/100 mA. Model CF60/T-113 N3D. Ideal zum Belüften von Autos, Verstärker, Netzteile, Computer. Betrieb mit Solarzellen kein Problem.

BN 95637-01

12,90

ab 3 Stück 9,98

## Wunder oh Wunder, aber wir habens drauf!

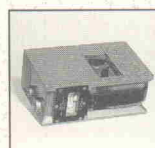


Stereo-Plattenspieler 33/45 UpM mit Stereo-Verstärker 2x10 Watt. 2 Lautsprecher inkl. Trafo zur Stromversorgung. Ein Tip für jeden Daddy, wenn die Kids einen Plattenspieler brauchen. Papi muß nur das Holz bearbeiten.

BN 95638-01

29,90

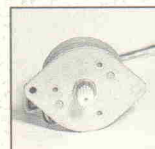
## NATO-Olive Strahlungsmesser.



Gefertigt bei "EKCO Electronics England". Hochwertiges NATO-Röntgenmeter. Anzeige in Röntgen/Sid. über 3 umschaltbare Skalen. Extra Eichskala. Zuschaltbare Skalenbeleuchtung. Batterie-Skala. Betrieb mit 2 Monozellen. Lieferung mit wasserdichter Tragetasche, direkt aus NATO-Depots. Die Geräte sind neu oder gebraucht, aber alle in den Nachschubdepots gewartet.

Embargo, deshalb lieferbar nur in Nato-Länder.  
BN 95639-01 198,00

## AIRPAX



Stepmotor mit 4 Drahtanschlüssen. 20 Schritte per Umdrehung. 18 Grad. Betrieb 5-12 V. Minimaße: Durchmesser 35 mm. Einbautiefe 16 mm. Abnehmbares Zahnritzel. Achse-Ø 2 mm, Länge 8 mm.

BN 95642-01

3,20

ab 5 Stück 2,80

## Original Made in Germany.



MF 2 Keyboards von Superqualität. 102 Keys. PC-AT.

BN 95643-01

58,00

Version Deutschland

## MF2 Keyboards wie oben,

jedoch evtl. mit leichten Gebrauchsspuren, sonst o.k.  
BN 95647-01 Version Deutschland 38,00

## Ein Deal mit MELLES GRIOT,



der Laser-Hersteller in USA. HE-NE Rotlicht-Laserrohre min. 2,0/ max. 3,0 mW. Superkleines Rohr, nur L190x Ø 25 mm. Absolute High Tec Quality.

BN 95645-01

79,80

## Melles Griot - Laserrohr wie oben

jedoch komplett mit 12 Volt Lasernetzteil.  
BN 95646-01 148,00

## RADAR Trak.



Geschwindigkeitsmessungen bis 199 Km/h. Umschaltung von Km auf Meilen. Memoryspeicher. LCD-Display. 2 Messungen am Objekt möglich. Handliches Gerät in Pistoliform.

BN 95621-01

24,90

ab 3 Stück 19,80

## Mini-Toy-Motor.



Maße nur L28x Ø 20 mm. Achse L 9 mm x Ø 2 mm. Betriebsspannung 0,4-6,0 V DC. UpM bei 6 V: 4.800. Als Sonnenmotor einsetzbar, läuft an Solarzelle 0,45 V.

BN 95624-01

0,64

ab 5 Stück, p. St. 0,59

## Original YAMAHA YBB - 26.



Keyboard Carrying Case für YAMAHA Keyboards PSS-470 und PSS-570 sowie für alle Keyboards mit ca. Maßen L660xB286xH88 mm. Diese Spezialtasche läßt sich auch als Tennis-, Sport- und Reisetasche verwenden. Es ist klar, daß für teure Keys auch bestes Transportmittel verwendet wird.

Die Tasche hat Tragebügel und verstellbaren Umhängeriemen. Die Tasche ist innen gefüttert, Outfit Schwarz/Dunkelrot.  
BN 95625-01 18,00

ab 3 Stück, p. St. 14,80

## Ihre Sicherheit! Jetzt riechen.

Kohlenmonoxid, Butan / Propan, Ethanol / ISO-Butan



Methan. Mit unserem Schnüffelgerät für alle Haushaltsgase sowie Rauch und Feuer. Die Entwicklung wurde von "Delta Kabel Telekom" in Holland durchgeführt. Das Gerät für Europa, gebaut mit Eurostecker, arbeitet an 220 V und benötigt nur 2 W. Das Netzsteckergerät läßt sich für Camper ganz einfach auf 12 V-Betrieb umbauen. Holländische

High Tech für Sie und ganz Europa.  
BN 95626-01 27,80

## SUPERLAUTSPRECHER



aus Israel 200 W RMS, in 12" Korb (335 mm), geeignet für Boxenbauer, aber auch als idealer Autoabaß und Subwoofer. Leistung 200 W RMS (ca. 250 W DIN). Frequenz Bereich 18 Hz - 1.800 Hz. Res. Fr. 22 Hz. Imp. 4 - 6 Ω. Qt 0,65. M 67 gr. Vas 450 Liter. Polypropylen Membrane, 51 mm Schwingspanne. 130 mm Magnet mit 10.500 G.

BN 13109-01

98,90

## 750 W Supernetzteile



aus Großcomputern im Metallgehäuse. Eingang 220 V. Ausgang 12 V/1,2 Amp. + 5 V/100 Amp. Mit einem Mini-Aufwand (Vorschlag anbei) haben Sie ein geregeltes Netzteil 12 - 24 V bei 12 Amp.

BN 90333-01

54,00

## Netzgerät wie oben,

jedoch mit 5 V/100 Amp. sowie 24 V/10 Amp.  
BN 95011-01 19,80

## Netzgerät wie oben,

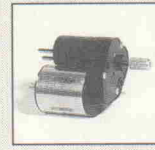
jedoch von uns bis jetzt nicht definiert  
BN 95414-01 9,80

## Neon-Lampen-Driver



Eingang 12 V DC. Ausgang direkt an Neonleuchten 10 - 20 W. Ge- kapselt in Alu-Gehäuse.  
BN 75835-01 28,-

## 2 Superstarke Getriebemotore.



Der kleine Motor mit 12 V läßt sich nach rechts/links drehen bei 2-3 UpM. JEKO hat hier einen Mini-Motor mit Maxi-Leistung entwickelt. Die kompakten Maße: 50x50 mm. Achse L 17x Ø 3 mm. Rechts/Linksauflauf.

BN 95630-01

5,90

ab 3 Stück, p. St. 5,40

## ...der große Getriebemotor läuft an 220 V/50 Hz.

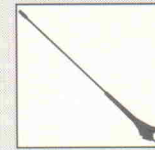


Ausgerüstet mit Anlaufkondensator, dreht er 15 UpM. Der Alu-gelappte Motor leistet höchste Kraft. Maße Motor: 11x11 cm. Maße Achse: L2,5x Ø 1,0 cm. Achse mit Splintbohrung.

BN 95631-01

28,00

## Die schnellsten Autos.



fahren mit dieser Sport-Autoantenne, z.B. passend für den Golf GTI oder Corrado, aber auch universal für alle anderen flotten Flitzer. Die Innotech-Antenne ist ein wertvolles Ergebnis mit Wendelantenne ca. 400 mm. Abschraubbar gegen Diebe. Über 4 m Anschlußkabel.

BN 95632-01

18,90

## Original Remington Batterierasierer



mit Schwingkopf. Jetzt gerade richtig für die Reise, der Netzunabhängige. Lieferung mit 6 Doppelklingen - Vibriert und massiert. 1 Jahr Garantie.

BN 95486-01

9,98

## NISSEI-Voltconverter und Ladegerät



Vorgesehen für den Betrieb von Faxgeräten im Auto, wie von vielen deutschen Großunternehmen angeboten. Leistung 12 V DC Input. 24 V DC 1,9 Amp. Output. Ladespannung 24 V / 800 mA. Switchpower-Technologie, eingebautes Kühlsystem über Lüfter. Metallgehäuse 190 x 120 x 75. Gummifüße und

Befestigungsschienen. Schalter Power Ein/Aus mit LED und Umschalter Betrieb/Laden mit LED.  
BN 95658-01 24,80

ab 3 Stück 19,98

## ENERGIE SPAREN



Eine feine Sache und mit diesem Super-Thermostat-Computer extrem preiswert bei High-Tech-Qualität. Was können Sie alles sofort ablesen? Temperatur + Uhrzeit + Wochentag. Was können Sie alles schalten? Jeden Tag 4 verschiedene Schaltvorgänge, also 28 Schaltvorgänge in der Woche. Steuerungspannung von 9-28 V. Schaltleistung von 0,1 bis 1 Amp. 3 Schaltausgänge für z.B. Heizung/Ventilator/Markise. Einfache Bedienung. Automatische Schaltvorgänge jederzeit unterbrechbar. Große LCD-Anzeige. Netzunabhängig durch Batteriebetrieb. Formschönes Gehäuse B 150 x H 100 x T 35 mm.

BN 90459-01 24,80

ab 3 Stück 19,80

## From Philips,



Compo Tandem Sound Machine AW 7990. Tuner UKW / MW / LW. Digitale Senderabstimmung. 10 Festsender, Sendersuchlauf. Verstärker: 2 x 30 W mit 5 Band Equalizer. Doppeldeck: Autoreverse, High-Speed, Aufnahme/Wiedergabe, Auto Abschaltung, Mikroeingang, Mithörverstärker. Auto-Aufnahme. Boxen: abnehmbar 2 x 3 Wegesystem. Lieferung mit Fernbedienung.

BN 95657-01 empf VK 499,- bei uns nur 298,-

Bestellen: „Der große 1/92er Katalog“ kostenlos.  
Lieferung per Nachnahme.  
Auftragswert DM/SFr 50,-

Unsere  
Hotlines:

D: PhoneLine: (D) 07221-978-119  
FaxLine: (D) 07221-978-129  
Postbox 32 · 7570 Baden-Baden  
CH: PhoneLine (CH) 065-731023  
FaxLine (CH) 065-732483  
Postbox 2·CH 3425 Koppigen



# den muß man haben!

## „Der neue große Elektronik Katalog“

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (über 2000 Typen)  
ca. 200 Seiten - kostenlos - heute noch anfordern!

**Voll-elektronisches Echo- & Hallgerät**

durch Verwendung der Eimerketten-Speichertechnik bestens für professionelle Anwendungen geeignet, aber auch für den Hobby-Tonband-Freund. Einstellmöglichkeiten für Verzögerung von 20 msek. bis 200 msek., Halldauer, Hallanteil und Lautstärke, Fußschalteranschluss, Eingänge für Mikrofon (3 mV/10 kOhm) und Instrument (100 mV/220 kOhm), Frequenzbereich 50-14.000 Hz, Hallanteil 90-3500 Hz, Signal/Rauschabstand 60 dB, Betriebsspannung 220 V, Maße 8xHxT 225x70x170 mm **DM 168,-**

**Parabol-Richtmikrofon**, ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtung, Reportagen usw.), selbst Flüsterebene von 60 dB können aus über 100 m, bei guten Bedingungen, z.B. nachts, auch mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hoheempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Vorverstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Suchen für Kopfhörer und Tonband - **DM 138,-** Parabolstapel auch einz. lieferbar: grau **DM 24,50** klar **DM 26,50**

**ELA-Verstärker Mono 100 Watt**, äußerst robuster Durchsage- und Beschallungsverstärker für Netz- und Batteriebetrieb, ideal bei Sportveranstaltungen, im Festzelt, in Fahrzeugen, auf Booten usw., mit eingebauten Signaltonen (2-Klang-Gong, Sirene und Nebelhorn), Leistungsanzeige durch LED-Zeile, Überlastungsschutz, Klangregler, Eingänge: 2x Mikrofon (6,3 mm Klinkenbuchse), extern für Tonband o.B. (6,3 mm Klinkenbuchse / 40 mV), alle Eingänge mit 3 getrennten Reglern mischbar, Ausgänge: Klemmschlüsse, 4/8/16 Ohm 70/100 V, BxHxT 280x100x280 mm, Gewicht 4,5 kg, Stromaufnahme bei 12 V max. 8 A, Minus am Chassis, komplett mit Mobilstrommaterial und deutscher Bedienungsanleitung **DM 349,-**

**Scartverteiler** 1 Scartstecker 2 Scartkoppel, alle 21 Pins verdrahtet **DM 27,50**

**Scart-Video-Verbindungskabel** mit zwei 21-poligen Scartsteckern, alle 21 Adern verdrahtet, Überseekabel für Video- und Stereo-Audio-Signal (Aufnahme und Wiedergabe), auch für Anwendungen geeignet, wo Farbkomponenten einzeln übertragen werden (RGB), z.B. bei Computern u. Monitoren, 1,5 m lang **DM 14,95**

**Mechanischer Zwischenzähler** gebraucht und überprüft, zur separaten Verbrauchsanzeige für den Hobbyraum usw., 220 V AC, 10 (30) A **DM 19,80**

**Leuchtnebulakugel** im Großformat, auch unter der Bezeichnung „Kopfball“ bekannt, interessant leuchtende Strahlen werden sich vom Zentrum der Kugel zur Außenfläche hin durch Berühren der Glaskugel beeinflussen, eingebauter Mikrofon zur Steuerung durch Geräusche (abschaltbar), Regler für Helligkeit und Mikrofonempfindlichkeit, Durchmesser der Kugel ca. 23 cm, Stromversorgung 220 V **DM 169,50**

**NEU!**

**1. Unser neuer Katalog.**  
Mehr Inhalt = mehr Super-Angebot für Sie. Die Pflichtlektüre für alle Hobby-Elektroniker.

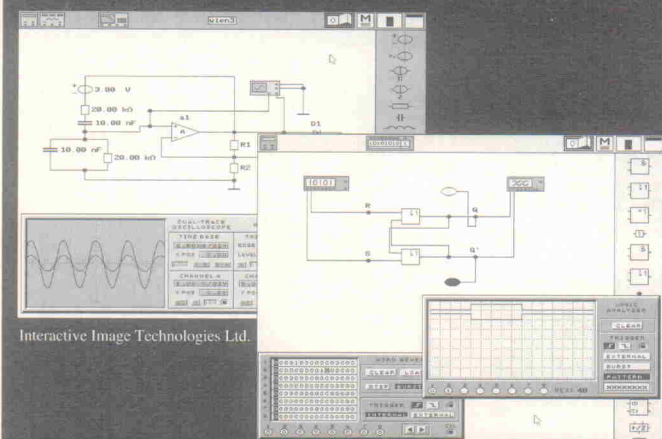
**2. Adresse Recklinghausen.**  
Wir sind umgezogen. Beachten Sie unsere neue Adresse.

Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten. Kein Versand unter DM 25,- (Ausland DM 150,-). Ab DM 200,- Warenwert im Inland portofrei. Im übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

**ALBERT MEYER Elektronik GmbH**  
Nachnahmeschnellversand: 7570 B.-Baden 11, Pf. 110168, Telefon (07223) 52055  
Ladenverkauf: B.-Baden, Stadtmittel, Lichtentaler Str. 55, Telefon (07221) 26123  
Recklinghausen-Stadtmittel, Schaumburgstr. 7, Fußgängerzone, Tel. (02361) 26326  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber Universitäts-Haupteing.), Tel. (0721) 377171

## Electronics Workbench™

### Das Elektroniklabor im Computer



CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen unter MS-DOS. Ausgezeichnet mit dem Media & Methods Award 1989.

Testberichte in ELRAD 11/91, ESM 1/92, ELEKTOR 1/92, ...

Fordern Sie noch heute kostenloses Informationsmaterial an.

Profiversion 1.026 DM  
Studentenversion 325 DM  
Demoversion 25 DM  
Schullizenzen auf Anfrage (incl. Mwst. / zzgl. Versand)

Exklusiv bei

Com Pro

Hard & Software Beratung  
Vogelsangstr. 12 D-7000 Stuttgart 1  
Tel. 0711-628275 Fax. 0711-620323

# 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 Fotokopie 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.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S007-586S	µPegelschreiber	9/87	246,- DM
S117-596S	Schrittmotorsteuerung	11/87	96,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	
S018-616M	EPROMmer	1/88	35,- DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	29,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	49,- DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	29,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,- DM
S119-768M	UI-D/A Wandlerkarte	11/89	35,- DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	35,- DM
S129-772C	UMA - C64	12/89	25,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	98,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	29,- DM
S100-855M	Vollständige Aufnahme Software D1		78,- DM
S031-874M	Entwicklungsgebung		100,- DM
S061-884M	PC-Scope Betriebssoftware		26,- DM
S101-899A	Atari ST-Hameg-Interface Software		30,- DM

### ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Hygrometer	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	25,- DM
D.A.M.E.	25,- DM
µPegelschreiber	25,- DM
E.M.M.A.	25,- DM
E.M.M.A.	25,- DM
MIDI-Monitor	25,- DM
Frequenz-Shifter	25,- DM
x/T Schreiber	25,- DM
E.M.M.A.	25,- DM
DSP	25,- DM
Leuchtaufschrift	25,- DM
SESAM	25,- DM
HALL.O.	25,- DM
HALL.O.	25,- DM
TV-TUNER	25,- DM
Hercules Interface	25,- DM
RDS Decoder Eprom	25,- DM

PAL	Preis
Autoalarmanlage	25,- DM
SESAM - System	35,- DM
SESAM - Interface	70,- DM
SESAM - AD	35,- DM
ST-Uhr	19,- DM

#### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme 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, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Ihre Bestellung richten Sie an:

**eMedia GmbH**  
Bissendorfer Straße 8 · 3000 Hannover 61



# LCR-Meßbrücken

Verlangen Sie noch heute unsere neue 8seitige Broschüre!



**Telemeter Electronic**

Posthof 4, D-8850 Donauwörth, Telefon (0906) 40 91

**NEUHEIT**  
100 kHz Meßbrücke



**L.P. ELECTRONICS LTD.**

**Ringkerntransformatoren**

16 VA 2x 6, 9, 12, 15, 22 V	33,90 DM
30 VA 2x 6, 9, 12, 15, 22 V	36,90 DM
50 VA 2x 6, 9, 12, 22 V	40,90 DM
60 VA 2x 6, 9, 12, 15, 18, 25 V	44,90 DM
120 VA 2x 6, 9, 12, 15, 18, 25, 35 V	55,90 DM
160 VA 2x 12, 15, 18, 25, 40 V	59,90 DM
226 VA 2x 12, 15, 18, 22, 25, 45 V	65,90 DM
300 VA 2x 18, 22, 25, 40, 45, 50 V	69,90 DM
500 VA 2x 25, 40, 45, 50, 55 V	98,90 DM

Spezifikation: IEC 742 Dreiesche Primär / Sek. Isolation, 5% Tol. Sek. spng. Primärspg. 1 x 220 V ac 50Hz, 200 mm lange Anschlüsse Montagezubehör inklusiv

Abgebote für Händler und Betriebe sowie Sonderabwicklungen nach Anfrage

**Alan K. Manton Electronic-Import**

Schilltichstr. 18  
D-7730 VS-Schwenningen

Fax 0 77 20/3 78 83 Tel. 0 77 20/3 78 72

## Leuchtdioden

LED's 3mm oder 5mm

in den Farben: rot, grün oder gelb

bei Einzelabnahme	0.12
ab 100 Stück je Typ	0.10
ab 1000 Stück auch gemischt	0.08
ab 5000 Stück auch gemischt	0.06

## Co-Prozessoren

<b>Intel</b>			
2C87-10MHz	119.--	8087-5MHz	179.--
2C87-12MHz	119.--	8087-8MHz	239.--
2C87-20MHz	129.--	80C287-XL	149.--
3C87-16SX	159.--	12MHz	
3C87-16MHz	239.--	80387-16SX	239.--
3C87-20SX	179.--	80387-16MHz	379.--
3C87-20MHz	239.--	80387-20SX	269.--
3C87-25SX	199.--	80387-20MHz	379.--
3C87-25MHz	239.--	80387-25MHz	379.--
3C87-33SX	249.--	80387-33MHz	379.--
3C87-33MHz	269.--	<b>Cyrix</b>	
3C87-40MHz	319.--	82S87-20MHz	129.--
		83S87-16SX	169.--
		83D87-16MHz	249.--
		83S87-20SX	189.--
		83D87-20MHz	249.--
		83S87-25SX	219.--
		83D87-25MHz	249.--
		83S87-33MHz	279.--
		83D87-40MHz	329.--
<b>Witek</b>			
3167-25GC	929.--		
3167-33GC	1179.--		
4167-25GC	1179.--		
4167-33GC	1689.--		

CA 3130 E	2.26	OP 77	4.99
CA 3140 E	1.33	OP 90	7.99
DAC 08	4.95	OP 227	22.99
DAC 10	18.46	SO 42	4.36
L 165	3.69	SSM 2016 P	13.96
L 200	2.17	SSM 2016 P	21.89
LM 833	1.99	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.94	TDA 1616 Q	7.89
NE 5532	1.49	TDA 1524 A	6.47
NE 5532 A	1.89	TDA 4446 B	4.99
NE 5534	1.47	TEA 2026 B	8.99
NE 5534 A	1.65	TL 497 A	3.77
OP 27	5.99	U 401 BR	12.96
OP 37	5.99	U 2400 B	4.99
OP 50	22.79	ZN 427	18.99

## Weller-Lötstationen

Magnastat-Lötstation

- Schutztransformator

- Lötkeilen TCP-S

- Lötkeilenhalter KH-20

- Potentialausgleich

- Temperaturautomatik

**WTCP-S**  
165.90

Lötstation mit elektron. Temperaturregung

- Sicherheitstransformator

- Lötkeilen LR-20

- Lötkeilenhalter KH-20

- potentialfrei

- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C

- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED

**WECP 20**  
229.--

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

## Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:

1/4 Watt; 5% Toleranz

Reihe E12 von 10 Ohm bis

1 MOhm (81 Werte)

S1 (je 10 St. = 810 St.) 12.90

S2 (je 50 St. = 3050 St.) 54.90

S3 (je 100 St. = 8100 St.) 99.00

Metalldübelwiderstände:

1/4 Watt; 1% Toleranz E12

S4 (je 10 St. = 810 St.) 23.96

S6 (je 50 St. = 3050 St.) 84.96

S8 (je 100 St. = 8100 St.) 159.00

Reihe E24 (121 Werte)

S5 (je 10 St. = 1210 St.) 39.90

S7 (je 50 St. = 6050 St.) 164.90

S9 (je 100 St. = 12100 St.) 299.00

## HAMEG - Oszilloskope

HM 203-7 1039.-- HM 604 1684.--

HM 1005 2249.--

41256-80	2.49
511000-70	7.49
511000-80	7.49
514256-70	7.69
514256-80	7.69
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	10.99
SIMM 256Kx9-70	24.90
SIMM 1Mx9-70	58.90
SIMM 1Mx9-80	58.90
SIMM 4Mx9-70	229.90
SIPP 1Mx9-70	63.90
SIPP 1Mx9-80	63.90
43256-100	7.79
27C64-150	3.69
27C256-120	4.49
27C256-150	3.99
27C512-150	6.99
GAL 16V8-25	2.99

Versandkosten:

- per Nachnahme DM 5.80

- per Bankinzug DM 4.--

ab DM 400.-- versandkostenfrei

Auf Wunsch Versand per UPS

Zuschlag: DM 8.--

(DM 13.-- bei Nachnahme)

Co-Prozessoren und RAM-

Preise unterliegen zur Zeit

starken Schwankungen. Um

Mißverständnissen bei der

Berechnung des aktuellen Te-

gespreises vorzubeugen, ste-

hen wir Ihnen telefonisch zur

Verfügung.

**elpro**

Harald-Wirag-Elektronik  
Pragelatostraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4  
Tel. 06154/3006  
Fax 06154/5521

## \* Disco Sounds \*



**Lautsprecher & Lichtanlagen**  
Versandhandel

Inh. Markus Grimm

Provinzialstr. 40 · W-5216 Niederkassel 5  
Telefon: 02 28/45 40 58 · Fax: 02 28/45 39 51

## ELRAD-MOPS

MOPS Leerplatte 1.2, Europakarte mit großem Lochrasterfeld	64,00 DM
MOPS Leerplatte 2.1, Europakarte mit Peripherieteil (neu)	69,00 DM
MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, ohne 68HC24 und ohne Uhr	220,00 DM
MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, 68HC24 und Uhr	300,00 DM
MOPS Fertigplatte mit 68HC11A1, ohne 68HC24 ohne Uhr	300,00 DM
MOPS Fertigplatte mit 68HC11A1, 68HC24 und Uhr	380,00 DM
MOPS 2.1 Bausatz mit allen Optionen	520,00 DM
MOPS 2.1 Fertigplatte mit allen Optionen	620,00 DM
MOPS Betriebssystem auf IBM-Diskette mit Handbuch, Editor, Assembler, Basic, Pascal, Runtimequelltext	100,00 DM
MOPS Betriebssystem auf ATARI ST mit mindestens 1 MB RAM	100,00 DM
UPDATE-Service: MOPS System 2.1 mit Multitasking und neuem Handbuch (Originaldiskette einsenden)	50,00 DM

Bei Bausätzen und Fertigkarten bitte Platine 1.2 oder 2.1 angeben. Alle Bauteile sind auch einzeln erhältlich.

Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder  
Rostocker Straße 12, 4353 Oer-Erkenschwik, Tel. 0 23 68/5 39 54, Fax 5 67 35

## Den Dreh raus!



Wer sich seine Boxen selbst zusammenschrauben oder ein hochwertiges Case bauen will, der findet in unserem Fittings-Katalog genau die richtigen Teile, von der kleinsten Ecke bis zum 18"-Speaker. Auf über 90 Seiten gibt es eine Menge an Information über Technik und Know How, Elektroakustik, Bauteile, und, und, und. Einfach anfordern.

Schick mir die neuesten Kataloge. DM 4.-- in Briefmarken liegen bei

Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_

**Zeckmusic**  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2



## Crossware/Programmer/Emulatoren

### Integrierte

#### Entwicklungsumgebungen

Macroassembler, Simulator/Debugger, Editor, Disassembler, Terminalprg., etc.

8051/52-Familie	439,00 DM
Z80	289,00 DM
65C02	289,00 DM
8048/49-Familie	289,00 DM
8080/85	289,00 DM

Weitere Prozessoren und Microcontroller auf Anfrage!

### Eprom-Programmiergeräte

EPP I ..... 298,00 DM  
Eproms bis 512 KBit/28pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Stromversorg., inkl. Netzkabel, Handbuch und Software

EPP II ..... 498,00 DM  
Eproms bis 4 (8) MBit/32pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Stromversorg., inkl. Netzkabel, Handbuch und Software

### Eprom-Emulatoren

EMU I ..... 438,00 DM  
8-Bit-Systeme bis 64 KByte, Aluminiumgehäuse, RS-232-Schnittst., eig. Microcontroller/div. Formate, Kabel, Netzteil, Handbuch, Software

EMU II ..... 648,00 DM  
8-/16-Bit-Systeme bis 2x 128 KByte, Aluminiumgehäuse, Centronics-Schn., eig. Microcontroller/div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software

## Soft- und Hardwareentwicklung Jürgen Engelman & Ursula Schrader

Am Fuhrengehege 2, 3101 Eidingen, Tel. 051 48/2 86, Fax 051 48/8 53

## PC-Steuerungsprobleme? Take it easy!

### PC-Steckkartensysteme MDP von OKTOGON

Konzeptionieren Sie Steuerungen oder Meßwerterfassungen mit PC? Dann betrachten Sie die platzsparende, kostengünstige Steckkartenlösung MDP!

Anwendungsbereich: AD/DA-Wandler und IO-Karten für die Meß-, Regel- und Verfahrenstechnik, Maschinen- und Anlagensteuerung.

**Ihr Nutzen:** Eine Basiskarte ersetzt bis zu vier Einzelkarten. Mehrere Basiskarten parallel einsetzbar. Durch Module flexibel für jedes Problem.

**Ihr Vorteil:** Einheitliches Systemkonzept. Zukunftssicher. Ausbaufähig. Komplettlösung aus einer Hand.

**Ihr Gewinn:** Kein teures Multitasking zur Meßwerterfassung nötig! Geringe Investition für MDP! Zeitersparnis bei der Einarbeitung!

Kostenloses Informationsmaterial von:

# OKTOGON

Gerhard Balzarek Elektronik und Computer Service

HAUPTSTRASSE 43 • 6800 MANNHEIM 51  
TELEFON (06 21) 79 89 42 • TELEFAX (06 21) 79 26 44

## SOUNDLIGHT

...die Lichttechnik-Profis



Lampen und Scheinwerfer  
Farbwechsler mit Steuerung  
6-24 Kanal manuelle Lichtpulte  
12-64 Kanal Computer-Lichtpulte  
Dimmer und Dimmer-Racks  
Kabel, Multicores, Verdrahtung  
DMX Multiplexer, DMX-Tester

Der neue Katalog 1992 mit vielen neuen Artikeln ist da! Bitte gegen DM 1,80 Rückporto bei uns anfordern!

Händlernachweis direkt von:

**SOUNDLIGHT** Ing.-Büro  
Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Vahrenwalder Straße 205-207  
D-W 3000 Hannover 1

Tel: 0511 - 373 02 67  
0511 - 373 02 68  
Fax: 0511 - 373 04 23

COMPUDESK  
8016-LCD



# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Anzeigenschluß:

Heft 9/92: 09.07.92

Heft 10/92: 13.08.92

Heft 11/92: 10.09.92

## Für die Praxis

F. A. Wilson

## Elektronik in der Praxis

Band 1

Formeln und Rechenmethoden

$$\frac{U}{R + j\omega L} = \frac{U}{R} \cdot \frac{1}{1 + j\omega L/R}$$

$$I = \frac{U}{R} \cdot \frac{1}{1 + j\omega L/R}$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{R}{1 + j\omega L/R}$$

$$\text{Aber } f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad \omega = \frac{1}{LC}$$

F. A. Wilson

## Elektronik in der Praxis

Band 2

Formeln und Rechenmethoden

$$\frac{1}{L C_{\text{Gesamt}}} + L C_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2}$$

$$L C_{\text{Gesamt}} + L C_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2}$$

$$L C_{\text{Gesamt}} = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2} - L C_1$$

$$C_{\text{Gesamt}} = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2 L} - C_1$$

$$C_{\text{Gesamt}} = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2 L} - \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2 L}$$

## ELRAD BLÄTTER

DIGITALE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

Band 1

Ein Buch von elrad

Dieses speziell für den Arbeitsplatz eines Elektrikers zugeschnittene Handbuch beschäftigt sich primär mit der praxisgerechten Anwendung mathematischer Formeln, mit deren Hilfe wichtige elektrotechnische Zusammenhänge beschrieben werden. Zudem enthält es zahlreiche nützliche Tabellen und grafische Darstellungen. Hervorragend als Nachschlagewerk geeignet.

Broschur, 224 Seiten  
DM 32,-  
ISBN 3-922705-40-5

Broschur, 358 Seiten  
DM 39,80  
ISBN 3-922705-41-3

Als Ergänzung zu Band 1 werden in diesem Buch weitere nützliche formeln aus dem Gebiet der Elektronik vorgestellt. Auch hier gilt der Grundsatz, nur praxisbezogene Beispiele auszuwählen, in denen jeder Rechenschritt ausführlich erklärt wird. Eine Vielzahl einprägsamer Grafiken und hilfreicher Tabellen unterstützen die Textaussagen. Ein unbedingtes Muß für jeden Elektriker.

Festeinband, 110 Seiten  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-80-4

Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektrikers. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“ sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *elrad* veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortverzeichnis zur Verfügung.

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 90/2/2

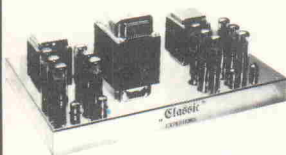


Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

ELEKTRONIK



# ● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●



PPP-Hifi-Endstufe  
Modell 1992  
Stereo-Endstufe 2 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 3100,-**  
Mono-Endstufe 1 x 100 W  
Komplettbausatz **DM 2000,-**  
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89)

Siehe Test in Klang & Ton  
April/Mai 1991

## Übertrager für Röhrenverstärker

A-165 S Eintakt-Hifi-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä.  
A-484 US Gegentakübertrager für 2 und 4 x EL 84  
A-234 S Gegentakübertrager für 2 x EL 34  
A-434 S Gegentakübertrager für 4 x EL 34  
A-465 SG Gegentakübertrager für 4 x KT 88, 6550 A  
AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe

Gegentakübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω.  
AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω. Datenblatt wird mitgeliefert.  
Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafotuben ab Lager lieferbar.

Weststraße 1

7922 Herbrechtingen Tel. 073 24/53 18  
Fax 073 24/25 53

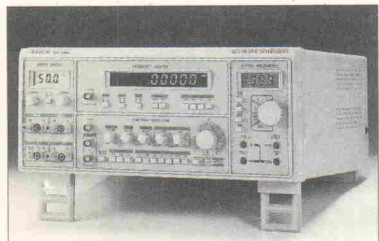
Röhrenvollverstärker mit KT 88 2 x 50 W  
Komplettbausatz inkl. Chassis  
Röhrenvollverstärker mit EL 34 2 x 35 W  
Komplettbausatz inkl. Chassis  
High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT 88  
Netztrafo NTR-12  
Bauanleitung in Elrad 6/91  
weitere Angaben siehe Lagerliste

**DM 3600,-**  
**DM 3400,-**  
**DM 230,-**  
**DM 170,-**

Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern. Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarren-Verstärker) werden zugesandt gegen DM 2.50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodule) gegen DM 12,- und DM 2.50 (Ausland DM 4,-) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

**EXPERIENCE electronics**  
Gerhard Haas

## ALL IN ONE



- Frequenzzähler, 1 Hz-100 Hz
- Funktionsgenerator 0,2 Hz-2 MHz
- Digitalmultimeter, 3 1/2-stellig
- 3-fach Stromversorgung

**1098,- DM incl.**

Tel.: 0 60 74 / 9 36 41

Fax: 0 60 74 / 9 39 44

Nord:

Tel/Fax: 04 21 / 55 51 79

**Pro Com Tech**

## Magnetfeldmeßgerät FM 210

- ★ DC bis 35 kHz
- ★ Analogausgang
- ★ 1% Genauigkeit
- ★ flex. Meßsonde 0,8 mm
- ★ Bereiche 20mT, 200mT, 2000mT



## Projekt Elektronik

MESS- UND REGELUNGSTECHNIK GMBH  
STUBENRAUCHSTR. 72 TEL. 0 30 / 8 51 13 11  
1000 BERLIN 41 FAX 0 30 / 8 52 80 18

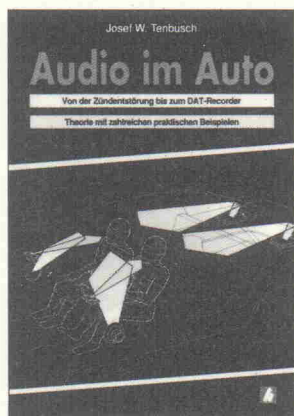
## Information + Wissen



Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
3000 Hannover 61



## Die ganze Technik des Car-Hi-Fi



Was ist eigentlich ein DAT-Rekorder, und wie funktioniert er? Wo ist der optimale Platz für meine Antenne und an welche Klemme gehört das Autoradio? Wie kann ich mein Auto wirksam entstören? Welche Lautsprecher sind die besten, und wo bringe ich sie am günstigsten an? Diese und viele Fragen mehr beantwortet dieses Buch. Alles was Laien und Profis wissen wollen.

Broschur, 174 Seiten  
DM 34,-  
ISBN 3-922705-32-4



Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 32/1.4



LAN Tester  
BNC-BNC Repeater  
für sichere und schnellere LANs

Datenlogger  
Umschalter  
Buffer  
Interfaces  
Leistungstreiber  
PC-Karten  
Isolation und  
Blitzschutz  
für RS232, 20 mA  
RS-422, RS-485,  
Centronics

**data com**

## Der neue Fachkatalog ist da!

Gleich anfordern!  
Coupon ausfüllen und die Anzeige an W&T schicken,  
oder einfach faxen! Fax 02 02 / 26 80 - 265

Firma	_____
z.Hd.	_____
Straße	_____
Plz., Ort	_____
Telefon	_____
Fax	_____

Wiesemann & Theis  
Wittener Straße 312 · 5600 Wuppertal 2  
Tel. 02 02 / 26 80 - 0 · Fax 02 02 / 26 80 - 265  
Btx \*56000 #



## SCHALTUNGSENTFLECHTUNG

Feinleiter-, Normal-, SMD-, Multilayertechnik. PCB-layout Atari-ST ab DM 199,- auch als Autorouterversion und Fräsprogramm für ISERT NC-Fräsmaschine erhältlich. Bauteilbibliotheken: TTL, CMOS, COMPUTER, LINEAR & OPTO

## Fotoplotter/-zusatz für HPGL Plotter

Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3 mit dem Lightpen-Fotoplotter/-zusatz. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugenden Prog. einsetzbar! Eine Linotype / Filmbelichter ist nicht mehr erforderlich! Fertigen Sie Ihre Repro-Vorlagen selbst! Fotopl. mit eingebautem Plottzus., 1 Lightstift (S25), 8 Farbp., 10 Filme (DIN A3), Entwickler & Rotlichtlichtla. DM 3899,-, HPGL-Plotterzus., wie vor, DM 1638,-

**ATARI:** Speicher incl. Einb. & Versandk.: z.B. 520 auf 1MB. DM 145,- MEGA 1 auf 4MB. ab DM 450,- (A Board), TT 32MB. Leerk. DM 698,-, mit 4MB. DM 1099,- 8MB. DM 1598,-, 16MB. DM 2998,-, 32MB. DM 4498,-, Gal-Editor, 16-/20V8, Gatter setzen - testen - brennen - fertig, DM 248,-

## Neu - Texte, bloß nicht mehr Abschreiben! - Neu

Textseite/n schicken, wir lassen unseren TT scannen und erkennen.

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080



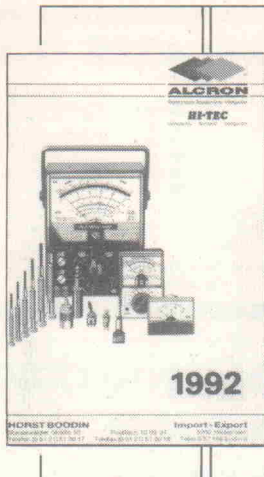
# TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

## AB LAGER LIEFERBAR

AD-DA-WANDLER-ICs  
CENTRONICS-STECKVERBINDER  
C-MOS-40x-74HCxx-74HCTxx  
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W  
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP  
DIP-KABELVERBINDER + KABEL  
EINGABETASTEN DIGITALEN  
EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH  
IC-SOCKEL+TEXTOL+ZIP-DIP  
KABEL RUND-FLACH-KOAX  
KERAMIK-FILTER + DISKRIM.  
KONDENSATOREN  
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR  
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN  
LABOR-SORTIMENTE  
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE  
LEITUNGSTREIBER-ICs V24  
LINEARE- + SONSTIGE-ICs  
LOTKOLBEN-STATIONEN-ZINN  
LÜFTER-AXIAL  
MIKROPROZESSOREN UND  
PERIPHERIE-BAUSTEINE  
MINIATUR-LAUTSPRECHER  
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEG.  
QUARZE + -OSZILLATOREN  
RELAIS - REED-PRINT-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  
STECKVERBINDER DIVERSE  
TASTEN + CODIERSCHALTER  
TRANSFORMATOREN 1.6-150 VA  
TRANSISTOREN  
TRIAC-THYRISTOR-DIAC  
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx  
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE  
Z-DIODEN + REF-DIODEN  
KATALOG AUSG. 10/91  
MIT STAFFELPREISEN  
ANFORDERN — 320 SEITEN  
BEI EINSENDUNG DIESER ANZEIGE  
KOSTENLOS

7056 Weinstadt 1 (Benzach)  
Postfach 22 22 - Ziegeleistr. 16  
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (0 71 51) 6 82 32



## IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN  
NEUEN KATALOG 1992 AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOGE/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 10 02 31 Telefon: 0 51 21/51 20 17  
Steuerwalder Straße 93 Telefax: 0 51 21/51 20 19  
D-3200 Hildesheim Telex: 927165 bodin d



Kongressmesse für  
industrielle Meßtechnik  
Rhein-Main-Hallen Wiesbaden  
7.-9. September 1992

Besuchen Sie **ELRAD** in Halle 4, Stand 454

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Der direkte Draht

Tel.: (05 11)  
5 47 47-0

Technische  
Anfragen:  
mittwochs  
10.00 bis 12.30 Uhr  
und  
13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax:  
(05 11) 5 47 47-33

Telex:  
923173 heise d

# P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = elektronisch geprüft.

Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
µ-PEGELSCHREIBER			UNIVERSAL-NETZGERÄT			SMD-Pulsfühler	099-749	6,50	AUTOSCOPE III		
— AD-Wandler	107-593	19,25	— Netzteil	078-662	22,50	SMD-Lötstation	099-750	16,00	— Vorteller	040-818	8,00
— Netzteil	117-597	12,90	— DVM-Platine	078-663	15,00	Bierzell-Stabilisator	099-751	16,00	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
— Interface	117-598	20,40	Die Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00	AUTOCHECK I		
— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	NDLF-MONO			Universal-Interface ST	109-759/ds	28,00	— VT-Modul	050-820	16,00
Wechselschalter	097-589	2,50	— Netzteil	098-667	13,50	DISPLAY-ST-INTERFACE			— PRZ-Modul	050-821	3,00
MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00	— N-Modul	050-822	11,50
Byte-Brenner (Epson)	018-616	15,00	Makrovision-Killer	098-671	7,50	— Display-Platine	109-761/ds	16,00	— W-Modul	050-823	11,50
SCHRITTMOTORSTEUERUNG			SMD-Balancemeter	098-677	2,50	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00	AUTOCHECK II		
— Treibplatine	038-632/ds	9,50	Türöffner	118-680	10,00	SESAM			— P-Modul	060-828	16,00
— ST-Treibkarte	138-687/oB	32,50	— 3er Karte	128-685	17,50	— Systemkarte	119-765/ds/E	32,00	— E-Modul	060-829	11,00
RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	EVU-Modem	118-683	17,50	— Interface	129-768/ds/E	29,00	— B-Modul	060-831	16,00
E.M.M.A.			MASSNAHME			— A/D-Karte	030-813/ds/E	32,00	AUTOCHECK III		
— Hauptplatine	028-627	29,50	— Hauptplatine	128-684	24,00	— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	4,75	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
— IEC-Bus	098-669	8,00	Thermostat mit Nachtsenkung	128-690	9,00	DMAC/4	129-772/ds	12,50	— DPZ-B/BV-Modul	070-841	16,00
— C 64-Brücke	108-678	15,00	TV-Modulator	128-691	3,50	Antennenmischer	010-776/ds	9,00	TV-TUNER		
Anpaßverstärker	048-640	18,25	Universelle getaktete	128-692	7,50	PC-8255-Interface	020-785/ds/E	26,00	— Videoverstärker	060-826	16,00
STUDIO-MIXER			DC-Motorseuerung	029-696	5,00	LADDECENTER (nur als kpl. Satz)			— Stereoencoder	070-839	9,00
— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	Halogen-Dimmer	029-697	5,00	— Steuerplatine	020-783A	15,00	— Netzteil	080-846	16,00
— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-702	3,50	— Leistungsplatine	020-783B	13,00	— Controller	080-847/ds/E	32,00
SCHALL-VERZÖGERUNG			Spannungsrichter	039-703	1,50	— Netzteil	020-783C	8,00	— Tastatur	080-848/ds/E	21,00
— Digitalteil	068-654	17,50	z-Modulationsadapter	039-704/ds	15,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E	7,00	— VHF/UHF-Weiche	060-827/oB	3,50
— Filterteil	068-655	17,50	Frequenz-Synthesizer	039-707/ds	20,00	POWER-PA			HALLO		
vt-Schreiber	078-658/ds	49,00	4U2-stelliges Panelmeter	049-711	32,00	— Control-Platine	030-805	15,00	— Lichtstation	060-836	39,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	BREITBANDVERSTÄRKER			— Treiber-Platine	030-806	13,00	— Controller	060-837	23,00
			— Tastkopfversion	049-713	3,00	— PTC-Bias-Platine	030-807	1,50	FÜR HALOGEN-LAMPEN		
			Antennen-Verteiler	049-714	5,50	— Netz-Platine	030-808	8,00	— Sender	080-844	6,00
			Metronom	049-715	13,00	— Ausgangs-Platine	030-809	3,75	— Empfänger	080-845	3,00
			DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	32,00	— LED-VU-Meter	030-810	7,50	Multi-Delayer		
			DSP-Speicherkarte	049-716/ds/E	32,00	— Symmetrier-Platine	030-811	2,25	MULTI CHOICE		
			DSP-AD/DA-Wandlertarte	049-717/ds/E	32,00	Demoscope	030-812	7,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 Gais	100-857/M	175,00
			DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	32,00	Rauschverminderer	040-815	40,00	auf 5,25" Diskette	031-873	12,00
			KAPAZITIVER ALARM	049-719/ds	32,00	DC/DC-Wandler			Fahrradstandlicht	107-902/ob/ds	19,00
			— Sensorplatine	059-720	4,50	AUTOSCOPE I			FLEX CONTROL		
			— Auswertplatine	059-721	5,00	— VA-Modul	020-787	16,00	— Systemplatine	061-886/ds	32,00
			PAL-Alarm	059-724	5,00	— TZ-Modul	020-788	5,00	— Steuermodul	071-889	12,50
			C64-Relaisplatine	079-734	10,00	— HA-Modul	020-790	16,00	— R/D-Modul	071-890	12,50
			C64-Überwachung	079-735	7,50	AUTOSCOPE II					
			SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	10,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00			
			HEX-Display	079-737	7,50	— C-Modul	030-803	16,00			
						— Netzteil	030-804	8,00			

1/2 Preis

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme 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, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





**Layouterstellung** Wir haben mehrjährige Erfahrung in Feinleiter-, SMD-, Multilayer-Technik. Wir erstellen nach Ihren Vorlagen das Layout. Tel. 0 62 51/7 46 13. [G]

**50.000 Aktienkursnotierungen** als tagesaktuelle MS-DOS-Textfiles zu verkaufen. Aktualisierung mit Videotextdecoder möglich. Tel./Btx/Fax: 09 11/34 55 68.

**Aluminium-Frontplatten** blau o. schwarz elox. zum Aufkleben o. Anschrauben. Nach Ihren Vorl. M. Hiske, Lohmühlenweg 34, 535 Euskirchen.

**DC-Servo Steckkarte f. PC 50W** Endstufe on Board 530,— DM. Tel./Fax: 0 30/2 51 21 67.

**Platinen CAD-Programm „RULE“** für IBM PC/XT/AT, Mausversion DM 129,—, Demoversion DM 10,—, Kohle-Rs 1/4W 5% E12 10-10MΩ a 100 St. DM 1,60. Metall-Rs 1/4W 1% E24 10-10MΩ a 100 St. DM 2,95. Rule-Info bzw. Katalog/Preisliste anfordern. GL-electronic, Postfach 81 03 11, 6800 Mannheim. [G]

**8051 Simulator** auf PC: Fullscreen Darstellung, On-line-Help, Disassembler, DM 50,—, Tel. 07 11/37 67 18.

**LS-Messplatz B u. K**, Schwebungssumme 1022 20Hz-20kHz, dto. 1013 200Hz-200kHz, Pegelschreiber 2305, Meßverstärker 2606, kpl. DM 3000,—. Tel. 0 69/23 10 83 FAX: 0 69/23 15 64.

**SAT-TV-Messgeräte • Sat-TV-Messgeräte** Tel. 0 76 21/1 85 71, FAX: 1 88 40.

**Noham Emu51PC** Emulator für 8051-Familie 16MHz, 128KB RAM, inkl. POD31 f. 8031/80C31 etc., und Keil 8051-Crossassembler, ca. 10 Stunden in Betrieb. Neupreis DM 7400,—, für DM 4400,—, zu verk.. R. Hussmann Tel. 08 21/99 42 89.

**Schrittmotoransteuerung** f. 4 Motoren als Bausatz o. komplett ab 120,—, Möller & Huth, Solmsstr. 23, 1000 Berlin 61, Tel. 0 30/6 92 44 95. [G]



**Einfach besser**

4902 Bad Salzungen - Wüsten  
Tel.: 05222/13 804 FAX 15 986

## Es gibt kaum schlechte Mikrofone, aber viele Mikrofone am falschen Platz!

Unser Buch gibt wertvolle Tips und hilft bei Problemen wie Rückkopplung, Kammfiltereffekten, Brummeinstreuung, Phasenauslöschung etc.. Mikrofonauswahl und optimale Platzierung werden übersichtlich an praktischen Beispielen erklärt.



**20.-DM-Schein**  
(19.-DM + 1.-DM Porto)  
in den Briefumschlag  
und an uns schicken!

**Mikrofone** - von Dipl.-Ing. H.-J. Ackerstaff.  
224 Seiten, viele Abbildungen, exklusiv nur bei:

**MUSIK  
PRODUKTIV**

Gildestr. 60 - 4530 Ibbenbüren - Tel.: 05451/500 1-0

**Spezialist im Bereich Hard- u. Software** mit Motorola Prozessoren z.B. MC680xx, MC68302, MC68HC11 usw. hat noch Kapazitäten frei. Komplettlösungen sowie Teilaufgaben werden schnell u. preisgünstig erledigt. Tel. 02 03/37 20 44. [G]

**Tektronix 7623 Speicheroszi**, 100 MHz Verstärker 7 A 15 AN (2x), Dual Time Base 7 B 53 AN, 16 Kanal Logic Analyzer 7DO1 mit Display Formatter DF1, kompl. Manuals incl. Schaltpläne DM 1900,—. Tel. 0 89/68 49 61.

**8052-AH-Basic** 8052-AH-Basic-Entwicklungssystem mit Editor, Terminal, Up- und Download, etc. für IBM-PC. Vollversion DM 98,— + VK, Demo DM 10,—. Info kostenlos gegen frankierten Rückumschlag. Tel. 0 49 29/6 95 von 18-21 Uhr. [G]

**Discolicht und Lichteffekte selber bauen?** Kein Problem! Wir liefern vom Bauplan bis hin zum Komplettbausatz. Kostenlose Informationen bei Quodt & Peters, Hauptstr. 123, W-5040 Brühl 4. [G]

**PC-Bus-Interface als Steckkarte** DM 89,—, Bausatz DM 56,—. Liste frei, Kaho, Pf 23 33, 6500 Mainz. [G]

**Schrittmotorsteuerung für 3 Unipolarmotoren** 1/2 Jahr Garantie. Ideal für Lernzwecke! Info: Sven Kohler, Buchenstr. 57, 7047 Jettingen.

**IBM Software IC-Bibliothek** für integrierte Schaltungen TTL, CMOS, Analog, Opto, Intel, Zilog, Rockwell, Motorola, ca. 2000 IC's auch aus der ehemal. DDR, 130,— DM, Info 5,— DM in Briefmarken bei Dipl. Ing. Florian, Starengasse 3, 4355 Waltrop.

**Auflösung der Hardwareentwicklung:** TTL- u. sonstige Kleinteile, Rockwell 6502 + Periph., + div. µP-Bauteile, 2532 Eproms, AD-Wandler, DP-Rams, Monitor-Chassis, Datenbücher, Fachbücher, u.v.a. Tel. 0 23 73/7 68 85.

**Time Domain Reflectometer gesucht** (auch Def.) z.B. Tek 1502. Tel. 0 22 22/37 60, Fax: 6 54 69.

**Hochwertige Linear-Netzteile Stromsenken** und elektr. Widerstände (bis 100A) von Privat zu verkaufen. Sollwert über 10-Gang-Poti oder Analog-Eingang. Ausführliche Beschreibung gegen frankierten Rückumschlag. Reinhardt, Vogelpothsweg 18, 4600 Dortmund 1.

**Suche gebr. Lötstation** Weller TCP. Tel. 0 93 53/77 13.

**Verzinnte Kontaktierhohlketten L 2 mm. Typ-10/A0: A-0.6/0.8; B 0.8/1.0; C-1.1/1.5 1000 St. 30,—. Bohrer 32x3 mm. 0.6-1.2 mm. 1=6,50, 5=25,—, 10=42,—, 25=95,— (mix nach Wahl). Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel. Tel. 0 41 03/8 74 85. [G]**

**PC-I/O-Karte** 8bit./Eing., 1Ausg., 4 Spannungsb., DM 159,—, Baus. DM 109,—, Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz. [G]

**Wir lösen Ihr Logikproblem!** IC-Entwicklung und Programmierung vom einfachen GAL bis zum hochkomplexen FPGA! mit neuester Technologie zu Superpreisen! Ing.-Büro Böcker, Tillystr. 6, W-4700 Hamm 4, Tel. 0 23 81/7 43 68, Fax: 78 97 35. [G]

**Sammlung der besten XT/AT-PD/Shareware-Crossassemblern** 6502, Z80, 8048, 8051, 8085, 8096, 6800, 6801, 6804, 6805, 6809, 68HC11. Meist mit Anleitungen. 20,— DM Unkostenbeitrag in bar/V-Scheck, M. Rueß, Kirchstr. 19, 7911 Holzheim.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste 0 95 45/75 23, FAX: 58 68.

**Traumhafte Osz.-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. Tel. 06 51/4 82 51.

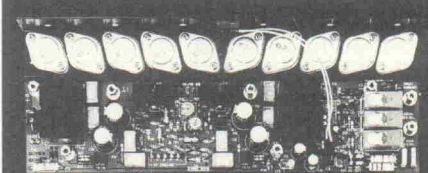
**Energiesparteufel** (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, DM 13,—. R. Ufermann, Scherpenberger Str. 111, 4130 Moers 1.

**Solarmodul amorph** 12 Watt, 5 Jahre Leistungs-garantie nur DM 169,—. Solarmodul monokristallin 53 Watt, 10 Jahre Leistungs-garantie nur DM 830,—, und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Hälde 42, 7000 Stuttgart 60. Tel. 07 11/33 91 80 FAX 33 92 02.

**Platinen** ab 5 Pf./cm<sup>2</sup>, Bestückung IPL Tel. 05 11/81 83 30.

**PD Softw./Shareware f. Nachrichtentechniker.** Preisgünstig, über 40 Programme mit Dokumentation (Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk.: DM 8,—, (Scheck!). Jörg Schmitz, Ing. (grad.), Sauerbruchstr. 16, 6204 Taunusstein. Tel. 0 61 28/7 11 73 (abends).

# albs



**QUAD-MOS 600** — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandler-Systeme und Lautsprecher der Referenzklasse.

**QUAD-MOS 600** — Die Leistungsstufe für Perfektionisten

## Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik

**DAC-MOS II**, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
  - DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
  - DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
  - Aktive Frequenzweichen — variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
  - Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkapseln von 4700-70000 µF
  - Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
  - Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
  - Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
  - ALPS-High-Grade Potentiometer — auch mit Motorantrieb ... u. v. a.
- Ausführliche Infos DM 20,— (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

### albs-Alitronic

B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Ötisheim • Tel. 070 41/27 47 • Fax 070 41/83 50

**Manger-Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref. Liste sofort anfordern bei Dipl. Ing. FH D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriestr. 17, Tel. 0 97 76/98 16 FAX 0 97 76/71 85.

**Teleclub-Decoder Bausatz:** DM 49,—, Multinorm Decoder Bausatz: DM 149,—, (Eprom, Platine, Gal, Plan), Teleclub-Decoder: 195,—, Multinorm-Decoder: 349,—, Mega-Sat, Andreas Rutkowski, Tröskenstr. 7a, 4630 Bochum 1, Tel. 02 34/9 53 61 31-32, Fax: 02 34/9 53 61 34, auch Händleranfragen erwünscht! [G]

**SCO ODT 1.1 Runtime und Development kpl.** mit 28 Handbüchern und Garantiekarte NP 5540,— VB 4200,—. Tel. 0 52 41/4 82 34.

**EPROM-Simulator** 2764-27512 PC-Anschl. Centro. Reset L/H Akkupuffer Einstellung E. Typ über Software automatisch. Universalplatinen 8031/80535 be- u. unbestückte zum kostengünstigen u. schnellen Aufbau von Prototypen u. Kleinserien. Info anfordern: Tel. 0 52 02/8 33 96.

**19" Monitor** VGA RGB Autoscan für PC, Mac, u.a. 1500,— DM (NP 4500,—). Tel. 05 21/13 81 41.

**Neul Digitale Druckmeßgeräte Typ Premet V1** Genauigkeit 0,25 % FS typ. Druckbereiche: 200 mbar, 1 bar und 2 bar Differenzdruck, sowie 1 bar und 2 bar Absolutdruck. Im handlichen Zigarettenschachtelformat, für nichtaggressive Gase. Sonderabgleich für barometrische Messungen auf Anfrage. Einführungspreis: nur DM 245,10,—. Sofort Info anfordern: PMT, Dipl.-Ing. Rüdiger Kette, Hubertusstr. 12, 8080 Fürstfeldbruck. Tel./FAX: 0 81 41/2 77 03.

**HP3590A, 3594A Analyser + Tracking** 620kHz DM 600,—, 8 Kan.-Bandger., FM: DC-10kHz m. Zub. DM 1000,—. ELV Löt-Entl.Stat. DM 450,—, Wavetex 116B DM 400,—. Gonla 60020 mit Schnittstelle (XYT) DM 1000,—, u. a. Geräte. Tel. 0 62 21/41 08 51 Heidelberg.

**Jedem das Seine:** Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf. Tel. 0 61 05/7 50 65.



## ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hasenheide 14-15  
1000 Berlin 61  
030/6917024

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic  
**2000 Hamburg 1**  
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
☎ 040/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
Schulperbaum 23 — Kontorhaus —  
☎ 04 31/67 78 20

**291721**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hamburger Str. 127  
2000 Hamburg 76  
040/29 17 21

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



**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/1 77 68  
Fax 0 42 21/1 76 69

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELTELEKTRONIK**

Kaiserstraße 14  
**2900 OLDENBURG 1**  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 — 103  
**2940 WILHELMSHAVEN 1**  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Postleitbereich 3

**327841**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Goseriede 10-12  
3000 Hannover 1  
0511/327841

**RADIO MENZEL**

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
3000 Hannover 91 • Limmerstr. 3-5  
Tel. 0511/44 26 07 • Fax 0511/44 36 29

## Postleitbereich 4

**Brunenberg Elektronik KG**

Lürriper Str. 170 • 4050 Mönchengladbach 1  
Telefon 021 61/4 44 21  
Limitenstr. 19 • 4050 Mönchengladbach 2  
Telefon 021 66/42 04 06



Asterlager Str. 94a  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 021 35/6 33 33  
Telefax 028 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



Uerdinger Straße 121 • 4130 Moers 1  
Telefon 028 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Viehofstr. 38-52  
4300 Essen 1  
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## ELSA - ELEKTRONIK



Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lernsysteme

N.Craesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

## 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

## Postleitbereich 5

**Leinweber & Bock**

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's  
Roonstr. 43 • 5000 Köln 1 • Tel.: 02 21/24 50 41

## Postleitbereich 6

**Armin elektronische  
Hartel Bauteile  
und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/25177  
6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2369821**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
07 11/2 36 98 21

**KRAUSS elektronik**

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
7100 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Tal 29  
8000 München 2  
089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68

**Jodlbauer Elektronik**

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
8452 Hirschau  
09622/30-111

**Radio-TAUBMANN**

Vordere Sternstraße 11 • 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87

Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

**263280**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
0911/263280

 **JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 08341/14267  
Elektronik-Bauteile zu  
günstigen Preisen



## Ausbildung zum Fernsehtechnik

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch  
**Fernschule Bremen**  
2800 Bremen 34

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12  
☎ 04 21/49 00 19 (10)

## MESSGERÄTE

finden Sie bei uns in einem Meßtechnik-Programm hoher Qualität, z.B. Oszilloskope, DMM, Zähler u.a.m. weltweit führender Hersteller für Industrie, Entwicklung, Labor und Ausbildung.

Bitte Lieferprogramm anfordern!

**Haag Elektronik GmbH**  
Postfach 1117, Kirchstr. 15  
7327 Adelberg  
Telefon 071 66/276  
Telefax 071 66/1367

## AUDIO - ICs

OP... OPA... AD... SSM... Serie

**ALPS - Poti** nur 25<sup>95</sup> DM

...und viele weitere exotische Bauteile, die Sie schon lange suchen oder unbedingt kennenlernen müssen. z.B. 1 % KP-Kond. 0,01 % - Wid. mechanische Bauteile und Sonderbeschaffung schwer erhältlicher Bauteile.

**Aktivweichen - Subwoofer MOSFET - Endstufen HIGH - End - Vorverstärker**

einbaufertige Aktivmodule (Test in K&T 3/92), viele hochinteressante Baugruppen. z.B. Präz. VU-Meter, 100 dB analog oder 100 LEDs, usw.

HEUTE noch kostenlosen Katalog anfordern.

**THEL:** T. Hartwig Elektronik  
Kirchweg 11, 3513 Staufenberg 1  
Tel. 05543/3317, Fax 05543/4266

## PC - I/O-Karten

**AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal** DM 139,-  
112Bit D/A, unip. 0-5V, 500ksec, 1612Bit A/D, 80ksec, mit 25-Pin Kabel und viel Software

**AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal** DM 329,-  
114Bit D/A, unip. 0-5V, 500ksec, 1614Bit A/D, 28ksec, unip./bip. 2.5V/10V, mit 25-Pin Kabel und viel Software

**Relais I/O Karte** DM 299,-  
16 Relais 120V/1A out und 16Photo in

**8255 Parallel 48 \* I/O Karte** DM 82,-  
48 I/O, max 24M42, 3116Bit Counter, 16 LED, Software

**IEEE 488 Karte** DM 315,-  
mit Kabel und Basic, Pascal und C Beispielen

**RS 422 Dual Karte für AT** DM 159,-

**4\* RS 232 für DOS** DM 135,-  
Mit 2 Disketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4oder 3-4-5-6...

**PC-Disk 384/512/1024K SRAM/EPROM abDM169,-**

Lieferprogramm kostenlos, Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

**MERZ** 4543 Lienen  
Lengericher Str.21  
Telefon 05483-1219  
Fax 05483-1570

## Die Inserenten

Ahlens EDV-Systeme GmbH, Moosburg ... 49  
Albs-Alltronic, Ötisheim ... 83  
ASIX Technology, Ettingen ... 13  
Audio Valve, Bad Salzfluren ... 83

Beckmann Industrial Components GmbH, München ... 14  
Bitzer Digitaltechnik, Schorndorf ... 6  
Bodinn Import-Export, Hildesheim ... 82  
Bühler Elektronik-Versand, Baden-Baden ... 77

CadSoft Computer GmbH, Pleiskirchen ... 9  
Com Pro Hard & Software Beratung, Stuttgart ... 78  
CSM GmbH, Filderstadt ... 65

Elektronik Laden, Detmold ... 33  
elpro, Ober-Ramstadt ... 79  
eMedia, Hannover ... 76, 78, 82  
Engelmann & Schrader Soft- und Hardwareentwicklung, Eldingen ... 80  
EXPERIENCE Electronics, Herbrechtingen ... 81

Feger + Reith Hard + Software Verlags OHG, Traunstein ... 2  
Fernschule Bremen, Bremen ... 85  
Friedrich, Eichenzell ... 6

gn electronics, Rutesheim ... 6  
Grundig AG, Fürth ... 11  
gsh-Systemtechnik, München ... 6

Haag Elektronik GmbH, Adelberg ... 85  
HAMEG Elektronische Meßtechnik GmbH, Frankfurt/M. ... 17

Hartwig Elektronik, Staufenberg ... 85  
Hewlett Packard GmbH, Böblingen ... 19  
Himmeroder, Oer-Erkenschwick ... 79  
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe ... 12  
hps System Technik, Essen ... 41

Intec Elektronik GmbH, Woerrstadt ... 6  
Isert-Electronic, Eiterfeld ... 87  
iSystem, Dachau ... 15  
ITT Müller & Weigert GmbH, Nürnberg ... 23

Lemosa GmbH, München ... 7  
LLV, Grimm, Niederkassel ... 79  
LSK Layout-Service-Kiel, Kiel ... 81

Manton, VS-Schwenningen ... 79  
Merz Computer Electronic Versand, Lienen ... 85  
Messcomp Datentechnik, Eding ... 6  
METEC GmbH, Müden/Ortze ... 6  
Meyer-Elektronik GmbH, Baden-Baden ... 78  
Musik-Produktiv, Ibbenbüren ... 83  
MWC Micro Wave Computers, Alfter-Oedekoven ... 65

Network GmbH, Hagenburg ... 63

OKTOGON, Mannheim ... 80

Pro Con Tech Computer Vertriebs GmbH, Rödermark ... 81  
Projekt Elektronik, Berlin ... 81

Reichelt Elektronik, Wilhelmshaven ... 38, 39

Soundlight, Hannover ... 80

Telemeter Electronic GmbH, Donauwörth ... 79  
Tennert-Elektronik, Weinstadt-Endersbach ... 82

Wiesemann & Theis, Wuppertal ... 81

Zeck Music, Waldkirch ... 79

### Inserenten Steckverbinder-Poster für Elektronik

Acal Auriema GmbH, München ... P  
AMP Deutschland GmbH, Langen ... P  
Amphenol-Tuchel Electronic, Heilbronn ... P  
Bicc-Vero Electronics GmbH, Bremen ... P  
Boldt Electronic, Wassenberg ... P  
Büschel Kontaktbau, Jungingen ... P  
EBS GmbH, Schenefeld ... P  
HRS Hirose Electronic GmbH, Ostfildern ... P  
Klar + Beilschmidt, Landshut ... P  
Kluxen, Hamburg ... P  
Kosmeier GmbH, Essen ... P  
Lewron, Kabeltechnik, Berlin ... P  
O-R Components GmbH, Mühlhof/Inn ... P  
RW Electronics, Erlenbach ... P  
Schiffer-Elektronik GmbH, Braunschweig ... P  
Stewart Connector Systems GmbH, Königstein ... P  
Thomas & Betts GmbH, Egelsbach ... P  
Veam Elektroanschlußtechnik, Filderstadt ... P

Dieser Ausgabe liegt eine Beilage der Firma West-falia, Hagen 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: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Postgiraamt Hannover, Konto-Nr. 93 05 308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)  
Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/53 47 47-0  
oder Fax 05 11/53 47 47-33

### Redaktion:

Telefon: 05 11/53 47 47-0, Telefax: 05 11/53 47 47-33  
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge  
Martin Klein, Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff,  
Peter Rökke-Doerr, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl  
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch  
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Hella Franke,  
Martina Friedrich, Birgit Graff, Christiane Slanina, Edith Tötsches,  
Dieter Wahnner

### Technische Zeichnungen:

Marga Kellner  
Labor: Hans-Jürgen Berndt  
Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (verantwortl.), Ben Dietrich  
Berlin, Dietmar Jokisch, Sabine Schiller  
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: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Telex: 9 23 173 heise d

### Geschäftsführer:

Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Dittens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrberg

Verlagsbüro:

Nielsen II, Maedchen & Partner, Mediensevice, Girardetstraße 122,  
5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 36 46, Fax: 02 02/72 37 27  
Nielsen III a, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Im Brühl 11, 6581 Hof-  
fenbach, Tel.: 0 67 85/73 74, Fax: 0 67 85/78 84  
Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 7032  
Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07  
Nielsen IV, Verlagsbüro Walter Rachow, Hochfeldstr. 9, 8309 Au in  
der Hallertau, Tel.: 0 87 52/13 78, Fax: 0 87 52/98 29

### Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-  
richstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/9  
9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59  
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui  
Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong,  
Tel.: 7 21 51 51, Fax: 7 21 38 81  
Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Build-  
ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:  
0 65-2 21 31 04  
Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-  
Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2 7 18 72 46 und 0 08 86-2-  
7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 7 18 72 48

### Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992

Vertriebsleitung: Wolfgang Bornschein

Herstellungslitung: Wolfgang Ulber

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (6S DM 6,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 182,-/FF 25,-)  
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80  
+ Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20

+ Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,-  
(Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonne-  
ment/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten  
DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf  
Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co  
KG, Postgiraamt Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kündi-  
gung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

### Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,

Kto.-Nr. 130-129-627/01

### Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung: SAZ marketing services,

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

### In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring bv PB 313, 1382 JI Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

### Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfälti-  
ger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen wer-  
den. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb,  
Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind  
zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten  
Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zuläs-  
sig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Autoren gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nach-  
druck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte  
und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusiv-  
recht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung  
eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung  
einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1992 by

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827







## Test: Moderne DSOs – Pools of Tools

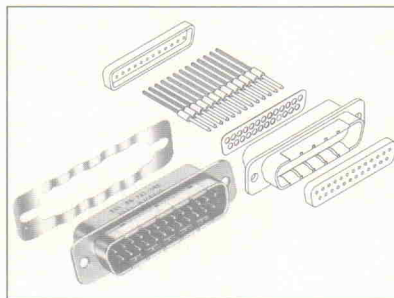
Kundenwünsche nach umfassenderen Funktionen und praxisnaher Bedienbarkeit moderner Meßgeräte führen oft dazu, daß die nächste Serie solche Merkmale dann auch aufweist. Gerade auf dem Gebiet der digitalen Speicheroszilloskope, denen ja die hierfür benötigte hohe Rechenleistung ohnedies in die Wiege gelegt ist, lohnt sich ein Blick auf Ergänzungen, die dem Gerät gesteigerte Leistungsfähigkeit verleihen – und dem Techniker zeitgerechten Bedienkomfort.

## Marktreport: Atari-Meßtechnik

Wenn von rechnergestützter Meßtechnik die Rede ist, denkt man unwillkürlich an den sogenannten 'Industriestandard', Synonym für Big Blues entsprechend ausgerüstete PC-Geräteklasse. Daß sich Atari mit seiner Computerlinie auch auf diesem Anwendungssegment tummelt, dürfte nicht neu sein, vielleicht aber seine Nähe zu einem anderen Industriestandard: dem VMEbus.

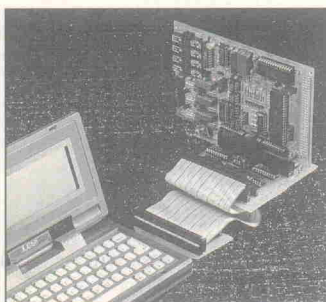
## Grundlagen: Connections

Wie war doch gleich die Pinbelegung der seriellen Schnitte oder der Grafikkarte? Ist die Buchse am Rechner xy weiblich oder männlich, 25- oder 9polig oder gar in Mini-DIN-Ausführung? Wo liegt die +5-V-Betriebsspannung am Floppystecker? Antworten auf diese und ähnliche Fragen gibt eine Übersicht in der nächsten Elrad-Ausgabe,



Werkbild Spectrum Control

in der alle relevanten Stecker- und Buchsenausführungen sowie Anschlußbelegungen zusammengestellt sind.

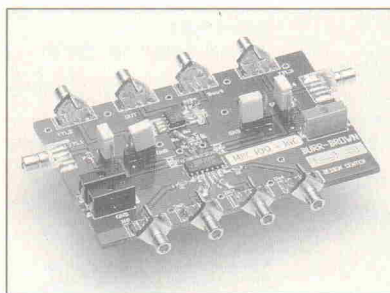


## Projekt: Meßfolio

Der momentan kleinste und preisgünstigste MSDOS-Rechner am Markt ist der Atari Palmtop Portfolio. Da er vom Hersteller als Westentaschenbüro konzipiert wurde, fehlt ihm ein Ausstattungsmerkmal, das den Port- in einen Meßfolio verwandeln kann: der I/O-Slot. Das Projekt in der nächsten Ausgabe beschreibt eine derartige Anschaltung im XT-Format.

## Design Corner: Video-Multiplexer MPC100

In Verteilerfeldern für breitbandige Analogsignale spielen Multiplexer eine große Rolle, doch die komplexen Probleme lassen sich mit Relais, Schaltern, CMOS- oder bipolaren Schaltkreisen nur sehr schwer lösen, leicht dagegen mit aber mit dem MPC100; er



basiert auf einem komplementären bipolaren Prozeß. Im Bild ein MPC100-Demoboard.

## Projekt: PC-Hochspannungskarte

Die Bedarfsfälle für hohe Spannungen sind nicht so exotisch, wie niederspannungsgewohnte User vielleicht vermuten: zu ihnen zählen die Messung der Durchschlags-

festigkeit von Trafos ebenso wie der Betrieb von Geiger-Müller-Röhren – oder schlicht Demonstrationen im Ausbildungsbereich. Eine PC-Hochspannungskarte, die wahlweise als 2,5-kV/0,5-mA- oder als 5-kV/20-µA-Version aufgebaut werden kann, deckt zahlreiche Anwendungen ab.

## Dies & Das

### Schutz-Schutz

Einbrecher entschärft Alarmanlage, weg ist der Schutz; Killer knallt Cop ab, weg ist der Schutzmann. Fazit: Der Schutz muß geschützt werden.

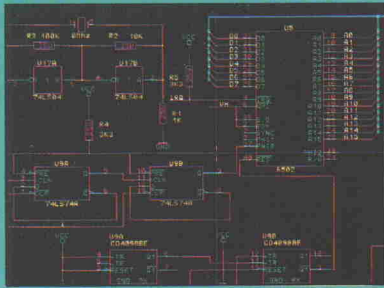
Grundig bietet jetzt für einen Teilaspekt dieser Problematik eine Lösung an, nämlich für den Objektschutz. Unter der Überschrift 'Diebstahlschutz für Überwachungskameras' berichtet der Bereich Industrie-elektronik über ein neues Feature für die CCD-Kameras FA 85 und FAC 810: den Security-Code. Nach 'unrechtmäßiger Entfernung vom Einsatzort', wie Grundig preußischzackig formuliert, wird dieser Code aktiviert, und die Kamera versetzt sich in einen Schaltzustand, der kein brauchbares Bild mehr ermöglicht.

Beide Kameras sind mit der 'SCS-Technik', einer vollelektronischen Kamera/Objektiv-Einheit ausgestattet. Mit dieser Technik wird die Lichtempfindlichkeit der CCD-Kameras ähnlich der Zeitautomatik bei Fotoapparaten automatisch geregelt. Das SCS-Modul regelt die Empfindlichkeit der CCD-Kamera abhängig vom reflektierten Licht des jeweiligen Aufnahmeobjekts. Der Regelvorgang arbeitet verschleißfrei, da keine mechanisch bewegten Teile verwendet werden. Die SCS-Elektronik mit Security-Code schaltet die unrechtmäßig entfernte Kamera auf die kürzeste Belichtungszeit von 1/100 000 s. Damit wird der CCD-Sensor lichtunempfindlich.

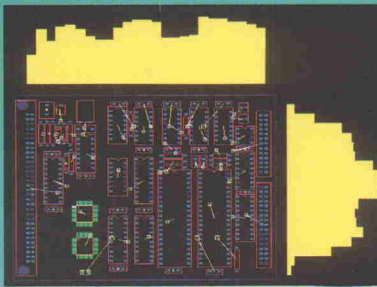
Die Kamera 'kann anschließend nur durch Löschen des Security-Codes wieder aktiviert werden', schreibt der Hersteller dazu. Näheres verschweigend. Möglicherweise ist die Prozedur recht umständlich, weshalb der Security-Code – der Klauschutz für den Objektschutz – gewissermaßen auch seinerseits eines Schutzes bedarf: 'Den Kameras mit Security-Code liegen signalrote Aufkleber zur Kennzeichnung am Gehäuse bei.' Brisant ist die Löschroutine allemal, weshalb die technischen Unterlagen in einen Safe gehören, im Blickfeld klausicherer Kameras.



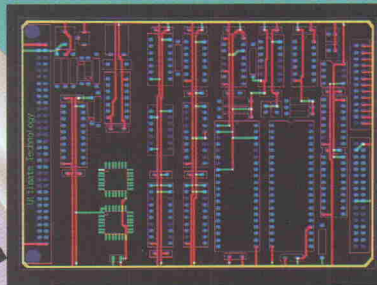
# VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



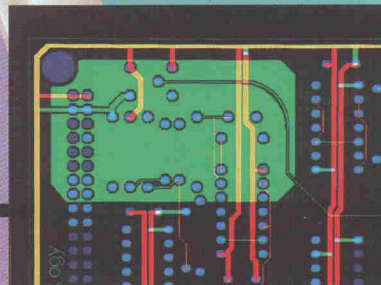
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTIcap, dem Schaltplaneingabe-programm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert Ulticap in "Echtzeit", dass keine "logischen" Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das "Anklicken" der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen setzt ULTIcap automatisch die Verbindungspunkte, so dass Fehler und Zeitverlust verhindert werden.



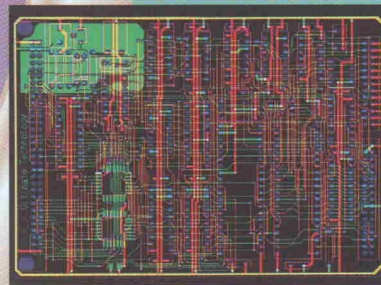
Aus der Benutzeroberfläche ULTIshell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTIcap zum Layout-Programm ULTIboard übertragen. Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RATSNESTS UND DICHTHEISTOGRAMMEN unterstützt. Durch Gate- & Pinswap ermittelt ULTIboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Bauteilen.



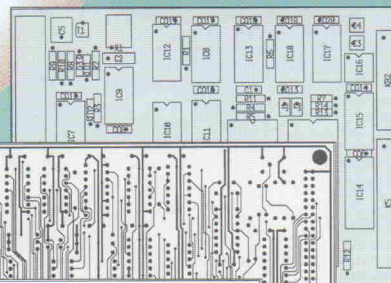
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIboard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



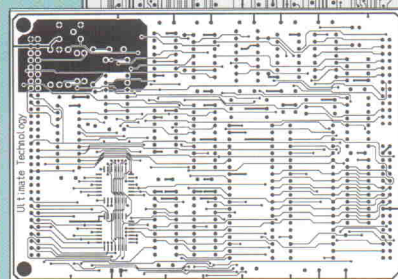
Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTIboard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystemerweiterung) sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln im Polygon ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Das Polygon-Update-Feature sorgt automatisch für die Anpassungen.



Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorouting zu gewährleisten, hat der Designer die Möglichkeit Fenster, einzelne Bauteile oder Netze bzw. Netzgruppen zu routen. Automatisch werden auch die Durchkontaktierungen minimiert, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.



Durch "Backannotation" wird der Schaltplan in ULTIcap dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil-"Renumbering" optimierten Design vollautomatisch angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder mit Pen-, Foto- oder Laserplotter geplotet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.



ULTIboard ist verfügbar in einer "low-cost"-DOS Version (Kapazität 700 Pins): Preis, DM 995,- zzgl. MwSt. (DM 1134,30 incl. MwSt.); ULTIcap-Schema DM 595,- zzgl. MwSt. (DM 678,30 incl. MwSt.); Kombinationsangebot DM 1395,- zzgl. MwSt. (DM 1590,30 incl. MwSt.)

Der Aufstieg zu 16 und 32 Bit DOS-Protected-Mode und UNIX-Systemen - mit unbegrenzter Design-Kapazität - ist jederzeit möglich.

*The European quality alternative*

## PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

ULTimate Technology GmbH • Carl-Strehl-Str. 6 • 3550 Marburg • Tel. 06421-25080 • Fax 06421-21945 Distributoren: • Taube Electronic Design; Tel. 030-691-4646, Fax 030-694-2338

• Arndt Electronic Design; Tel. 07026-2015, Fax 07026-4781 • Heslab H. Seifert GmbH; Tel. 04361-7001, Fax 04361-80411 • Edit GmbH; Tel. 05733-3031, Fax 05733-6549

Österreich: WM-Electronic; Tel./Fax 0512-292396 • Schweiz: AV-SYSTEMS AG; Tel. 057 - 273663 Fax 057 - 273002 • Int. HQ: ULTIimate Technology HQ; Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345

# NEU

ULTIboard/ULTIcap Evaluation System:

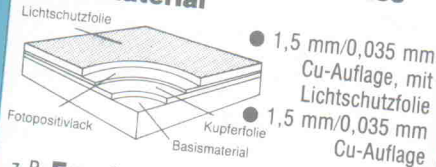
- Voll funktionsfähig
- Komplett mit Handbücher
- Designkapazität 350 pins

Preis inkl. Mwst/Versand: **DM 295**

Bei Aufstieg zu größeren Systemen wird das Evaluation System zu 100% verrechnet.



## isel fotopositivbeschichtetes Basismaterial



- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage, mit Lichtschutzfolie
- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage

z. B. Eurokarte

1seitig fotobeschichtet  
100 x 160 DM 2,83

## isel-UV-Vakuum-Belichtungsgeräte

ab DM 907,-

## isel-UV-Belichtungsgeräte

ab DM 285,-



## isel-Entwicklungs- u. Ätzgeräte

ab DM 188,-



## isel-Lötlösung

DM 508,-

Walzenverzinnaufsatz (ohne Abb.)  
DM 568,-

## isel-Flux- u. Trocknungsanlage

(ohne Abb.) DM 365,-

## isel-19"-Einbau-/Tischgehäuse

- ab DM 25,75
- 3 HE
- 6 HE
- 50-85 TE



## isel-Bohr- u. Fräsgesät

(ohne Bohrmaschine) DM 251,-

Wir führen auch:

Bohr- und Fräsgesäte, Trennsägen, Leucht- und Montagepulte, Euro- und Kühlrippengehäuse, Bestückungs- und Lötrahmen, Transparentpapiere, Folien, Filme, Chemikalien zur Herstellung von Leiterplatten usw.

Alle Preise inklusive Mehrwertsteuer.

## isel-Lötwerkzeuge



### Standard-Lötset

- LötKolben (220 V/40 V)
- phasengeregelte
- LötKolbenhalterung
- Zinnabroller
- Entlötpumpe DM 128,-

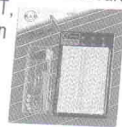
## isel-Lötstation

DM 286,-

Lötstation mit automatischer Lötzinnzufuhr. Über Timer, Fußschalter oder per Hand einstellbar. Ein Stativ ermöglicht das Einspannen des LötKolbens und beidhändiges Arbeiten.

## isel-Universalplatinen

- Euro-Experimentierplatine DM 18,-
- PC-Experimentierplatine, passend für XT und AT, Länge 338 mm DM 48,-
- Lötfreie Experimentierboards auf Grundplatte, Set mit Steckkabeln DM 24,-
- isel-Experimentierboard zum lötfreien Aufbau von Computerschaltungen. Steckboard auf PC-Einsteckkarte für XT und AT, Set mit Steckkabeln DM 39,-



## isel-Schaltnetzteil

DM 210,-

5V/50W-Schaltnetzteil im Eurogehäuse, passend für 3HE-Einbaueinheit

## DC/AC-Wandler

Hochfrequenz-Spannungswandler 12V/DC in 220V/AC, 300 Watt, DM 790,-  
3HE-Alu-Gehäuse (200 x 200 x 140 mm)



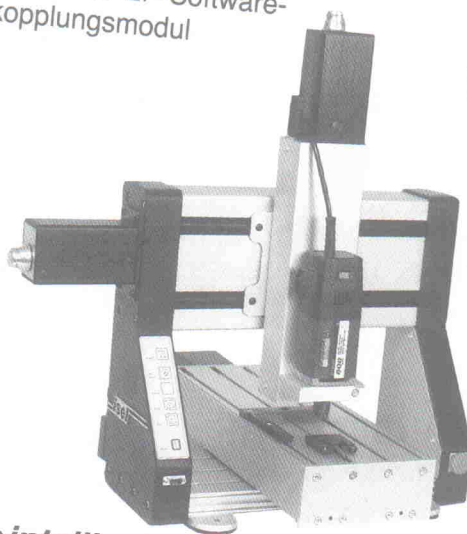
## isel-Universalnetzteil

DM 684,-

Zwei getrennte, regelbare Spannungen mit einstellbarer Strombegrenzung, digitale Anzeige (30V/3A), 5V-Festspannung, 3A

## isel-EP 1090

... die komplette Bearbeitungseinheit mit integrierter Antriebselektronik, Bohr-Fräs-Maschine, Aufspann-Set und PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



DM 4993,-  
(inkl. MWSt.)

2,5D-CNC-Maschine bearbeitet:

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffe  
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von iselautomation

Fordern Sie weitere Unterlagen an!

isel  
automation

Hugo Isert · Im Leibolzgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1  
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575



## isel-Prozeß-Rechner

Rechner im 19-Zoll-Format, 3HE oder 2 x 3HE, 85-TE-Einbau- und Tischgehäuse, staubgeschützt

486-33 MHz

286-16 MHz

- 105 MB HDD (AT-Bus)
- 1.44 MB FD
- 4 MB RAM
- 1 MB VGA
- 2 x ser., 1 x par.
- 52 MB HD (AT-Bus)
- 1.44 MD FD
- 1 MB RAM
- 512 K VGA
- 2 x ser., 1 x par.



ab 3580,-



ab 1480,-

## PC-Komponenten

Motherboards 286-16 MHz bis 486DX-33 MHz  
ab DM 219,-

Festplatten QUANTUM 52 MB/105 MB 17 ms AT-Bus  
ab DM 530,-

Grafikkarten 512K (OAK), 1 MB ET4000 inkl. Softw.  
ab DM 89,-

AT-Bus Controller plus 2 x ser., 1 x par. inkl. Kabel  
DM 41,-

I/O-Kontroller 2 x ser., 1 x par.  
DM 30,-

Floppylaufwerk 3,5 Zoll-1,44 MB  
DM 115,-

PC-Netzteil 200 W (150 x 140 x 85 mm)  
DM 117,-

AT-Tastatur mit integr. Trackball  
DM 137,-

VGA-Monitor 14" 0,28 mm, Lochmaske  
DM 682,-

PC-Einsteckkarte A/D-D/A-I/O  
DM 358,-

... drei Funktionen auf einem Board  
- 12-Bit-A/D-Wandler (200µs)  
- 12-Bit-D/A-Wandler (20µs)  
- je 8 digitale Ein- und Ausgänge

isel-USPS-230  
DM 448,-

Unterbrechungsfreie Stromversorgung für PC

- Kontrolle des Ladezustands der Akkus

- Überwachung der PC-Versorgungsspannungen

- automatische Abschaltung nach Datenrettung

- garantierte Back-up-Zeit 4-30 Minuten

