

# 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

der  
elektroniker

2/92

2/92

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen



Test:  
System-Multimeter HP 34401 A  
Hand-Multimeter Fluke 10, 11, 12

Markt:  
Emulatoren für Mikrocontroller

Projekte:  
RDS-Dekoder mit 68HC11  
VMEbus: Test-Software  
Audio: IR-Fernbedienung  
mit Schrittmotoren  
Labor: Funktionsgenerator mit  
IEC-Bus und RS 232-Schnittstelle

Entwicklung:  
ASICs: Design, Fertigung und Einsatz

Sensor/

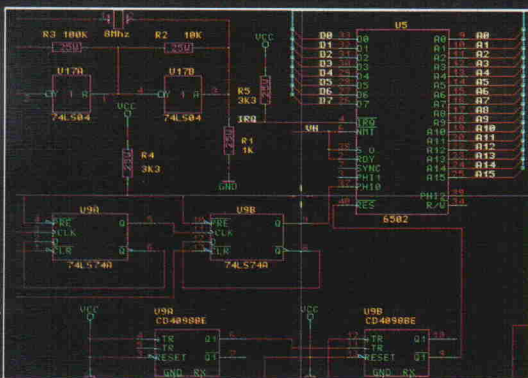
Aktor-Feldbus:

P-NET

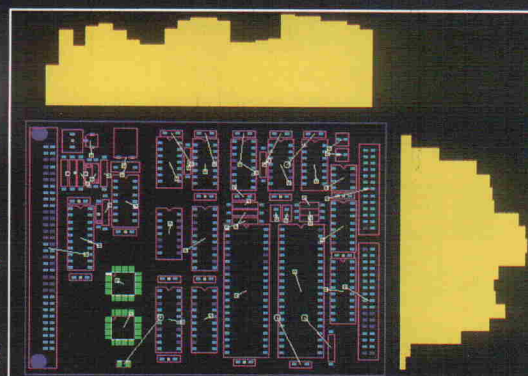
# VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTIcap, dem Schaltplaneingabeprogramm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert ULTIcap in "Echtzeit", das 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 das Fehler und Zeitverlust verhindert werden.



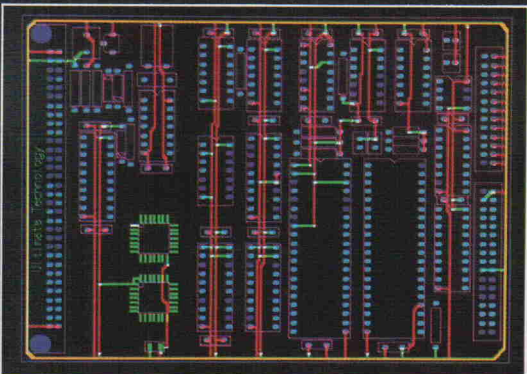
Aus der Benutzeroberfläche ULTIshell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTIcap zum Layout-Programm ULTIboard übertragen.



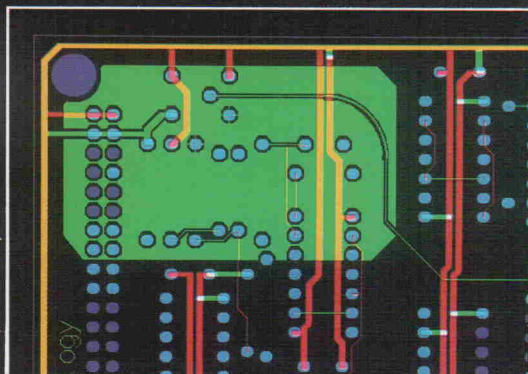
Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVERKTOREN, RATSNESTS UND DICHTHE HISTOGRAMMEM unterstützt. Durch Gat- & Pinswap ermittelt ULTIboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Bauteilen.



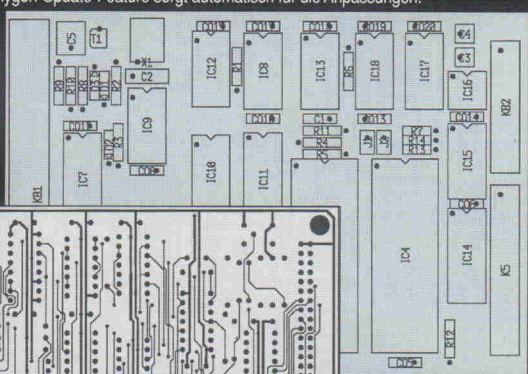
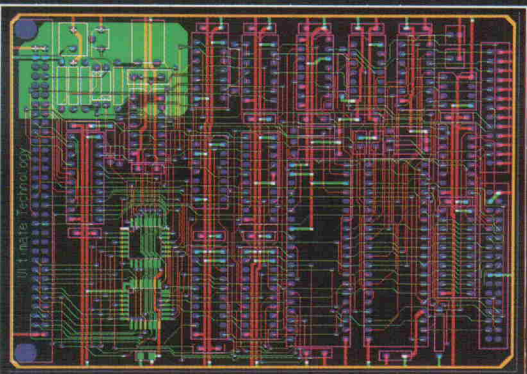
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIboard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



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) sing 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.

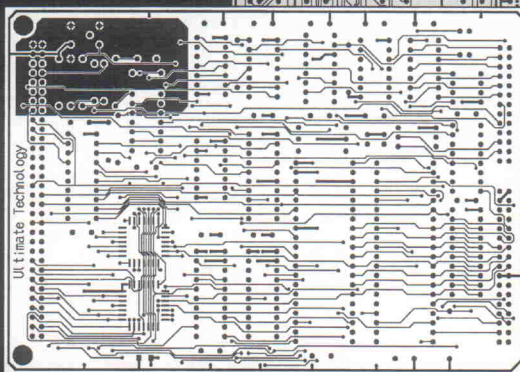


Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorouting zu gewährleisten, hat der Designer die Möglichkeit Fenster, einzelne Bauteile oder Netze bzw. Netzgruppen zu routen. Automatisch werden auch die Durchkontaktierungen minimiert, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.



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.



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 Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.

**Kostelose Demodisketten oder Testinstallationen verfügbar**

## 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. 43 512-892396 Fax 43 512-892396  
Int. HQ: ULTIultimate Technology HQ  
Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345

# Nur ein Satz

Ich möchte nicht behaupten, daß unsere Aktuell-Redaktion die Nachricht verpennt hat. Ihr aber nur einen Satz zu widmen – liebe Kollegen!

Nur ein Satz, wo Ihr Euch danach kaum einkriegen konntet, als das Plappermaul von Multi-meter ins Haus kam – und noch mal den Knopf gedrückt und noch mal dem Meßwert gelauscht. Das schärfste war für Euch der Ohrhöreranschluß – quasi für Geheimmessungen. Es sollte angeblich gut für unzugängliche Meßpunkte sein – na, ich weiß nicht. Ein Meß-techniker embryonal zusammengekauert im Schaltschrank mit Knopf im Ohr?

Sei's drum, die Zeiten sind vorbei, als ich zum ersten Mal eines dieser modernen Multi-meter mit Digitalanzeige in die Hände bekam – was hab' ich gemessen. Und hat immer gestimmt. Obwohl – heute kann ich es sagen, das mehr oder minder zarte 'pling' des Zeigers am Poller, wenn man sich im Meßbereich vertan hatte,

das habe ich seinerzeit vermißt. Nun ja, die Scharte ist längst mit Beep-Sounds ausgewetzt, im übrigen ist der Meßbereich – Autoranging sei's gedankt – längst kein Thema mehr.

Was ich meine, ist: es hat sich lange nichts im Meßbereich getan; und ich meine, daß vielleicht ein Absatz dieser Nachricht zugestanden hätte.

Ich weiß es, Meßtechnik ist ein leises Geschäft – zumindest wenn man den Ohrhörer benutzt und den Meßbereich nicht überschreitet. Und ich verlange ja gar nicht, daß die Sau rausgelassen wird wie im Software-Bereich. Wenn sich da ein Firmensprecher nur nach oben hin in der Versionsnummer vertan hat, dann ist die Sensation perfekt. Bei den Kollegen kommt dann schon mal ein Vorabtest zustande.

Das soll's nicht sein. Aber einen derartigen Durchbruch mit nur einem Satz zu würdigen?

Worum es eigentlich geht?

Es geht um Tausende – vergeblich – abgekniffener Widerstände.

Es geht um die ungezählten ausgelöteten Widerstände – wenn es nach was aussehen sollte.

Es geht um die, in letzter Verzweiflung, brutal unterbrochenen Leiterbahnen – wenn kein Widerstand zum Abkneifen zur Hand war.

Es geht um das Ohmsche Gesetz, das man mit den beiden anderen Meßwerten zu Rate gezogen hat – im Kopf.

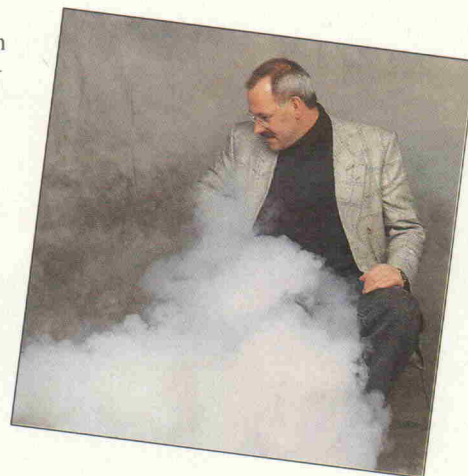
Und es geht darum, daß ich im Laufe der Zeit einen Widerwillen gegen Strommessungen entwickelt habe – und ich glaube mich da in großer Gesellschaft. Ich messe wirklich alles gern, nur nicht I, denn es gilt der alte Grundsatz: Alles, was man auf-trennt – auch oder gerade wenn es nichts gebracht hat –, muß wieder zugelötet werden.

Fluke hat darauf übrigens schon reagiert, sie verzichten neuerdings ganz auf den Strommeßbereich – nachzulesen ab Seite 16.

In diesem Beitrag steht sie aber nicht, die Ein-Satz-Nachricht, die findet man auf Seite 9, mittlere Spalte, vorletzter Satz und lautet: 'Strommessungen kann man 'incircuit' ohne Unterbrechen des Signalweges durchführen.'

*Hartmut Rogge*

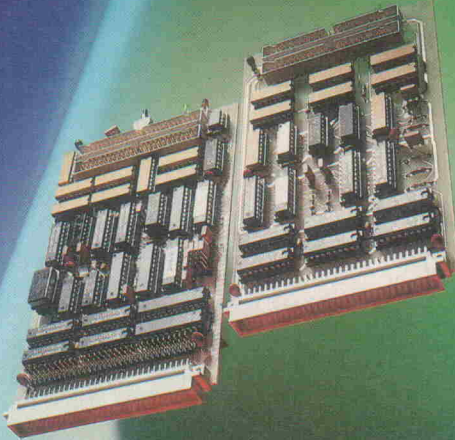
Hartmut Rogge



## Der VMEboss (2)

Mit dem Elrad-VMEbus-Interface erfüllen nun alle Atari-Rechner der Mega-STE- und -TT-Serie den VMEbus-Standard. Die zwei Karten erweitern die Rechner zu vollwertigen VME-Mastern, das heißt, daß sie sich ohne weiteres in bestehende VMEbus-Systeme integrieren lassen. Der vorliegende zweite Teil beschreibt die Besonderheiten und Erweiterungsmöglichkeiten der Masterkarte und stellt eine Software vor, mit der sich die Funktion der Interface-Platinen testen läßt.

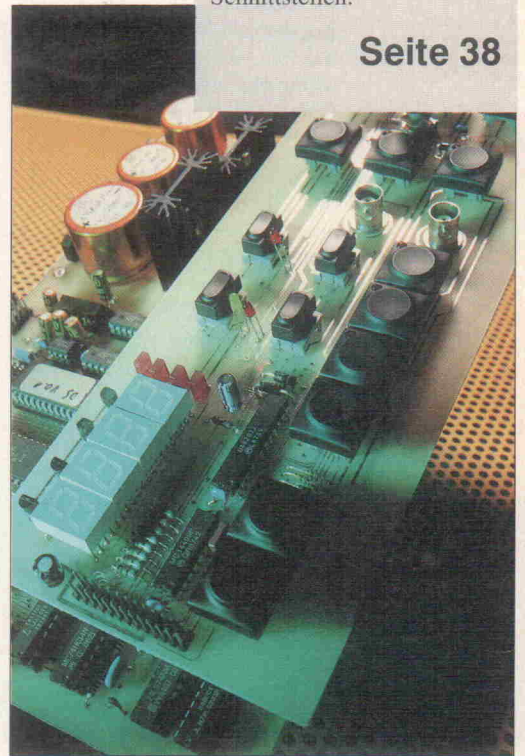
Seite 75



## Kurven aus dem EPROM (1)

Im ersten Teil des Projekts 'Digitaler Funktionsgenerator' geht es hauptsächlich ums Prinzip: Dieses nämlich gestattet es, den gesamten Frequenzbereich – 1 Hz...30 kHz – mit einem einzigen, nicht nachgeführten Filter abzudecken. Es folgt die vollständige Dokumentation eines Vier-Funktionen-Audiogenerators mit Synchronausgang, Sweepfunktion, Frequenz-, Ausgangsspannungs- und Pegelanzeige sowie den (optionalen) RS-232- und IEEE-Schnittstellen.

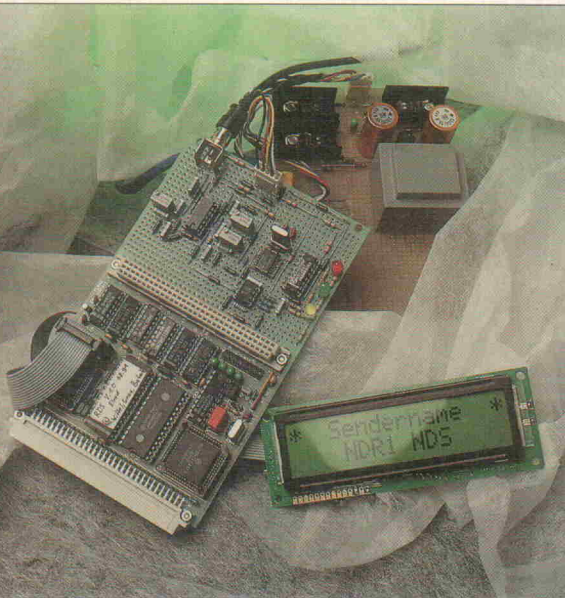
Seite 38



## RDS: Videotext fürs Radio (2)

Wir erwarten: Begriffe wie Generatormatrix, Offsetbitmuster, RDS-Gruppentypen, H-Paritätsmatrix, Syndrombitmuster und biphasenkodiertes RDS-Signal gehören seit der letzten Ausgabe zu Ihrem alltäglichen Wortschatz. Wir bieten: den zweiten Teil des Artikels, denn hier geht es in die RDS-Praxis; Software und Schaltung für ein Stand-alone-RDS-System werden vorgestellt. Beides läßt sich hervorragend auf der MOPS-Platine, dem 68HC11-Controller aus Elrad 3...5/91, unterbringen.

Seite 18

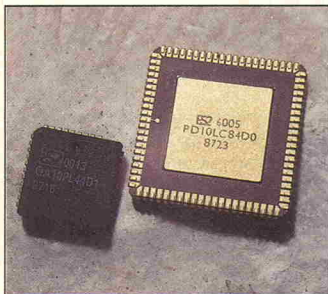


## Emulatoren für Mikrocontroller

Die Entwicklung auf dem µC-Sektor ist von immer schnelleren Taktraten, sich rapide vergrößernden Speicherbereichen und der Integration immer komplexerer Funktionen gekennzeichnet. 'Trockentests' der Software auf Cross-Systemen mit Simulator, Debugger und Monitor sind aus diesem Grund oft nicht mehr ausreichend. Ein Schritt in Richtung 'fehlerfreie' Programme ist der Einsatz von Emulatoren.

Seite 28





## Grundlagen

### Spezialisten für besondere Aufgaben

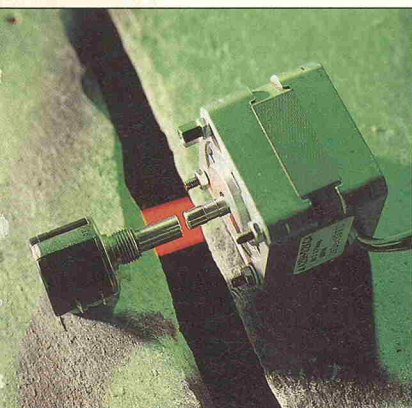
Dieser Beitrag zum Thema ASICs behandelt grundlegende Fragen: Wann lohnt sich der Einsatz dieser Spezialisten, was kann man überhaupt mit ASICs realisieren, welche Vorarbeiten sind notwendig, welche Vorteile ergeben sich bei der Entwicklung? Und vor allem: was kostet der Spaß?

Seite 34

## Audio

### Step für Step

Ungenügende Trennung zwischen digitalen und analogen Schaltungssteilen ist der häufigste Mangel vieler Fernbedie-



nungen für Audio-Komponenten. Eine saubere Lösung für Puristen bietet dieses Projekt: Die Schnittstellen zwischen Fernbedienung und Verstärker bestehen aus IR-gesteuerten Schrittmotoren.

Seite 60

## Titel



### Bussysteme: P-NET

In der Reihe über Feldbus-Konzepte stellen wir heute P-NET vor, eine Entwicklung aus Dänemark, die hier fast so unbekannt ist wie ein jenseits der Packeisgrenze lebender arktischer Exot. Eine VDI/VDE-Vergleichsstudie, in der vier Feldbus-Konzepte auf deren Brauchbarkeit für den Sensor/Aktor-Bereich untersucht wurden, schließt mit den Worten: '... läßt sich die Frage, welches Bussystem sich ... durchsetzen wird, auf die Systeme Profibus und P-NET reduzieren. Die Beantwortung dieser Frage hängt entscheidend davon ab, inwieweit sich der Bekanntheitsgrad von P-NET in Deutschland erhöhen wird.' An Elrad soll's nicht scheitern.

Seite 44

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>aktuell</b>	
Meßtechnik	8
Firmenschriften und Kataloge	10
Bauelemente	12
<b>Markt</b>	
Emulatoren für Mikrocontroller	28
<b>Test</b>	
PreView: Systemmultimeter HP 34401A	13
PreView: Handmultimeter Fluke 10, 11, 12	16
<b>Projekt</b>	
RDS: Der Videotext fürs Radio (2)	18
Funktionsgenerator: Kurven aus dem EPROM (1)	38
Audio-Fernbedienung: Step für Step	60
Der VMEboss: Mehr VMEbus für den Atari Mega STE/TT (2)	75
Meßtechnik: L.A. <sup>ST</sup> (3)	80
<b>Grundlagen</b>	
ASICs: Spezialisten für besondere Aufgaben	34
Bussysteme: P - NET	44
Regelungstechnik (2)	54
Die Elrad - Laborblätter: Flüssigkristallanzeigen (2)	71
Programmierung: Signalverarbeitung in C (9)	84
Mathematik: Der Wirkungsgrad eines Transformators	89
<b>Rubriken</b>	
Editorial	3
Service	7
Nachträge	7
Bücher	33
Arbeit & Ausbildung	51
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102


**INPROG UNI**


Der von INNOTRON erhältliche INPROG UNI, programmiert nicht nur EPROMs, EEPROMs, bipolare PROMs, PALs und Singlechip-Prozessoren der Familien 8748 und 8751, sondern erkennt und testet auch ICs (TTL, CMOS, DRAMs und SRAMs).

**Emulatoren**


Unsere Emulatoren unterstützen die Prozessor-Familien 8048 und 8051.

**INPROG 1,4,8**


Die E(E)-Prommer INPROG 1-8 sind mit dem INPROG UNI kompatibel.

Unsere Programmpalette umfasst auch EPROM-Löschgeräte unterschiedlicher Größen.

Händleranfragen erwünscht

Nesselbergstr. 1 · 5600 Wuppertal 12 · Tel. (0202) 40522-23-24 · Fax 40526

**MI-C C-COMPILER ASSEMBLER**

Professionelle Programmierwerkzeuge für die Prozessoren:  
8080 / 8085 / 286 / HD64180 / 286 / 8086 / 80188 / 8048 / 8051 / 8052 / 80515 / 80517 / 8096 / 80196 / 68HC11 / 6809 / 68000 / 68010 / 68020

**MI-C C-Compiler / C-Crosscompiler**

Vollständiger Compiler mit umfangreicher ROMfähiger Bibliothek, UNIX kompatibel. Optimierter Code, komfortabler Anschluss von C und Assembler, Compilerausgabe im prozessor-spezifischen Assemblercode. Beliebiger inline Assemblercode, Programmierentwicklung auch ohne Assemblerkenntnisse. Ein-/Ausgabe an die Hardware anpassbar, 13-stell. BCD-Gleitkommaarith. mit math. Funktionen. Spezialversionen für z.B.: wiederertragsfähigen Code (C Funktionen als Interruptroutinen), Co-Prozessoren, schnelle 4 Byte Gleitkommaarith. Anschluss an bestehende Entwicklungssysteme.

**MI-C Crossassembler**

Die MI-C Crossassembler erlauben modulare Assemblerprogrammierung mittels Makroassembler, Linker, Librarian, und sind auf die Architektur der verschiedenen Mitglieder der jeweiligen Prozessorfamilie einstellbar. Die Ausgabe erfolgt im Binär-, Intel Hex- oder im Motorola S Format. Reichhaltige Kontrollstruktur zur Steuerung des Assemblers/Linkers (z.B. Crossreferenz, Overlays).

MI-C Cross-Software läuft unter MSDOS, CPM, oder CPM86. MI-C ist eine deutsche Entwicklung und wird kontinuierlich gepflegt.

Preisbeispiele (incl. Handbuch, deutsche oder englische Versionen lieferbar):

MI-C Crossassembler (Ziel 8080/286/HD4180)	645,- DM
MI-C Crossassembler (Andere Zielprozessoren)	795,- DM
MI-C C-Crosscompiler (Ziel 8080/286/HD4180)	745,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 8080/286/HD4180)	1245,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 286)	1495,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 8051 Familie)	1495,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 8096/80196)	1495,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 68000)	1495,- DM
MI-C C-Crosscompiler-Crossassembler (Ziel 68HC11)	1495,- DM
MI-C Grundpaket C-Crosscomp.-Crossass.	675,- DM
MI-C Wiederertragsfähiger Assembler mit binärer 4 Byte Gleitkommaarith.	798,- DM
MI-C C-Compiler für CPM (Ziel 8080/286/HD4180)	445,- DM

Herbert Resse EDV, Bogenstr. 32, 4390 Gladbeck, Tel. (02043) 24912 / 43597 FAX: 63702  
Ostrich: Dr. Willibald Kraml, Microcomputer-Software, Degenasse 27/18, A-1180 Wien  
Schweiz: Bernhard-Elektronik, Aaraustr. 20, CH-5734 Reinsach AG, Tel. (064) 716944

**Eprom-Programmer**

- für Druckschnittstelle (Centronics-Port)
- Ideal für Entwicklung, Service, Schulung.
- schnelle parallele Datenübertragung.
- benötigt keine Einsteckkarte.

**EPROM New**

• EPROM's von 2764 - 4,8 Mbit - N-, C-Mos, •EEPROM'S, •Zero-Power-RAM's. •Slow, •Fast und •Quick-Programmieralgorithmus. •220V-Stromversorgung. •Anschluss an Druckschnittstelle (Centronics-Port). Für PC, AT, PS/2, •486 und Laptops. DM 444,-

**EPROM unser bewährtes...**

• EPROM's von 2716 - 27512, •N-, •C-Mos, •EEPROM'S, •Zero-Power-RAM's. •Slow, •Fast und •Quick-Programmieralgorithmus. Weitere Funktionen wie EPROM III, DM 444,-

**Software für EP II / EP III**

• SAA-Oberfläche, • Dateneditor ASCII/HEX für beliebig große EPROM's. • Dateneingabe bis 64 Bit Systeme. • Slow/Flash/Intel-Quick-Algorithmus. • Programmieren im akro, • Quicklook-Taste zeigt 256 Byte des EPROM an. • EPROM prüfen, lesen, kopieren, Prüfsumme (16bit), • EPROM mit File vergleichen. • Bit und Byteweise programmieren. • Makrosprache für pinkompatible EPROM's. • Datenkonvertierung: Intel-Hex, Hex-Dump, Binär-File, Motorola, Tektronix. • Kopieren von RAM und ROM des Computers in EPROM. • Einleitung einleitend. • Software in Deutsch und Englisch. • Programmierung an unbekannte EPROM's. • Kunden-spezifische Software möglich.

**Lieferumfang:**

Programmiergerät EPROM II bzw. EPROM III, Software auf 3,5" od. 5 1/4" Disk, Handbuch, Quickreferenz in Folie, (deutsch/englisch)

ecotec GbR, Tillack / Engelt, Herdweg 25, 7959 Burgrieden 1, Tel. 07392 / 6413 Fax. 18565

Made in Germany


**EP II / EP III**

**Eprom-Löschgerät.**

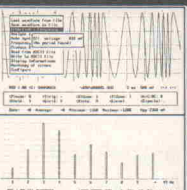
AT 401  
Sehr solide Ausführung-Ideal für Dauer-einsatz. • 8-EPROM, • 220 Volt, • Endschalter, • Bedienelemente, • mechanische Schalter, • Kontrolllampe, • Klingel. DM 228,-

**AT 402**

wie AT 401, jedoch bis 18 EPROMs. DM 238,-

**PC-Speicheroszilloskop**

Paket, bestehend aus AD-DA-Meßkarte und Speicheroszilloskopprogramm für den NF-Bereich: Aufnehmen, Speichern, Laden, Analysieren, Wiedergeben von Kurvenformen, Effektivwertberechnung, min/max, Spannung, Mittelwert, Frequenzanzeige, Signalklirrfaktor...

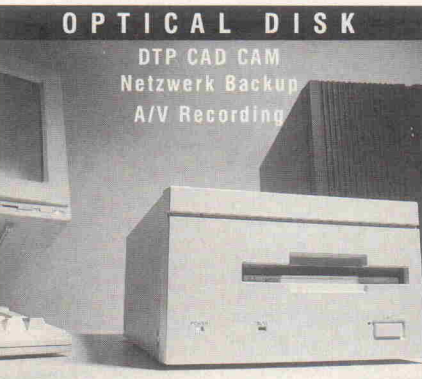


nur DM 398,-!

**Externer AD-Wandler für serielle Schnittstelle**

4 1/2-digit-RS-232 Wandler (9600 Baud) in geschlossener Modulbauweise, 1/2V 260ms, Anschluß über serielle Schnittstelle. Ideal für tragbare Rechner. Je Verschiedene Ausführungen: AD-80: 8 Eingänge mit einer Masse, AD-40: 4 Eingänge mit 4 \* Masse, AD-44: 4 Eingänge + 4 CMOS-Ausgänge mit 1 Masse, AD-77: 7 Eingänge für Temperaturmessung.

Gratis-Liste EA-4 anfordern!  
bitzer  
Digitaltechnik  
Postfach 1133  
7060 Schorndorf  
Tel.: 07181/68282  
Fax: 07181/66450



Autorisierter HighTech-Vertriebspartner für Optical Disk, SCSI-Zubehör, Datenträger und Memory-Cards von Fujitsu, Maxell, Mitsubishi, Panasonic, Seiko und Sony.



VENTAS Marketing GmbH · Aachener Straße 78-80 · D-5000 Köln 1  
☎ 0221-52 08 51 · Fax 49-221-51 72 86

**PC-Meß- und Regelkarten**

(Alle AD-Karten mit echten integrierten AD-Umsetzern)

**LowCost-Bereich:**

AD/DA-Karten, 8 Bit +/- 1 LSB, 2µs AD-/1µs DA-Umsetzzeit:  
-1 Eing./1 Ausg., 4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 169,-  
-8 Eing./1 Ausg., 4 Spgns. bereiche per Software einstellb. DM 209,-  
-8 Eing./2 Ausg., 24 Spannungsbereiche per DIP-Schalter/Software einstellbar, extern triggerbar DM 279,-  
-wie vor, jedoch zusätzlich mit 24 digitalen I/O-Leitungen und 4 Wechsler-Relais (2A Dauer-Schaltstrom) DM 389,-

AD,AD/DA-Karten, 12 Bit +/- 1 LSB:  
-1 AD-Eing., 9µs Umsetzzeit, ext. trg.bar+5 dig.Eing. DM 289,-  
-4 AD-Eing., 9 µs, 1/3V(0-5V a.A.), 1 DA-Ausgang 1/3V DM 469,-  
(Einführungspreis)

**Industrie-Bereich:**

Industrie-Meß- und Regelkarten, sowie Zubehör aus der PC-Lab-Serie: 12-Bit Multifunktionskarten von 8-fach AD (25µs) / 1-fach DA, jeweils 16 dig. In-/Output mit Anschluß bis 16-fach single / 8-Kanal differentiell (10µs) / 2-fach DA, mit Quarztimer, 9 programmierbare unipol./bipolare Spannungsbereiche, Interrupt-DMA-fähig, Digitale (auch Opto-)Relaiskarten, Programme, Erweiterungsboards analog und digital etc.

Gratis-Liste ER-4 anfordern!  
bitzer  
Digitaltechnik  
Postfach 1133  
7060 Schorndorf  
Tel.: 07181/68282  
Fax: 07181/66450

**IEEE-488 und VXIbus-Steuerung, Meßdatenerfassung und -auswertung**

Jetzt direkt in Deutschland vertreten.  
kostenloser Katalog: (089) 714 5093

Vertrieb und Support durch:

National Instruments Germany GmbH  
Hans-Grässel-Weg 1  
W-8000 München 70  
Tel.: (089) 714 5093  
Fax: (089) 714 6035


**PC - MESSTECHNIK**

MESSEN STEuern REGELN  
AUTOMATISIEREN ÜBERWACHEN

**HARDWARE**

PC-LabCard Serie - DCI SmartLab Serie  
ANCO I/O Controller

**SOFTWARE**

metrasat - PC 3.3

**SERVICE**

Technical Support - Reparaturen



Postfach 600406 W-6000 Frankfurt/M. 60  
Tel. 069 - 44 33 91 Fax. 4 90 98 25

**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-Mailbox nimmt Probetrieb auf

Als zusätzlichen Leser-Service hat die Redaktion eine Mailbox eingerichtet, die 24 Stunden am Tag unter der Nummer 05 11/5 47 47-73 online zu erreichen ist. Folgende Dienste sind während des Probetriebs vorgesehen:

**Brett 10:** Nachträge und Berichtigungen für die jeweils letzten zwölf zurückliegenden Ausgaben. Aktuelle Nachträge werden sofort nach Bekanntwerden eingetragen; Nur-Lese-Zugang für Gäste und eingetragene User mit Level 0 und 1. Berichtigungen können über Brett 30 mitgeteilt werden.

**Brett 20:** EPROMs/Listings. Alles, was im Heft als Beispiel- oder Testprogramm, EPROM-Inhalt, GAL/PAL-Listing usw. veröffentlicht wurde und nicht urheberrechtlich geschützt ist, soll hier abgelegt werden. Download-Zugang für eingetragene User mit Level 1.

**Brett 30:** Post an Elrad. Dies ist der Posteingangskorb, der täglich geleert wird. Schreib-Zugang für Gäste und eingetragene User ab Level 0.

**Brett 40:** Post an User. Dies ist (vorläufig) das Brett für Mitteilungen von Box-Usern an Box-User. Schreib- und Lesezugang für eingetragene User ab Level 1.

**Brett 50:** Autor. Dieses Brett benutzen Autoren, die Texte oder Mitteilungen an die Redaktion schicken; das zugehörige Paßwort kann in der Redaktion erfragt werden.

**Brett 60:** Jahresinhaltsverzeichnis. Diese Datei enthält die Inhaltsverzeichnisse der im laufenden Jahr bereits erschienenen Ausgaben sowie aller Ausgaben des Vorjahres. Lesezugang für Gäste und eingetragene User ab Level 0.

**Brett 70:** Ausführliche Bedienungsanleitung für die Mailbox zum Downloaden.

### Wie geht's?

Nachdem die Mailbox ausgewählt wurde und beide Modems ihr 'Connect' ausgetauscht haben, erscheint der Begrüßungsbildschirm mit der Aufforderung, die Return Taste zu drücken und sich anschlie-

ßend als eingetragener User zu identifizieren. Wer die Box zum ersten Mal benutzt, muß hier 'Gast' eintragen. Ein '?' bringt alle mit dem momentanen User-Level benutzbaren Befehle auf den Bildschirm; mit 'Hilfe' kommt eine ausführlichere Liste dieser Befehle.

Als Gast hat man etwa 20 Minuten Zeit, sich umzusehen. Fürs erste mag genügen, daß mit 'Brett \*' alle angelegten Bretter und mit 'Inhalt \*' alle Eintragungen des gerade aktiven Bretts angezeigt werden.

Will man beispielsweise die Bedienungsanleitung aus Brett 70 downloaden, dann wechselt man aus der Ebene 'Persönliches' Postfach (auch der Gast hat ein Postfach!) mit der Eingabe 'Brett 70' in eben dieses hinüber und wählt 'Inhalt \*'. Damit werden sämtliche Dateien dieses Bretts mit fortlaufender Numerierung aufgelistet. Nach der Eingabe von beispielsweise 'Lesen 1' fragt die Mailbox nach dem gewünschten Sendeprotokoll; X-Modem ist hier wohl am weitesten verbreitet. Nun meldet sich die Mailbox wieder mit der Übertragungsbereitschaft. Das eigene Terminalprogramm ist jetzt in Empfangsbereitschaft zu versetzen, dann kann die Datenübertragung beginnen.

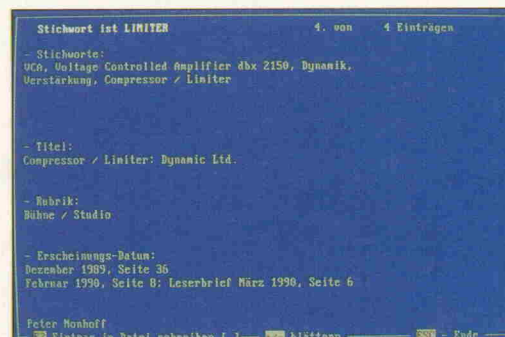
### Probelauf

Die Brettnummern, der Brettinhalt, die ganze Mailbox und auch die Zugangsregelung können sich aufgrund der Ergebnisse des Probetriebs noch ändern. Rückmeldungen der Benutzer sind sehr willkommen, um auf Fehler oder Mängel der Box entsprechend reagieren zu können.

## Spezial-Update für Elrad-Inhalts- verzeichnis

Das jetzt verfügbare Update der Elrad-Datenbank mit dem Gesamtinhaltsverzeichnis berücksichtigt auch die Beiträge des Jahres 1991. Damit erhöht sich die Anzahl der Datensätze um circa 8 % auf knapp 2500; eine ähnliche Zuwachsrate gilt für die 7500 Suchbegriffe.

Speziell für PC-User gibt es eine Neuerung: Ab sofort enthält die PC-Version der Elrad-Datenbank (auch das Update)



Die Rubriken, in denen nach dem Suchbegriff gefahndet werden kann.

Jeder Datensatz enthält die Informationen zum Auffinden des gesuchten Artikels im Elrad-Archiv.

Service

zusätzlich das Suchprogramm PC-Search. Damit gewinnt die Datenbank erheblich an Attraktivität, da die PC-Version ohne dBase genutzt werden kann.

Installation und Bedienung sind sehr einfach. Nach Aufruf überprüft das Programm, ob bereits ein Datenbankfile im richtigen Format existiert. Wenn nicht,

erzeugt es dieses selbständig aus den beiden Elrad-Textdateien. Dieser Vorgang ist einmalig. Anschließend fragt die Software sogleich nach einem Suchbegriff. Jetzt noch die richtige Rubrik ausgewählt, und schon trennen den User nur noch wenige Augenblicke von den gewünschten Datensätzen, sprich Artikeln, aus 14 Jahren Elrad.

### Nachträge

#### Open-Frame: noch offene Fragen

Im Testbeitrag 'Erstaunliche Wandlung' über Open-Frame-Schaltnetzeile, Heft 1/92, Grafik Seite 37, gilt für die Geräte-Zuordnung die Reihenfolge ihrer Nennung im Text; ebenso für die Grafik Seite 42, sie ist zeilenweise (von oben nach unten) zu lesen. (Red.)

#### Verschobene Kreise

Im Beitrag 'Anfeuerung', Marktübersicht EPROM-Programmiergeräte, Heft 1/92, sind die Adressenliste und die Tabelle Seite 28, 12. Zeile, nicht korrekt. Der Hersteller des Gerätes EPROMer EP II ist (in korrekter Schreibweise) die elcotec GbR, 7959 Burgrieden 1. Alle Markierungskreise in dieser Zeile sind um eine Spalte nach rechts zu versetzen. Das Gerät hat demnach keine serielle, sondern eine Parallel-Schnittstelle und verfügt über Quick/Stan-

dard-Programmierung. Handbuch und Benutzerführung in Deutsch; außerdem ist ein Datei-Editor vorhanden. (Red.)

#### Verschobene Spektren

Aus technisch-redaktionellen Gründen mußte der für diese Ausgabe vorgesehene Test 'PC-Spektrumanalyzer' um einen Monat verschoben werden. (Red.)

### Technische Anfragen

#### Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 10.00 bis 12.30 und von 13.00 bis 15.00 Uhr unter der Telefonnummer

05 11/54 74 70

Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die Elrad-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags. (Red.)

## 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 DM 229,—**

**gn electronics**

Inh. Georg Nollert, Scheibbsr. Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 0 71 52/5 50 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

## <„DAS ANGEBOT DES JAHRES“>

### LEITUNGSPRÜFER LP 1

Ein Ohmmeter zum Prüfen von  
Leitungen auf Durchgang und  
für Widerstandsmessungen  
— 3 umschaltb. Bereiche —  
ideal für Werkstatt + Hobby  
Meßbereiche:  
0...1kOhm/10kOhm/100kOhm  
einschl. Bereitschafts-Ledertaste!

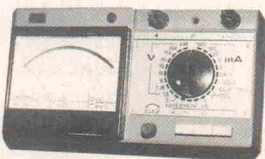
**nur DM 15,—**



### UNIVERSALMESSGERÄT 4353 - B 4.1

— mit automa-  
tischem Überla-  
stungsschutz!  
Für Gleich-  
u. Wechselst.  
— 600 V,  
Gleich- u. Wechsel-  
strom bis 1,5 A,  
Widerstandsmessung bis 5 MOhm,  
Kapazitätsmessung bis 0,5  $\mu$ F sowie  
dB-Messungen von -10... bis +12 dB  
einschl. Service-Koffer u. dt. Anleitung!

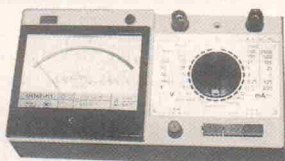
**nur DM 29,50**



### UNIVERSALMESSGERÄT 4342 - M 1

mit automati-  
schem Überla-  
stungsschutz —  
Transistortester  
für PNP +  
NPN-  
Transistoren.  
Gleich- u.  
Wechselstrom von 0...0,05 mA—2,5 A  
Gleichspannung 0...1000 V  
Wechselspannung 0,2...1000 V  
Gleichstrom-Widerstand 0...10 000 kOhm  
einschl. Service-Koffer u. deutscher Anleitung!

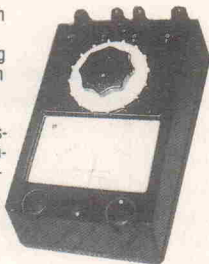
**nur DM 35,—**



### EAW-MESSBRÜCKE (nach Thomson)

Diese Kleinmeßbrücke nach  
Thomson-Schaltung dient  
in erster Linie zur Messung  
ohmscher Widerstände von  
0,09 mOhm bis 11 Ohm  
— weiterhin kann diese  
Meßbrücke als Durchgangs-  
prüfer und zur Gleichstrom-  
messung von 0,1/1/5 A ver-  
wendet werden!

**nur DM 29,50**

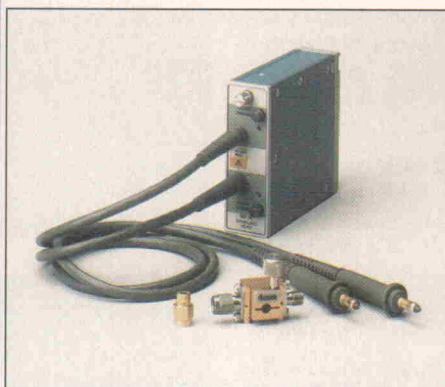


8 Tage Übernahme-Garantie auf alle Meßgeräte!

## MERKUR ELECTRONIC

Albrechtstr. 98, 1000 Berlin 41  
Telefon: 0 30/7 91 50 90/99  
Fax: 0 30/7 93 14 66

## Meßtechnik



## Sampling-Kopf

Tektronix stellt einen neuen Sampling-Kopf  
mit hoher Impedanz und niedriger Ein-  
gangskapazität für die Oszilloskope der  
Serie 11800 und Signalanalysatoren  
CSA 803 vor. Der zweikanalige Sampling-  
Kopf SD-14 ermöglicht Messungen mit  
einem Eingangswiderstand von 100 k $\Omega$  und  
einer Eingangskapazität von 0,25 pF. Seine  
Bandbreite reicht bis 2,5 GHz.

Kennzeichen des Sampling-Kopfs SD-14  
sind sein großer Dynamikbereich mit einem  
Spitze-Spitze-Wert von 7 V sowie der ma-  
ximale Eingangspegel in Höhe von 15 V.  
Da er direkt mit den erwähnten Tek-Geräten  
verbunden wird, ist eine separate Stromver-  
sorgung nicht erforderlich. Der SD-14 ent-  
hält zwei Tastköpfe mit je einem eigenen  
integrierten Sampler.

Tektronix GmbH  
Colonia Allee 11  
W-5000 Köln 80  
Tel.: 02 21/9 69 69-0  
Fax: 02 21/9 69 69-3 62



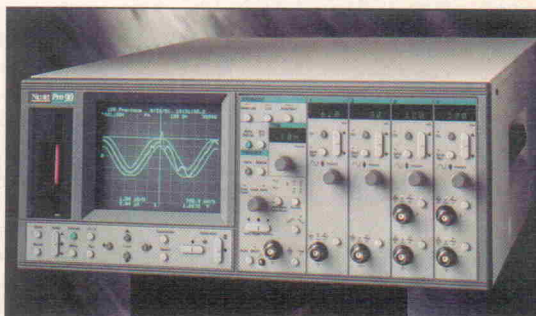
## Analysator für elektrische Größen

Neu im Lieferprogramm der Firma Neu-  
müller ist das Netzanalysatorsystem von El-  
control, das sämtliche Größen einer elektri-  
schen Anlage messen und auswerten kann.  
Beim Basisgerät VIP MK 3 handelt es sich  
um ein tragbares Gerät mit eingebautem  
Drucker, das die Meßwerte an den drei Pha-  
sen erfaßt und die äquivalenten Drehstrom-  
größen berechnet. Das Gerät erfaßt Span-  
nungen, Ströme, Leistungen, den Leistungs-

faktor sowie den Klirrfaktor bei Wellenver-  
formungen. Es mißt den Gesamtenergiever-  
brauch und den Verbrauch innerhalb be-  
stimmter Zeitintervalle. Zudem kann man  
Mittelwerte, Höchstwerte und Verzerrungen  
abspeichern.

VIP System 3 verfügt über dieselben Lei-  
stungen wie das MK 3-System, ist jedoch  
mit einem Zusatzspeicher in Form eines  
Memory Packs ausgestattet, in dem man  
sämtliche Daten für eine Weiterverarbei-  
tung ablegen kann. Mit dem Memory Pack  
kann man Meßreihen programmieren be-  
ziehungsweise abrufen oder Daten an  
Rechner oder Ferndrucker übertragen.  
Über entsprechende Schnittstellen sind die  
Anwendungen des VIP System 3 auch auf  
andere Funktionen erweiterbar, beispiels-  
weise zum Erfassen von Temperatur oder  
Fehlerstrom.

Neumüller GmbH  
Eschenstr. 2  
W-8028 Taufkirchen  
Tel.: 0 89/6 12 08-0  
Fax: 0 89/6 12 08 48



## High-End-DSO

Mit seinen Oszilloskopen der Pro-Reihe  
präsentiert Nicolet dem Meßtechniker sie-  
ben neue DSOs mit erhöhter Genauigkeit  
und Triggerzuverlässigkeit. Dank der ein-  
stellbaren Triggerhysterese unterbindet man  
bei diesen Geräten Triggerstörungen, die  
sich in einem Zittern des Oszilloskopbildes  
äußern. Erst wenn die Eingangssignale  
nacheinander zwei getrennt einstellbare  
Spannungspegel in vorgewählter Richtung  
durchlaufen, erfolgt ein Triggern. Die grafi-  
sche Anzeige von Triggerpegel und -emp-  
findlichkeit sowie Symbole für Triggerbe-  
triebsart und wichtige Parameter erhöhen  
den Bedienkomfort.

Die in den Pro-DSOs implementierte  
'1-aus-1-Million'-Darstellung gestattet  
einen schnellen Überblick über bis zu vier-  
mal 256 000 Meßwerte. Zum Auswerten  
der Details stehen Vergrößerungs- und  
Cursorfunktionen zur Verfügung. Ein weite-  
res Feature ist die residente Program-  
miersprache TACT, die den Zugriff auf die  
latent vorhandene 32-bit-Rechnerleistung  
des Oszilloskops eröffnet. Über eine direkt  
anschließbare, gewöhnliche PC-Tastatur  
kann der Meßtechniker auf alle Frontplat-  
teneinstellungen und IEEE 488-Kontroll-  
codes sowie zahlreiche mathematische  
Funktionen zugreifen. Auf diese Weise er-  
laubt TACT ein Programmieren aller Os-

zilloskopfunktionen nach kundenspezifischen Anforderungen, und zwar ohne zusätzlichen PC.

Die sieben Pro-Oszilloskope bieten zwei oder vier Kanäle in 8- oder 12-bit-Versionen mit Abtastraten von 1 MS/s bis 200 MS/s. Das Gerät Pro 90 beispielsweise weist zwei 12-bit-Kanäle mit einer Abtastrate von 10 MS/s sowie zwei 8-bit-Kanäle mit 200 MS/s auf. Zudem verfügt es über zwei unabhängige Zeitbasen.

Nicolet Instrument GmbH  
Senefelder Str. 162  
W-6050 Offenbach  
Tel.: 0 69/83 70 01  
Fax: 0 69/84 44 11

## Logikanalysator

Die Logikanalysatoren LA 3200 und LA 4800 von Thurlby zeichnen sich durch 32 beziehungsweise 48 Datenkanäle aus sowie durch einen Aufzeichnungsspeicher mit einer Kapazität von 8 K, eine maximale Abtastrate von 100 MHz, ein multifunktionales Triggersystem in mehreren Ebenen und nichtflüchtige Daten- und Setup-Speicher. Ihre implementierte Steuersoftware ermöglicht eine freie Formatierung des State-Listings, leistungsfähige Such- und Vergleichsfunktionen sowie optionale Disassembler-Listings für alle gängigen 8- und 16-Bit-Mikroprozessoren.



Die Bedienung der von Telemeter Electronic angebotenen Logikanalysatoren gestaltet sich dank der Menüsteuerung über Softkeys sowie der zu jeder Funktion einblendbaren, kontextbezogenen Hilfe besonders einfach. Ein breites Zubehörspektrum, beispielsweise feste und variable Tastköpfe, Disassembler, Druckeranschlußadapter und IBM-Softwareinterface, ermöglicht eine Anpassung der Geräte an praktisch jede Aufgabenstellung. Für den LA 3200 nennt der Anbieter einen Preis von 3150,- DM zuzüglich MwSt.; für den LA 4800 gilt ein Preis von 4150,- DM zuzüglich MwSt. Auf Anfrage erhalten Interessenten vom Anbieter ein ausführliches, achtseitiges Datenblatt, das detailliert alle Funktionen der beiden Logikanalysatoren beschreibt.

Telemeter Electronic GmbH  
Posthof 4  
W-8850 Donauwörth  
Tel.: 09 06/40 91  
Fax: 09 06/2 17 06



## Multifunktions-DMM

Das neue 4 1/2- bis 7 1/2stellige Digitalmultimeter Modell 2001 von Keithley Instruments zeichnet sich durch eine Leistungsfähigkeit aus, die man bislang nur von wesentlich teureren Meßsystemen her kennt: Beispielsweise beträgt die Gleichspannungsdrift lediglich 18 ppm (Grundgenauigkeit über 90 Tage) beziehungsweise 7 ppm (über 24 Stunden). Für die Wechsellspannungs-Grundgenauigkeit gilt eine maximale Abweichung von 0,05 %; der AC-Frequenzbereich reicht von 1 Hz bis 2 MHz. Die Auflösung im Widerstandsbereich beträgt 1  $\mu\Omega$ .

Für den Anzeigebereich des Modells 2001 gilt ein Wert von 4 1/2 bis hin zu echten 7 1/2 Stellen. Im Gegensatz zu anderen Meßgeräten ermittelt das Gerät den Meßwert für eine 7 1/2stellige Anzeige nicht als Durchschnittswert mehrerer 6 1/2-stelliger Messungen mit 22 Bit Auflösung, sondern durch eine echte 7 1/2stellige Messung mit einer Auflösung von 28 Bit. Mit einer Meßgeschwindigkeit von 2000 Messungen pro Sekunde (4 1/2 Stellen) erfaßt das Gerät auch sich schnell ändernde Signale bei Anwendungen mit hohem Durchsatz. Arbeitet das DMM 2001 mit einer Auflösung von 6 1/2 Stellen und voller Genauigkeit, so beträgt die Meßrate noch 45 Messungen pro Sekunde. Der Anwender kann wahlweise die gewünschte Auflösung oder die Meßgeschwindigkeit vorgeben.

Zu den weiteren Eigenschaften des Modells 2001 gehört die Triggervverzögerungszeit von < 20  $\mu\text{s}$  sowie eine schnelle Bereichs- und Funktionswahl von 20 ms bis 150 ms. Das Autoranging arbeitet laut Anbieter um den Faktor 10...100 schneller als bei anderen DMMs. Eine Trigger-Link-Funktion für hochpräzises Timing und zur Synchronisation mehrerer DMM 2001 zählt ebenso zur Standardausstattung des Multimeters wie ein nichtflüchtiger Speicher für die Meßdaten. Das Gerät beherrscht Crestfaktor- und Spike-Spitzenwertmessungen, AC-Spitzenwert-, Mittelwert- und Echt-Effektivwertmessungen. Strommessungen kann man 'in-circuit' ohne Unterbrechen des Signalweges durchführen. Für Grenzwertmessungen (Stichwort 'Binning') stehen vier separate Ausgänge zur Verfügung. Die MTBF beträgt 80 000 Stunden.

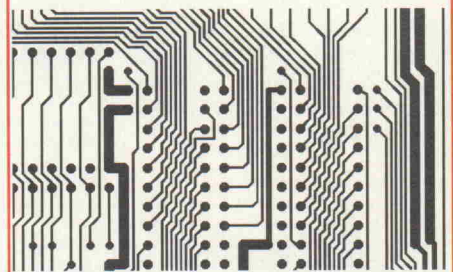
Keithley Instruments GmbH  
Landsberger Str. 65  
W-8034 Germering  
Tel.: 0 89/84 93 07-0  
Fax: 0 89/84 93 07 59

**Geh'n Sie nicht  
zum Schmiedl,  
sondern lieber  
gleich zum  
Schmied.**



# EAGLE 2.0

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter



Mit anderen Worten: Vertrauen Sie der Platinen-Entflechtungs-Software, die in Deutschland öfter im Einsatz ist als jedes andere einschlägige Programm.

Das hat gute Gründe. Allen voran das hervorragende Preis/Leistungs-Verhältnis und die leichte Bedienbarkeit. Zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigen unserer Software diese Eigenschaften.

Schon mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die den höchsten industriellen Anforderungen genügen — bis hin zum Multilayer-Board mit SMD-Bauelementen. Sämtliche Bauteile-Bibliotheken und Ausgabetreiber (für Drucker, Plotter, Fotoplotter) sind in diesem Preis enthalten.

Skeptisch? Dann sehen Sie sich doch einmal unsere voll funktionsfähige Demo an, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie den Schaltplan-Editor und den Layout-Editor ebenso testen wie unseren Autorouter.

<b>EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch</b>	<b>25 DM</b>
<b>EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) einschl. Bibliotheken, Ausgabetreiber und Konvertierprogramme</b>	<b>844 DM</b>
<b>Schaltplan-Modul</b>	<b>1077 DM</b>
<b>Autorouter-Modul</b>	<b>654 DM</b>

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

## Bauelemente auf über 200 Seiten

Einen schnellen Überblick über die wichtigsten ab Lager verfügbaren Bauelemente und Entwicklungssysteme verspricht der neue Produktkatalog der Electronic 2000 Bauelemente GmbH, den jetzt das Münchner Distributionsunternehmen Entwicklern und Einkäufern kostenlos zur Verfügung stellt. Das im A5-Format gehaltene Nachschlagewerk ist in acht Abschnitte gegliedert und innerhalb dieser Segmente nach Herstellern unterteilt. Dabei wurde auf eine detaillierte Beschreibung einzelner Familien oder Bausteine verzichtet.



Auf rund 200 Seiten offeriert der Katalog weit über 10 000 Artikel von AMD, Altera, Cyrix, EM Microelectronic Marin SA, Intel, Loral Fairchild Imaging Sensors, National Semiconductor, Texas Instruments, VLSI Technology und Xicor mit Typenbezeichnung sowie einer Zusammenfassung der wichtigsten Daten. Eine Liste aller Daten- und Applikationsschriften der jeweiligen Halbleiterhersteller ergänzt diese kompakte Übersicht.

Electronic 2000 Vertriebs-AG  
Stahlgruberring 12  
W-8000 München 82  
Tel.: 0 89/4 20 01-0  
Fax: 0 89/42 00 11 29

## Soft- und Hardwareprodukte

Der neue Katalog von National Instruments stellt auf 544 Seiten die gesamte Palette von Soft- und Hardwareprodukten dieses Unternehmens vor. Er umfaßt Produkte zur Entwicklung von GPIB-, VXI-Bus-, MXI-Bus-,



RS-232-, Signalaufbereitungs- sowie Datenerfassungsapplikationen auf verschiedenen Computersystemen.

Neben der kompletten Hardware-Produktpalette enthält der Katalog die Software-Systeme LabView 2 und LabWindows.

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

## Semtech Shortform-Katalog

Der Shortform-Katalog der Firma Semtech Corp. stellt eine stark erweiterte Produktpalette vor, die nach dem Erwerb der Firma Lambda Semiconductor Corp. auch die Produkte dieses Herstellers enthält, so zum Beispiel Spannungsregler, Darlington-Transistoren und andere Komponenten für Netzteile. Die Übersicht umfaßt zudem ein erweitertes Angebot in den Bereichen Leistungsdioden und Diodenbaugruppen sowie Schottkydioden, superschnelle Dioden



und MOSFETs in hermetisch dichtem Gehäuse. Interessenten erhalten den Katalog vom Semtech-Repräsentanten Sinus Electronic.

Sinus Electronic-Vertriebs GmbH  
Friedrich-Dürr-Str. 64  
W-7100 Heilbronn  
Tel.: 0 71 31/5 20 77  
Fax: 0 71 31/57 81 23

# Stromversorgungen

## Die neuesten Produktübersichten

Der Katalog der Elektro-Automatik enthält das Gesamtprogramm dieses Stromversorgungsspezialisten. Auf 116 durchgehend farbig illustrierten Seiten offeriert er Labornetzgeräte mit Leistungen bis

Herstellers. Es umfaßt Labornetzteile für den Leistungsbe- reich zwischen 60 W und 50 000 W, elektronische Lasten ebenfalls bis 50 000 W, Wechselspannungsquellen, Meßstellenumschalter, Meß-



zu 34 000 W, Industrie-, Universal- und Hochspannungsnetzgeräte, Einbaunetzgeräte, DC/DC- und DC/AC-Wandler sowie USV-Anlagen mit allen relevanten technischen Daten. Den Abschluß bildet ein kleines Glossar.

Elektro-Automatik GmbH  
Helmholtzstr. 33-35  
W-4060 Viersen 1  
Tel.: 0 21 62/3 78 50  
Fax: 0 21 62/1 62 30

Auch die Münchner Firma MGW stellte vor kurzem ihre neue, 56 Seiten umfassende Übersicht vor, die dem Interessenten eine schnelle Orientierung über das 19"-Programm dieses Anbieters erlaubt. Auf einen Blick erfährt man alle wichtigen Daten der vorgestellten Netz- teile und DC/DC-Wandler im Leistungsbereich zwischen 20 W und 750 W. Jede Doppelseite enthält die Bezeichnung des jeweiligen Produkts, ein Foto für den ersten Eindruck, eine Kurzbeschreibung für die schnelle Zuordnung, Maße und Aufbau des Gehäuses, ausführliche technische Daten sowie Kurven, Kennlinien und die Bestelldaten.

MGW Stromversorgungen  
Bayerwaldstr. 27  
W-8000 München 83  
Tel.: 0 89/67 80 90-0  
Fax: 0 89/67 80 90 80

Der 114seitige Gesamtkatalog der ET System electronic beinhaltet das komplette Produktionsprogramm dieses



und Regelsysteme, Stromversorgungstester, Sicherheitstester sowie Transformatorentester. Aber nicht nur Standardtestsysteme, sondern auch kundenspezifische Testsysteme zählen zum Angebot.

ET System electronic GmbH  
Hauptstr. 119-121  
W-6822 Altlußheim  
Tel.: 0 62 05/35 88  
Fax: 0 62 05/3 75 60

Mit einem neuen Übersichtfaltblatt gibt Kraus Industrie Elektronik dem Anwender



einen raschen Überblick über die mehr als 2000 verschiedenen DC/DC-Wandlerarten. Aufgegliedert nach Leistungsstufen im Bereich zwischen 0,3 W und 340 W und mit den wichtigsten Wandlerdaten versehen findet der Entwickler schnell den für seine Aufgabe passenden Typ.

Kraus Industrie Elektronik GmbH  
Niederhöchstädter Str. 71-73  
W-6242 Kronberg 2  
Tel.: 0 61 73/60 99-0  
Fax: 0 61 73/60 99 10

# iSYSTEM

Deutschland:

Österreich:

Slowenien:

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

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

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

**DER SPEZIALIST FÜR HARD- UND SOFTWARE-ENTWICKLUNGSWERKZEUGE**

## EMUL51-PC:

**Der In-Circuit-Emulator  
für Ihre 8051-Entwicklung**

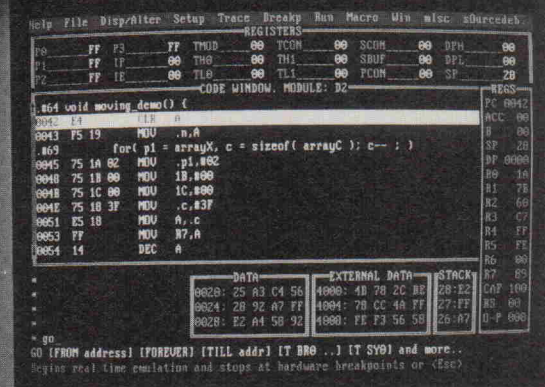
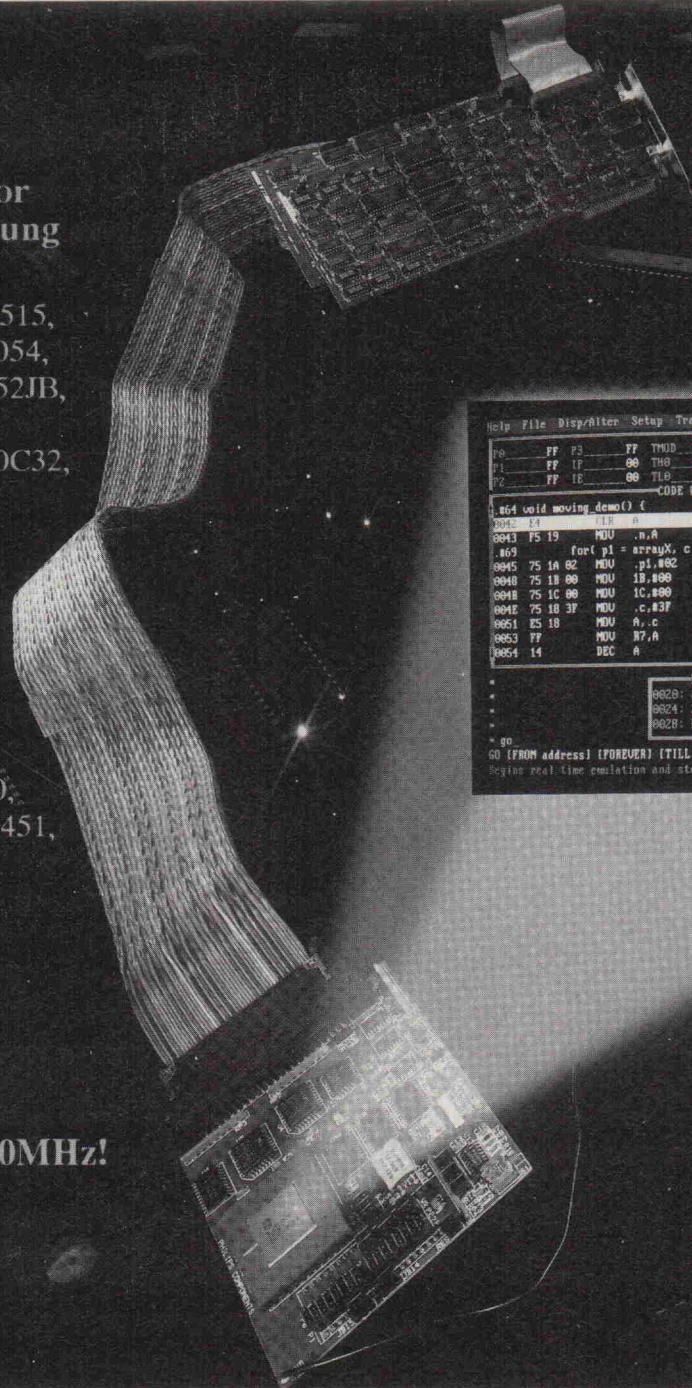
8031, 8032, 8051, 80512, 80515,  
80532, 80535, 80C053, 80C054,  
80C152A, 80C152JA, 80C152JB,  
80C152JC, 80C152JD,  
80C154, 80C31, 80C31-1, 80C32,  
80C321, 80C321-1, 80C451,  
80C452, 80C51, 80C515,  
80C517, 80C51FA,  
80C51GB, 80C52,  
80C528, 80C535,  
80C535, 80C537,  
80C537A, 80C550, 80C552,  
80C592, 80C562, 80C652,  
80C851, 80CL410, 80CL610,  
8344, 83C053, 83C054, 83C451,  
83C528, 83C550, 83C552,  
83C562, 83C652, 83C654,  
83C751, 83C752, 83C851,  
83CL410, 83CL610, 87C51,  
87C751, 87C752, DS5000

## 30 MHz-Takt:

**Echtzeitemulation bis 30MHz!**

## SIMUL51-PC:

**Zum Emulator jetzt  
auch der Simulator**



### ■ 8 Bit-Entwicklungssysteme

Z8 - Z80 - Z180 - Z84013  
Z84C13 - Z84015 - Z84C15  
HD64180 - HD647180  
6802 - 6809 - 6805  
68HC11 - 8031 - 8051 - ...

### ■ 16 Bit-Entwicklungssysteme

68000 - 68008 - 68010  
80(C)86/88 - 80(C)186/88(EB)  
V20/30 - V40/50

### ■ 32 Bit-Entwicklungssysteme

80386

### ■ Universal-Programmer

### ■ E(E)PROM-Programmer

### ■ Logikanalyse

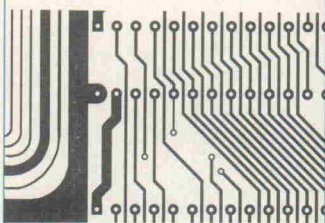
### ■ EPROM-Simulation

### ■ Elektronik-CAD

Profi-Leistung  
zum Turbopreis

## Boardmaker

Schaltplan • Layout • Autorouter



Warum soll Elektronik-CAD-Software eigentlich mehr kosten als ein Turbo-Compiler? Dies fragte sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Softwarespezialisten und entwickelte Boardmaker.

Drei Jahre später ist die Software weltweit zigtausendfach bei Ingenieuren im Einsatz. Gründe für den überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und leichte Bedienbarkeit dieses modernen CAD-Systems. Mit Boardmaker können auf fast jedem PC/AT Schaltpläne gezeichnet und Leiterplatten entflochten werden, die aktuellen Industrie-Anforderungen genügen – von der einseitigen Platine bis zum Multilayer, mit konventionell bedrahteten und SMD-Teilen.

Noch ein Grund für diese Erfolgsstory ist das revolutionäre Preis/Leistungsverhältnis des Systems. Boardmaker ist so preiswert, daß auch Amateure endlich professionell arbeiten können. Viele der Boardmaker Funktionen wie kreisförmige Leiterbahnsegmente und ein rasterloser Autorouter sind nicht einmal bei vielfach teureren Systemen zu finden. Und Boardmaker ist komplett: Bauteilbibliotheken und Treiber für Gerber Fotoplotter, NC-Bohrmaschinen, Drucker, Plotter und sogar Postscript sind im Preis schon mit enthalten.

Boardmaker kann nahezu risikolos getestet werden, denn das Boardmaker-Demo-Paket enthält das 350seitige Original-Handbuch der erfolgreichen Software.

**Demo-Paket** 25 DM  
(einschließlich Original-Handbuch)

**Boardmaker I** 295 DM  
(Schaltungs-CAD & Layout)

**Boardmaker II** 495 DM  
(+ Einlesen von Netzlisten)

**Boardrouter** 495 DM  
(rasterloser Autorouter)

Preise ab Lager. Bei Versand zuzüglich DM 5,70 (Ausland 15,-). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS-Nachnahme.

**ASIX**  
TECHNOLOGY GMBH

Rudolf-Plank-Str. 21 • Pf. 142 • D-7505 Ettlingen

Tel.: 0 72 43 - 3 10 48 • Fax: 3 00 80

## Bauelemente



### LCD-Zählermodul

Auf einer Fläche von 42 mm × 16 mm enthalten die Zählermodule der Serie EA 2030 neben der Elektronik einen Reset-Taster, einen Memory-Taster sowie die vierstellige Anzeige mit einer Ziffernhöhe von 5,5 mm. Dabei beträgt die Tiefe dieses von Electronic Assembly angebotenen Moduls 5,8 mm. Der Zähler kann vor- und rückwärts zählen, er gibt beim erneuten Erreichen eines zuvor gespeicherten Zählerstands ein Ausgangssignal ab, das unab-

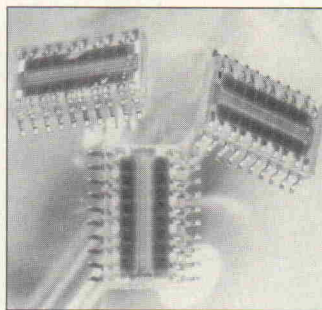
hängig von der weiteren Zählung bestehen bleibt. Im Display zeigen Pfeile die Zählrichtung an. Über den Enable-Eingang kann man den Zähler sperren beziehungsweise freigeben. Dank der eingebauten Entprellschaltung ist praktisch jeder Schalter oder Kontakt als Impulsgeber geeignet. Die maximale Zählfrequenz beträgt 500 Hz. Für den Betrieb benötigt das Modul eine Spannung von 3 V, die es mit einem Strom von 25 µA belastet.

Electronic Assembly GmbH  
Lochamer Schlag 17  
W-8032 Gräfenberg  
Tel.: 0 89/8 54 19 91  
Fax: 0 89/8 54 17 21

aktuell

### EMI/RFI-Filternetzwerke

Neue Tiefpaßfilternetzwerke von Bourns ermöglichen eine Reduktion hochfrequenter Störstrahlungsemissionen digital arbeitender Geräte. Die Filter der Serie 601 schleift man vorzugsweise in den Signalpfad zwischen Eingangs-/Ausgangstreiber und Steckverbindung ein, um Störschutznormen wie VDE 0871, VCCI (Japan) oder MIL-STD-461/462 zu erfüllen. Die Tiefpässe sind in Form von T-Netzwerken mit jeweils zwei Widerständen (10 Ω...100 Ω)



und einem Kondensator (50 pF...200 pF) pro Leitung ausgeführt. Es stehen diverse Typen mit unterschiedlichen Grenzfrequenzen zur Verfügung, die pro Gehäuse wahlwei-

## Metallhaube für Flachbandkabel

Neu im Programm von Bicc-Vero Electronics sind Metallhauben für gerollte Flachbandkabel. Die Metallhaube stellt eine wirksame Abschirmung gegen Hf-Störungen sicher und verhindert elektromagnetische Einstrahlungen. Sie eignet sich besonders für den Centronics-Anschlußsteckverbinder in Schneidklemmtechnik der Baureihe S 787.

Bicc-Vero Electronics GmbH  
Carsten-Dressler-Str. 10  
W-2800 Bremen 61  
Tel.: 04 21/84 07-0  
Fax: 04 21/84 07-1 51



se sieben oder acht Filternetzwerke enthalten.

Die sowohl im SOIC- als auch im DIP-Gehäuse lieferbaren Filter beanspruchen weniger Platz als diskrete RC-Netzwerke, sind kleiner und preisgünstiger als induktive Filter und vereinfachen das Leiterplattenlayout. Ein Datenblatt mit Ratschlägen zur Typenauswahl und Anwendungshinweisen ist auf Anfrage vom Hersteller kostenlos erhältlich.

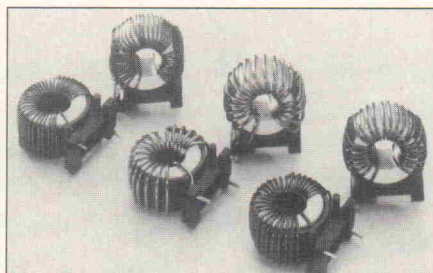
Bourns GmbH  
Breite Str. 2  
W-7000 Stuttgart 1  
Tel.: 07 11/22 93-0  
Fax: 07 11/29 15 68

### Speicherdrosseln für Schaltnetzteile

Die Hanauer Firma Vacuumschmelze stellt eine neue Baureihe von Speicherdrosseln für Schaltnetzteile vor. Kennzeichen dieser Drosseln sind eine durchschnittliche Speicherenergie von 500 µWs bei relativ kleinem Bauvolumen, geringe Verluste auch bei hohen Taktfrequenzen sowie ein kostengünstiger Aufbau für eine Bestückung ohne zusätzliche Befestigungsmittel.

Die Baureihe ZKB 616 umfaßt zehn verschiedene Varianten mit Nennströmen zwischen 1,5 A und 8 A, die entsprechenden Nenninduktivitäten reichen von 370 µH bis 11 µH. Für die

obere Grenzfrequenz gilt ein Wert von rund 200 kHz. Der Hersteller weist insbesondere auf den weichen Induktivitätsverlauf über der Gleichstrom-Vorbelastung hin. Ausgehend vom Nennwert steigt die Induktivität im Teillastbereich an und



erreicht bei einem Ausgangsstrom von null das rund 1,7fache der Nenninduktivität. Andererseits sinkt die Induktivität bei 1,5fachem Überstrom lediglich um etwa 20 % unter den Nennwert ab.

Ausführliche Daten sowie Hinweise zum Einsatz der Drosseln, auch außerhalb der Nenn-Betriebsbedingungen, enthält das Produktblatt PB-310-7, das Interessenten vom Hersteller anfordern können.

Vacuumschmelze GmbH  
Grüner Weg 37  
W-6450 Hanau 1  
Tel.: 0 61 81/3 62-1  
Fax: 0 61 81/36 26 45

# Joker

## Hewlett-Packard Systemmultimeter 34401A

**Hartmut Rogge**

Laut deutschem Universal-Wörterbuch ist ein Joker eine 'zusätzliche, für jede andere Karte einsetzbare Spielkarte'. Auf HPs neues Multimeter gemünzt heißt das, es kann, was andere Multimeter, die sich im Spiel befinden, auch können, aber das etwas genauer, etwas schneller und – steuersoftwarekompatibel zum größten Konkurrenten.



PreView

**U**m im Systemmultimetermarkt, der von ständig kleiner werdendem Volumen (1989...1991: -40 %) und dem Rückgang absetzbarer Stückzahlen (1989...1991: -21 %) gekennzeichnet ist, ein Meßgerät erfolgreich einzuführen, verfährt man am besten wie beim Zocken: Man mischt selbst und gibt sich gute Karten. Das Blatt, das HP sich mit dem 34401A gegeben hat, kann sich sehen lassen.

### Mischen

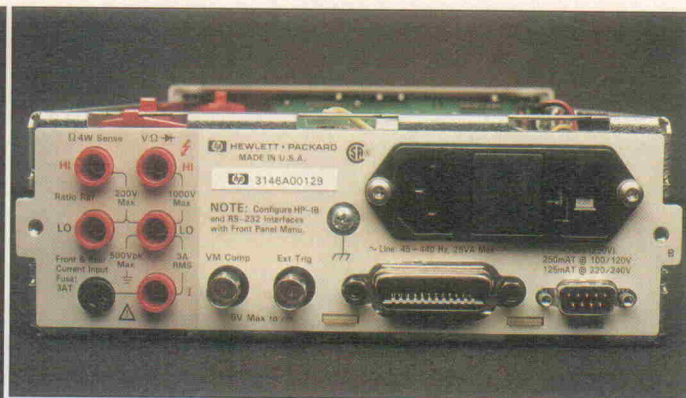
Mit einer Auflösung von 6 1/2 Stellen (21 Bit) trifft das neue

Multimeter ein Anwendungssegment seiner Klasse, das bis dato von 4 1/2- oder 5 1/5-Stellen beherrscht wird. In diesem Bereich tönt der Ruf nach höherer Auflösung der Meßgrößen zwar immer lauter, gleichwohl, das Angebot ist dünn.

Rechnerschnittstelle, Meßterminals auf der Geräterückseite und externe Trigger-Ein- und Ausgänge ist die Standardausstattung, die ein Systemmeßgerät bieten muß (Bild 1). Die HP-Entwickler haben noch einiges draufgelegt, nicht eine Schnittstelle, sondern serienmäßig deren zwei (IEEE-488, RS-232-

C), sowie Ausgänge, die Über- oder Unterschreiten programmierter High- und Low-Level signalisieren. Letztere sind auf die unbenutzten Pins 1 und 9 der seriellen Schnittstelle gelegt. Werden sie genutzt, ist die RS-232 laut Handbuch allerdings für seine ursprüngliche Funktion gesperrt.

Neben den üblichen Meßfunktionen werden Vierleitermeßtechnik sowie ein reziprok arbeitender Frequenz- beziehungsweise Periodenmeßbereich (bis 300 kHz spezifiziert) geboten. Mit 1000 DC-Messungen/s – bei 4 1/2stelliger



**Bild 1.** Alles, was ein Systemmultimeter braucht, befindet sich auf der Geräterückseite.

Auflösung – gehört das 34401 zum Schnellsten, was diese Geräteklasse derzeit zu bieten hat.

## Zwei Joker

Wenn die Leistungs- oder Ausstattungskarte nicht sticht, helfen Joker. Zwei von ihnen hat HP seinem 34401A untergemischt. Nummer 1 ist der Preis: 2200,- Mark plus Mehrwertsteuer.

Joker Nummer 2 liegt indirekt auch auf der pekuniären Seite der Medaille. Das Instrument ist zu zwei weitverbreiteten 5 1/2-stelligen Systemmultimetern steuersoftwarekompatibel. Es handelt sich um das hauseigene HP 3478A und die 8840/42A des Mitbewerbers Fluke. Diese Geräte kann das 34401 ohne Software-Änderung im Meßsystem ersetzen. Lediglich spezielle Kalibrier-Routinen sind bei den Geräte-Emulationen nicht unterstützt. Als dritter IEEE-488-Dialekt ist dem 34401 noch SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) in die Firmware gelegt worden.

## Abheben

Der Blick in das Gerät (Bild 2) offenbart modernste Fertigungstechnologie und untermauert die Herstellerangabe, daß das 34401 in fünf Minuten zusammengebaut wird. Die Ausführung der Eingangsbuchsen-Baugruppe macht deutlich, daß man in Zukunft nie mehr damit rechnen kann, farblich unterscheidbare Meßterminals in HP-Geräten zu finden. Der komplette Buchsenblock fällt – fertig assembliert mit allen Metallteilen – so wie man ihn für die Platinenmontage benötigt, aus der Spritzform.

Am Kalibrator (Datron 4800) bestätigte das Gerät die Werte, die das beigelegte Kalibrierzertifikat für jeden Meßbereich auswies. Bild 3 zeigt die ermittelte Linearität im 10-V-Bereich.

## Bedienen

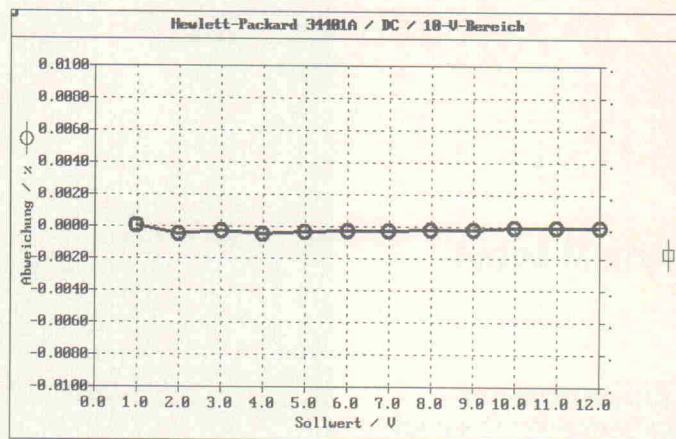
Die Frontpanel-Bedienung erfolgt über 14 Taster mit aktuellem Radiergummi-Feeling, die – glücklicherweise nur – doppelt belegt sind. Wichtige Funktionen sind ohne Shiften erreichbar (Bild 4).

Das 34401A bietet dem Anwender eine erkleckliche Anzahl von programmierbaren Konfigurationsmöglichkeiten, die mit vier Cursor- und der 'Entertaste' zu bewerkstelligen sind. Hewlett-Packard bedient sich bei der Bedienerführung einer Top-down-Baumstruktur, das heißt, innerhalb eines Menüpunktes kann zwischen Kommandos gewählt und – dem jeweiligen Kommando entsprechend – parametrisiert werden.

Es stehen sechs Menüs bereit, deren wichtigste Funktionen im

rem die Grenzwerte für Limittests festlegen oder dB-Messungen vorbereiten.

- 'Trigger' bestimmt, wie groß die Triggervverzögerung ist, und wieviele Meßwerte nach dem Startimpuls eingelesen werden sollen.
- 'System' gibt Auskunft über Fehler. Weiter können von hier gespeicherte Meßwerte (max. 512) auf das Display gebracht werden.
- 'I/O' dient der Schnittstellenkonfiguration (IEEE-488-Adresse, Parameter der RS-



**Bild 3.** Linearitätskurve des 34401 im 10-V-Gleichspannungsbereich. Der Endwert von 12 V dokumentiert, daß 20 % über den Meßbereichsendwert hinaus gemessen werden kann.

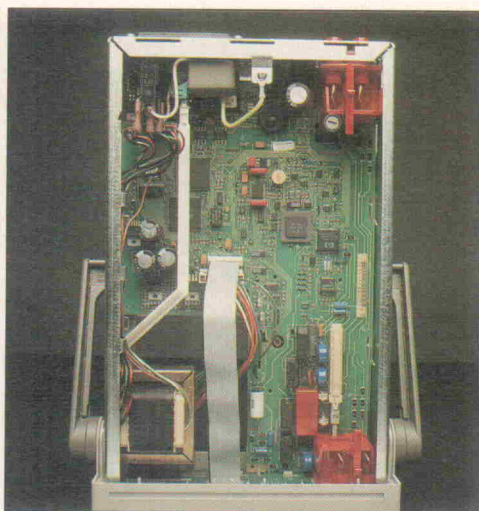
folgenden auszugsweise aufgeführt sind:

- 'Measurement' bietet beispielsweise Einstellmöglichkeiten für Ratiomessungen und Eingangswiderstand (10 MΩ Standard, 10 GΩ für die Bereiche 0,1 V, 1 V, 10 V) bei Gleichspannungsmessungen.
- 'Math' ist das Mathematikpaket, hier kann man unter ande-

232-C) und zur Wahl des Gerätenachrichtendialekts (SCPI, HP 3478, Fluke 8840/42).

- 'Calibration' spricht für sich.

Obwohl es an der Bedienlogik nichts zu 'kritteln' gibt, wer nur ab und zu umkonfiguriert, wird den Fluch eines Einzeildisplays zu spüren bekommen, den fälligen Griff zum Handbuch aber nicht bereuen. Was HP da



**Bild 2.** Der Blick unter die 'Haube' offenbart eine aufgeräumte Platine, die vermuten läßt, daß das Genauigkeitsgeheimnis nicht in der Signalaufbereitung, sondern in der Software des Gerätes liegt.



**Bild 4.** Wen das Komma zur 'Bündelung' von Dreiergruppen (vor der acht) stört, der kann es per Menübefehl löschen.

zusammen mit dem 34401 ausliefert, ist sicherlich richtungsweisend. Neben der üblichen Anleitung zur Bedienung sind weite Abschnitte Grundlagen dem gewidmet: der Meßtechnik im allgemeinen oder beispielsweise dem SCPI-Standard im besonderen. Das separate Service-Handbuch gibt auch die Kalibrierprozeduren preis, die bei einigen Herstellern anscheinend den Rang von Betriebsgeheimnissen haben.

## Fazit

HP möchte sich mit dem 34401 ein größeres Stück des Kuchens

'Systemmultimeter' abschneiden. Das ist deutlich mit der Implementierung der Fernsteuersequenzen eines nicht unbedeutenden Mitbewerbers auf diesem Sektor dokumentiert. Mit der gebotenen Auflösung, dem Funktionsumfang und seiner Ausstattung ist es aber fraglos auch ein Kandidat für den 'normalen' Gebrauch oder den Einsatz als Transfer-Normal im Kalibrierlabor. Ausschlaggebend für einen Erfolg des 34401 könnte sein Preis sein. 2200 DM (zzgl. MwSt.) werden derzeit für ein vergleichbares Gerät von keinem Hersteller unterboten.

## Gerätedaten HP 34401 A

<b>Hersteller</b>	Hewlett-Packard
<b>Vertrieb</b>	HP-Direkt W-7030 Böblingen Dornierstr. 7 Tel.: 0 70 31/6 67 21
<b>Preis</b>	2200,- DM (zzgl. MwSt.)
<b>Auflösung</b>	4 1/2...6 1/2 Stellen
<b>Anzeigeumfang</b>	1 200 000

### Spezifikationen (laut Hersteller)<sup>1</sup>

<b>Gleichspannung</b>	(Bereich/Fehler [% MW + % MBE])
100 mV	0,005 + 0,0035
1 V	0,004 + 0,0007
10 V	0,0035 + 0,0005
100 V	0,0045 + 0,0006
1000 V	0,0045 + 0,001
<b>Widerstand<sup>2</sup></b>	(Bereich/Fehler [% MW + % MBE])
100 Ω	0,01 + 0,004
1 kΩ	0,01 + 0,001
10 kΩ	0,01 + 0,001
100 kΩ	0,01 + 0,001
1 MΩ	0,01 + 0,001
10 MΩ	0,04 + 0,001
100 MΩ	0,8 + 0,01
<b>Gleichstrom</b>	(Bereich/Fehler [% MW + % MBE])
10 mA	0,05 + 0,02
100 mA	0,05 + 0,005
1 A	0,1 + 0,01
3 A	0,12 + 0,02
<b>Wechselspannung<sup>3</sup></b>	(Bereich/Fehler [% MW + % MBE])
100 mV	0,06 + 0,04
1 V...750 V	0,06 + 0,03
<b>Wechselstrom<sup>4</sup></b>	(Bereich/Fehler [% MW + % MBE])
1 A	0,1 + 0,04
3 A	0,15 + 0,06
<b>Frequenz/Periode<sup>5</sup></b>	(Bereich/Fehler [% MW])
3 Hz...5 Hz	0,1
5 Hz...10 Hz	0,05
10 Hz...40 Hz	0,03
40 Hz...300 kHz	0,01

<sup>1</sup> Jahresgenauigkeit, 23 °C ± 5 °C

<sup>3</sup> Echtheffektivwerte 10 Hz...20 kHz

<sup>5</sup> Bereich: 100 mV...750 V

MW = Meßwert

<sup>2</sup> Vierleitermessung

<sup>4</sup> Echtheffektivwerte 10 Hz...5 kHz

MBE = Meßbereichsendwert

## CARSTON SECOND HAND ELECTRONIC

### Markt der guten Gelegenheiten

Netzüberwachungs- und Analysegeräte	Netto / DM
<b>Dranetz</b>	
656 MF Netzstörungsanalysator	11.500,-
<b>Liebert-Franklin</b>	
3600 AT Netzstörungsanalysator	3.900,-
<b>Megger</b>	
D007 Widerstandsmeßgerät	3.000,-
<b>Racal Dana</b>	
5002 Multimeter	1.500,-
<b>Rohde &amp; Schwarz</b>	
UDS 5 Digital-Multimeter	1.200,-
NAN Leistungsmesser	500,-
<b>Seba Dynatronix</b>	
FLS 10/50 Leitungssuchgerät	2.100,-
FM 610 E Leitungssuchgerät	1.500,-
<b>Registriergeräte</b> (Schreiber, Bandgeräte, Transientenrecorder)	
<b>ABB</b>	
SE 460-06 / 711 6-Kanal-Schreiber incl. Einschübe	5.900,-
<b>Gould</b>	
TA 550 3-Kanal-Thermoschnellschreiber	4.800,-
8200 S 2-Kanal-Thermoschreiber	1.900,-
RS 3600 6-Kanal-Thermoschreiber	12.500,-
RS 3800 8-Kanal-Tinte-Schnellschreiber	20.000,-
TA 2000 Thermoschreiber	20.000,-
<b>Graphtec</b>	
HR 2500 30-Kanal-Schreiber	5.500,-
<b>Philips</b>	
PM 8237A 30-Kanal-Hybridrecorder	4.900,-
<b>TEAC</b>	
RD-111T PCM Data-Recorder	12.000,-
<b>Yokogawa</b>	
3088-43 30-Kanal-Hybrid-Recorder	3.800,-
3081-40 30-Kanal-Hybrid-Recorder	5.500,-
<b>Programmiergeräte und Entwicklungssysteme</b> (SPS, PROMs, Mikroprozessor)	
<b>Elan</b>	
5/932 Programmiergerät	2.000,-
<b>Hewlett Packard</b>	
64100 Entwicklungssystem	1.000,-
64110 Entwicklungssystem	1.500,-
64000 Emulatoren + Karten	500,-
<b>JMC</b>	
Promac P 16-III Programmiergerät	3.000,-
<b>Micropross</b>	
ROM 3000 Programmiergerät	1.600,-
<b>Siemens</b>	
PG 675 Programmiergerät	4.600,-
<b>Labormess- und Hochfrequenztechnik,</b> <b>Kommunikation und Logikanalyse</b>	
<b>Gould</b>	
OS 1604 4-Kanal-Digital-Speicheroszilloskop	9.500,-
<b>Philips</b>	
PM 3266 Analogspeicheroszilloskop	8.500,-
<b>Tektronix</b>	
11402 1 GHz Speicheroszilloskop	14.000,-
11A71A 1 GHz Einschub	3.000,-
2214 Digitalspeicheroszilloskop	6.500,-
2445 100 MHz 4-Kanal-Oszilloskop	4.200,-
2225 50 MHz 2-Kanal-Oszilloskop	1.500,-
<b>Rechner und Peripherie</b>	
<b>Compaq</b>	
SLT 286 Laptop	3.500,-
Deskpro 386/20E/40 Computer	3.000,-
Deskpro 386/25/110 Computer	5.500,-
Portable III Model 20 Computer	2.000,-
Portable III Model 40 Computer	3.800,-
VT 420 14" VGA Monitor	890,-
<b>Toshiba</b>	
1600 Laptop	2.000,-
3100e Laptop	2.400,-



DIE INTELLIGENTE ALTERNATIVE ZU NEU

Carston Electronics Vertriebs GmbH, Neckarstraße 8-10, 6100 Darmstadt  
Alle Carston Gebrauchtgeräte sind gewartet, geprüft oder kalibriert. Haben in der Regel 12 Monate Garantie und werden mit allen Handbüchern und Standardzubehör geliefert.

Mehr Geräteangebote, Infos und Bestellung:

Telefon (0 61 51) 29 88 50 / 51 · Telefax (0 61 51) 29 88 55

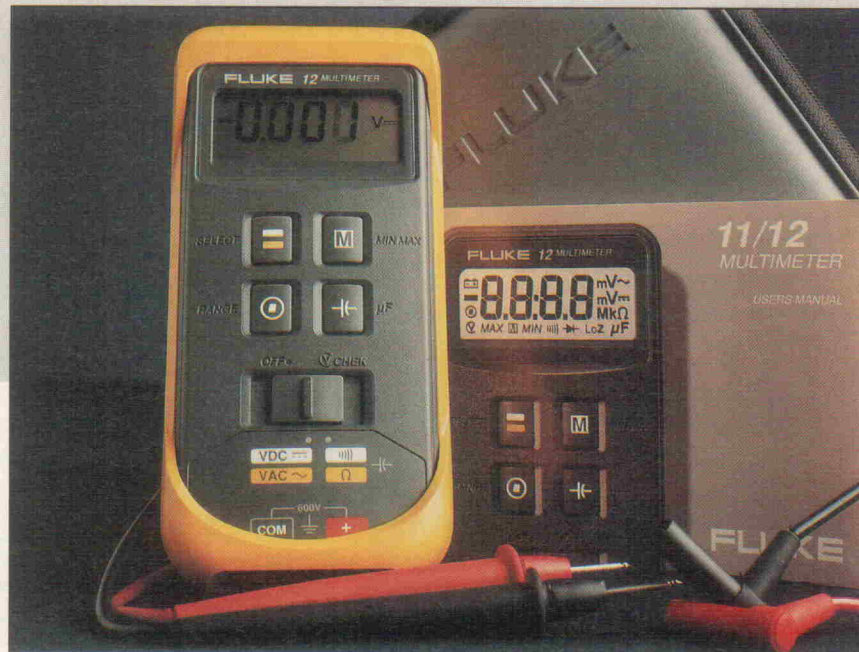
# Extra light

## Fluke 10...12, die neuen Ein-Hand-Multimeter

PreView

**Peter Nonhoff**

Mit einem neuen Hand-Multimeter-Trio erstürmt Fluke nun auch den Low-Cost-Bereich des Meßgeräte-Marktes und rundet damit sein umfangreiches Angebot nach unten hin ab. Vor der offiziellen Einführung in Deutschland stellte der Hersteller der Elrad-Redaktion ein Fluke 12 aus der Vorserie zur Verfügung, das sich der gleichen Testprozedur unterwerfen mußte wie die 32 Kandidaten des großen Hand-Multimeter-Tests 'DMM light' aus Elrad 12/91.



**S**oviel wie nötig, so wenig wie möglich – dieser Gedanke mag die Entwicklungsgrundlage der neuesten Multimeter-Reihe Fluke 10...12 gewesen sein. In der Tat, es gibt einige Meßgeräte in dieser Preiskategorie, die auf den ersten Blick mehr können. Aber so mancher verzichtet sicherlich gern auf die eine oder andere Funktion, wenn er dafür ein 'plus' an Qualität und vor allem Sicherheit in die Hand bekommt.

So verzichteten die Entwickler 'bewußt' auf den Strombereich. Als Argumente nennt der Hersteller zum einen höhere Kosten, und zwar nicht so sehr für den Meßbereich selbst, sondern in erster Linie zur Absicherung desselben gegen Fehlbedienung und Überlastung. Das andere Argument beruht auf einer hauseigenen Untersuchung. Diese lieferte als Ergebnis, daß der Strommeßbereich vor allem auf dem Service-Sektor im Vergleich zu anderen selten genutzt wird. Wer trennt schon beim Test eines Fernsehers die Versorgungsleitungen auf? Welche Bereichs- und Funktionsvielfalt die drei Kandidaten dieser Serie trotzdem zu bieten haben, zeigt Tabelle 1 im Überblick.

Der erste Kontakt mit einem dieser Multimeter ist etwas ungewohnt. Was allen Geräten des Tests aus Elrad 11/91 gemeinsam war, fehlt hier offensichtlich: der Drehschalter. Die Bedienung erfolgt bei Fluke 12 über vier Taster und einen dreistufigen Schiebeschalter. Kein Daumentraining ist mehr notwendig, denn alle Bereiche und Funktionen sind leicht einhändig zu erreichen.

Hinter dieser 'sparsamen' Bedienung verbergen sich jedoch einige Feinheiten, die dem Benutzer erst nach eingehender Lektüre des Handbuchs klar werden. Eine davon trägt den Namen V-Chek. Diese Funktion ist im Ohm-Bereich sowie beim Durchgangs- und Diodentest aktiv und überwacht den Eingang auf eventuell anliegende Spannungen. Detektiert die Elektronik eine solche – egal ob AC oder DC –, die oberhalb von 4,5 V liegt, so schaltet das Meßgerät automatisch in den entsprechenden Spannungsbereich um und zeigt die anliegende Größe im Display an.

Sinkt die Spannung wieder auf einen Wert unterhalb der Schwelle von 4,5 V, kehrt das

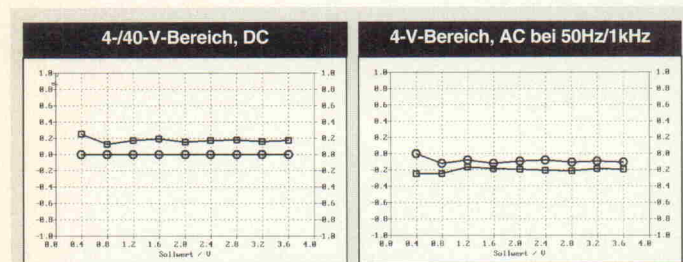
Gerät automatisch in den Ursprungsbereich zurück. Man kann hier durchaus von einer 'Quasivollautomatik' sprechen; mit der Einschränkung, daß eine Spannung erst oberhalb der genannten Spannungsschwelle angezeigt wird und der Innenwiderstand des Gerätes in dieser Meßart nur 2 k $\Omega$  beträgt (im Gegensatz zu 5 M $\Omega$  bei AC-beziehungsweise 10 M $\Omega$  bei DC-Messungen im Normalbetrieb). Man sollte in diesem Modus also nur Netz- oder Betriebsspannung messen.

Für Vergeßliche oder diejenigen, die das Handbuch nicht ewig mit sich herumtragen mögen, hat der Hersteller die Power-Up-Optionen auf der Geräte-rückseite eingepreßt. Hält man während des Einschaltvorgangs beispielsweise den Range-Taster für circa zwei Sekunden gedrückt, schaltet das Gerät den Beeper vollständig aus. Nimmt man statt dessen den Selekt-Taster, unterdrückt die Elektronik den Warnton, der ertönt, sobald die Funktion V-Chek eine Spannung oberhalb der 4,5-V-Schwelle detektiert hat.

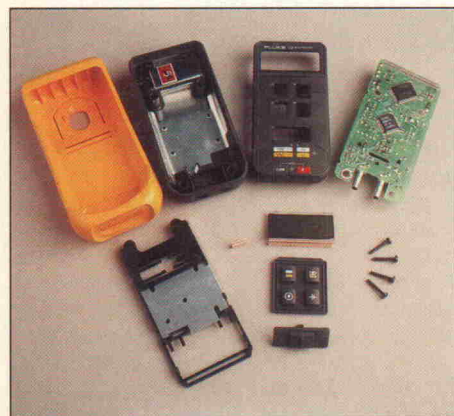
Die Min/Max-Funktion des Fluke 12 bietet eine Besonder-

Funktion, Bereich	Fluke 10	Fluke 11	Fluke 12
Spannung DC	○	○	○
Spannung AC	○	○	○
Widerstand	○	○	○
Durchgangstest	○	○	○
Diodentest	○	○	○
Kapazität	—	○	○
V-Chek	—	○	○
Min/Max	—	—	○
Kontaktunterbrechung, Kurzschluß	—	—	○
Auto-Power-Off	○	○	○
Preise (DM, incl. MwSt.)	157,32	184,68	209,76
○ ja — nein			

**Tabelle 1. Preise, Meßbereiche und Funktionen des neuen Fluke-Trios auf einen Blick.**



Die Meßergebnisse können sich sehen lassen. Die Kreise kennzeichnen links den 4-V-Bereich, rechts die 50-Hz-Messungen.



Das komplette Innenleben des Fluke 12. Die Montage eines solchen Gerätes dürfte bei der Herstellung nur wenige Sekunden dauern.

heit, die man nicht ohne weiteres bei einem Handmultimeter vermutet — ebenfalls eine Power-Up-Option. Zusammen mit der Min/Max-Funktion läßt sich ein Betriebsstundenzähler aktivieren, der die Zeiten zwischen der Aktivierung dieses Modus und dem letzten detektierten Minimum beziehungsweise Maximum anzeigt, und zwar minutengenau bis zu einer Zeitspanne von 100 h.

Betätigt man im Durchgangstest-Bereich des Fluke 12 den Min/Max-Taster, so lassen sich einmalige Kurzschlüsse beziehungsweise Unterbrechungen,

deren Dauer größer als 250  $\mu$ s sind, detektieren und zur Anzeige bringen. Ebenfalls ein Bonbon, das man nur selten bei einem Handgerät vorfinden dürfte. Überhaupt zeichnet sich der Durchgangstester durch seine hohe Geschwindigkeit aus. Gerade 250  $\mu$ s reichen der Elektronik, einen Widerstand zu detektieren, dessen Wert kleiner als 25  $\Omega$  ist. Vergleichbare Geräte des Hand-Multimeter-Tests reagierten wesentlich langsamer.

Das Handbuch, das zur Markteinführung auch in deutscher Sprache vorliegen soll, ist sehr

Gerätetyp	Fluke 12
Hersteller Vertrieb	Fluke Philips/Fluke Miramstr. 87 3500 Kassel Tel. 05 61/5 01-0 Fax 05 61/5 01-6 90
Display-Art	LCD
Ziffernhöhe	ca. 12 mm
Anzeigenumfang	3 3/4
Auflösung	4095 Digits
Analoganzeige	—
Bereichswahl	automatisch/manuell
Holdfunktion	—
Min/Max-Funktion	ja
Schnittstelle	—
Volt/DC	4000 mV / $\pm 0,9\%$ +2 D / 0 %
Bereich/Specifikation/ gemessene Abweichung	4 V / s. o. / 0 % 40 V / $\pm 0,9\%$ +1 / 0,18 % 400 V / s. o. / -0,1 % 600 V / s. o. / 0 %
Volt/AC (Freq.-Bereich)	(50...400 Hz)
Bereich/Specifikation/ gemessene Abweichung	4000 mV / $\pm 1,9\%$ +3 D / -0,1 % 4 V / s. o. / -0,1 % 40 V / s. o. / 0,05 % 400 V / s. o. / -0,2 % 600 V / s. o. / -0,17 %
Strom/DC	—
Strom/AC	—
Widerstand	400 $\Omega$ x $\pm 0,9\%$ +1 D / 0 %
Bereich/Specifikation/ gemessene Abweichung	4 k $\Omega$ / s. o. / 0,07 % 40 k $\Omega$ / s. o. / -0,21 % 400 k $\Omega$ / s. o. / 0 % 4 M $\Omega$ / s. o. / -0,07 % 40 M $\Omega$ / $\pm 1,5\%$ +3 D / -0,21 %
Kapazität	1 $\mu$ F / $\pm 1,9\%$ +2 D
Bereich/Specifikation	10 $\mu$ F / s. o. 100 $\mu$ F / s. o. 1000 $\mu$ F / s. o. 10 000 $\mu$ F / $\pm 10\%$ +90
Frequenz	—
Temperatur	—
Durchgangstest	ja
Diodentest	ja
Transistortest	—
Gewicht/g	286
Abmessungen (L x B x H in mm)	14,23 x 7,05 x 1,35
Stromversorgung	9-V-Block
Betriebsdauer/h	650
Lieferumfang	Handbuch (deutsch), Meßkabel,
Optionen	Holster, Bereitschaftstasche
Besonderheiten	V-Check, kein Drehschalter, 3 m Fallhöhe erlaubt, Betriebsstundenzähler in der Min/Max-Funktion, Detektor für Kurzschlüsse und Unterbrechungen, AutoPower-Off, 3 Jahre Garantie

**Tabelle 2. Die Spezifikationen und gemessenen Abweichungen des Testgeräts, Fluke 12.**

ausführlich und gut verständlich. Was hier wie bei allen Fluke-Hand-Multimetern fehlt, ist eine Kalibrieranleitung, die es bei gegebenem Meßequipment erlaubt, selbst eine Nachjustierung vorzunehmen. Die Spezifikationen laut Hersteller und die im Elrad-Labor mit Hilfe des Kalibrators Datron 4800 der Firma Wavetek,

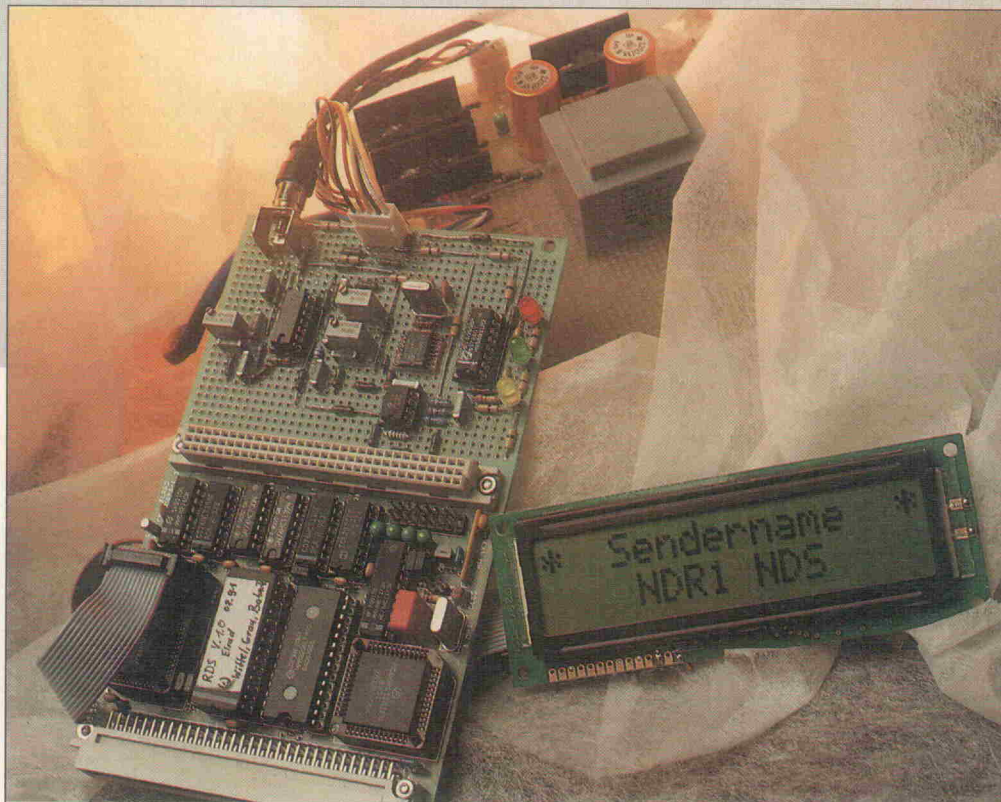
der schon beim Test der Hand-Multimeter in Elrad 12/91 als Referenz diente, ermittelten Werte des Fluke 12 sind in Tabelle 2 aufgeführt. Wer also auf einen Strombereich verzichten kann und ein hochwertiges Gerät um 200 D-Mark sucht, der ist mit dem Fluke 12 gut bedient.

# RDS: Der Videotext fürs Radio

## Teil 2: MOPS entschlüsselt das Radio-Daten-System

**Frank Bahnik  
Peter Wiffel  
Jörg Grau**

Der erste Teil des Artikels zeigte die bisher wenig bekannten Grundlagen und Möglichkeiten des Radio-Daten-Systems auf. Dieser zweite Teil beschreibt nun Schaltung und Software eines Stand-alone-RDS-Decoders als Anwendung zum MOPS, dem 68HC11-Controllerboard aus Elrad 3...5/91.



**W**er den grundlegenden Artikel der letzten Elrad-Ausgabe studiert hat, dürfte sich nun in dem RDS-Thema zu Hause fühlen und wartet sicherlich gespannt auf die Umsetzung des gewonnen Know-how in eine konkrete Applikation. Die Schaltung, Bild 11, besteht aus nur zwei Funktionsblöcken; einem steilen 57-kHz-Bandpaßfilter und dem speziellen Demodulator-IC SAF 7579T von Philips. Die gesamte Schaltung läßt sich leicht auf dem freien Lochraster der MOPS-Controller-Platine unterbringen.

Der Demodulator bereitet den RDS-Datenstrom so auf, daß dieser sich direkt von einem Controller weiterverarbeiten läßt. Die eigentliche Dekodierung, Überprüfung und Auswertung der eingelesenen Daten übernimmt die Software nach der im ersten Teil beschrieben Methode. Wer keine Lust verspürt, sich mit der Programmierung des MOPS auseinanderzusetzen, steckt einfach ein pro-

grammiertes EPROM in die entsprechende Fassung des Controllers und verfügt sofort über ein lauffähiges Stand-alone-System. Das zweizeilige LC-Display des MOPS bringt alle dekodierten RDS-Informationen sequentiell zur Anzeige.

Wer jedoch nicht nur den MOPS, sondern auch das Entwicklungspaket dazu besitzt und sich gleichzeitig für die softwaremäßige Realisierung der Dekodierung interessiert, der kann sich mit dem MOPS-Assembler-Code auseinandersetzen. Er ist vollständig abgedruckt. Jeder Programmierer kann so eigene Vorstellungen – vor allem bei der Anzeige der Daten – mit einfließen lassen und das System gegebenenfalls um einige Möglichkeiten erweitern.

Die Filterstufe hat die Aufgabe, den unterdrückten 57-kHz-Träger mit dem amplitudenmodulierten RDS-Signal herauszufiltern und dem Decoder-Baustein

SAF 7579T zur Verfügung zu stellen. Dieser wandelt die AM in einen Datenstrom um, der vom Prozessor verarbeitet werden kann. Das Filter muß recht steile Flanken haben. Störungen, die das RDS-Signal beeinflussen würden, müssen hier wirkungsvoll unterdrückt werden. Das obere Seitenband des Hilfskanals (L – R) beispielsweise reicht bis hoch zu einer Frequenz von 53 kHz (Bild 12).

Ein Filter mit Spulen hat den Nachteil des komplizierten Nachbaus, da die erforderlichen Spulen nicht als genormte Bauteile erhältlich sind. Und die wenigsten dürften über ein Induktivitätsmeßgerät verfügen, um die Spulen selbst zu dimensionieren und zu wickeln. Aus diesem Grund wurde ein aktives Bandfilter sechster Ordnung entworfen. Es besteht aus drei kaskadierten Einzelfilterblöcken zweiter Ordnung. Die realisierte Schaltung benötigt neben drei Operationsverstärkern (IC1), nur Widerstände und Kondensa-

## Stückliste

Widerstände (Metallfilm mit 2 %):

R1	110R
R3	680R
R4	100R
R6	10kR
R7	120R
R9,10	39k
R11	1k
R12	10M
R13,15	2k2
R14	220k
R21...23	220R

R2 47k 10-Gang-Trimmer  
R5,8 100k 10-Gang-Trimmer

Kondensatoren:

C1	22nF
C2...8	1nF
C9	100nF
C10	10nF
C11	100pF
C12	18pF
C13,18	220µF
C14,19	100nF
C15,20	10µF
C16	4,7nF
C17	1µF
C21	47nF

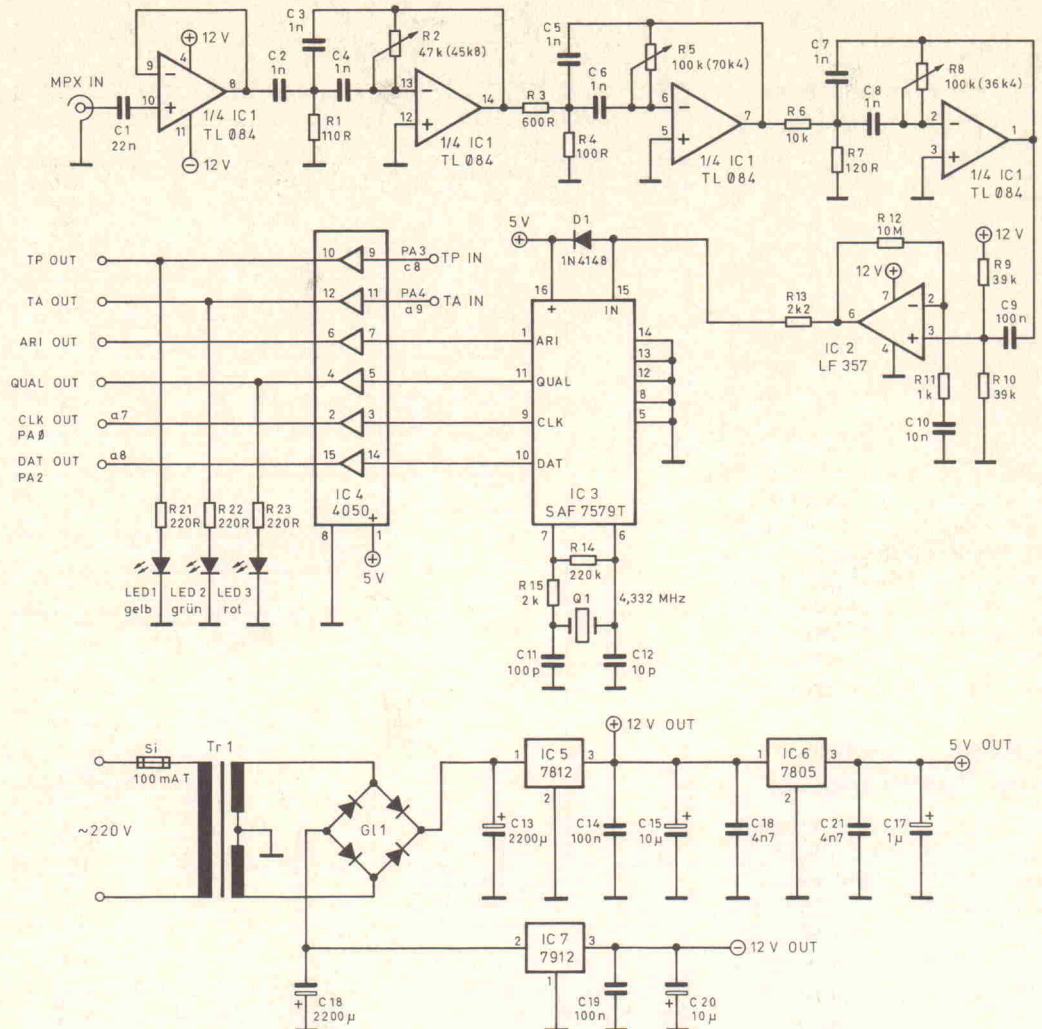
Halbleiter:

D1	1N4148
G11	B80C1500
LED1	LED, 5mm, gelb
LED2	LED, 5mm, grün
LED3	LED, 5mm, rot

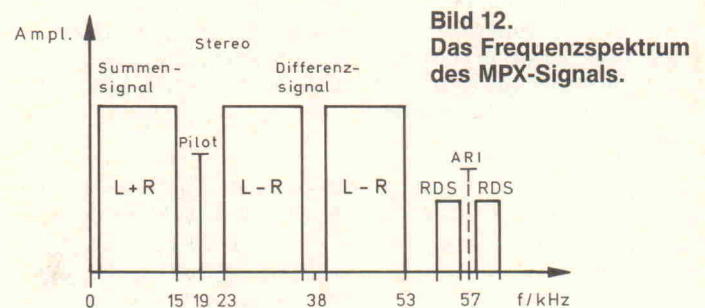
IC1	TL 084
IC2	LF 357
IC3	SAF 7579T (Fa. Disselhorst, Minden)
IC4	HEF4050
IC5	7812
IC6	7805
IC7	7912

Sonstiges:

Qu1 Quarz 4,332 MHz (Fa. Disselhorst, Minden)  
Tr1 Trafo 2 × 12V/4,5VA  
S11 Sicherung 100mA  
1 Sicherungshalter  
3 Kühlbleche  
1 Chinch Buchse (Printausführung)  
1 Netzkabel mit Stecker  
1 Lochrasterplatine 100 × 160mm  
1 MOPS Elrad 3/91 mit LC-Display



**Bild 11. Das Herzstück der Schaltung ist der Demodulator-Baustein SAF 7579T von Philips, den man in sehr vielen Autoradios wiederfindet.**



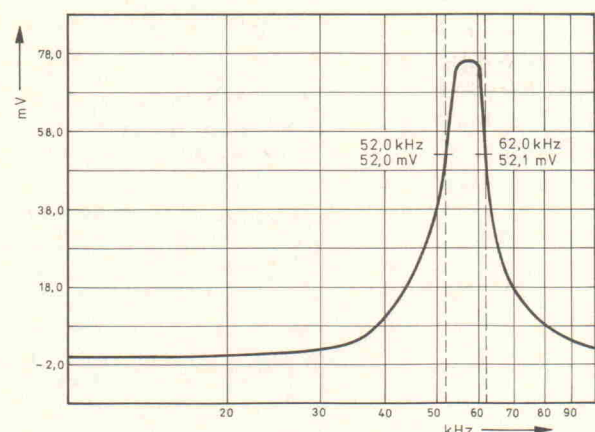
**Bild 12. Das Frequenzspektrum des MPX-Signals.**

toren. Die Resonanzfrequenz liegt exakt bei 57 kHz, und die Bandbreite beträgt  $\pm 2,4$  kHz. Bild 13 zeigt die Simulation des Filters mit Spice.

Der eingangsseitige Spannungsfollower sorgt für eine gleichstrommäßige Entkopplung des MPX-Signals eines angeschlossenen Tuners. Durch den hochohmigen Eingangswiderstand des Operationsverstärkers bleibt ein angeschlossener Tuner praktisch unbelastet. Daran schließen sich die drei Einzelfilter an. Jedes dieser Filter läßt sich über einen Trimmer (R2, R5, R8) zur Optimierung des Frequenzgangs einstellen. Der Filterstufe folgt der Begrenzer. Dieser

übersteuert zunächst das gefilterte RDS-Signal stark. Die nachfolgende Diode (D1) begrenzt die so erzeugte Rechteckspannung auf 5 V, um sie an die Eingänge des Demodulator-Bausteins (IC3) anzupassen. Der Treiberbaustein IC4 paßt die Ausgangspegel des Demodulator-Bausteins auf TTL-Pegel an.

Die drei Leuchtdioden kennzeichnen die Funktionen **Qualität** der RDS-Daten (rot), **Verkehrsfunksenderkennung** (TP, gelb) und **Verkehrsdurchsagekennung** (TA, grün). Anstatt der Leuchtdioden können diese Signale auch für beliebige Steuerungsaufgaben genutzt



**Bild 13. Der Frequenzgang des simulierten Bandpaßfilters. Die Dimensionierung wurde mit Hilfe von PSpice vorgenommen.**

werden. Der Zustand der Signale TP und TA wird von der Decodersoftware ermittelt und liegt an den Portleitungen PA3 und PA4 des MOPS an. Der Ausgang 'Clock' des Demodulators erhält eine Verbindung mit der Portleitung PA0 der Prozessorkarte, und der Ausgang 'Date' mit PA2 verbunden (siehe auch Elrad 3/91 Seite 47).

Das Netzteil versorgt gleichzeitig Decoder sowie Controller und stellt die drei notwendigen Spannungen zur Verfügung: +12 V, -12 V und +5 V. Man kann es leicht auf einer separaten Lochrasterplatte unterbringen. Insbesondere bei den positiven Versorgungsspannungen ist auf eine gute Stabilisierung zu achten. Auf der MOPS-Seite sollte hierzu ein zusätzlicher Kondensator von 1 µF zwischen +5 V und Masse eingelötet werden.

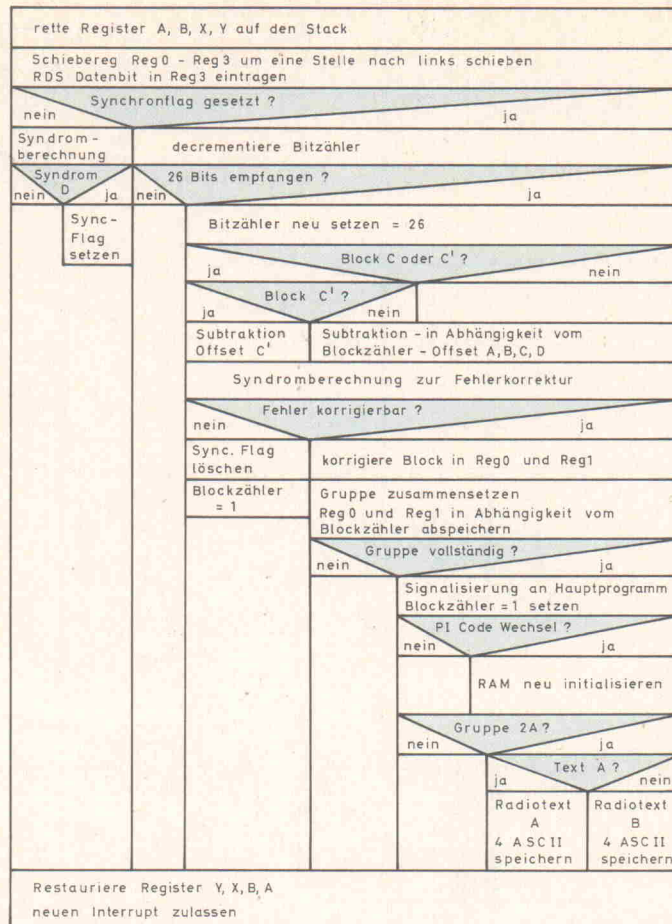
## Aufbau, Abgleich und Funktionstest

Der Aufbau des RDS-Demodulators dürfte weitgehend unproblematisch sein. Alle aufgeführten Bauteile finden auf dem Lochraster der MOPS-Platine Platz. Etwas Geschicklichkeit benötigt man nur beim SMD-IC SAF 7579T. Als nützliche Erleichterung bei der Verdrahtung hat sich eine kleine SMD-Experimentierplatte erwiesen. Probleme durch Störeinstrahlungen erhält man nur, wenn der Abstand zwischen Prozessor und Trafo zu klein gewählt ist. Der Abgleich des Filters ist mit einfachen Mitteln realisierbar. Vor dem ersten Einschalten müssen die drei Potentiometer der Filterstufe auf folgende Werte eingestellt sein:

R2 = 45,8 kΩ  
R5 = 70,4 kΩ  
R8 = 36,4 kΩ

Diese Werte gelten nur unter der Voraussetzung, daß die Filtersektion mit Metallfilmwiderständen (2 %) bestückt ist.

Als nächstes wird ein MPX-Signal benötigt. Dieses kann man bei jedem Stereo-Tuner vor der Stereo-Decoderstufe oder bei Autoradios vor dem ARI-Decoder auskoppeln. Wichtig ist die gemeinsame Masse des Tuners und des RDS-Demodulators. Günstig wirkt sich eine abgeschirmte Leitung für das MPX-Signal aus. Der Feinabgleich des Filters erfolgt, nachdem die Schaltung an die Versorgungsspannung angeschlossen und der



**Bild 14. Die Interrupt-Routine stellt dem Hauptprogramm dekodierte RDS-Daten zur Verfügung. Hier müssen diese Daten noch aufbereitet werden. Eine Anzeige ist dann in beliebiger Form möglich.**

Tuner auf einen Sender, der RDS-Daten ausstrahlt, eingestellt ist. Hier bieten sich in erster Linie die öffentlich rechtlichen Anstalten, aber mittlerweile auch einige private Sender an.

Bei korrektem Aufbau muß die rote LED 'Qual' ständig leuchten. Andernfalls läßt sich dies durch Feinjustierung der Trimmer erreichen. Wer ein Oszilloskop zur Hand hat, schließt den

Tastkopf an den Ausgang des Begrenzers, Pin 6 von IC2, an. Bei gut abgeglichenem Filter erhält man auf dem Bildschirm eine Rechteckimpulsfolge. Während des gesamten Abgleichs ist darauf zu achten, daß der eingestellte Sender mit ausreichend hoher Feldstärke empfangen wird. Jetzt müssen nur noch einige Leitungen zum MOPS entsprechend Tabelle 5 verdrahtet werden.

Der MOPS muß als Standalone-System mit einem 2 × 16-Zeichen-LC-Display, einem Resetbutton und der Software, abgespeichert im EPROM, ausgerüstet sein. Des weiteren müssen sich die Jumper in folgenden Positionen befinden: J1A und J2A entsprechend Modus 3 für externen RAM-

Demodulator-Signal	MOPS-Signal	Stecker-leiste	Pin
RDS Clock	PA0	ST1	a7
RDS Date	PA2	ST1	a8
LED TP	PA3	ST1	c8
LED TA	PA4	ST1	a9
+5 V	+5 V	ST2	31c'
Masse	Masse	ST2	32c'

**Tabelle 5. Alle Verbindungen des Demodulators mit den beiden VG-Leisten des MOPS.**

oder EPROM-Baustein, J3A und J4A EPROM-Größe 27C256, J5B Peripheriebaustein unter den Adressen \$1000 ...\$13FF.

## Die Decodersoftware für den MOPS

Das Listing zeigt den vollständigen MOPS-Assemblercode der Decodersoftware. Man kann sie in zwei große Blöcke aufteilen. Einmal das Hauptprogramm in dem folgende Funktionen bearbeitet werden:

- Systeminitialisierung
- Displaysteuerung
- Verbindungsroutine zum Interrupt-Programm
- Dekodierung von bereitgestellten RDS-Gruppen
- Menüsteuerung

Das Herzstück der RDS-Decodersoftware ist jedoch die Interrupt-Routine. Sie bearbeitet die vom Demodulator 'eintreffenden' RDS-Datenbits und stellt dem Hauptprogramm vollständige Gruppen zur Verfügung. Die Interrupt-Routine (Zeilen 188...382) läuft ständig parallel zum Hauptprogramm. Das Programm berücksichtigt alle zur Zeit nutzbaren und sinnvollen RDS-Anwendungen und bringt diese sequentiell auf dem Display zur Anzeige.

Vom RDS-Demodulator-Baustein SAF 7579T stehen zwei Signale zur Verfügung (siehe Bild 7 des ersten Teils). Anhand des Zeitdiagramms kann man das zeitkritische Problem erkennen. Bei ansteigender Flanke des Signals 'RDS-Clock' ist 'RDS-Date' gültig. 'RDS-Clock' wird durch die Teilung des 57-kHz-Hilfsträgers mit 48 gewonnen:

$$57\,000\text{ Hz}/48 = 1187,5\text{ Hz}$$

Zu den Zeitpunkten t1...t4 kann 'RDS-Date' in ein 26-Bit-Register an der niederwertigsten Stelle eingetragen werden; beispielsweise ist 'RDS-Date' zum Zeitpunkt t1 logisch eins. Diese Aufgabe übernimmt die Interrupt-Routine. Bei ansteigender Flanke von 'RDS-Clock' wird das Hauptprogramm unterbrochen und die Unterbrechungsroutine aufgerufen. Diese hat dann folgende Aufgaben in einer Zeit <0,8 ms zu erfüllen: Bei nicht synchronisierten Datenstrom

- 'RDS-Date' in ein 26-Bit-Schieberegister an niederwertigster Stelle 'einschieben'.

# Die Software

Ein Timer-Interrupt-Programm steuert die Anzeigeroutinen. Es berücksichtigt alle zur Zeit nutzbaren und sinnvollen RDS-Anwendungen. Im folgenden die Beschreibung der RDS-Meldungen, die das Display in sequentieller Abfolge anzeigt:

## R D S DEKODER \* kein RDS \*

Es ist kein nutzbares RDS-Signal vorhanden. Diese Meldung kann drei Ursachen haben, entweder strahlt der eingestellte Sender keine RDS-Daten aus, die Feldstärke des eingestellten Senders ist so schwach, daß die Daten zu viele Fehler aufweisen, oder aber es ist kein MPX-Signal angeschlossen.

## \* Verkehrsfunk \* TP: ja TA: nein

Die Informationen der LEDs TA und TP werden hier auf dem Display angezeigt: 'TP: ja', wenn ein Verkehrsfunksender eingestellt ist, 'TA: ja', während eine Verkehrsdurchsage gesendet wird. Diese Anwendung ist funktionsgleich mit ARI.

## \* Sendername \* WDR 2

Name der Programmkette, Programmservice Name (PS). Der Name darf maximal acht ASCII-Zeichen enthalten. Es können hierbei auch Regionalnennungen einzelner Sender übermittelt werden wie zum Beispiel 'NDR 1 SLH' für Regionalprogramm Schleswig-Holstein.

## \* Land Ber. Code \* D SUR \$82

Programmkettenkennung; die Anwendung des PI-Codes (Programme Identification) liegt darin, einen Sender zu

identifizieren. Wird der Empfang auf der eingestellten Frequenz schlecht, soll der Empfänger eine alternative Frequenz auswählen. Das Kriterium für die Umschaltung auf einen Sender mit besserer Empfangsqualität ist neben der ausreichenden Feldstärke das Vorhandensein derselben Programmkettenkennung. Die Information ist normal nicht für eine Anzeige vorgesehen, sondern dient als Abstimmungshilfe in Autoradios.

Wenn man den PI-Code aufteilt und dekodiert, enthält man folgende Informationen. Unter dem Punkt 'Land' wird die ITU-Länderkennung angezeigt, unter 'Ber.' steht das Verbreitungsgebiet dieses Senders. Dabei unterscheidet man folgende Sendebereiche:

**LOK:** Lokalprogramm, das nur über einen einzelnen Sender übertragen wird.

**INT:** Programm wird auch in anderen Ländern übertragen.

**NAT:** Programm wird im ganzen Land übertragen.

**SUR:** Programm wird in großen Teilen des Landes übertragen.

**R 1...12:** Regionalprogramme stehen nur an einem Ort oder einer Region zur Verfügung.

Unter dem Punkt 'Code' wird die Programmbezugszahl angezeigt. Hier sendet jeder Sender seine ihm zugeordnete Zahl, die ihn dann letztendlich eindeutig identifiziert. Die Zahlen sollten in einem Land systematisch verteilt sein. Diese Version zeigt die Information hexadezimal an.

## \* altern. Frequ. \* 089,2 MHz 101,4 MHz

Jeder Sender gibt Informationen mit aus, auf welchen alternativen Frequenzen (AF) das gleiche Programm auch noch zu empfangen ist. Dies ist wieder eine Abstimmungshilfe. Dabei gibt es zwei Verfahren um AF zu übermitteln.

Beim Verfahren 'A' wird zuerst ein Code gesendet, der angibt wieviele Frequenzen sich in einer Alternativfrequenzliste befinden. Danach wird die angegebene Anzahl von Alternativen gesendet. Dieses Verfahren wird meistens von Sendern benutzt, die ein großes Verbreitungsgebiet haben.

Beim Verfahren 'B' werden Paare von Frequenzwerten übermittelt. Dabei stellt ein Wert die eingestellte Sendefrequenz dar und der zweite die Alternativfrequenz. Dieses Verfahren wird meistens bei regionalen Sendern benutzt. Welches Verfahren jedoch gesendet wird, entscheidet die jeweilige Sendeanstalt. Auf dem Display werden alle auswertbaren AF ständig angezeigt.

**\* NDR 1 NDS \***  
**098,0 MHz 090,9 MHz**

Dies ist keine direkte RDS-Information. Unter der Anzeigeroutine AF wechseln ständig die Frequenzwerte. Hier werden die neu eintreffenden AF ständig zur Anzeige gebracht. Daraus ergibt sich keine gute Lesbarkeit der Werte, da keine Zwischenspeicherung stattfindet. Um die Informationen auch für einen manuellen Abstimmungsvorgang nutzen zu können, werden hier die letzten zwei Frequenzen zwischengespeichert.

## \* Gruppentypcode \* \* 00A 02A 00A \*

Die eintreffenden fehlerkorrigierten und dekodierbaren Gruppen werden angezeigt.

Damit kann man nachvollziehen, welche verschiedenen RDS-Gruppen derzeit vom Sender ausgestrahlt werden. Sollten die Sender in der Zukunft weitere Gruppentypen ausstrahlen, läßt sich die Software um einzelne Programmmodule ergänzen.

## \* Progr. Typ \* ernste Klassik

Das jeweils gesendete Programm kann in 32 verschiedene Klassen eingeteilt werden. Dieses Signal könnte zur Abstimmungshilfe genutzt werden, wenn man zum Beispiel nur klassische Musik hören möchte. Da die Sendeanstalt jeden Beitrag kennzeichnen muß, ist diese Anwendung sehr aufwendig. Deutsche Sender nutzen diese Möglichkeit (noch) nicht. Informationen haben wir bisher nur von holländischen Sendern empfangen. Traumhaft wäre eine gesonderte Kennung von Werbesendungen. Hätten die Hörer damit endlich ein Mittel zur Hand, frei zu entscheiden, ob sie sich diese 'Informationen' zumuten wollen oder nicht.

## \* Radiotext: B \* \* Coderstandort \*

Es handelt sich um eine programmbegleitende Information speziell für Heimempfänger. In Deutschland befindet sich diese Anwendung in der Testphase. Es können zwei unterschiedliche Texte mit einer Länge von je 64 ASCII-Zeichen übermittelt werden. Diese schiebt die Software als Laufschrift über die untere Zeile des Displays. Einen Textwechsel zwischen A und B zeigt die obere Display-Zeile (A/B) an. Besteht der Text aus weniger als 64 Zeichen, so ersetzt die Software die restlichen durch Hochkommata.

- Syndrom-Berechnung zur Erkennung des Syndrom 'D'.
- Signalisierung ob Synchronisation vorhanden ist.

Bei synchronisiertem Datenstrom

- RDS Date in ein 26-Bit-Schieberegister an niederwertigster Stelle 'einschieben'.
- Prüfung, ob Block - 26 Bits - vollständig im Schieberegister eingegangen sind.

- Subtraktion des zum jeweiligen Block zugehörige Offset (A,B,C,C',D).
- Syndrom-Berechnung zur Fehlerkorrektur.
- Fehlerkorrektur.

- Synchronisationsverlust bei nicht korrigierbaren Fehlern signalisieren.
- Blöcke stellenrichtig zu einer Gruppe zusammensetzen.
- Signalisierung an Hauptprogramm,

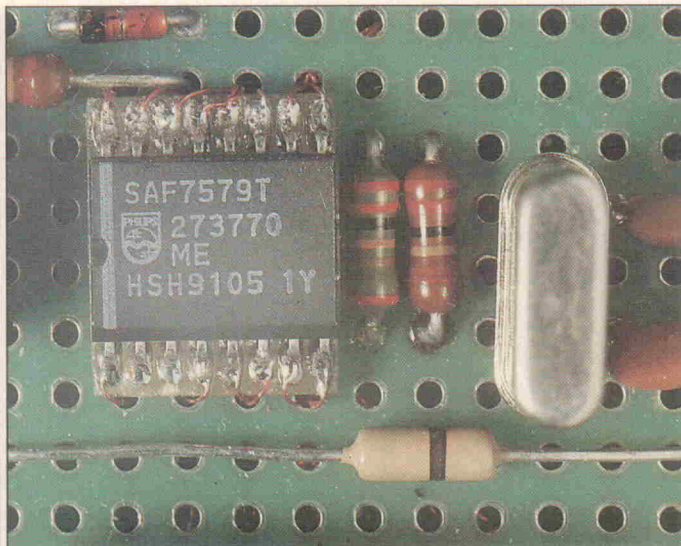
- daß eine neue Gruppe vollständig ist.
- Senderwechselerkennung.
- Radiotext-Information auswerten.

In jedem Fall stehen für die Bearbeitung maximal 0,8 ms zur Verfügung. Hier dürfte auch klar werden, warum eine Matrizenmultiplikation mit einer 26 x 10-Matrix zur Syndrom-Berechnung nicht realisierbar

ist. Das vollständige Strukturprogramm der Interrupt-Routine ist im Bild 14 dargestellt.

## Die Syndrom-Berechnung

Das Unterprogramm UPSYN zur Syndrom-Berechnung (Zeilen 395...444) ist ein wesentlicher Bestandteil der Interrupt-Routine. Es steuert die Datensynchronisation, Fehlererken-



**Zum leichteren Handling des SMD-Chips (SAF 7579T) lötet man diesen am besten vor der Verdratung auf eine kleine Experimentierplatte.**

nung und Fehlerkorrektur. Die Interrupt-Routine ruft dieses Unterprogramm an zwei Stellen auf (Zeilen 207 und 238). Die Syndrom-Berechnung wird normalerweise mittels der H-Matrix realisiert. Die Matrizenmultiplikation liefert als Ergebnis einen 10-Bit-Vektor, das Syndrom.

Als Alternativlösung kommt hier eine Matrizenmultiplikation zum Einsatz, die ohne auf-

wendige und zeitraubende Rechenoperationen auskommt. Das geht, wenn Teilergebnisse der Multiplikation im voraus berechnet wurden und in Datenfeldern (im EPROM) abgelegt sind. Das Endergebnis (Syndrom) erlangt man jetzt durch einfache, logische Verknüpfungen. Auf eine komplexere Darstellung muß an dieser Stelle jedoch verzichtet werden.

Zum Schluß noch eine Korrektur zum Teil 1: In den Bildunterschriften zu Bild 2 und 6 sind die Dimensionen der Matrizen durcheinandergeraten. Die Generatormatrix ist eine  $16 \times 26$ -, die H-Matrix eine  $26 \times 10$ -Matrix.

```

1 ;RDS Dekoder Software für ein Stand Alone System
2 ;Hardware MC 68 HC 11
3 ;Entwicklungsumgebung MOPS 1.4
4 ;von Dipl. Ing. Frank Bahnik
5
6 ZAnz EQU $1400
7 FAnz EQU $1402
8 AdrZ1 EQU $1404
9 HilfZ1 EQU $1406
10 LaufZ1 EQU $1408
11 Reg0 EQU $140A
12 Reg1 EQU $140B
13 Reg2 EQU $140C
14 Reg3 EQU $140D
15 Syndrom EQU $140E
16 Synflag EQU $1410
17 Bitz EQU $1411
18 Blockz EQU $1412
19 Grupflag EQU $1413
20 BlockA EQU $1414
21 BlockB EQU $1416
22 BlockC EQU $1418
23 BlockD EQU $141A
24 PCode EQU $141C
25 PIZ EQU $141E
26 Nameadr EQU $141F
27
28 Sender EQU $1420 ;Ende $142F
29
30 PTY EQU $1430
31 TATP EQU $1432
32 AFAAdrZ EQU $1434
33 BloeckeZ EQU $1436
34 FehlerZ EQU $1438
35 Blockadr EQU $143A
36 SchwungZ EQU $143B
37
38 AF EQU $1440 ;Ende $145F
39 Bloecke EQU $1460 ;Ende $1463
40 Fehler EQU $1480 ;Ende $149F wird nicht ausgewertet
41 TextA EQU $14A0 ;Ende $14FF
42 TextB EQU $1500 ;Ende $155F
43 ;$1560...$156F Anzeigezeile PI
44 ;$1570...$157F Anzeigezeile AF
45
46 BCD EQU $1580
47 BCDL EQU $1581
48 Dual EQU $1582
49 AFAAdr EQU $1584
50 HZanz EQU $1586
51
52 ORG $A000
53
54 LDAA #$01
55 STAA $1021 ;Flanke PA0
56
57 LDD #IZeit
58 STD $DD
59 LDD #IRDS
60 STD $E3 ;Vektoren Interruptroutinen setzen
61
62 LDD #$00
63 STAB Grupflag
64 STAB Synflag
65 STAB BlockZ
66 STD ZAnz
67 STD HZanz
68 STD FAnz ;Variablen definieren
69 LDAA #26
70 STAA BitZ
71 LDAA #04
72 STAA PIZ

```

```

73 LDD #$1440 ;Anfangsadresse AF Feld
74 STD AFAAdrZ
75 LDD #$1460 ;Anfangsadresse Blöcke Feld
76 STD BloeckeZ
77 LDD #$1480
78 STD FehlerZ ;Anfangsadresse Fehler Feld
79 JSR UPINIT ;Variablen definieren
80 JSR $80DE ;LCD Init
81
82 LDD #$FD00
83 STD AdrZ1 ;Übergabeparameter
84 LDY #$01
85 JSR Zeile ;Anzeige RDS Dekoder
86 LDD #$FE00
87 STD LaufZ1
88 STD AdrZ1 ;Startadresse Laufschrift
89 Lauf LDY #$02
90 JSR Zeile
91 LDY #$03 ;Parameter Zeitschleife
92 JSR Pause
93 LDD LaufZ1
94 ADDD #$02 ;Adresse Textfeld + 2
95 STD AdrZ1
96 STD LaufZ1
97 CMPB #$D2 ;alle ASCII Zeichen ?
98 BNE Lauf ;Ende Laufschrift
99
100 LDAA #$41 ;Interruptfreigabe
101 STAA $1022 ;Freigabe Out Comp 2 , PA0
102 LDD $100E
103 ADDD $FFFF
104 STD $1018 ;Zeitregister setzen
105 CLI ;I Flag löschen
106
107 Haupt LDD #$0000
108 STD Schwungz ;Schwungzähler Trägheitsüberwachung
109 LDD ZAnz
110 STD HZanz ;Umspeichern Zeitwert retten
111 jasn LDAA Grupflag ;neue Gruppe ?
112 BNE RDS
113 LDAA Synflag
114 BNE jasn ;Datenstrom noch synchron ?
115 LDY #$0005
116 verzoe DEY
117 BNE verzoe ;Schleife
118 LDX Schwungz
119 INX
120 STX Schwungz
121 CPX #$6000 ;Zeitüberwachung ob noch synchron
122 BNE jasn
123 LDD #$FD90
124 STD AdrZ1
125 LDY #02 ;Anzeige kein RDS
126 JSR zeile
127 LDD #$FD00
128 STD AdrZ1
129 LDY #$01
130 JSR Zeile ;Anzeige RDS Dekoder
131
132 LDD #0000
133 STD ZAnz
134 STAA FAnz ;Zähler Anzeige Routine
135 STAA $1000 ;Verkehrsfunk LED's löschen
136 STAA TATP
137 JMP Haupt ;Ende Interruptverbindungsroutine
138
139 RDS LDD HZanz
140 STD ZAnz ;Zählerw. nach Verbindungsrou. restaurieren
141 CMPA #$00
142 BNE W1
143 JSR UPROG0
144 JMP Haupt

```

```

145 W1      CMPA  #$01
146 BNE     W2
147 JSR     UPROG1
148 JMP     Haupt
149 W2      CMPA  #$02
150 BNE     W3
151 JSR     UPROG2 ;Unterprogramm Auswahl
152 JMP     Haupt
153 W3      CMPA  #$03
154 BNE     W4
155 JSR     UPROG3
156 JMP     Haupt
157 W4      CMPA  #$04
158 BNE     W5
159 JSR     UPROG4
160 JMP     Haupt
161 W5      CMPA  #$05
162 BNE     W6
163 JSR     UPROG5
164 JMP     Haupt
165 W6      CMPA  #$06
166 BNE     W7
167 JSR     UPROG6
168 JMP     Haupt
169 W7      CMPA  #$07
170 BNE     W8
171 JSR     UPROG7
172 JMP     Haupt
173 W8      CMPA  #$08
174 BNE     W9
175 JSR     UPROG8
176 JMP     Haupt
177 W9      CMPA  #$09
178 BNE     W10
179 JSR     UPROG9
180 JMP     Haupt
181 W10     CMPA  #10
182 BNE     W11
183 JSR     UPROG10
184 JMP     Haupt
185
186 W11     JMP     Haupt
187
188 ;Interrupt RDS Routine  Datensynchronisation und Fehlerkorrektur
189 IRDS
190 LDAB    $1000 ;Port PA2 einlesen  Datenbit RDS
191 ANDB    #$04 ;Datenbit isolieren
192 ASLB

```

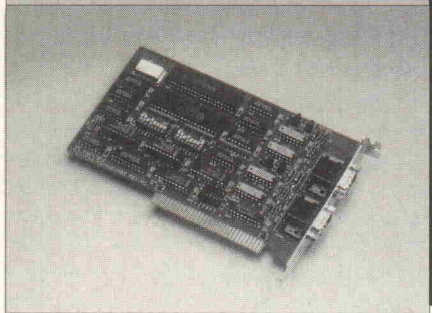
```

193 ASLB
194 ASLB
195 ASLB ;RDS Date 4 * linksschieben
196 CLC
197 ROL     Reg3
198 ROL     Reg2
199 ROL     Reg1
200 ROL     Reg0 ;Schiebereg.0 links schiften und D.-Bit eintr.
201 ORAB    Reg3
202 STAB    Reg3
203
204 LDAA    Synflag
205 BNE     synchron ;Datenstrom synchron ?
206
207 JSR     UPSYN ;Syndromberechnung Ergebnis in Akku D
208 CPD     #$0258 ;Vergleich ob Offset D $0258 erkannt
209 BNE     notsyn
210 LDAA    #$FF ;Synchronisationsflag setzen
211 STAA    synflag ;Datenstrom im Schieberegister synchronisiert
212
213 notsyn  JMP     Endeint
214
215 synchron DEC    BitZ
216 BEQ     allbit ;vollständiger Block im Schieberegister?
217 JMP     Endeint
218
219 allbit  LDAA    #26.
220 STAA    BitZ
221 LDAA    BlockZ
222 CMPA    #$04
223 BNE     notCs ;Überprüfung ob Offset C'
224 LDAA    BlockB
225 ANDA    #$08
226 BEQ     notCs
227 LDAA    #$D4
228 EORA    Reg2
229 STAA    Reg2
230 JMP     gemeins
231 notCs  LDAB    BlockZ
232 LDAA    #$F4
233 XGDX
234 LDAA    00,X ;Offsetsubtraktion A B C D
235 EORA    Reg2 ;in Abhängigkeit vom BlockZ
236 STAA    Reg2
237
238 gemeins JSR     UPSYN ;Syndrom steht im Akku D
239 STD     Syndrom ;Syndrom abspeichern
240 ADDA    #$E8 ;Anfang Fehlerkorrekturliste

```

## Kommunikation total

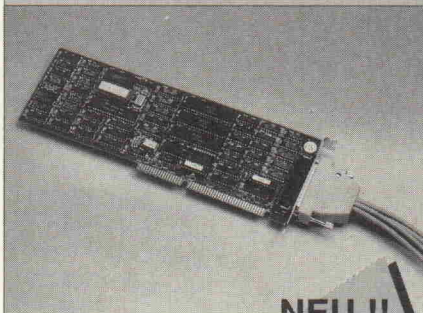
### RS-422/RS-485



**PCL-743**  
**RS-422/RS-485 Interface**

- 2 unabhängige RS-422/RS-485 Kanäle
- serielle Übertragung bis 1,5 km
- Übertragungsrate bis 56K Baud
- Wählbare Adressen: COM 1 und COM 2
- Interruptebenen: IRQ 2, ..., IRQ 7
- 2- oder 4-Leiterbetrieb; unterstützt TX-, RX-, RTS- und CTS-Signale
- Abschlußwiderstände

### RS-232

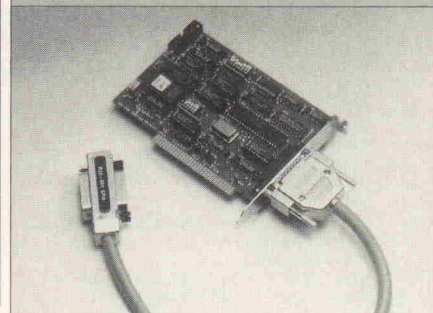


**PCL-744**  
**8-Kanal RS-232 Interface**

- CPU: V20 8 MHz
- je 50...38400 Baud
- DOS-Treiber
- BASIC-, C-, Clipper-, PASCAL- und Assembler-Treiber für eigene Programmierung
- Unterstützt RTS, CTS, DSR, DTR, DCD
- 8 fach RS-232 Kabel wird mitgeliefert

*Fordern Sie Ihren  
PCL-Katalog an!*

### IEEE-488



**PCL-848/B**  
**IEEE-488 Interface**

- Firmware on board
- BASIC-, C- und PASCAL-Treiber
- Digitale Ausgänge zur Ansteuerung von Multiplexern
- Sehr gutes Preis/Leistungsverhältnis
- IEEE-488 Kabel (2m) wird mitgeliefert



Spectra GmbH Karlsruher Straße 11/1 7022 Leinf.-Echterdingen 2 Tel. 07 11/79 80 30 Fax 07 11/79 35 69

```

241 XGDX
242 LDAA 00,X ;vermuteten Fehlerwert laden
243 BPL Korrek
244 LDAA #00 ;Entscheidung Fehler nicht korregierbar
245 STAA BlockZ ;Blockzähler neu setzen
246 STAA Synflag ;Synchronisationsverlust anzeigen
247 JMP Endeint
248
249 Korrek LDAA #$00 ;neue Gruppe anzeigen
250 STAA Grupflag
251 LDD Syndrom ;Kein Zugriff Verbindungsroutine
252 ADDA #SEC ;Anfang Fehlerkorrekturliste Lowbyte
253 XGDX ;als Offset
254 LDAB 00,X ;Korrekturbyte laden
255 EORB Reg1 ;Fehlerkorrektur Lowbyte
256 XGDY ;retten
257 LDD Syndrom
258 ADDA #F0 ;Anfang Fehlerkorrekturliste Highbyte
259 XGDX ;als Offset
260 XGDY ;Lowbyte zurückholen
261 LDAA 00,X ;Korrekturbyte laden
262 EORA Reg0 ;Fehlerkorrektur Highbyte
263 XGDY ;retten
264 LDAB BlockZ ;Adressberechnung zum Blockabspeichern
265 ADDB #$14 ;Adressbereich $1414...$141A
266 LDAA #$14
267 XGDX ;Offset im X Register
268 STY 00,X ;als fehlerkor. Block A...D abspeichern
269 INC BlockZ
270 INC BlockZ ;BlockZ + 2
271 LDAA BlockZ
272 CMPA #08 ;Abfrage ob Gruppe vollständig
273 BEQ allblock
274 JMP Endeint
275 allblock LDAA #$00
276 STAA BlockZ ;BlockZ neu setzen Gruppe vollständig
277 LDAA #FFF ;neue Gruppe anzeigen
278 STAA Grupflag
279 LDD BlockA ;PI Code Überprüfung ob Senderwechsel
280 CPD PCode
281 BEQ Decode
282 DEC PIZ
283 BNE Decode
284 STD PCode ;Senderwechsel neuen Code eintragen
285 LDAA #04
286 STAA PIZ ;Zähler neu setzen
287 JSR UPINIT
288 LDAA #01 ;Anzeigeflags neu setzen
289 STAA Fanz
290 LDD #0100
291 STD ZAnz ;Anzeige zuerst Sendername
292 STD HZAnz ;des neu empfangenen Senders
293 Decode LDAA BlockB ;Gruppentypcode laden
294 ANDA #F8
295 LDX BloeckeZ ;Adresse zum abspeichern
296 STAA 00,X ;in Liste eintragen
297 INX ;BloeckeZ + 1
298 STX BloeckeZ
299 CPX #1464
300 BNE BL1
301 LDX #1460 ;Adresszähler neu setzen
302 STX BloeckeZ
303 BL1 ANDA #F0 ;Abfrage ob Gruppe 0A / 0B
304 BNE not0
305 ;**Sendername **
306 LDD BlockB ;Adressberechnung Namenssegment
307 ANDB #03
308 CLC
309 ROLB ;Multiplikation * 2
310 LDAA #$14
311 ADDB #24 ;Adressberechnung $1424 ...
312 XGDX
313 LDD BlockD
314 STD 00,X ;Sendername abspeichern
315 ;**Verkehrsfunk
316 LDD BlockB
317 ANDA #04 ;Bit TP maskieren
318 ANDB #10 ;Bit TA maskieren
319 CLC
320 ROLA
321 ABA ;BITS verknüpfen
322 STAA TATP
323 STAA $1000 ;LED Steuerung Bit 4 TA Bit 3 TP
324 ;** PTY **
325 LDD BlockB
326 RORA
327 RORB
328 ANDB #F0 ;High Byte PTY INFO
329 ANDA #01
330 ABA ;Low Byte 0 oder 1 Anzeige ?
331 STAA PTY
332 ;** Alternativ Frequenzen
333 not0 LDAA BlockB
334 ANDA #F8
335 BNE not0A
336 LDD BlockC ;2 Byte AF laden
337 LDX APAdrZ
338 STD 00,X ;in AF Liste eintragen
339 INX
340 INX
341 STX APAdrZ ;Zähleradresse abspeichern
342 CPX #1460
343 BNE not0A

```

```

344 LDX #1440 ;Zähler neu setzen
345 STX APAdrZ
346 ;** Radiotext
347 not0A LDD BlockB
348 ANDA #F8
349 CMPA #20
350 BNE Endeint
351 ANDB #0F ;Adresse Text Segmente isolieren
352 CLC
353 ROLB
354 ROLB ;Multiplikation * 4
355 LDAA $1417 ;Low Byte Block B
356 ANDA #10 ;Abfrage ob Text A oder B
357 BEQ Atext
358 LDAA #15
359 ADDB #10
360 XGDX ;Adresse $1510 ...
361 LDD BlockC
362 STD 00,X ;2 ASCII Zeichen abspeichern
363 INX
364 INX
365 LDD BlockD
366 STD 00,X
367 JMP Endeint
368
369 Atext LDAA #$14
370 ADDB #B0
371 XGDX ;Adresse $14B0 ...
372 LDD BlockC
373 STD 00,X ;2 ASCII Zeichen abspeichern
374 INX
375 INX
376 LDD BlockD
377 STD 00,X
378
379 Endeint LDAA #01 ;Interrupt quittieren
380 STAA $1023
381 CLI
382 RTI
383
384 IZeit LDAA #40 ;Interruptzeitroutine für Display Menü
385 STAA $1023 ;Flag rücksetzen
386 CLI
387 LDD $100E
388 ADDD #2FFF
389 STD $1018 ;Zeitregister neu setzen
390 LDD ZAnz
391 ADDD #01
392 STD ZAnz ;Variable + 1
393 RTI
394
395 UPSYN LDAB Reg0 ;Teilsyndromberechnung Reg0
396 LDAA #E0
397 XGDX ;Reg0 als Offset ins X Register
398 LDAB $00,X ;syn1lo in Akku B
399 XGDY ;retten
400 XGDX
401 LDAA #E1
402 XGDX ;Offsetberechnung Teilsyndrom high
403 XGDY ;restaurieren
404 LDAA $00,X ;syn1hi in Akku A
405 XGDY ;Akku D in Y register retten
406
407 LDAB Reg1 ;Teilsyndromberechnung Reg1
408 LDAA #E2
409 XGDX ;Reg1 als Offset ins X Register
410 XGDY ;Akku zurückholen
411 EORB $00,X ;EXOR syn1lo mit syn2lo
412 XGDY ;retten
413 XGDX
414 LDAA #E3
415 XGDX
416 XGDY
417 EORA $00,X ;EXOR syn1hi mit syn2hi
418 XGDY ;Akku D in Y Register retten
419
420 LDAB Reg2 ;Teilsyndromberechnung Reg2
421 LDAA #E4
422 XGDX ;Reg2 als Offset ins X Register
423 XGDY ;Akku zurückholen
424 EORB $00,X ;EXOR syn1lo, syn2lo mit syn3lo
425 XGDY ;retten
426 XGDX
427 LDAA #E5
428 XGDX
429 XGDY
430 EORA $00,X ;EXOR syn1hi, syn2hi mit syn3hi
431 XGDY ;Akku D in Y Register retten
432
433 LDAB Reg3 ;Teilsyndromberechnung Reg3
434 LDAA #E6
435 XGDX ;Reg3 als Offset ins X Register
436 XGDY ;Akku zurückholen
437 EORB $00,X ;EXOR syn1lo, syn2lo, syn3lo mit syn4lo
438 XGDY ;retten
439 XGDX
440 LDAA #E7
441 XGDX
442 XGDY
443 EORA $00,X ;EXOR syn1hi, syn2hi, syn3hi mit syn4hi
444 RTS
445
446 UPINIT LDY #1430 ;Sendername löschen

```

```

447 LDAA #$20
448 LOE1 DEY
449 STAA 00,Y
450 CPY #$1420
451 BNE LOE1
452 LDY #$14A0 ;Blöcke und Fehler löschen
453 LDD #$0000
454 LOE2 DEY
455 DEY
456 STD 00,Y
457 CPY #$1460
458 BNE LOE2
459 LDY #$1580 ;Radiotext A / B ,AF Anzeigezeile löschen
460 LDD #$2020 ;ASCII ' '
461 LOE3 DEY
462 DEY
463 STD 00,Y
464 CPY #$14A0
465 BNE LOE3
466 LDY #$1460 ;AF Feld
467 LDD #$FFFF
468 LOE4 DEY
469 DEY
470 STD 00,Y
471 CPY #$1440
472 BNE LOE4
473 LDAA #$00
474 STAA $1000 ;Verkehrsfunk LED löschen
475 STAA TATP
476 STAA Grupflag ;Gruppenflag neu setzen
477 RTS
478
479 UPROG0 LDAA FAnz
480 CMPA #$00 ;Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
481 BNE UP01
482 LDD #$FA20 ;Anzeige STATUS
483 STD AdrZ1
484 LDY #$01 ;Anzeige Zeile 1
485 JSR Zeile
486 LDAA #$01 ;Flag für Unterprogramm 1
487 STAA FAnz
488 UP01 LDD #$FAC0
489 STD AdrZ1
490 LDY #02 ;Anzeige Zeile 2 SYNCHRON
491 JSR Zeile
492 RTS
493
494 UPROG1 LDAA FAnz
495 CMPA #$01 ;Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
496 BNE UP11
497 LDD #$FD10 ;Anzeige Sendername
498 STD AdrZ1
499 LDY #$01
500 JSR Zeile ;Anzeige Zeile 1
501 LDAA #$02 ;Flag für Unterprogramm 2
502 STAA FAnz
503 UP11 LDD #$1420 ;Anfangsadress Sendernamefeld
504 STD AdrZ1
505 LDY #$02
506 JSR Zeile
507 RTS
508
509 UPROG2 LDAA FAnz
510 CMPA #$02 ;Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
511 BNE UP21

```

```

512 LDD #$FD20 ;Anzeige Land Ber Code
513 STD AdrZ1
514 LDY #$01
515 JSR Zeile ;Anzeige Zeile 1
516 LDAA #$03 ;Flag für Unterprogramm 3
517 STAA FAnz
518 LDAA #$24 ; ASCII $
519 STAA $1569
520 UP21 LDAB BlockA ;enthält PI Code
521 LSRB
522 LSRB
523 LSRB
524 LSRB
525 LDAA #$F4
526 XGDX
527 LDY #$1560
528 LDAA $10,X
529 STAA 00,Y
530 LDAA $20,X
531 STAA 01,Y
532 LDAA $30,x ;DECODIERUNG LÄNDERKENNUNG
533 STAA 02,Y
534 LDAB BlockA
535 ANDB #$0F
536 LDAA #$F4
537 XGDX
538 LDY #$1565
539 LDAA $40,X
540 STAA 00,Y
541 LDAA $50,X ;DECODIERUNG BEREICHSKENNUNG
542 STAA 01,Y
543 LDAA $60,X
544 STAA 02,Y
545 LDD BlockA
546 LSRB
547 LSRB
548 LSRB
549 LSRB
550 LDAA #$F4
551 XGDX
552 LDAA $70,X
553 STAA $156B ;SENDERHEXCODE DECODIERUNG
554 LDD BlockA
555 ANDB #$0F
556 LDAA #$F4
557 XGDX
558 LDAA $70,X
559 STAA $156C
560 LDD #$1560
561 STD AdrZ1
562 LDY #$02
563 JSR Zeile
564 RTS
565
566 UPROG3 LDAA FAnz
567 CMPA #$03 ;Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
568 BNE UP31
569 LDD #$FD30 ;Anzeige altern Frequenzen
570 STD AdrZ1
571 LDY #$01
572 JSR Zeile ;Anzeige Zeile 1
573 LDAA #$04 ;Flag für Unterprogramm 4
574 STAA FAnz
575 LDD #$143F
576 STD AFAdr ;Zählkette

```

## Wenn Sie Ingenieur, wissenschaftlicher Mitarbeiter an einer Universität, Ausbilder oder Händler sind ...

... dann haben Sie (gerade eben) den **einfachsten Weg** zu **aktiven, passiven, elektromechanischen** und **SMD-Qualitätsbauelementen** entdeckt!

Umfangreiches Warenangebot von etwa **25000 Artikeln**, **kurze Lieferzeiten**, **Sonderkonditionen** für wissenschaftliche Institutionen und Händler, **1000-Seiten-Katalog** mit technischen Daten, Spezialkataloge (z.B. ISEL-19"-Gehäuse, Hirschmann Laborstecker), **Sonderbeschaffung** von Bauelementen von mehr als 40 Herstellern, stets **aktuelle Speicherpreise** ...

... und jetzt neu:

**Artikeldatei mit 25000 aktuellen Preisen und leistungsfähiger Auftragsbearbeitung auf Diskette! Interessiert?**

**Mehr Information per Fax unter 0561/770318**

**Schuro Elektronik GmbH · Untere Königsstraße 46 a · D-3500 Kassel · Tel. 0561-16415 · Fax 0561-770318**

```

577 UP31      LDAA  #2E      ,ASCII '.'
578 STAA  $1573
579 STAA  $157B
580 LDD  #4D48      ,ASCII 'MH'
581 STD  $1575
582 STD  $157D
583 LDAA  #7A      ,ASCII 'z'
584 STAA  $1577
585 STAA  $157F
586 LDX  AFAAdr
587 INX
588 STX  AFAAdr
589 LDAB  00,X
590 LDY  #1570      ,Adresse Anzeigeparameter
591 JSR  UPAP
592 LDX  AFAAdr
593 INX
594 STX  AFAAdr
595 LDAB  00,X
596 LDY  #1578      ,Adresse Anzeigeparameter
597 JSR  UPAP
598 LDD  #1570
599 STD  AdrZ1
600 LDY  #02
601 JSR  Zeile
602 LDY  #04
603 JSR  Pause
604 LDD  #0300
605 STD  ZAnz      ;FLAG für Unterprogramm AF neu setzen
606 LDX  AFAAdr
607 CPX  #145F      ,Überprüfung ob Liste vollständig angezeigt
608 BNE  W31
609 LDD  #0400
610 STD  ZAnz
611 LDAA  #04      ;Flag für Unterprogramm 4
612 STAA  FAnz
613 W31      RTS
614
615 UPAP      CLRA
616 SUBD  #206
617 BMI  auswert      ,Überprüfung ob auswertbare AF
618 EUPAP      RTS
619 auswert  CLRA
620 LDAB  00,X
621 ADDD  #875
622 STD  Dual
623 JSR  UPBCD      ,Binärwert in BCD Wert umwandeln
624 LDAA  BCD
625 RORA
626 RORA
627 RORA
628 RORA
629 ANDA  #0F
630 ADDA  #30      ,BCD Werte in ASCII Werte umwandeln
631 STAA  00,Y
632 LDAA  BCD
633 ANDA  #0F
634 ADDA  #30
635 STAA  01,Y
636 LDAA  BCDL
637 RORA
638 RORA
639 RORA
640 RORA
641 ANDA  #0F
642 ADDA  #30      ,BCD Werte in ASCII Werte umwandeln
643 STAA  02,Y
644 LDAA  BCD1
645 ANDA  #0F
646 ADDA  #30
647 STAA  04,Y
648 JMP  EUPAP
649
650 UPROG4    LDAA  FAnz
651 CMPA  #04      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
652 BNE  UP41
653 LDD  #1420      ,AnzeigeSendername*****
654 STD  AdrZ1
655 LDY  #01
656 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
657 LDAA  #05      ,Flag für Unterprogramm 5
658 STAA  FAnz
659 UP41      RTS
660
661 UPROG5    LDAA  FAnz
662 CMPA  #05      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
663 BNE  UP51
664 LDD  #FD80      ,Anzeige Verkehrsfunk
665 STD  AdrZ1
666 LDY  #01
667 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
668 LDAA  #06      ,Flag für Unterprogramm 6
669 STAA  FAnz
670 UP51      LDAA  TATP
671 BEQ  VF1
672 CMPA  #08
673 BEQ  VF2
674 CMPA  #18
675 BEQ  VF3      ,Auswertung der Variablen TATP
676 JMP  W51
677 weiZei    STD  AdrZ1
678 LDY  #02
679 JSR  Zeile

```

```

680 W51      RTS
681 VF1      LDD  #FDD0
682 JMP  weiZei
683 VF2      LDD  #FDC0
684 JMP  weiZei
685 VF3      LDD  #FDB0
686 JMP  weiZei
687
688 UPROG6    LDAA  FAnz
689 CMPA  #06      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
690 BNE  UP61
691 LDD  #FD60      ,Anzeige PTY
692 STD  AdrZ1
693 LDY  #01
694 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
695 LDAA  #07      ,Flag für Unterprogramm 7
696 STAA  FAnz
697 UP61      LDAB  PTY
698 ANDB  #0F
699 BNE  noPTY
700 LDAB  PTY
701 ANDB  #F0
702 LDAA  #FC      ,Adressberechnung für PTY-Texte
703 STD  AdrZ1
704 LDY  #02
705 JSR  Zeile
706 JMP  W61
707 noPTY     LDD  #FDA0
708 STD  AdrZ1
709 LDY  #02
710 JSR  Zeile
711 W61      RTS
712
713 UPROG7    LDAA  FAnz
714 CMPA  #07      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
715 BNE  UP71
716 LDD  #FD70      ,Anzeige Radiotext A
717 STD  AdrZ1
718 LDY  #01
719 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
720 LDAA  #08      ,Flag für Unterprogramm 8
721 STAA  FAnz
722 LDD  #14A0
723 STD  AdrZ1      ,Startadresse Laufschrift
724 STD  LaufZ1
725 UP71      LDY  #02
726 JSR  Zeile
727 LDY  #02
728 JSR  Pause
729 LDD  #0700
730 STD  ZAnz      ,Zähler neu setzen
731 LDD  LaufZ1
732 ADDD  #02
733 STD  AdrZ1
734 STD  LaufZ1
735 CMPB  #F0
736 BNE  W71      ,Ende Laufschrift
737 LDD  #0800      ,Zähler neu setzen
738 STD  ZAnz
739 LDAA  #08      ,Flag für Unterprogramm 8
740 STAA  FAnz
741 W71      RTS
742
743 UPROG8    LDAA  FAnz
744 CMPA  #08      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
745 BNE  UP81
746 LDD  #FDF0      ,Anzeige Radiotext B
747 STD  AdrZ1
748 LDY  #01
749 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
750 LDAA  #09      ,Flag für Unterprogramm 9
751 STAA  FAnz
752 LDD  #1508
753 STD  AdrZ1      ,Startadresse Laufschrift
754 STD  LaufZ1
755 UP81      LDY  #02
756 JSR  Zeile
757 LDY  #02
758 JSR  Pause
759 LDD  #0800
760 STD  ZAnz      ,Zähler neu setzen
761 LDD  LaufZ1
762 ADDD  #02
763 STD  AdrZ1
764 STD  LaufZ1
765 CMPB  #50
766 BNE  W81      ,Ende Laufschrift
767 LDD  #0900      ,Zähler neu setzen
768 STD  ZAnz
769 LDAA  #09      ,Flag für Unterprogramm 9
770 STAA  FAnz
771 W81      RTS
772
773 UPROG9    LDAA  FAnz
774 CMPA  #09      ,Prüfung ob Zeile 1 angezeigt
775 BNE  UP91
776 LDD  #FDD50      ,Anzeige Decodierte Gruppen
777 STD  AdrZ1
778 LDY  #01
779 JSR  Zeile      ,Anzeige Zeile 1
780 LDAA  #10      ,Flag für Unterprogramm 10
781 STAA  FAnz
782 UP91      LDAB  $1460

```

```

783 LDY #1590
784 JSR Grupdec
785 LDAB $1461
786 LDY #1594
787 JSR Grupdec
788 LDAB $1462
789 LDY #1598
790 JSR Grupdec
791 LDAB $1463
792 LDY #159C
793 JSR Grupdec
794 LDD #1590
795 STD AdrZ1
796 LDY #02
797 JSR Zeile
798 RTS
799
800 Grupdec CLC
801 PSHB
802 RORB
803 RORB
804 RORB
805 RORB
806 ADDB #$70
807 LDAA #$F4
808 XGDX ;GRUPPENTYP CODE IN ASCII UMWANDELN
809 LDAA 00,X
810 STAA 00,Y
811 LDAA #$2E
812 STAA 01,Y
813 PULB
814 ANDB #$08
815 BEQ BA
816 LDAB #$42 ;ASCII B
817 STAB 02,Y
818 JMP Lab
819 BA LDAB #$41
820 STAB 02,Y
821 LAB LDAB #$20
822 STAB 03,Y
823 RTS
824
825 UPROG10 LDAA #01 ;Flag für Unterprogramm 01
826 STAA FAnz
827 LDD #0100
828 STD ZAnz
829 ; JSR $8000 ;NUR FÜR ENTWICKLUNG Rücksprung Monitor
830 RTS
831
832
833 Zeile LDX #$01
834 PSHX
835 PSFY
836 JSR $802D ;16 ZEICHEN ANZEIGEN
837 LDAA #10
838 STAA HilfZ1 ;Schleifenzähler
839 Display LDX AdrZ1 ;Adressoffset
840 LDAA 00,X
841 PSXA
842 JSR $8021 ;write char
843 LDD AdrZ1
844 ADDD #$01
845 STD AdrZ1 ;Adressoffset erhöhen
846 DEC HilfZ1 ;Schleifenzähler - 1
847 BNE Display
848 RTS
849
850 Pause LDX #$8FFF
851 LX DEX
852 BNE LX
853 DEY
854 BNE Pause
855 RTS
856
857 ;Unterprogramm Zahlenumwandlung 16 Bit Dual in 16 Bit BCD
858 UPBCD LDX #16
859 LDD #0
860 STD BCD
861 spru LDAA BCDL
862 ADDA BCDL
863 DAA
864 STAA BCDL
865 LDAA BCD
866 ADCa BCD
867 DAA
868 STAA BCD
869 LDD Dual
870 ROLB
871 ROLA
872 STD Dual
873 LDAA BCDL
874 ADCa #00
875 DAA
876 STAA BCDL
877 DEX
878 BNE spru
879 RTS

```

**Listing 1.** Als Bonbon für alle MOPS-Programmierer hier das vollständige Listing der Decodersoftware zum Experimentieren und Weiterentwickeln.



**RATHO Electronic Vertriebs GmbH**  
 Burchardstr. 6 · 2000 Hamburg 1  
 Tel. (040) 33 86 41 / 32 66 62 · Fax (040) 33 53 58 / 32 39 16

#### Passive Bauelemente

Widerstand  
 Potentiometer  
 Summer

#### Mech. Bauelemente

Stecker  
 Kabel  
 Schalter

#### Computerzubehör

Stecker  
 Kabel  
 Joysticks, Mouse

#### Gehäuse

19" Gehäuse  
 Halbschalen-  
 gehäuse

#### Auto-Hifi

Radio  
 Booster  
 Autolautsprecher

#### Auto-Electronic

Antennen  
 Uhren  
 Zubehör

#### Messgeräte

Labornetzgerät  
 Servicegeräte

**Lautsprecher**  
 Profiprogramm  
 Zubehör  
 Bauvorschläge

**Lautsprecherboxen**  
 Alu-Boxen  
 Stand-Boxen  
 Regal-Boxen

**Lichttechnik**  
 Taschenlampe  
 Halogenlampen

Wir liefern ausschließlich an  
 Fachhandel u. Industrie  
 Schulen u. Universitäten



Eir 2/92 Hamburg

## HELMUT GERTH

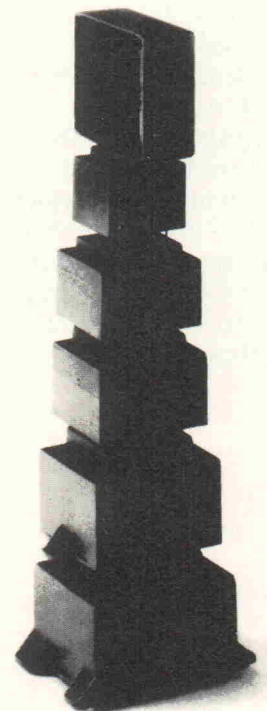
- TRANSFORMATORENBAU -

SCHWEDENSTR. 9 · RUF (030) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

## vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 6000 Volt
- nach VDE 0551

Lieferung nur an  
 Fachhandel und  
 Industrie



# Controller aus Glas

## Marktreport In-Circuit-Emulatoren

Markt

Werner Böcker

Für die Entwicklung von Controller-Schaltungen gibt es eine ganze Reihe von Werkzeugen, sowohl für die Hard- als auch für die Softwareseite. Eine strikte Trennung der beiden Welten ist dabei nicht möglich und schon gar nicht sinnvoll. Die spezielle Problematik bei der Entwicklung von Controller-Systemen liegt in den sehr ausgeprägten I/O- und Peripherie-Funktionen. Bei einem Controller finden sehr viel mehr Vorgänge direkt auf dem Chip statt, und genau die gilt es zu beobachten.



Werkfoto Hoschar

Um das Funktionsprinzip eines Emulators zu verdeutlichen, wirft man am besten einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte der Controller- und Prozessorschaltungen. Einfache, übersichtliche Steuerungen, die am Anfang das Hauptanwendungsgebiet von Controller-Systemen waren, erlaubten noch eine Fehlersuche und einen Test, bei dem die Software und Hardware getrennt untersucht werden konnte.

Nachdem man Programme geschrieben hatte, wurden sie auf die Hardware übertragen und dort getestet. Traten nun Fehler auf, so war es der Erfahrung des Entwicklers zu verdanken, ob man an der richtigen Stelle auf Fehlerjagd ging. Doch die Speicher wurden größer, Taktfrequenzen höher, die Aufgaben komplexer und das bisherige Vorgehen immer weniger praktikabel. Schließlich wurde die Software auf Cross-Systemen entwickelt und mit Hilfe von Simulatoren und Debuggern ausgetestet. Das 'fehlerfreie' Pro-

gramm übertrug man dann auf die Zielhardware und die Schuld für ein mögliches Versagen auf den Hardware-Entwickler.

### Fehlerfrei oder funktionstüchtig?

Ein lauffähiges Programm und eine fehlerfreie Hardware müssen zusammen noch kein funktionierendes System ergeben, denn die zeitlichen Zusammenhänge stellen oft einen wesentlichen Faktor bei der Qualität einer Prozessorschaltung dar. So müssen Programme, die mit Interrupts und externer Peripherie arbeiten, bei einer reinen Software-Simulation auch die Antwortzeiten simulieren beziehungsweise als vorgegeben voraussetzen. Gerade hier können aber gravierende Fehler entstehen.

Bei einem reinen Debugger befindet sich das Programm meist im Speicher der Hardware selbst oder – bei einem Remote-

Debugger – auch auf einer getrennten Hardware-Plattform. Die zu testende Software läuft auf der Zielhardware, und der Debugger überprüft diesen Ablauf. Dadurch wird der zeitliche Original-Zusammenhang natürlich verzerrt. Die häufigste Anwendung eines Debuggers ist deshalb die Überprüfung der rein logischen Abläufe und die statische Untersuchung der Speicher- und Registerinhalte nach einem Fehlerfall (Post-Mortem-Prinzip). Ein Emulator schließt hier die Lücke der fehlenden Echtzeit-Zusammenhänge.

Der Grundaufbau eines Emulators besteht aus einem Prozessor oder Controller des zu testenden Typs, häufig in einer Bond-Out-Version, um alle internen Signale des Controllers extern steuern zu können. Mittels eines Steck-Pods wird diese MPU in den Controller-Sockel der Zielhardware eingesteckt und übernimmt deren Funktionen. Das eigentliche Programm und die Daten befinden sich im

realen Speicher der Test-Hardware oder im Emulationsspeicher des In-Circuit-Emulators. Der letztgenannte Fall kommt dann zum Tragen, wenn zum Beispiel noch keine Hardware vorhanden ist, die Software aber trotzdem schon getestet werden soll. Wenn die zeitlichen Zusammenhänge nicht entscheidend sind, wird das Programm im Einzelschrittverfahren abgearbeitet und die interessierenden Daten werden aufgezeichnet. Nach einer vom Entwickler gesetzten Unterbrechung (Breakpoint) kann man sich die wichtigsten Register- und Speicherinhalte wie bei einem Debugger anschauen.

Für zeitkritische Schaltungen gibt es (häufig als Option) einen Echtzeit-Trace, ähnlich wie bei Logikanalysatoren, der die Möglichkeit bietet, die Schaltung mit der vollen Taktfrequenz bis zum Eintreffen eines Triggerereignisses zu betreiben.

## Die ideale Entwicklungsumgebung

Auf der Zielhardware läuft das zu testende Programm in annähernd der gleichen Umgebung wie später in der realen Anwendung. Über ein Meßsystem, das keinen Einfluß auf dieses Zielsystem ausübt, kann man sämtliche Register- und Speicherinhalte überprüfen. Es lassen sich Bedingungen definieren, bei denen die Programmausführung angehalten wird, und mittels eines genügend großen Trace-Speichers kann man die letzten Programmschritte analysieren. Wenn das Programm in einer höheren Programmiersprache geschrieben wurde, läßt sich der Ablauf auch auf dieser Hochsprachenebene verfolgen, wahlweise kann man hier in die Assembler-Darstellung umschalten. Gerade auf Hochsprachenebene ist die Überprüfung von Variablen, speziell in Feldern und Strukturen, eine sehr kritische Aufgabe, denn die Berechnung der einzelnen Speicherstellen kostet (Echt-) Zeit.

Anhand der aufgezeichneten Daten lassen sich nun alle möglichen statistischen Analysen durchführen wie beispielsweise die Ermittlung der Laufzeiten einzelner Programmteile. Mit Code-Coverage-Operationen sind Teile der Software zu ermitteln, die überhaupt nicht angesprochen werden. Man erhält schließlich ein Gesamtbild

über die kompletten Abläufe in der Schaltung, über deren genaue zeitliche Zusammenhänge und über die Ausnutzung und Abdeckung des Programms.

Die Analysefunktionen 'Performance-Analyse' und 'Code-Coverage', bei denen es darum geht, die Dauer einer Bearbeitung und die prozentualen Anteile der Bearbeitungsdauer zu ermitteln, sind besonders für interruptintensive I/O-Operationen von entscheidender Bedeutung. Ein häufig genanntes Beispiel ist hier die Realisierung von Antiblockiersystemen im Automobilbereich.

Mittels der Performance-Analyse lassen sich über längere Zeiträume die Antwortzeiten der einzelnen Sensoren genau ermitteln. Man erhält dadurch ein genaues Bild über die Zuverlässigkeit einer solchen Schaltung unter Echtzeit-Bedingungen.

## Flexibel soll es sein

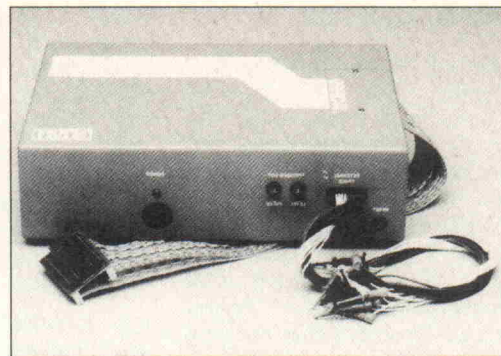
Als nächstes steht die Forderung nach einem flexiblen System, denn schließlich möchte man nicht beim Umstieg vom 80535 auf einen 80537 einen komplett neuen Emulator erwerben müssen.

Man kann den Bereich der In-Circuit-Emulatoren in zwei große Gruppen aufteilen: Geräte mit serieller, paralleler oder PC-Bus-Verbindung und Steckkartensysteme für den PC. Den absoluten Löwenanteil bildet die erste Gruppe. Bei diesen Systemen werden die Programme auf dem PC entwickelt und assembliert beziehungsweise kompiliert. Dazu verwenden die Emulationssysteme mitgelieferte Programme oder sie sind in der Lage, die Ergebnisse von Standard-Software zu verarbeiten. Danach wird der Programmcode mittels Download in den Speicher der Zielhardware übertragen. Die Verbindung zwischen Emulator und zu testender Hardware wird über ein Pod-Kabel vorgenommen, das anstelle des Prozessors in die Fassung gesteckt wird.

Für die Bedienung des gesamten Systems werden heute praktisch ausnahmslos menügesteuerte Bedieneroberflächen verwendet, von denen aus sich auch die Zusatzprogramme wie Editoren, Assembler, Compiler und so weiter aufrufen lassen.

Steht die Anschaffung eines Emulators ins Haus, sollte man

**Die Emulatoren von Huntsville Microsystems stellen 16 externe Probes zur Verfügung.**



zunächst genau abklären, welche Controller von diesem System abgedeckt werden sollen, das heißt, man sollte eine genaue Bedarfsanalyse anstellen, zum Beispiel mit welchen Bausteinen man in Zukunft arbeiten möchte. Das Verkaufsargument Flexibilität sollte man allerdings mit einem gewissen Vorbehalt betrachten, denn die Preise für die einzelnen Systeme und deren Nachrüstung variieren so stark, daß eine Lösung mit zwei separaten Emulatoren oft billiger wird, als ein teures nachrüstbares Gerät.

Arbeitet man mit einem 8051-Controller und deren Derivaten, so bläst einem der warme Wind eines etablierten Standards ins Gesicht, denn nahezu alle auf dem Markt erhältlichen Emulatoren unterstützen diesen Dauerbrenner. Für die wirklich gängigen Standard-Controller gibt es sehr kostengünstige Emulatoren ab circa 3500 Mark. Dafür bekommt man natürlich nur eine Grundausstattung, aber, und das ist der zweite wichtige Punkt, man sollte sich auch genau überlegen, wie komplex die zu entwickelnden Projekte werden und wie aufwendig die Entwicklungsumgebung tatsächlich sein muß.

Ist der Prozessortyp festgelegt, sollte man sich überlegen, ob ein einzelner Entwickler oder ein ganzes Team mit diesem Emulator arbeiten muß. Hewlett-Packard bietet beispielsweise mit dem HP 64700A ein System an, das mittels einer LAN-Karte in ein Netzwerk eingebunden werden kann. Der Emulator ist so von mehreren Seiten zugänglich und steht möglicherweise in einer ganz anderen Stadt.

Abschließend läßt sich sagen, daß man mittlerweile für jeden halbwegs bekannten Controller und deren unterschiedliche Varianten und Derivate einen passenden Emulator erstehen kann.

Das Preisniveau beginnt bei circa 3500 Mark für eine Basisversion und hört nach oben hin (wenn überhaupt) bei ungefähr 60 000 Mark auf.

## Mit breitem Trace-Speicher

Gsh bietet Emulatoren von Huntsville Microsystems für die Mikrocontroller der 8051-, 8096-, 68HC11- und 68300-Familien an. Die Systeme verfügen in ihrer Grundversion serienmäßig über zwei 4 KByte × 88 Bit Trace-Speicher von denen 16 Bit für externe Probes bereitstehen. Die Steuerung der HMI-Emulatoren erfolgt seriell mit bis zu 115,2 Kilobaud.

Der 20-MHz-Emulator für die 8051-Familie, der mit 128 KByte Emulationsspeicher und HLL-Debugger ausgeliefert wird kostet 9210 DM\*. Optional ist ein Performance-Analyse-System (4535 DM\*) erhältlich.

*gsh-Systemtechnik GmbH  
Postfach 600511  
W-8000 München 60  
Tel.: 0 89/8 34 30 47  
Fax: 0 89/8 34 04 48*

## Einheitliche Oberfläche

Die von Hitex gefertigten und vertriebenen Emulatoren tragen die Bezeichnung teletest. Sie werden neuerdings mit der einheitlichen Benutzeroberfläche 'HiTOP' ausgeliefert, die an die Oberfläche des Turbo-Debuggers erinnert. Unterstützt werden hier 8051-Familie und die 683xx-Controller von Motorola.

*Hitex-Systementwicklung GmbH  
Greschbachstr. 3b  
W-7500 Karlsruhe 41  
Tel.: 07 21/6 28 70  
Fax: 07 21/62 87 89*

\*alle Preisangaben zuzüglich Mehrwertsteuer.

## H8-Spezialist

Speziell für die H8-Controllerfamilie (310, 324, 325, 330) von Hitachi bietet CED Ditrone die Emulatorfamilie Alpha WIT von Alpha Electronics an. Das Gerät verfügt über 64 KByte Emulationsspeicher, 1 KByte  $\times$  48 Bit Trace-Speicher, 50 Software- und einen Hardware-Breakpoint. Performance-Analysen sind mit dem Alpha WIT im Zeitbereich 1  $\mu$ s...1 min möglich. Das Gerät kostet komplett mit PC-Schnittstellenkarte und Hitachi-Sysprof-kompatiblen-Debugger 8950 DM\*.

CED Ditrone GmbH  
Julius-Hölder-Str. 42  
W-7000 Stuttgart 70  
Tel.: 07 11/72 00 10  
Fax: 07 11/7 28 97 80

## Für NEC-V-Chips

AdVice 25 beziehungsweise 35 sind die Emulatoren von AdTec für  $\mu$ PD 70320- und  $\mu$ PD 70330-Mikrocontroller von NEC. Als Steuerrechner können PC/XT/AT oder ein IBM PS/2 fungieren, wobei die Kommunikation mit der AdVice-Hardware über eine modifizierte Druckerschnittstelle, die im Lieferumfang enthalten ist, erfolgt. Die Emulations-RAM-Grundausstattung beträgt 128 KByte und ist frei im 1-MByte-Adressraum der V25/V35 in 64-KByte-Blöcken verschiebbar.

Optional können die Grundgeräte mit einer Trace-Karte ausgestattet werden. Der Trace-Speicher hat eine Größe von 8 KByte  $\times$  48 Bit, davon sind 8 Bit für externe Probes nutzbar.

Die Benutzeroberfläche des AdVice-Fullscreen-Debuggers entspricht der AFD-Pro-Oberfläche. Es können sowohl Mi-

crosoft Assembler und Compiler als auch NEC-Tools eingesetzt werden. Optional ist eine C-Library zur Verwendung des MSC-Compilers für V25/V35-Software-Entwicklungen lieferbar. Bestandteil dieser Option ist ein Locate-Utility für die Umwandlung von EXE-Files in absolute Dateien zum Brennen von EPROMs.

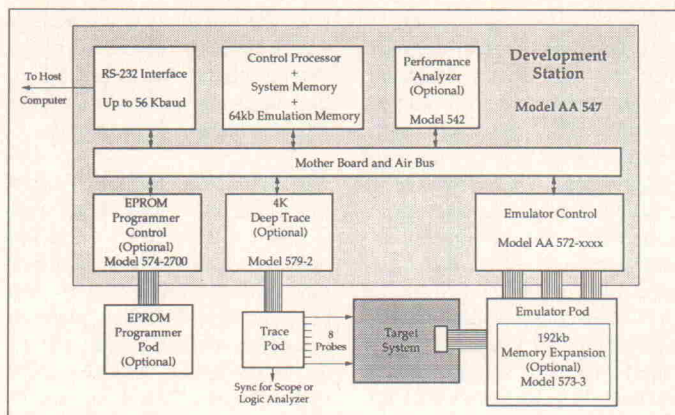
Für 7600 DM\* liefert AdTec den Emulator inklusive Software, einem Interface-Kabel, einem modifizierten Drucker-Adapter sowie einem Target-Adapter für PLCC-Sockel. Das englischsprachige Handbuch enthält einen Gutschein für einen kostenlosen Software-Update innerhalb der ersten sechs Monate nach Kauf.

AdTec GmbH  
Nelkenstr. 4  
W-7039 Weil 3  
Tel.: 0 70 31/5 20 02  
Fax: 0 70 31/5 20 04

## Absolut modular

Die In-Circuit-Emulatoren von American Automation im Vertrieb der Loest und Meininger GmbH sind universelle Entwicklungssysteme, bestehend aus einem Grundgerät sowie entsprechenden Personality-Modulen für die verschiedenen Prozessoren. Beim Grundgerät hat man die Wahl zwischen dem EZ-PRO 2.7 für 8- und 16-Bit-Prozessoren und dem EZ-PRO 1.5 für 3950 DM\*, das nur 8-Bitter unterstützt und außer einem Trace-Modul keine optionalen Erweiterungen zuläßt.

Umfangreich dagegen ist das Programm zusätzlicher Funktionen für das EZ-PRO 2.7: Performance-Analyse in Echtzeit, EPROM-Programmer und Trace-Modul. Das 16-Bit-Basisgerät mit 64 KByte Emulationspeicher kostet 7950 DM\*, der



## Das Modul-Konzept der Emulatoren von American Automation.

Performance-Analyser dazu 5250 DM\*. Ein Personality-Modul für 8051-Controller inklusive Software (Debugger, Cross-Assembler, Linker und Library-Manager) ist für 5750 DM\*, das passende 4 KByte-Trace-Modul ist für 2450 DM\* zu haben.

Zusätzlich bietet Loest & Meininger noch einen C-Source-Debugger und Cross-Compiler für viele Controller-Typen an.

Softwaretechnik Loest & Meininger GmbH  
Wallbergstr. 5  
W-8028 Taufkirchen  
Tel.: 0 89/6 12 70 87  
Fax: 0 89/6 12 81 01

## Preiswerte Lösung

Für die Mikrocontroller-Familien 68HC11 und 8051 vertreibt iSystem In-Circuit-Emulatoren des Herstellers Nohau mit der Typenbezeichnung Emul68-PC beziehungsweise Emul51-PC.

Besonderheit dieser Systeme ist ihre Ausführung als PC-Steckkarte. Die Datenübertragung kann somit mit dem vollen Bustakt ablaufen.

Weiter im Programm sind iSystem-Entwicklungen der iC-Serie. Der iC180-Emulator unterstützt den Z80-Bereich mit allen Derivaten von Zilog, Toshiba und Hitachi. Mit dem iCZ8 sind 32 Abkömmlinge des Z8 emulierbar.

Neuester Sproß der iC-Produktlinie ist der 680, zu-

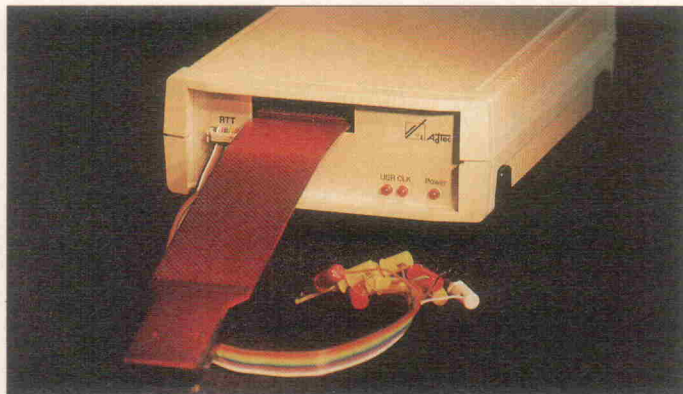
ständig für 6809/02-Systeme. Die Steuerung dieses Geräts kann wahlweise seriell (bis 57 200 Baud) oder parallel (Option) vom PC aus erfolgen. Dem Anwender stehen je 64 KByte Breakpoint- und Emulationspeicher zur Verfügung. Das iC680 kostet 3180 DM\*.

iSystem GmbH  
Einsteinstr. 5  
W-8060 Dachau  
Tel.: 0 81 31/2 50 83  
Fax: 0 81 31/1 40 24

## Einer für 170

Der UniLab 8620 Analyzer-Emulator des amerikanischen Herstellers Orion (Vertrieb: Macrotron AG) unterstützt über 170 auf dem Markt befindliche Prozessoren. Das System be-

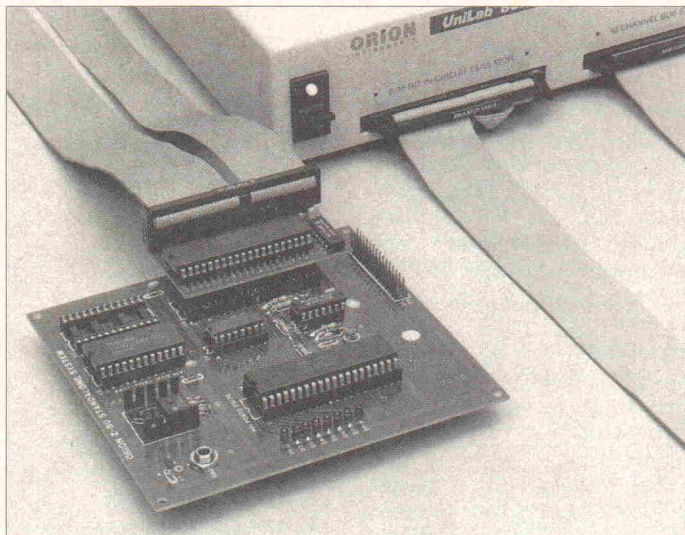
\*alle Preisangaben zuzüglich Mehrwertsteuer.



AdTecs AdVice-Emulator für NECs  $\mu$ PD 70320 und  $\mu$ PD 70330.



6809/02-Emulation für 3180 Mark\* bietet iSystem mit seinem iC680.



### Orion UniLab-8620-Emulationsmodul und MicroTarget-Board.

steht aus einem Grundgerät mit 27 KByte  $\times$  48 Bit Echtzeit-Trace-Buffer sowie integriertem EPROM-Programmierer, einem HLL-Debugger, der gängige C-Pakete des jeweiligen Zielsystems unterstützt sowie einer PC- oder PS/2-Interface-Karte.

Zum Emulator für einen bestimmten Prozessor wird das UniLab durch ein Personality Pak. Bei DIP-Prozessor-Versionen gehört ein sogenanntes MicroTarget zum Lieferumfang. Es handelt sich dabei um ein lauffähiges Zielsystem, das zum einen dazu dienen soll, sich mit UniLab vertraut zu machen, zum anderen kann hier schon entwickelt werden, ohne auf die Fertigstellung der eigenen Hardware-Applikation warten zu müssen.

UniLab 8620 gibt es in den Versionen A mit 32 KByte Emulationspeicher (12 055 DM\*) und

B mit 128 KByte (13 391 DM\*). Das Personality Pak für einen Z80-Emulator in der DIP-Version kostet 1898 DM\*.

Macrotron AG  
Stahlgrubenring 28  
W-8000 München 82  
Tel.: 0 89/4 20 80  
Fax: 0 89/42 41 73

### Entwicklung aus der Westentasche

Die Karlsruher Firma Hoschar Systemelektronik vertreibt Emulatoren des japanischen Herstellers Sophia System. Ein Novum unter den hier erwähnten Systemen ist der Standalone-Z80-Emulator Z80TAT, der nicht größer als ein Taschenbuch ist. Hoschar sieht für dieses System nicht nur den klassischen Entwicklungssektor

\*alle Preisangaben zuzüglich Mehrwertsteuer.



Gleichermaßen für Entwicklung, Service und Ausbildung einsetzbar: Der Z80TAT-Palmtop-Emulator von Sophia.

## Glossar

**Code Coverage:** Diese Funktion untersucht, welche Teile des Programms durchlaufen wurden. Die Anzeige variiert von Emulator zu Emulator. So gibt es Systeme, bei denen vor dem Programm-Code ein Balken gezogen wird, um die Teile zu kennzeichnen, die bearbeitet wurden oder nicht (Ashling). Diese Funktion ist besonders hilfreich, um 'Leichen' in der Software zu finden und für die Sicherstellung, ob auch alle Programmteile ausgetestet wurden.

**Performance-Analyse:** Bei der Performance-Analyse wird die Zeit gemessen, die eine bestimmte Funktion, ein Modul oder ein definierter Programmabschnitt von Adresse x bis Adresse y benötigt. Dabei gibt es auch wieder unterschiedliche Unterfunktionen. So lassen sich zum Beispiel mit einigen Geräten Performance-Analysen bis zu fast einem Jahr durchführen und anschließend die Maximal- und Minimalzeiten, die für definierte Funktionen benötigt wurden, grafisch auswerten.

**Trace-Speicher:** Diesen Begriff kennt man von den Logikanalysatoren her, und er bezeichnet auch den gleichen Sachverhalt. Stoppt der Emulator nach einem Breakpoint mit der Aufzeichnung, so kann man sich die letzten Instruktionen und Speicherinhalte anschauen, die vor dem Eintreffen des Breakpoints in der Controllerschaltung relevant waren. Hier muß man eine Unterscheidung zwischen dem Echtzeit- und dem Software-Trace treffen. Bei letzterem wird der Controller im Emulator im Single-Step-Betrieb gefahren und nach jedem Stopp werden die Registerinhalte erneuert. Da dies sehr langsam geschieht, muß man an den Trace-Speicher und dessen Steuerung keine großen Anforderungen stellen. Will man die Schaltung allerdings unter Echtzeit-Bedingungen testen, muß ein sehr schneller Speicher existieren, denn für die Speicherung der Daten darf keine Extra-Zeit verbraucht werden. Die Größe solcher Echtzeit-Trace-Speicher liegt meist um die 4 KByte bei Breiten von zirka 48 Bit.

**Emulationsspeicher:** In diesem Speicherbereich befinden sich Programmcode und Daten, wenn keine externe Hardware vorhanden ist, also in einer frühen Entwicklungsstufe, bei der es lediglich um den Test der Software geht.

**Pods/Podadapter:** Für den modularen Einsatz von Emulatoren gibt es verschiedene Pods, mit denen man den Emulator selbst auf die unterschiedlichen Controller anpaßt. Das heißt, wenn man mit einem anderen Controller entwickelt, muß man sich ein passendes Pod kaufen und kann mit dem Emulator weiterarbeiten.

**Maximale Taktrate:** Die Taktrate, mit der der Emulator maximal betrieben werden kann. Sie sollte natürlich nicht niedriger sein, als die Frequenz mit der die Zielhardware läuft. Andernfalls muß man auf Echtzeit-Untersuchungen verzichten. Allerdings erreichen moderne Emulatoren auch die Taktraten, für die Controller verfügbar sind.

**Hochsprachen(HLL)-Debugging:** Aus der Software-Entwicklung bekanntes Verfahren, um die Fehlersuche übersichtlicher zu gestalten. Meist als gemischte Darstellung mit zusätzlichen Fenstern für Variablen, Register- und Speicherinhalte und eventuell der dazugehörigen Assembler-Darstellung. Dabei lassen sich Fehler direkt im Hochsprachen-Quelltext (meist C) korrigieren und eine Kompilation durchführen.

**Compiler-Unterstützung:** Häufig verfügen die Emulatoren über eigene Compiler, Assembler, Linker und so weiter. Besitzt man allerdings schon diese Software-Entwicklungswerkzeuge ist es von großem Vorteil, wenn der Emulator auch mit diesen Programmpaketen zusammenarbeitet. Von den Herstellern sind Listen über eine eventuelle Unterstützung von Compilern erhältlich, deren Quelltexte dann auch von HLL-Debuggern verarbeitet werden können.



**Das Sophia-SA98-System emuliert 16- und 32-Bit-Prozessoren bis 25 MHz.**

als Markt, sondern auch den Service- und Ausbildungsbereich.

Der Z80TAT kennt zwei Betriebsarten. Im aktiven Modus arbeitet das Gerät autonom, Analysefunktionen werden über einzelne Funktionstasten aufgerufen, Ergebnisse auf einem LC-Display ausgegeben. In der passiven Betriebsart arbeitet der Emulator mit einem PC als Host. Mit dem Hochsprachen-Debugger 'Partner' sind Entwicklungen in C durchführbar. Er arbeitet mit den optional erhältlichen Compilern IAR ICCZ80, Mictrotec Research MCCZ80 und L.S.I. C80.

Das Sophia-Z80TAT-Development-Kit enthält den Emulator, eine PC-Interface-Karte, alle benötigten Kabel, das Netzteil, einen Macro-Assembler und den HLL-Debugger-Partner. Das System kostet 9480 DM\*. Ausbildungsstätten wird auf diesen Kaufpreis ein Rabatt von 30 % eingeräumt.

Weitere Sophia-Produkte bei Hoschar sind die Emulatoren der SA98-Familie. Wobei hier der Schwerpunkt auf der Unterstützung der 16- und 32-Bit-Prozessoren von Intel, NEC sowie spezieller Hitachi-Typen (H8- und H-16-Familie) liegt.

Der Anwender arbeitet mit einem Grundgerät, das mit einer entsprechenden Probe an den Zielprozessor angepaßt wird. Auf Hochsprachenebene unterstützt der HLL-Debugger 'Microscope' die Entwicklung. Er arbeitet mit vielen Standard-C-Compilern, wie beispielsweise denen von Microsoft, Borland, Lattice, Intermetrics und Microtec.

Preisbeispiel für ein SA98-System mit 80C186/188-Probe und Microscope: etwa 25 000 DM\*.

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Postfach 2928  
W-7500 Karlsruhe 1  
Tel.: 07 21/37 70 44  
Fax: 07 21/37 72 41



**Der iceMaster von Allmos ist für alle Controller der 8051-, 68HC11- und COP8-Familien konfigurierbar.**

## Unterstützt 39 8051-Derivate

Die Allmos Electronic GmbH ist Distributor der Emulatoren des amerikanischen Herstellers Metalink, der sein Hauptaugenmerk auf die Unterstützung gängiger Mikrocontroller legt. So können die Geräte der Serie iceMaster 200 und 400 für alle Derivate der 8051-, 68HC11 und COP8- (National Semiconductor) Familien durch Austausch der Probecard konfiguriert werden.

Das Grundgerät iceMaster-8051/400 verfügt beispielsweise über einen 4-KByte-Trace-Speicher, zwei Performance-Analyser und wird mit einem HLL-Debugger ausgeliefert, der unter anderem mit Compilerfiles der Softwareanbieter MetaLink, Archimedes/IAR Systems, Franklin/Keil und Intel OMF arbeitet. Der Preis dieses Emulators mit je 16 KByte Emulationsspeicher für Programm und Daten (optional je 64 KByte) beträgt 7000 DM\*. Die Version 200 ist schon für 3000 DM\* zu haben, verfügt aber nicht über die Trace- und Performance-Option.

Allmos Electronic GmbH  
Fraunhoferstr. 11a  
W-8033 Martinsried  
Tel.: 0 89/8 57 00 00  
Fax: 0 89/8 57 37 02

## Einer für alle

Man muß sich schon ein besonders exotisches Prozessor-Exemplar herausgesucht haben, den der HP64700 nicht emulieren kann. Die Emulations-Software (X/Motif-Oberfläche, HLL-Debugger) kann dabei entweder auf einer HP9000, einem PC oder einer SUN-Workstation betrieben werden. Neben der exzessiven Modularität besticht

beim 64700 die Möglichkeit, ihn mit einer LAN-Karte auszurüsten und im Netz zu betreiben. Teamarbeit am gleichen Projekt wird somit nicht von der Verfügbarkeit der Entwicklungshardware ausgebremst.

Hewlett-Packard GmbH  
Schickardstr. 2  
W-7030 Böblingen  
Tel.: 07031/146513  
Fax: 07031/146429

## Biceps für 8051er

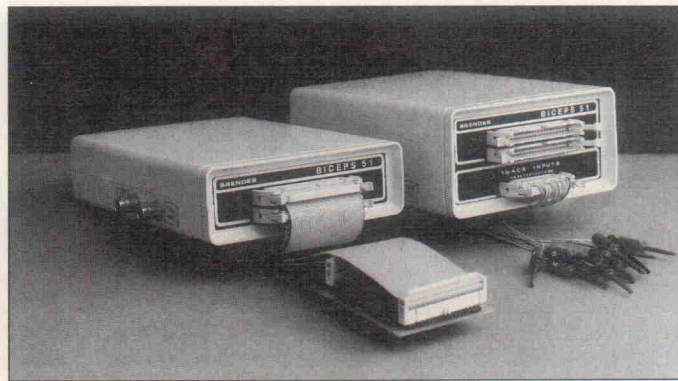
In zwei Versionen gibt es die Echtzeit-Emulatoren Biceps 51-II für Controller der 8051-Familie bei Brendes Datentechnik. Die preisgünstige Version kostet 3990 DM\*, verfügt allerdings nicht über den Trace-Speicher des 'großen' Modells. Gemeinsame technische Daten sind:

- CPU-Takt: 12 MHz (optional 16 MHz und 20 MHz).
- Sowohl für Programme als auch für Daten beträgt der Emulationsspeicher je 64 KByte.
- Beide Geräteversionen verfügen über 12 externe digitale Eingänge,
- und 10 Software Breakpoints (Unterbrechung auf Registerinhalte).
- Hardware-Breaks können jede Kombination oder jede beliebige Anzahl von Bereichen des Adreßbusses, des Datenbusses oder der 12 externen Eingänge sein.

Die Speichertiefe des mit dem Trace-Modul ausgerüsteten Biceps beträgt 8 KByte x 40 Bit.

Brendes Datentechnik GmbH  
Stedinger Str. 7  
W-2948 Schortens 1  
Tel.: 0 44 23/66 31  
Fax: 0 44 23/66 85

\*alle Preisangaben zuzüglich Mehrwertsteuer.



**Die Biceps51-II-Emulatoren von Brendes Datentechnik gibt es wahlweise mit (rechts) und ohne Trace-Speicher.**



## Einführung in die digitale Bildverarbeitung

Das besondere Merkmal des Werkes liegt in der anwendungsbezogenen Darstellung des Stoffes. Für das Verständnis sind keine speziellen Vorkenntnisse in Mathematik oder Informatik erforderlich. Die behandelten Algorithmen geben dem Leser das Rüstzeug zur Beurteilung bildanalytischer Problemlösungen, Verfahren und Gerätetechnik in die Hand. Die gesamte Terminologie der Bildverarbeitungstechnik wird detailliert erläutert, Konzepte und Zusammenhänge werden sichtbar gemacht.

Der Autor behandelt Themen wie Digitalisierung und statistische Beschreibung von Bildern, Punktoperationen und Bildverknüpfungen, Filteroperationen und Fourier-Transformation, Merkmalsextraktion und Mittelachsentransformation, Mustererkennung und Bilderfassung sowie Bildanalyse und -kodierung. Das Werk richtet sich an Techniker, Ingenieure und Studenten, die sich in das Thema einarbeiten möchten und Hilfe bei der Auswahl geeigneter Verfahren und Komponenten suchen.

cb

Hartmut Ernst  
Einführung in die digitale  
Bildverarbeitung  
München 1991  
Franzis-Verlag  
349 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-7723-5682-6



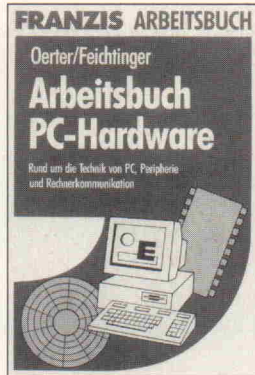
## Empfangsantennen

Das Buch ist in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil enthält die Antennentheorie, soweit sie zum Verständnis der Praxis erforderlich ist; ferner geht der Autor hier auf die Praxis der Einzelempfangsantennentechnik ein. Der zweite Teil behandelt die Technik der Gemeinschaftsantennenanlagen, beispielsweise aktive und passive Bauteile, Kopfstationen, Verstärker, Anlagentechnik, Meßtechnik und Standortauswahl.

Einige Stichworte zum Inhalt: Grundlagen, Hilfsmittel, Definitionen, Antennengruppen, Energieübertragung, Bauteilebeschreibung sowie Gemeinschaftsantennen und BK-Anlagen. Angesprochen sind Elektroniker, Antennenbauer, Projektierer von Einzel- und Gemeinschaftsanlagen, Ingenieure, Studenten der Fachrichtungen Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik sowie interessierte Amateure.

cb

Eberhard Spindler  
Empfangsantennen  
München 1991  
Franzis-Verlag  
512 Seiten  
DM 98,-  
ISBN 3-7723-6112-9



## Arbeitsbuch PC-Hardware

Einsteiger und Profis gleichermaßen finden hier fast alles, was an Wissenswerten im PC steckt; eine reichhaltige Fülle an Informationen wird bereitgestellt.

Das erste Kapitel enthält Grundlagen über Bauarten, Einsatzbereich und Funktionsweise eines PC. Daneben findet ein kleiner Ausflug in die Geschichte des Computers mit den damals verwendeten Prozessoren statt. Die nächsten drei Kapitel behandeln recht detailliert die Interna von Mikroprozessoren, Speichern wie RAM, ROM, EPROM und schließlich Peripherie-Bausteinen. Den Abschluß dieses Blocks bildet ein kleiner Grundlagenkurs über D/A- sowie A/D-Wandler und verschiedene Wandlungsverfahren.

Die weiteren Abschnitte sind den Massenspeichern wie Disketten, Festplatten- und Magnetbandlaufwerken gewidmet. Es folgt ein Kapitel über Peripheriegeräte; hier werden getrennt Bildschirme, Drucker, Tastaturen, Maus und Scanner behandelt. Abschließend folgt ein Exkurs über Großrechneranbindungen und Netzwerke.

ph

Oerter/Feichtinger  
Arbeitsbuch  
PC-Hardware  
München 1991  
Franzis-Verlag  
385 Seiten  
DM 78,-  
ISBN 3-7723-4241-8



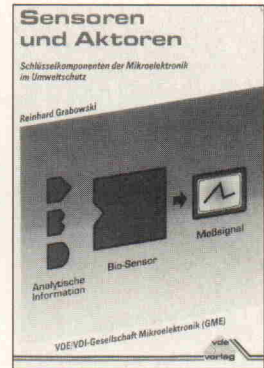
## Theorie elektromagnetischer Felder

Das Buch entstammt einer auf Fernstudienkursen basierenden Schriftenreihe, die für den Diplomstudiengang Elektrotechnik an der Fernuniversität Hagen entwickelt wurde. Es beleuchtet die theoretischen Phänomene elektrischer und magnetischer Felder; Ausgangspunkt sind die Maxwell'schen Gleichungen.

Der Inhalt ist durchgängig in einzelne Kurseinheiten gegliedert. Die zum Verständnis notwendigen mathematischen Grundlagen bilden das Thema der ersten Einheit. Darauf folgen Feldtheorie, elektrostatische Felder 1...4, stationäre und quasistationäre Felder. Im Lehrtext wird ausgiebig Gebrauch von der Vektoranalyse und von den Methoden und Funktionen der mathematischen Physik gemacht. Den Verfassern dieses Lehrbuches war vornehmlich daran gelegen, die Lösungsmethodik hervorzuheben und dem Studierenden den Umgang damit zu erleichtern.

ph

Siegfried Blume  
Theorie elektromagnetischer Felder  
3. Auflage  
Heidelberg 1991  
Hüthig  
Verlagsgemeinschaft  
347 Seiten  
DM 54,-  
ISBN 3-7785-2070-9



## Sensoren und Aktoren

'Schlüsselkomponenten der Mikroelektronik im Umweltschutz' ist der Untertitel des Buches, das als hervorragende Übersicht der im 'Umweltschutz' einsetzbaren Sensortechnologien gelten kann. Der Schlußbeitrag über Aktoren umfaßt naturgemäß nur wenige Seiten.

Betont wird in der Einführung – sinngemäß –, daß für einige Meßaufgaben ein unzureichendes Sensorangebot besteht, ein 'Nadelöhr' angesichts der heutigen Möglichkeiten, mit Computern Meßwerte erfassen und zu verarbeiten. Diese Unzulänglichkeiten und Lücken werden aufgezeigt, um die 'Mitwirkungsmöglichkeiten des Lesers' zu markieren.

Umweltpolitisch beschränkt sich das Buch auf die Unterscheidung zwischen 'Zustandsvermessung' und 'Prozeßoptimierung' (Verminde- rung oder Vermeidung von Emissionen durch Sensoreinsatz). Prozeßvermeidung dort, wo Emissionen nicht vermeidbar sind, wird in diesem Buch weder gefordert noch als Alternative erwähnt.

fb

Reinhard Grabowski  
Sensoren und Aktoren  
Berlin, Offenbach 1991  
VDE-Verlag  
319 Seiten  
DM 129,-  
ISBN 3-8007-1795-6



valenten. Ein solches 'Gatter-Äquivalent' ist allgemein die kleinste Einheit zum Messen des Fassungsvermögens und entspricht einem 2-Input-Nand. Man sagt auch, ein 2-Input-Nand benötigt eine 'Basiszelle'; ein einfaches Flipflop verbraucht etwa fünf Basiszellen.

Die Performance ist im wesentlichen von der Technologie abhängig. CMOS beispielsweise ist bekannt für eine geringe Leistungsaufnahme und eignet sich seit nunmehr zehn Jahren auch für eine hohe Integration. Bipolare, Misch- und ECL-Technologien sind überall dort anzutreffen, wo sehr hohe Geschwindigkeiten im Vordergrund stehen; hiermit lassen sich Systemfrequenzen bis in den GHz-Bereich realisieren.

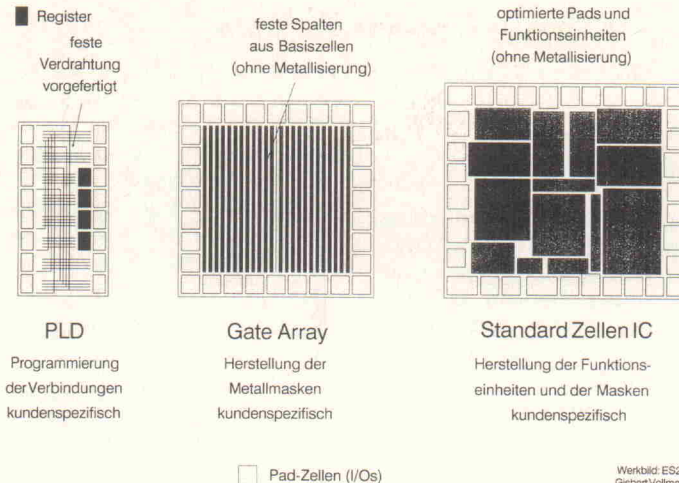
Neben den oben genannten technologischen Gesichtspunkten ist aber noch eine Typeneinteilung der ASICs vorzunehmen:

- PLD
- Gate Array
- Standardzellen-IC

Ein PLD (programmable logic device) besitzt eine feste Zwei- oder Mehrflächenstruktur, die durch Programmieren – ähnlich PROMs – ihre logischen Funktionen sowohl kombinatorischer als auch sequentieller Art erhält. PLDs sind mit vielfältigsten vordefinierten Basis-Flächen und -Verdrahtungen erhältlich. Elektrisch oder per UV-Licht löschbare Ausführungen sind ebenso anzutreffen wie Varianten in bipolarer Fuseteknologie. Die Nomenklatur reicht von PAL, PLA (programmable logic array), GAL (generic logic array), über FPGA (field programmable gate-array) bis zu EPLD (erasable programmable logic device), PEEL (programmable electrical erasable logic) und so weiter.

Bei den Gate Arrays handelt es sich um die klassischen ASICs. Ihre Struktur ist durch Spalten, bestehend aus einzelnen Basiszellen, vorgefertigt. Die für die gewünschten Funktionen notwendigen Verbindungen zwischen den Basiszellen und den einzelnen Spalten erfolgt mit einer, zwei oder teilweise drei Metallisierungslagen über dem Substrat.

Eine Basiszelle besteht aus einer technologieabhängigen Anzahl von Transistoren. Die gesamte Matrix eines Gate Ar-



**Bild 1. Als Beispiel für die Auslegung der unterschiedlichen ASICs sind hier die Strukturen von PLDs, Gate Arrays und Standardzellen-ICs wiedergegeben.**

rays ist von einem Ring von Anschlüssen – den 'Pads' – umgeben, die als Verbindung zur Außenwelt dienen können. Gate Arrays werden auf Grund ihrer Vorfertigung in verschiedenen Chipgrößen angeboten, so daß eine Ausnutzung der Basiszellen bis zu 80 %...90 % möglich ist. Eine moderne Abwandlung der Gate Arrays sind die sogenannten 'Sea-of-Gates', bei denen auch die Zwischenräume der Spalten mit meist kleineren Transistoren ausgefüllt sind. Diese eignen sich dann besonders zur Ausführung gleichmäßiger Strukturen, wie zum Beispiel der RAM- oder ROM-Integration.

Mit den Standardzellen-ICs kommt man der kundenspezifischen Herstellung am nächsten. Man entwickelt mit festen, funktionalen Blöcken, deren Struktur auf Platz und Performance optimiert sind, so daß das komplette ASIC ebenso den speziellen Anforderungen optimal angepaßt wird. Bei dieser Art ASIC gibt es keine Vorgaben und auch keine Beschränkung der Größe des Chips et cetera. Wie schon bei den Sea-of-Gates lassen sich besonders bei ihnen Strukturen für RAM, ROM, Fifo, Multiplizierer, Schieberegister oder Prozessoren aufbauen. Bei Standardzellen-ICs lassen sich große oder kleine Elemente optimal auslegen und miteinander platzieren und verdrahten. Somit spart man natürlich Platz und Geld. Dieses macht sich besonders auch durch ein neuartiges Herstell-

ungsverfahren, das die Metallisierungsmasken ablöst, bemerkbar: Mit dem Elektronenstrahl-Verfahren beschreibt man die Siliziumscheiben (Wafer) direkt. In einem Arbeitsgang werden also die einzelnen Zellen im Silizium und alle dazugehörigen Verbindungen hergestellt.

## Wie und wo kommen ASICs zum Einsatz?

Ihren Einsatz finden ASICs nicht nur in der Großindustrie, sondern generell bei Firmen aller Größen. Auch gibt es keine Beschränkung bei der zu integrierenden Elektronik. Es ist ja gerade das Wesen dieser Art elektronischer Bauelemente, daß sie sowohl allgemeine wie auch ganz spezielle Anwendungen abdecken. Sie können das Herz einer elektronischen Schaltung, etwa den Mikrocontroller oder -Prozessor beinhalten, oder auch einfache periphere Aufgaben erfüllen. Reduktion der Logik lautet hier das Stichwort. Meistens wird dabei gleichzeitig die Leistungsfähigkeit des gesamten Systems gesteigert. Mit dem Einsatz von ASICs will man in aller Regel das Endprodukt wettbewerbsfähiger oder überhaupt erst sinnvoll verkaufbar gestalten, um so Absatz und Gewinnmarge zu steigern.

## Der richtige Draht ...

Die Design-Methodik von elektronischen Schaltungen bei der Entwicklung von Platinen mit Standard-Bausteinen ist generell vergleichbar mit der von ASICs. Bei der Entwicklung eines ASICs ergeben sich natürlich einige Abweichungen. Die Größe der Transistoren im Chip liegt im Mikrometerbereich, so

daß auch die Leiterbahnen entsprechend schmal sind. In CMOS-Technologie ist der Hauptanteil Widerstand durch kapazitive Einflüsse gegeben, die hier sehr wohl zu berücksichtigen sind. Man kann nicht mehr beliebige Verbindungen designen, da der Einfluß auf die Laufzeit von Signalen einen wesentlichen Bestandteil bei der ASIC-Entwicklung darstellt.

Auch bei der Verbindungstechnik vom Inneren des Chips zur Außenwelt ist sorgfältig zu arbeiten. Wie schon bei dem oben angesprochenen internen Aufbau wird auch bei den Pads nach genauen Designregeln gearbeitet. Insbesondere ist hier auf die richtige Platzierung der Stromversorgung und der Ground-Anschlüsse zu achten. Aber auch gleichzeitig schaltende Signalausgänge bedürfen spezieller Aufmerksamkeit, da direkt nebeneinander liegende Ausgänge den Chip stark belasten können.

Man kann sich leicht vorstellen, daß nicht nur die Größe des entstehenden ASIC-Siliziums, sondern auch andere Parameter wie Anzahl und Beschaltung der Pads sowie gesamter maximaler Leistungsverbrauch die Wahl des Gehäuses bestimmen. Dieses kann aus Keramik oder Plastik, SMD-fähig oder herkömmlich zum Durchkontaktieren auf der Platine sein.

## Eingebaute Testbarkeit

Mit diesem Stichwort kommen wir zurück auf das wesentliche Merkmal von ASICs. Mit der – schon während des Entwicklungsvorganges berücksichtigten – Testbarkeit läßt sich sicherstellen, daß sich bei der späteren Produktion jeder Baustein umfangreich überprüfen läßt, was naturgemäß die Zuverlässigkeit steigert. Da der Siliziumschaltkreis bei der Fertigung eingegossen oder zumindest umbaut wird, kann man ja später diesen Schaltkreis nicht mehr mit Oszilloskopen oder Logikanalysatoren untersuchen.

Diese Testbarkeit ist einer von drei zusammenhängenden Beurteilungsfaktoren dafür, wie gut ein Design und damit ein ASIC in der Produktion ausfällt. Das heißt auch, daß ein ASIC immer ein exakt vorausbestimmbares Produkt ist. Natürlich beginnt man die Testphase schon beim Basismaterial, dem Silizium. Bereits die Wafer werden nach

den verschiedensten Gesichtspunkten während ihrer Herstellung geprüft und entsprechend sortiert. Bringt man die Schaltung auf das Substrat – bei vorgefertigten Gate Arrays durch Maskentechnik, bei Standardzellen-Design auch mit Elektronenstrahl im Direktschreibverfahren –, werden auch die Fehlermöglichkeiten umfangreicher und die Fehler selbst detaillierter. Die einzelnen Transistoren, die die Elemente oder Schaltungsteile ausmachen, müssen bestimmte Spezifikationen – nun vor allem elektrische – erfüllen.

Auch die Testbarkeit muß überprüft werden. Man spricht von Kontrolle oder Controllability des Designs. Alle internen Verbindungen müssen per Testpattern über die Eingangspins angesprochen werden, um zu sehen, ob jeder innere Knoten 'bewegt' werden kann.

An den Ausgangspins wird mit demselben Pattern (welcher Ausgang soll wann 1 oder 0 werden) dann verglichen. Hier greift der dritte Begriff, die Beobachtbarkeit (Observability). Gibt es keine Abweichungen, kommt man zu dem idealen Wert von 100 % Testbarkeit. Die Praxis begnügt sich meist mit Werten zwischen 95 % und 98 %, da ein ungleich höherer Aufwand betrieben werden müßte, um die entsprechende

Testabdeckung für die meist doch sehr komplexen integrierten Schaltungen zu erreichen.

## Entwickeln mit ASICs

Es hängt schon vom Aufbau des Designs ab, wie hoch später die Zuverlässigkeit eines produzierten ASICs sein wird. Beispielsweise ist es einfach, durch Wahl der Ein-/Ausgangstestmuster kombinatorische Logik von außen zu steuern und Ergebnisse vorherzusagen. Schwieriger wird es bei sequentieller Logik, besonders wenn sie mit vielen Rückführungen beschaltet ist. Teilerketten beispielsweise sollte man stets auftrennen, um so nicht nur Testzeit zu sparen, sondern auch den Zugriff zu verbessern.

Es gibt eine Reihe von Designkniffen bei der Eingabe der Logik. Dabei ist es gleichgültig, mit welchen Hilfsmitteln gearbeitet wird. Daher gibt es eine sogenannte Netzliste, um die Repräsentation der Schaltung durch Elemente einerseits und deren Verbindungen andererseits zu erstellen.

Früher erstellte man die Netzlisten von Hand. Die einzelnen Elemente – Nand, Flipflop, Addierer und so weiter – sowie deren Verbindungen beschrieb man dabei mittels einer ASCII-Datei. Um Verwechslungen auszuschließen, hatte dabei jedes Netz, jedes Element und jeder Anschluß einen Namen.

Heute bedient man sich in der Regel sogenannter schematischer Editoren, die das Zeichnen der Schaltpläne direkt im Rechner ermöglichen. Bibliotheken stehen dahinter, um die Symbole und Bezeichnungen

aufrufen zu können. Namen und Verbindungen werden automatisch generiert, und per Knopfdruck wird die Netzliste als ASCII-Datei erstellt. Diese Methode hat den großen Vorteil, daß Überprüfungen von der Maschine sozusagen nebenbei mit durchgeführt werden, je nach Qualität des Programmes.

Alternativ gibt es inzwischen sogenannte Hochsprachen oder auch Hardware-Beschreibungssprachen. Mit ihrer Hilfe können Schaltungsteile funktionell, das heißt struktur- oder verhaltensmäßig, beschrieben werden. Wer sich mit einer dieser Programmiersprachen auskennt, kann sich dann auch noch besser auf die eigentliche Anwendung des Schaltkreises bei der Eingabe konzentrieren. Bevor aus einer so definierten Funktion allerdings eine Netzliste werden kann, erzeugt man in der Regel wieder erst eine schematische Zeichnung. Diese kann dann auch zur späteren Kontrolle verwendet werden.

Bei beiden Methoden ist es natürlich möglich, gewisse Teile des Designs zusammenzufassen und so zu einer hierarchischen Schaltung zu kommen. Bei komplexen Designs ist eine daraus entstehende Hierarchie nicht nur sinnvoll, sondern sogar notwendig. Die meisten Eingabesysteme erlauben heute auch die Mischung der verschiedenen Designmethoden.

## Bedeutung der Simulation

Die Simulation einer Netzliste, letztlich das Überprüfen des Verhaltens der zu integrierenden Schaltung, ist ein ebenso wichtiger Abschnitt wie die sorgfältige Schaltungseingabe und bedeutet in der Regel mindestens den gleichen Zeitaufwand. Der Aufwand ist aber immer lohnenswert, da die Simulation unter anderem die Vorbereitung für eine gute Testbarkeit ist. Gemeinsam mit der Schaltung erlaubt sie dann eine gute Kontrolle und Beobachtbarkeit.

Zunächst will der Entwickler selbstverständlich nur wissen, ob das, was er entwickelt hat, überhaupt funktioniert. Sehr schnell wird aber die sogenannte Stimulus-Datei oder -Sprache (Anregung beziehungsweise Pattern für die Eingänge) verfeinert, um bestimmten kritischen Verhaltensweisen auf die Spur zu kommen. Hierbei geht

es dann auch besonders um zeitliche Abläufe und nicht mehr nur um funktionelle Simulation. Der Aspekt der Durchlaufzeiten durch die einzelnen Elemente und Verbindungsstrecken wird von heutigen Simulatoren und Simulationsmodellen genauso exakt gehandhabt wie weitere Besonderheiten: Dazu gehört die Aufdeckung und Weiterleitung von Spikes, die Verarbeitung von Setup- und Hold-Zeiten und vieles mehr.

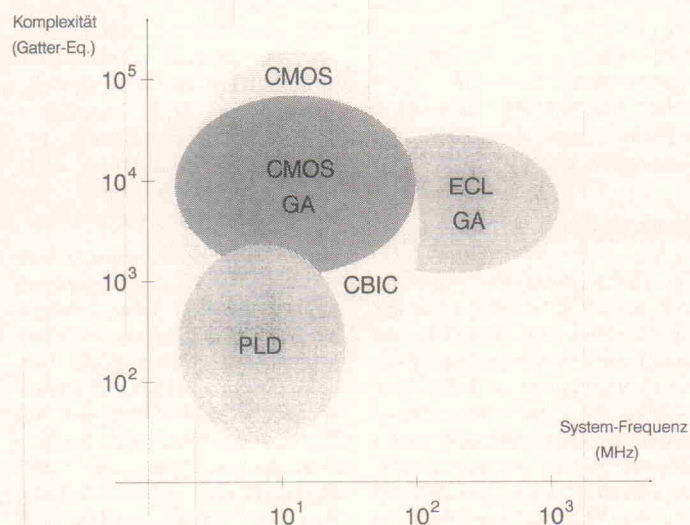
Simulatoren können rein digitaler Natur sein oder auch analog oder gemischt analog-digital funktionieren. Die Anzeige und Analyse der Ergebnisse läuft ähnlich wie bei Logikanalysatoren ab. Die Ein- und Ausgangssignale werden untereinander aufgeführt und einzeln mit ihren nacheinander auftretenden Werten grafisch oder per Zahlenwert angezeigt.

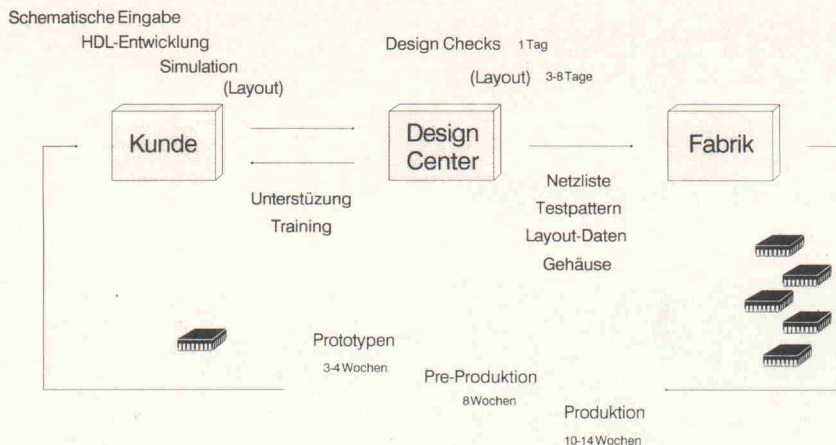
Die ASIC-Simulation hat ferner den großen Vorteil, daß zugleich alle elektrischen und temperaturmäßigen Parameter einbezogen sind. Man erreicht dies durch Variation der Zeiten, indem global alle den Elementen individuell anhaftenden Parameter multipliziert werden. Faktor 1 bedeutet also normaler Betrieb bei beispielsweise 5 V Spannungsversorgung und 25 °C Umgebungstemperatur. Ein Faktor 1,5 meint dann den maximalen Fall oder auch 'worst case' genannt, der die Spannung 4,5 V und eine Temperatur von 70 °C repräsentiert. Der minimale Fall, also ein 'best case' für 5,5 V und 0 °C drückt der Faktor 0,5 aus. Um die Einsatz-Sicherheit zu gewährleisten, wird jedes ASIC später mit allen drei Faktoren auf dem Tester geprüft.

## Layout

Anders als bei Gate Arrays, wo die Ausnutzung von dem Verhältnis der Vorfertigung und der zu implementierenden Schaltung abhängt, hat man bei Standardzellen-Designs die Gelegenheit, das Silizium besonders gut zu bepacken. Dabei ist die Platzierung der erste und die Verdrahtung der zweite Schritt, ohne allerdings auf eine Umplatzierung zur einfacheren Verdrahtung an bestimmten Stellen verzichten zu müssen. Layout-Programme funktionieren grundsätzlich automatisch. Aus den eben genannten Gründen sollte aber immer ein Eingriff von Hand möglich bleiben.

**Bild 2. Welche ASIC-Technologie für welche Anwendung – unter den Gesichtspunkten 'System-Frequenz' und 'Komplexität' – in Frage kommt, läßt sich anhand dieser Aufstellung leicht klassifizieren.**





**Bild 3.**  
**Ablauf-**  
**diagramm**  
**eines ASIC-**  
**Entwurfes.**

Insbesondere bei zeitkritischen Pfaden und Schaltungsteilen kommt es auf das Layout an. Die Verbindungen müssen hier so direkt und kurz wie möglich gehalten werden. Mathematische Algorithmen sorgen für optimale Berechnungen, und man kann sich vorstellen, daß unter Umständen für eine Verbindung lange gerechnet werden muß, wobei andere Verbindungen möglichst beizubehalten sind.

Nachdem alle Elemente plazierte und verdrahtet sind, laufen ähnlich wie bei der Schaltungseingabe Überprüfungsprogramme. Diese stellen nun sicher, daß die Implementation der Schaltung auf Silizium realisierbar ist. Es gibt eine große Anzahl von Designregeln, die sich auf die Umsetzung der Struktur eines bestimmten Prozesses wie etwa '1,0 µm' oder '0,7 µm' beziehen. Die einzelnen Transistoren geben die Performance letztlich in einzelnen Parametern wieder; Abmaße, Lage und elektrische Fähigkeiten, um nur einiges zu nennen, werden überprüft.

Ein wichtiger Schritt nach dem erfolgreichen Layout fehlt noch: die Extraktion der nun die Wirklichkeit widerspiegelnden Belastungen aller Ausgänge der einzelnen Zellen. Diese jetzt möglichen Berechnungen – bei der sogenannten Pre-Layout-Simulation waren es zwar recht genaue, aber letztendlich doch nur geschätzte Werte – der meist kapazitiven Belastungen resultieren in einer Datei, die wieder in die Simulation zurückgeführt wird ('Backnotation'). In der Regel führt dann der Hersteller die folgende Post-Layout-Simulation durch. Sie fällt durchweg innerhalb der vorab gegebenen Spezifikationen aus, je nachdem, wie gut die geschätzten Werte für die erste Simulation waren.

## Die Vorteile von ASICs umsetzen

Es gibt viele Möglichkeiten, zu einem ASIC für eigene Schaltungen zu kommen. Die Gründe, die dafür sprechen, sind eingehend diskutiert worden. Dem 'wie' im eher kommerziellen Sinne widmet sich der folgende Abschnitt.

Jeder Hersteller bietet einen mehr oder weniger umfangreichen Service an. Schon erste Gespräche mit Fachleuten zeigen schnell, ob, was und wie sinnvoll zu integrieren ist. Meistens läßt sich sogar mehr machen, als der Anwender bislang vermutete. Die nächste Überlegung geht dann dahin, wie weit der Kunde selbst die Entwicklung in die Hand nehmen möchte. Hat er eine Entwicklungsstation, hat er Software dazu? Beides bräuchte er nicht unbedingt, denn sogenannte 'Turn-Key'-Entwicklungen gehen von einem Schaltplan oder Pflichtenheft aus, das dem Design-Center des Herstellers als Grundlage dient. Aber auch Software und Hardware kann der Kunde kaufen oder mieten, um selber Hand an sein ASIC zu legen. In der Regel ist dann ein Training vorab notwendig, in dem der Hersteller auch meistens schon auf die speziellen Integrationswünsche eingeht.

Hierbei werden allgemein gängige Workstations inklusive Bi-

bliotheken und Checkprogramme vom Hersteller ebenso unterstützt wie teilweise auch herstellereigene Software-Programme. Bei den ersten hat man den Vorteil, daß man die Programme, mit denen gearbeitet wird (schematische Eingabe, Simulator ...), schon kennt. Die anderen bieten den Vorteil, daß sie sehr 'nahe' an der Technologie beziehungsweise am Prozeß arbeiten. Diese Software gibt sozusagen die Schaltung, vor allem das Layout, besser wieder.

In jedem Fall aber unterstützt man die Kunden während der Integration bis zum fertigen Chip. So gibt es beispielsweise Bibliotheken, die sich an der Reihe der '74er'-Elemente orientieren. Sehr einfach zu bedienende Software, mit der sich RAM-, ROM-, PLA-, Multiplizierer- und andere Strukturen entwerfen, integrieren und automatisch testen lassen, ist erhältlich. Auch die Einbindung von PLDs ist hierbei möglich. Immer mehr Entwickler sehen die Vorteile rascher Änderungsmöglichkeiten mit dieser Art Bauelemente. Später möchte man häufig auch sie mitintegrieren, was heutzutage kein Problem mehr darstellt.

## Kosten-Nutzen-Kalkulation

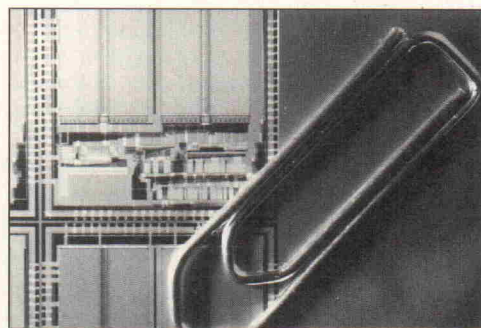
Die Überlegungen zu den Kosten sind hier grundsätzlich die

gleichen wie bei anderen Projekten: Später müssen sich alle Ausgaben für das fertige Produkt durch eingangs diskutierte Argumente rentieren. Im wesentlichen zeigen sich zwei Abschnitte: Die Entwicklungskosten und die Produktionskosten. Der erste Teil ist häufig schwerer zu kalkulieren und einzuschätzen. Er beinhaltet alle Leistungen, die bis zu den ersten, meist zehn, Prototypen notwendig sind. Service, eventuell Training, Software, Herstellungskosten für Silizium und entsprechende Prozesse, Kosten für Schaltungsaufbringung (Maskentechnik oder Direkt-schreibverfahren), Testkosten und so weiter. Das entscheidende Kriterium ist hierbei immer noch die entstehende Größe des Silizium-Chips. Man muß bei einem heutzutage gängigen CMOS-Technologieprozeß für eine Größe von etwa 10 mm<sup>2</sup> (entsprechend etwa 8000 Gatter-Äquivalenten) mit Entwicklungskosten von zwanzig bis vierzig KDM rechnen.

In diesem Betrag sind alle oben besprochenen Aufwendungen enthalten, so auch beispielsweise ein einwöchiges Training für etwa 3000 DM oder Ingenieurleistungen, die bei etwa 1500 DM pro Tag liegen. Bei Turn-Key-Designs kann man je nach Schaltung (digital, analog, Makrointegration et cetera) von ungefähr 1000 bis 2000 Gattern pro Woche ausgehen.

Besser kalkulierbar sind Produktionskosten. Die Gehäusearten bestimmen hier neben dem Prozeß und der Größe ganz wesentlich den Preis. Stückzahlen liegen in der Regel zwischen 1000 und einigen zigtausend. Das Spektrum ist aber sehr vielfältig, und einzelne ASICs aus der Fertigung können wenige DM bis hin zu einigen 100 DM kosten.

Auch wenn sich selbstverständlich vor allem die Entwicklungskosten amortisieren müssen und eine Anfangsinvestition eine Hürde ist, darf man die zu Beginn angesprochenen Vorteile nicht außer acht lassen. Man muß häufig schon sehr genau alle technischen Aspekte untersuchen, um plötzlich festzustellen, daß ein ASIC eine sinnvolle Alternative sein könnte oder sogar der einzige Weg zur Weiterentwicklung des Produktes und damit auch des kommerziellen Weges der Firma ist.



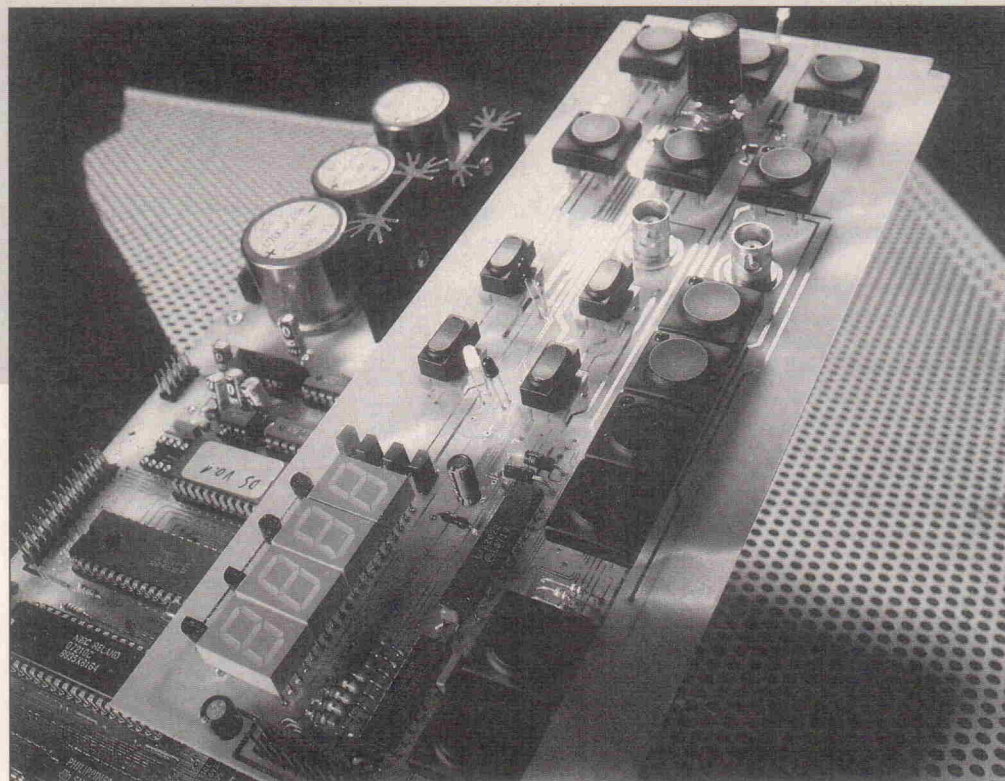
**Bild 4.**  
**Beispiel eines**  
**Standardzellen-**  
**Layouts mit**  
**einer herstellereigenen**  
**Software,**  
**hier das**  
**ES2-Produkt**  
**Solo 2030.**

# Kurven aus dem EPROM (1)

Ein digitaler Funktionsgenerator für das NF-Labor

Stefan Rappel

Ein Funktionsgenerator gehört zur Standardausrüstung eines jeden Labors. Für NF-Messungen benötigt man hauptsächlich die Funktionen Sinus, Dreieck, Sägezahn und Rechteck; für Messungen an Filtern leistet eine Sweep-Funktion gute Dienste. Die Bedienung sollte einfach sein, die Frequenz in einem Display angezeigt werden. Alle diese Eigenschaften erfüllt das hier vorgestellte Gerät:  
Frequenzbereich bis 30 kHz, vier – weitestgehend beliebige – Kurvenformen, Sweep-Funktion, geringer Klirrfaktor von weniger als 0,3 %.



**D**ank der digitalen Arbeitsweise des Funktionsgenerators ergeben sich einige Vorteile:

Die Frequenzeinstellung erfolgt quatzgenau mit einem vom Prozessor ausgegebenen 16-Bit-Wort, deshalb ist eine Frequenzanzeige ohne vorherige Frequenzmessung möglich. Da die vier Kurvenverläufe in EPROMs gespeichert sind, ist es kein Problem, auch andere Signale als die vorgeschlagenen zu verwenden. Und schließlich soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Fernsteuerung aller Funktionen über RS-232- oder IEC-Bus-Schnittstelle möglich ist, ohne spezielle Maßnahmen – außer der Bestückung der zugehörigen Treiber natürlich – ergreifen zu müssen. Das gesamte Gerät enthält ausschließlich digitale Geber – also Taster nebst einem einen gewissen Bedienkomfort gewährleistenden Inkremental/Dekrementalgeber – zur Einstellung sämtlicher Funktionen. Die Anzeige erfolgt über das vierstellige Display sowie über einige LEDs,

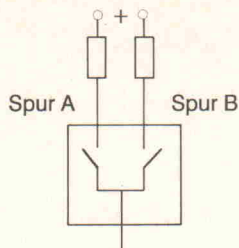
die meisten Taster haben eine Leuchtkenzeichnung.

Das zentrale Bedienelement ist der Inkrementalgeber, mit dessen Hilfe sich alle numerischen Werte verändern/einstellen lassen. Dieser Inkrementalgeber erzeugt je nach Drehrichtung unterschiedliche Impulse, wodurch der systemeigene Prozessor die gewünschten Einstellungen vornehmen kann. In Bild 1 ist die Funktionsweise eines solchen Gebers etwas genauer beleuchtet. Um nun auswählen zu können, was mit dem Geber eingestellt wird, muß eine der Funktionstasten gedrückt werden. Der betreffende Wert erscheint daraufhin im Display und läßt sich mit dem Geber neu definieren. Der Betrag der Änderung wird über drei Taster vorgewählt: Die Taste 'FINE' ermöglicht Veränderungen in der niederwertigsten Displaystelle, 'MEDIUM' ändert die zweite Stelle von rechts, während die Taste 'COARSE' eine Änderung der dritten Stelle bewirkt. Auf diese Weise kann der

gesamte Einstellbereich der einzelnen Werte sehr schnell und doch sehr genau durchfahren werden.

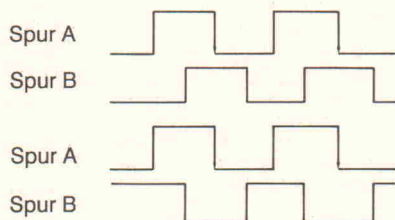
Nach so langen Vorreden folgt jetzt ein Blick auf die in Bild 2 dargestellte Frontplatte:

Auf der rechten Seite neben dem Netzschalter befindet sich der bereits erwähnte Inkrementalgeber und darum herumgruppiert sechs Tasten mit Leuchtkenzeichnung. Diese Tasten ermöglichen die Auswahl der Grundfunktionen. Beim Einschalten leuchten die LEDs der Taster 'FREQUENZ' und 'COARSE'. Letztere gibt die Änderungsrate beim Betätigen des Gebers an. Die Taste 'FREQUENZ' bedarf wohl keiner näheren Erläuterung. Die eingestellte Frequenz erscheint auf dem Display, wobei automatisch zwischen der Anzeigart 'Hz' und 'kHz' umgeschaltet wird, wenn der Wert über 10 kHz steigt beziehungsweise unter 10 kHz fällt. Unter 10 kHz ist es auch möglich, mit



Prinzipieller Aufbau eines Inkrementalgebers

Spur A und Spur B sind um 90 Grad phasenverschoben



Impulsdiagramm Links- und Rechtslauf

Impulsdiagramm Rechts- und Links-lauf

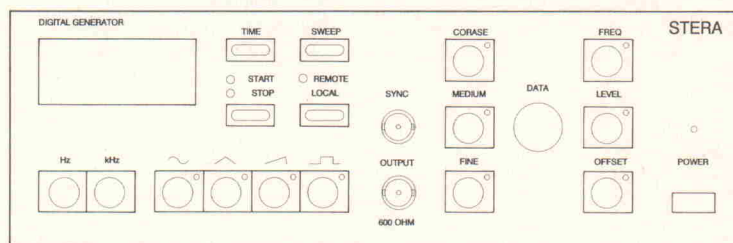
**Bild 1. Ein Inkrementalgeber, wie er – zumindest im Prinzip – auch in Mäusen Verwendung findet: Aus der Anzahl der Pulse auf dem Ausgang 'Spur A' (oder auch 'Spur B') läßt sich der Drehwinkel gewinnen, aus der Phasenlage zwischen 'A' und 'B' gar die Drehrichtung.**

den beiden Tastern unterhalb des Displays die Anzeigeart umzuschalten. Der zweite Taster auf der rechten Seite (LEVEL) dient zur Vorwahl der Funktion 'Einstellung des Ausgangspegels'.

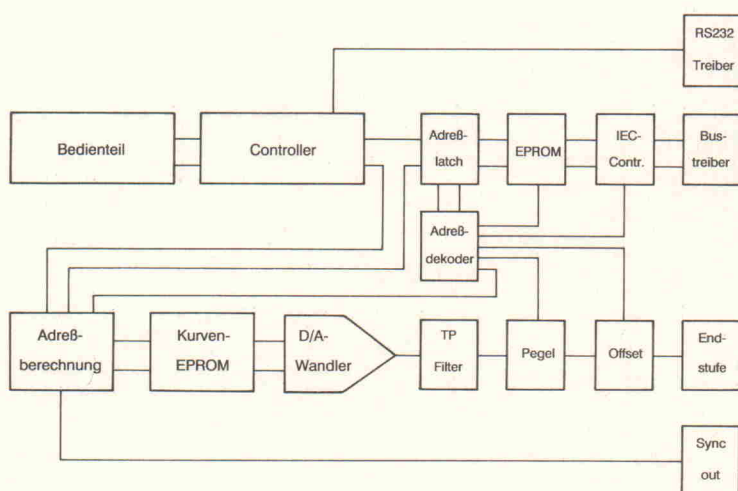
Diese Einstellung wirkt nur auf den Signalausgang, der Sync-Ausgang führt immer TTL-Pegel. Der letzte Taster (OFFSET) erlaubt die Einstellung des DC-Offsets der Ausgangsspannung. Rechts neben dem Display erscheint eine Leucht-

kennzeichnung des jeweiligen Wertes (Hz, kHz, dB, V, s).

Kommen wir zur zweiten Hauptgruppe der Bedienelemente, der Auswahl der Kurvenform. Dafür sind vier Tasten vorgesehen, die sich in der Mitte der Frontplatte befinden. Eine Leuchtdiode im betreffenden Taster zeigt die jeweils gewählte Kurvenform an; beim Einschalten ist immer die Sinuskurve aktiv. Im Original-EPROM sind die Kurven Sinus, Dreieck, Sägezahn und Rechteck enthalten.



**Bild 2. Das Frontplatten-Layout glänzt nicht nur durch Funktionalität und Design, es verrät zudem schon viel über die Vielfältigkeit des Generators.**



**Bild 3. Ein einziges, nicht nachgeführtes Filter für den Frequenzbereich 1 Hz...30 kHz mag auf den ersten Blick verwundern. Der Trick liegt in dem unscheinbaren Block 'Adreßberechnung'.**

Mit entsprechend programmierten EPROMs ist es aber auch möglich, jede beliebige andere, zur Nullachse symmetrische Kurvenform zu verwenden. Dieser Punkt verdient später noch genauere Betrachtung. Die letzte Gruppe der Bedienelemente befindet sich rechts neben dem Display. Sie erfüllt zwei Funktionen:

Zum einen erlaubt sie die Einstellung und den Aufruf der Sweep-Funktion, zum anderen dient ein Taster zum Abschalten des Fernbedienmodus (LOCAL): Wie bei IEC-Bus-gesteuerten Geräten üblich, sind nämlich im Fernsteuerbetrieb alle Bedienelemente abgeschaltet. Um eine manuelle Bedienung zu erzwingen, gibt es die Taste LOCAL. Über dieser Taste ist eine LED angebracht, die anzeigt, ob sich das Gerät im Fernbedienungsbetrieb befindet. Die restlichen drei Tasten dienen der Steuerung des Sweep-Betriebs. Die Taste SWEEP führt den Frequenzdurchlauf mit den eingestellten Werten aus, die Tasten START und STOP erlauben die Einstellung der Start- beziehungsweise Stopfrequenz. Über die Taste TIME schließlich kann man die Zeit einstellen, in der ein SWEEP ausgeführt wird. Das war in knapper Form die Bedienung des Geräts, die trotz der vielfältigen Möglichkeiten sehr übersichtlich und einfach ist.

Nun ist es aber an der Zeit, sich näher mit der Schaltung zu befassen.

## Alles unter Controller

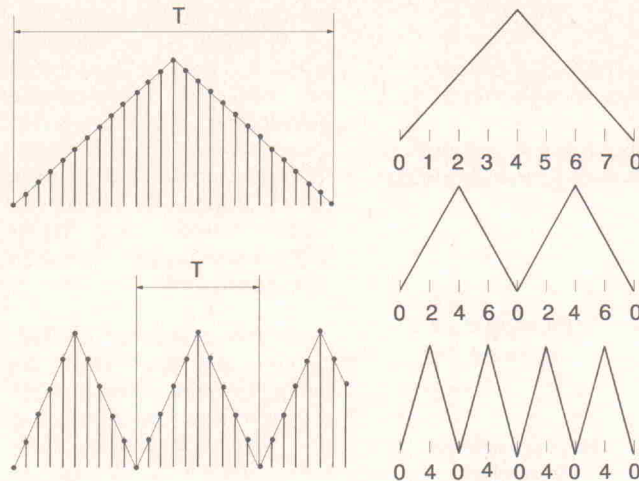
Ein Blick auf die in Bild 3 wiedergegebene Blockschaltung macht deutlich, daß die Schaltung eigentlich aus zwei Hauptblöcken besteht: die Signalerzeugung mit Adreßmaschine, Kurven-EPROM, D/A-Wandler und Analogteil sowie dem Steuer- und Bedienteil. Fangen wir mit dem Steuer- und Bedienteil an. Durch Einsatz des Mikrocontrollers SAB 8031 ließ sich der Schaltungsaufwand erwartungsgemäß deutlich reduzieren, da dieser bereits mit der seriellen Schnittstelle, dem RAM sowie einigen Ports und etlichen weiteren Funktionen ausgestattet ist. Lediglich das Programm-EPROM ist noch extern vorzusehen, um ein steuerfähiges Mikrocomputersystem zu bekommen.

Da der Adreß- und der Datenbus des Controllers gemultiplext sind, trennt ein Adreß-Latch die Busse voneinander. Die auf dem Chip vorhandenen Ports reichen bei weitem nicht aus, um alle Funktionen zu bedienen, so daß zusätzliche Latches den Datenbus expandieren.

Schließlich benötigt noch der IEC-Bus-Controller einen Datenbusanschluß. Bei so vielen Bewerbern um einen Bus braucht man eine ordnende Kraft, um ein totales Chaos am Bus abzuwenden. Zu diesem Zweck ist das GAL IC15 als Adreßdecoder eingesetzt, das mit den Steuerleitungen des Prozessors sowie den Adreßleitungen A12...15 versehen ist. Das GAL sorgt nun dafür, daß immer nur ein Teilnehmer am Bus aktiv ist.

Ein sehr wesentlicher Vorzug dieses digitalen Funktionsgenerators ist seine leichte Bedienbarkeit. Die einzelnen Frontplattenelemente wurden bereits beschrieben, so daß hierzu nur noch zu sagen bleibt, daß die Displays und die LEDs über je ein Treiber-IC vom Typ 14499 sowie den UAA 2022 angeschlossen sind, während die Tasten und der Inkrementalgeber direkt am Prozessor 'hängen'. Damit ist der erste Teil des Blockschaltbildes bereits abgehandelt, und wir können uns dem zweiten Teil, dem eigentlichen Generator, zuwenden.

**Bild 4a und b.**  
Aus einem (im EPROM abgespeicherten) Wertevorrat kann man eine Funktion höherer Frequenz gewinnen, indem man die Abtastrate erhöht oder indem man, wie hier, nicht alle Stützstellen verwendet. Unter welchen Voraussetzungen dieses Verfahren zulässig ist, beschreibt der vorliegende Artikel.



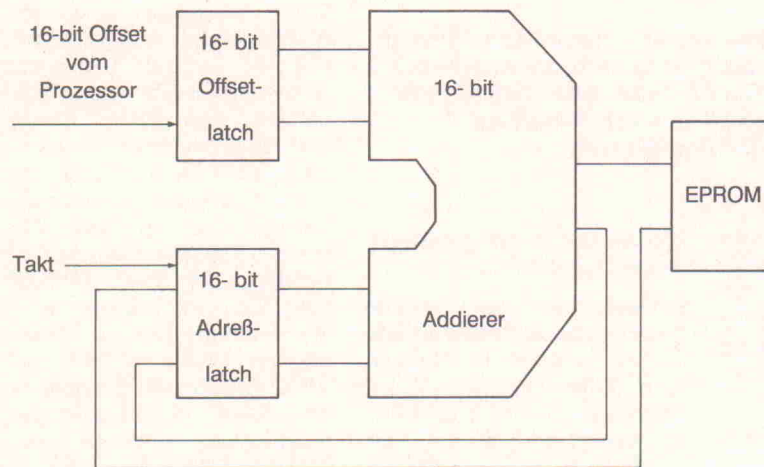
neue Adresse  
=  
alte Adresse + 1

neue Adresse  
=  
alte Adresse + 2

neue Adresse  
=  
alte Adresse + 4

Dessen Herz bildet der Kurvenformspeicher mit angeschlossenem D/A-Wandler. Die Adressen für den Speicher werden abhängig vom Steuerwort des Prozessors – der bereits erwähnte Offset – im Block Adreßberechnung erzeugt. Am Ausgang des Wändlers befindet sich noch ein Tiefpaßfilter, darauf folgen noch die Pegel- und die DC-Offseteinstellung.

Die Pegeleinstellung erfolgt in 256 Stufen direkt sowie in zwei 20-dB-Schritten über Relais, die der Prozessor ebenfalls steuert. Da für die Offseteinstellung nur 6 Bit genutzt werden, umfaßt diese einen Einstellbereich von 64 Stufen. Um dem Signal die nötige Power zu geben, durchläuft es noch die Endstufe. Das Sync-Signal leitet sich direkt aus der Adreßberechnung ab. Es bedient sich im weiteren ebenfalls einer eigenen Endstufe. Schließlich gibt es noch das

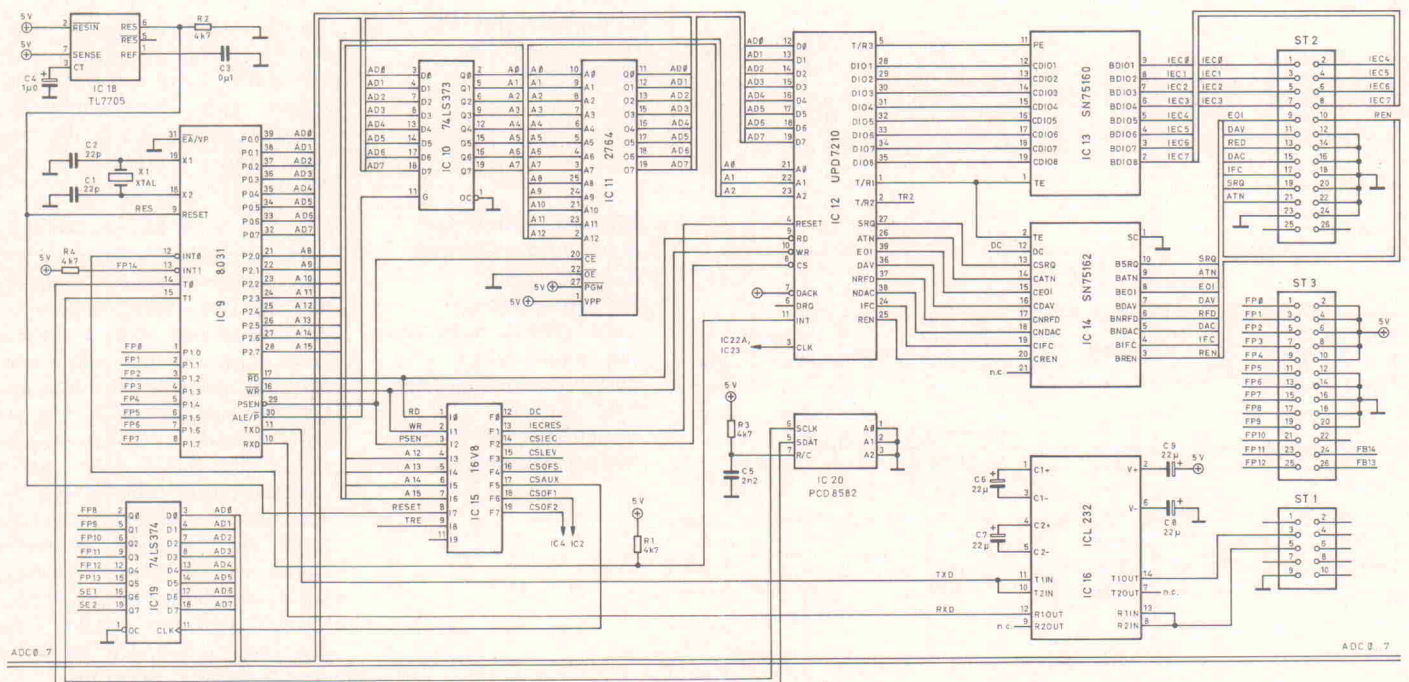


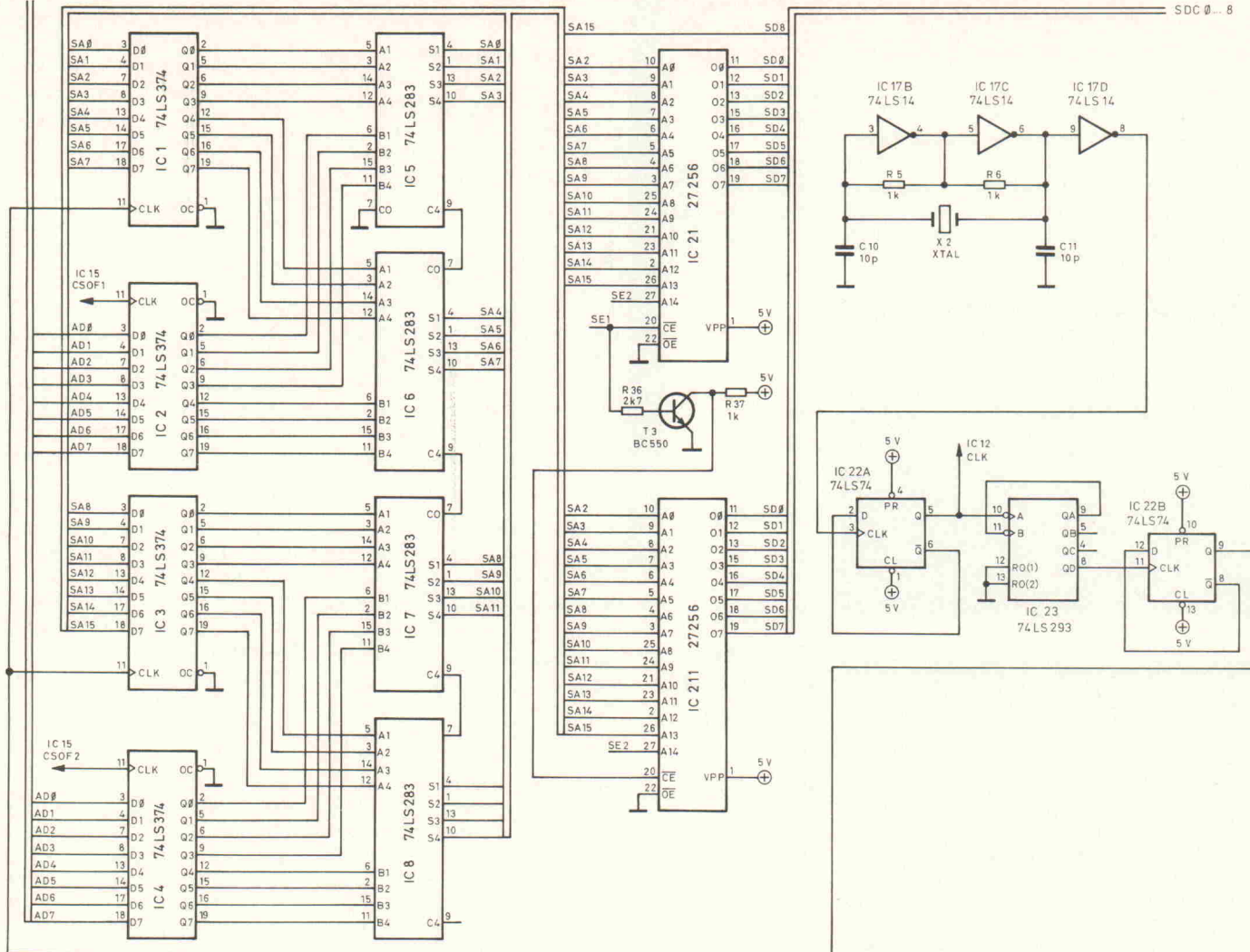
**Bild 5.** Ein einmal in das Offset-Latch geschriebener Wert wird bei jedem Takt der aktuell am EPROM liegenden Adresse zugeschlagen. Somit verändert sich die für eine bestimmte Frequenz benutzte 'Länge' des EPROMs beziehungsweise die Anzahl der Stützstellen.

konventionell aufgebaute Netzteil, das im allgemeinen alle Teile mit der nötigen Betriebsspannung versorgt und im besonderen zwei getrennte Massensysteme – namentlich die digitale Masse 'GND' und die analoge Masse 'AGD' – bereitstellt.

Um eine gespeicherte Kurvenform aus einem EPROM auszuwerten, legt man üblicherweise der Reihe nach Adressen an ein entsprechend gebranntes EPROM. Dabei ist die Frequenz, mit der die Adreßänderung erfolgt, die Abtastrate. Nach der Abtasttheorie muß die Abtast-

**Bild 6.** Im 'Digitalteil' schaffen in erster Linie der Controller samt seiner – optionalen – Schnittstellenbausteine, einige Latches und ein GAL.





**Bild 7. Der mit den ICs 1...8 aufgebaute Rechner versorgt die EPROMs mit den Adressen. Welche der vier gespeicherten Kurven ausgelesen wird, bestimmt der Controller über die Auswahlleitungen SE1 und SE2.**

te mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste auftretende Frequenz. Am Ausgang des Wandlers benötigt man ein Tiefpaßfilter, dessen Grenzfrequenz bei mindestens der halben Abtastrate liegen muß. Wenn man die Frequenz des ausgegebenen Signals ändern will, könnte man nun die Abtastrate verändern. Das hat aber zur Folge, daß man auch die Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters ändern müßte, was wiederum zu einem erheblichen Schaltungsaufwand führen würde. Deshalb benutzen manche Schaltungen überhaupt kein Tiefpaßfilter, was das Pro-

blem zwar nicht löst, es dafür aber dem Anwender überläßt.

Eine sehr viel bessere Möglichkeit ist es, nach einer Lösung zu suchen, die ein Filter mit fester Grenzfrequenz zuläßt. Ein solches Filter bedeutet aber andersherum betrachtet eine konstante Abtastrate. Wie kann man nun veränderbare Frequenzen bei konstanter Abtastrate erzeugen?

### Ein Filter für fünfzehn Oktaven ...

Bild 4a zeigt Details zu dem hier verwendeten Lösungsansatz: Es sind zwei Signale unterschiedlicher Frequenz bei gleicher Abtastrate dargestellt. Wie unschwer zu erkennen ist, besteht das Signal mit niedrigerer Frequenz aus mehr 'digitalen Werten' als das höherfrequente Signal. Man kann sich leicht vorstellen, daß alle Amplitudenwerte des höherfrequenten Signals auch im niederfrequenten

Signal enthalten sind. Das eine Signal ergibt sich also aus dem anderen dadurch, daß es nur eine Auswahl der vorhandenen Stützstellen benutzt.

Um dieses Prinzip weiter zu verdeutlichen, hilft ein Blick auf Bild 4b: hier ist ein Signal mit acht Abtastwerten dargestellt. Man sieht, daß sich das Ausgangssignal dadurch ergibt, daß die aktuelle Adresse mit jedem Abtasttakt um eins erhöht wird. Schließlich macht auch ein Zähler nichts anderes, als die Adresse bei jedem Takt um eins zu erhöhen.

Erhöht man den Zählerstand nicht um eins, sondern um zwei, so ergibt sich eine Verdoppelung der Frequenz. Erhöht man ihn um drei, vier, fünf ... so ergibt sich eine Verdreifachung, Vervielfachung, Vervielfachung und so weiter. Damit ist das Verfahren klar: Wir brauchen einen Adreßzähler, der bei jedem Abtasttakt die Adresse um einen bestimmten,

frei einstellbaren Wert erhöht. Nun läßt sich eine Erhöhung um einen bestimmten Betrag aber auf eine Addition zurückführen. Der neue Adreßwert berechnet sich aus dem alten, indem man einen bestimmten, frei einstellbaren, aber festen Wert hinzuaddiert. Diese Adreßerzeugung übernimmt ein in Bild 4b skizzierter Addierer.

Der eine Summand ist die alte Adresse, die im 16-Bit-Adreß-Latch gespeichert ist, der andere Summand ist der frei einstellbare Offsetwert, den der Prozessor einmal in das Offset-Latch schreibt. Bei jedem Taktimpuls übernimmt das Adreß-Latch die neue Adresse. Der Addierer bildet zusammen mit dem Offsetwert die neue Adresse, die bis zum nächsten Taktimpuls ansteht. Um einen möglichst großen Frequenzbereich durchfahren zu können, muß die Bitbreite des Adreßrechners groß genug sein. Die maximale Signalfrequenz darf dabei, wie gesagt, höchstens halb so groß sein

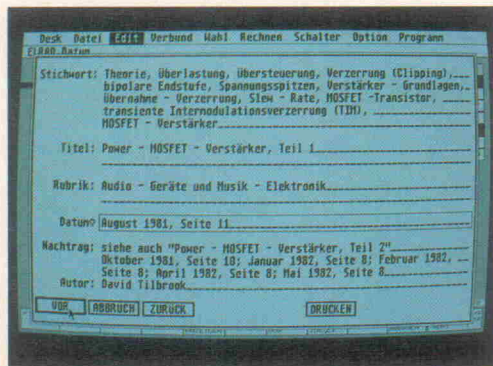
# ELRAD auf einen Blick

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.

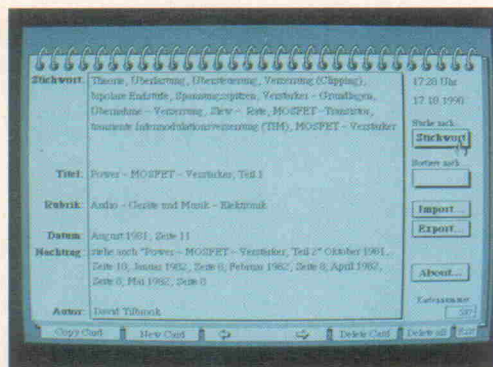
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von **ELRAD 1/78—12/91** und das Update 1991 gibt es für **ATARI ST**, **Apple Macintosh** und den **PC** (in zwei Diskettenformaten). Der PC-Version ist ab sofort das komfortable Suchprogramm **PC-Search** beigelegt. Damit entfällt die Abhängigkeit von **dBase**.



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 87!



**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.

Meßtechnik

Das File umfaßt über 2000 Datensätze, die in Form einzelner Bildschirmseiten abgelegt sind, und ist im ASCII-Format abgespeichert. Ein ausführliches Stichwortregister mit über 7500 Suchbegriffen einschließlich aller wichtigen Bauelemente führt unmittelbar zu den speziellen Fachbeiträgen.

wie die Abtastrate und die Taktfrequenz des Adreßrechners.

Bei einer Signalfrequenz von 30 kHz ergibt sich somit eine Abtastrate von 60 kHz, was einen 16-Bit-Adreßrechner erforderlich macht. Damit wäre eine Frequenzeinstellung von 0...30 kHz in 1-Hz-Schritten möglich.

In der Nähe der halben Abtastfrequenz ist das Signal wegen des relativ flachen Dämpfungsverlaufs des Tiefpaßfilters speziell für nicht-sinusförmige Kurvenformen schon stark verzerrt. Deshalb wurde die Abtastrate verdoppelt, was bei gleicher Auslegung der Schaltung eine Verstimmung in 2-Hz-Schritten bedeutet. Da der Adreßrechner 16-Bit-Adressen erzeugt, muß auch die Kurve im EPROM mit der entsprechenden Auflösung gespeichert sein.

Das heißt, daß für jede Kurve ein EPROM vom Typ 27512 (64 K × 8 Bit) erforderlich wäre. Wenn man aber die Auflösung des Signals (9 Bit) betrachtet, stellt man fest, daß jeder Wert mehrfach wiederholt wird, bevor er sich ändert. Mit anderen Worten kommt es durch die relativ grobe Quantisierung der Signalamplitude zu vielen gleichbeschriebenen Speicherzellen. Da dies einer Verschwendung von kostbarem Speicher gleichkäme, wurden die niederwertigen Adressen gar nicht an das EPROM angelegt und so die Anzahl der gleichen Werte deutlich verringert. So ist es schließlich möglich, in einem EPROM des Typs 27256 (32 K × 8 Bit) die Datensätze für zwei Kurven unterzubringen.

Die EPROMs erlauben nur die Speicherung von 8-Bit-Werten, dennoch wurde eine Auflösung von 9 Bit erreicht. Dies ist deshalb möglich, weil das höchstwertige Bit der Adreßberechnung als Vorzeichenbit dient. Es wird als MSB auf den Wandler gegeben, im EPROM wird nur noch der halbe Spannungsbereich 0 V bis +U<sub>max</sub> (beziehungsweise 0 V bis -U<sub>max</sub>) gespeichert. Aus diesem Grund muß das Signal immer während 50 % der Zeit im positiven und 50 % der Zeit im negativen Bereich sein. Da dies aber bei den meisten Funktionen der Fall ist, handelt es sich hierbei um keine allzu große Einschränkung. Die maximale Signalfrequenz ließe sich erhöhen, indem man die Bitbreite des Adreßrechners und die Größe des EPROMs erhöht.

Da aber die erreichbaren 30 kHz für die meisten Anwendungen erfahrungsgemäß völlig ausreichen, stellt das hier beschriebene Gerät einen guten Kompromiß zwischen erreichbarer Grenzfrequenz und den aufzubringenden Kosten dar.

Damit sind wir eigentlich schon mitten im Schaltbild, und das sieht komplizierter aus, als es in Wirklichkeit ist:

Der Hauptgenerator für den signalverarbeitenden Teil besteht zunächst aus IC17 und dem 8-MHz-Quarz X2. Es ist übrigens möglich, anstelle von IC17 einen 8-MHz-Quarzoszillator zu verwenden. Dann entfallen natürlich auch die übrigen Bauteile um IC17. Das als 'Teilerdurch-2' beschaltete Flipflop IC22A liefert sein Ausgangssignal an den 'durch-16-Teiler' IC23 und den IEC-Bus-Controller IC12. Nach nochmaliger Halbierung des Taktes mit IC22B gelangt der 125-kHz-Takt an die Clock-Eingänge des mit IC1 und IC3 aufgebauten 16-Bit-Adreß-Latches.

Dieses Latch speichert die aktuelle EPROM-Adresse für die folgende Addition. Den für eine Frequenz benötigten Offset schreibt der Controller zuvor in das aus IC2 und IC4 bestehende, ebenfalls 16 Bit breite Offset-Latch. Beide Daten stehen so dem mit IC5 bis IC8 aufgebauten 16-Bit-Addierer zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung: Es handelt sich jeweils um 4-Bit-Volladdierer des Typs LS 283, die neben den 2 × 4 Dateneingängen und dem 1 × 4 Bit breiten Ausgang zusätzlich über Übertrag-Ein- (C0; Pin 7) und -Ausgänge (C4; Pin 9) verfügen. Mittels dieser Anschlüsse lassen sich die ICs kaskadieren, wovon hier auch Gebrauch gemacht wurde.

Die vom Adreßrechner berechneten Adressen liegen dann an den beiden EPROMs IC21 und IC211. Welches der beiden EPROMs aktiv ist, wählt der Prozessor über das SE1-Signal aus, T3 invertiert es für den jeweils anderen Speicher. Weiter befinden sich in jedem EPROM zwei Datensätze. Diese werden über SE2, das an A14 liegt, selektiert. Der neun Bit breite Signaldatenbus SD0...SD8 führt die acht EPROM-Datenleitungen sowie das Vorzeichenbit SA15 (beziehungsweise SD8) zum D/A-Wandler, mit dem sich die nächste Folge dieses Artikels beschäffigen wird.

# Ab Ausgabe 1/92 eingegliedert in ELRAD: Der Elektroniker

In der Summe alles,  
was man braucht.

## ELRAD

Die einzigartige Konzeption:  
Elektronik für den Profi  
in der Praxis

## Der Elektroniker

30 Jahre Kompetenz:  
im gesamten Spektrum  
der Industriellen Elektronik

**Aktuell:** Kompaktinformationen zu neuen Bauelementen, Laborausrüstung, Hard- und Software für technische Rechneranwendungen

**PreView:** Einzeltests neuer Produkte, die kurz vor der Markteinführung stehen

**Schaltungstechnik aktuell, Design Corner:** Applikationen, Problemlösungen und Evaluation-Boards mit den neuesten Bauelementen

**Der ELRAD-Test:** Wichtige Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Laborequipment; Informationsquelle über den Stand der Technik



**Markt:** Übersichten und Reports zu ausgewählten Produktkategorien

**Projekt:** Gerät oder Baugruppe in aktueller Technologie, vollständig dokumentiert einschließlich Leiterplatte(n), Software und programmierter Bausteine; die Problemlösung zum Nulltarif

**Die ELRAD-Laborblätter:** Umfassender Einblick in ausgewählte Gebiete der Elektronik; über 1500 Applikationsschaltungen in nunmehr 10 Jahren

**Arbeit & Ausbildung:** Aktuelles für Aus- und Weiterbildung, Seminar-Termine, Datenbanken, Bücher

**Für Bestellungen finden Sie Ihre Abonnement- Abrufkarte  
in diesem Heft**

# P-NET

## Ein Feldbus-Konzept der Zukunft?

Grundlagen

**Ludwig Brackmann**

Eine 'leitende' Position nimmt das serielle Bussystem P-NET mancherorts schon ein: in Firmen der Grundnahrungsmittel-industrie, in der Betonherstellung oder auf Hochseeschiffen. Auch eine VDI/VDE-Studie bescheinigt dem Buskonzept der dänischen Firma Proces-Data gute Erfolgchancen in der Zukunft.



**V**or mehr als zwanzig Jahren, zu Zeiten, als Mikroprozessoren und ihre Schnittstellenbausteine zur analogen Umwelt noch sehr teuer waren, hatte die 20-mA-Strom-Schnittstelle in der Prozeßleittechnik Hochkonjunktur. Bei dieser Art der Informationsübertragung wird der zu übermittelnde Meß- oder Stellwert in einen Strom zwischen 0 mA (bzw. 4 mA) und 20 mA umgewandelt und über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung übertragen. Da pro Leitungspaar nur ein Meß- bzw. Steuersignal übertragen werden kann, läuft beim Prozeßrechner ein dickes Bündel von Leitungen sternförmig zusammen (Bild 1).

Ein großer Nachteil dieser Methode ist, daß mit jedem zu verarbeitenden Signal der Kabelbaum und damit auch die Montagekosten wachsen. Außerdem findet der Informationsfluß jeweils nur in einer Richtung, und zwar vom Leitrechner zum Aktor oder vom Sensor zum Leitrechner statt. Viele moderne Sensoren und Aktoren enthalten heute Mikroprozessoren zur Kalibrierung, Linearisierung, Störgrößenkompensation und Selbstüberwachung. Daher bietet es sich an, diese Geräte auch mit einer digitalen Informationsschnittstelle auszustatten. Das wiederum erlaubt, das Konzept der sternförmigen Verkabe-

lung fallen zu lassen. An seine Stelle tritt die busförmige, serielle Verbindung der einzelnen Automatisierungskomponenten, der Feldbus. Der Einsatz eines Feldbusses vereinfacht viele Automatisierungsaufgaben, andere werden durch ihn erst möglich. So können beispielsweise mehrere Leitrechner mit denselben Sensoren/Aktoren kommunizieren (Bild 2).

### Welcher ist der Beste?

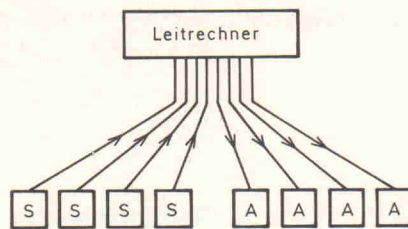
Viele potentielle Anwender von Feldbussystemen zögern zur Zeit mit der Umstellung oder

Neuinstallation ihrer Prozeßleitsysteme. Die große Frage lautet: Welche Feldbuskonzepte werden sich in den nächsten Jahren durchsetzen? Zwei Strategien sind zu beobachten: Entweder verschafft sich der Feldbuskandidat durch (langwierige) Normungsaktivitäten einen Standard nach Norm (Profibus, DIN-Meßbus), oder er wird durch Produktion und Installation in größeren Stückzahlen zum De-facto-Standard (Bitbus, CAN-Bus) mit späterer Normung. Auf dem besten Weg zum Industrie-Standard ist P-NET.

Diese Bezeichnung ist nicht die amerikanische Abkürzung für Profi-Bus, aber abwegig ist diese Assoziation aufgrund vergleichbarer Leistungsmerkmale nicht. Im Jahr 1984, als der deutsche Feldbus nach DIN noch keinen Namen hatte, definierte die dänische Firma Proces-Data aus Silkeborg ein einfaches und effektives Bussystem für den unteren bis mittleren Feldbereich und gab ihm diesen Namen.

P-NET ist ein multimasterfähiger Zweidrahtbus, der es erlaubt, busfähige Komponenten wie intelligente Sensoren/Aktoren oder programmierbare Regler mit Prozeßleitrechnern zu vernetzen. Innerhalb eines P-NET-Segments können bis zu 125 Teilnehmer miteinander kommunizieren. Bis zu 32 der Teilnehmer dürfen als Master aktiv den Busverkehr bestimmen. Die übrigen sind Slave-Teilnehmer, die nur Anfragen von Masters empfangen und sie beantworten. Darüber hinaus können mehrere Segmente zu einem P-NET-Netz verbunden werden. Zur Realisierung eines solchen Netzes dienen Gateway-Controller. Sie besitzen zwei Busschnittstellen und ein Betriebssystem, welches die segmentüberschreitenden Ferntelegramme vermittelt.

Mit Hilfe dieser drei Grundelemente (Slave, Master, Gateway-Controller) lassen sich Kommunikationssysteme mit mehreren Hierarchie-Ebenen aufbauen. Beispielhaft sei eine industrielle Produktion betrachtet, die in mehrere Produktionszellen unterteilt werden kann. Die Überwachung und Steuerung der Maschinen innerhalb einer Produktionszelle wird sinnvollerweise zu einem P-NET-Segment zusam-



**Bild 1. Jeweils unidirektionale Kommunikation zwischen Leitrechner und den Sensoren/Aktoren bei Einsatz der 20-mA-Schnittstelle.**

mengefaßt. Der Datenaustausch zwischen den verschiedenen Produktionszellen untereinander geschieht über Gateway-Controller und ein übergeordnetes Bussegment. Werden innerhalb einer Fabrik verschiedene Güter erzeugt, läßt sich das Gesamtgeschehen über ein wiederum übergeordnetes Bussegment kontrollieren.

Auf diese Weise entsteht die sogenannte Automatisierungspyramide mit einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren auf der unteren Ebene – nahe dem industriellen Prozeß – und mit wenigen Leitrechnern in den oberen Hierarchieebenen. Von unten nach oben nimmt dabei die Anzahl der übertragenen Daten ab, ihre Wichtigkeit hingegen steigt.

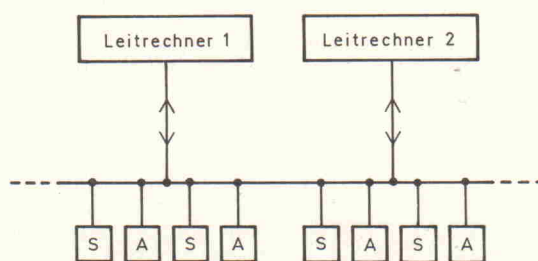
### Bus mit Durchblick

Ein entscheidendes Kriterium für die optimale Nutzbarkeit eines Kommunikationssystems ist seine Transparenz. Ein Bussystem darf als transparent bezeichnet werden, wenn sämtliche Netzwerk-Teilnehmer von jedem Punkt des Netzes aus erreicht werden können. Anders gesagt, ein neu hinzukommender aktiver Busteilnehmer (Master) kann an einer beliebigen Stelle an das Buskabel angeschlossen werden und von dort aus alle für seine Arbeit wichtigen Teilnehmer – auch in ande-

ren Bussegmenten – erreichen. Dies ist bei P-NET möglich.

### Die Fahrspur für den Bus

Als 'Fahrbahn' benötigt der P-NET-Bus eine geschirmte, verdrehte Zweidrahtleitung (shielded twisted pair, STP) mit Differenzspannungssignal nach RS-485. Die Signalformatierung geschieht nach dem Non-Return-to-Zero-Prinzip (NRZ), wobei jedem Bit je nach Wertigkeit eine positive oder negative Spannungsdifferenz während der gesamten Übertragungszeit des Bits zugeordnet wird. P-NET-Teilnehmer benutzen zwar die RS-485-Treiber-Bausteine, halten sich aber nicht ganz an diese Norm: Sie schreibt vor, daß Buskabel beidseitig mit Abschlußwiderständen zu terminieren. Da die Abschlußwiderstände nie den exakten Wert des Wellenwiderstands der Leitung besitzen können, kommt es trotzdem zu Reflexionen der Bussignale an den Leitungsenden. Der beste Abschluß ist immer noch eine unendlich lange Leitung. Deshalb schreibt die P-NET-Spezifikation das Schließen der Busleitung zu einem Ring vor. Falls sich das Buskabel nicht sinnvoll als Ring verlegen läßt, verwendet man ein Kabel mit zwei geschirmten, verdrehten Leitungspaaren, die an den Enden miteinander verbunden werden.



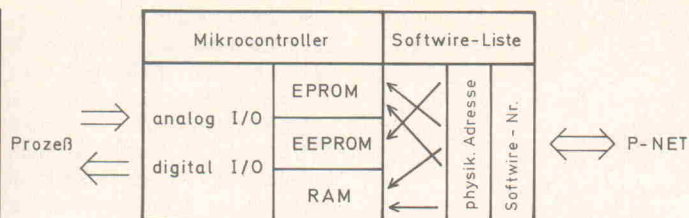
**Bild 2. Bidirektionaler Datenaustausch mit Bussystem: Mehrere Leitrechner können mit denselben Sensoren/Aktoren kommunizieren.**

Der Verzicht auf die Terminierung hat einen weiteren Vorteil: Die ständige Belastung der Treiberbausteine durch die Abschlußwiderstände (circa 100  $\Omega$ ) entfällt, und es können entgegen der Norm wesentlich mehr als 32 Teilnehmer an ein Bussegment angeschlossen werden. Beim P-NET ist diese Zahl durch die Begrenzung der Teilnehmer-Adressen auf 125 beschränkt. Die Übertragungsgeschwindigkeit wurde auf 76 800 Bit/s festgelegt. Die maximale Kabellänge für ein Bussegment beträgt 1200 m.

Verbindet man mehrere Bussegmente mit Hilfe von Gateway-Controllern, so sind wesentlich größere Entfernungen überbrückbar, und es können bis zu 1500 Teilnehmer vernetzt werden. Diese Zahl läßt sich zukünftig um mehrere Zehnerpotenzen erhöhen, sobald Gateway-Controller mit mehr als zwei Busschnittstellen zur Verfügung stehen. Das P-NET-Protokoll bietet dafür großen Spielraum. Die Kopplung von P-NET-Segmenten ist nur durch den begrenzten Adreßteil des Telegramms auf 12 Segmente limitiert. Auf diese Weise errechnet sich die maximale Distanz, über die Master und Slave miteinander kommunizieren können, zu 14,4 km. Mit Zwischenverstärkern (Repeatern) läßt sich die überbrückbare Entfernung noch vergrößern.

### Die Nase im Prozeß, das Ohr auf dem Bus

Die P-NET-Teilnehmer, die physikalische Vorgänge über Sensoren erfassen oder über Aktoren beeinflussen, heißen Slaves. Verallgemeinert gesagt, haben sie die Aufgabe, Daten zu empfangen und zu quittieren sowie auf die Anforderung eines Masters hin Daten zu senden. Ein Grundsatz von P-NET ist, nur Variableninhalte zu übertragen, also Daten, die bereits im Speicher des Slaves vorliegen bzw. dort abgelegt werden sollen. Das Programm in einem Sensor-Slave soll also nicht erst auf eine Anfrage hin die Datenerfassung initialisieren und den Master auf später vertrösten. Während der Zeit ohne Datenverkehr hat der Prozessor genügend Gelegenheit, den Inhalt seiner Prozeß-Variablen auf den aktuellen Stand zu bringen. Diese Vorgabe gestattet es, eine sofortige Antwort des Slaves innerhalb von 390  $\mu$ s zu fordern.



**Bild 3. Die Software-Nummern ermöglichen eine normierte Adressierung unterschiedlicher Speichermedien innerhalb eines P-NET-Teilnehmers.**

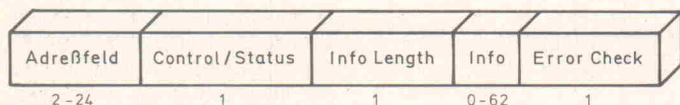
SWNo.	Identifier	Memory type	Read Out	Type
0	NumberOfSWNo	PROM Read Only		Integer
1	DeviceID.	PROM Read Only	—	Record
2				
3	Reset	RAM Read Write	Hex	Byte
4	PnetSerialNo	Special function	—	Record
5				
6				
7	FreeRunTimer	RAM Read Only	Decimal	Word
8	WDTimer	RAM Read Write	Decimal	Real
9	ModuleConfig	EEPROM RPW	Hex	Longinteger
A	WDPreSet	EEPROM RPW	Decimal	Real
B				
C				
D	WriteEnable	RAM Read Write	Binary	Boolean
E	ChType	PROM Read Only	—	Record4
F	CommonError	RAM Read Write	—	Record

**Bild 4. Im Service Channel findet man Statusinformationen über das jeweilige P-NET-Modul.**

SWNo	Identifier	Memory type	Read out	Format	SI unit
50	AnalogIn	RAM Read Write	Decimal	Real	*
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57	HighLevel	RAM Init EEPROM	Decimal	Real	*
58	LowLevel	RAM Init EEPROM	Decimal	Real	*
59	ChConfig	EEPROM RPW	Hexadec.	Longinteger	
5A					
5B	Fullscale	EEPROM RPW	Decimal	Real	*
5C	Zeropoint	EEPROM RPW	Decimal	Real	*
5D	Maintenance	EEPROM RPW	—	Longinteger	
5E	ChType	PROM Read Only	—	Record4	
5F	CHError	RAM Read Only	Binary	Record	

\* SI unit depends on connected process-component.

**Bild 5. Channel-Aufbau für eine 4...20-mA-Stromschnittstelle (Eingang).**



**Bild 6. Das P-NET-Telegramm kann bis zu 89 Bytes lang werden.**

Außerdem wird dadurch einer aufwendigeren Verwaltung von Warteschlangen aus dem Weg gegangen. Aber wie spricht der Master die einzelnen Variablen in den Slaves an?

## Butterweiche Drähte

Aus Sicht des Masters besitzt jeder Slave einen virtuellen Adreßbereich, dessen einzelne Adressen als Software-Nummern (SWN) bezeichnet werden (Bild 3). Mit ihrer Hilfe wird sozusagen die sternförmige Verkabelung softwaremäßig nachgeahmt. Der Slave wandelt die 2 Byte langen SWN in physikalische Adressen um, die mit Speicherbereichen in unterschiedlichen Speichermedien wie RAM, EPROM oder EEPROM korrespondieren.

Jeweils 16 SWN werden definitionsgemäß zu einem Channel zusammengefaßt. Der erste Channel 0...Fh dient als Service-Channel, unter dessen SWN zum Beispiel Hersteller und Seriennummer sowie ein Modul-Fehlerregister ausgelesen werden können (Bild 4).

Die weiteren Channels sind für die im Modul vorhandenen Ein- und Ausgabe-Kanäle vorgesehen. In einem Channel werden dabei alle über einen Kanal wichtigen Informationen zusammengefaßt. Bild 5 zeigt die Channel-Struktur für ein Slave-Modul mit Stromschnittstelle 4...20 mA, das herkömmliche Sensoren mit Stromausgang busfähig macht. Es gibt SWN für den Maximalwert (SWN 5Bh) und den binären Nullpunkt (SWN 5Ch). Diese Werte werden während der Kalibrierung zum Beispiel in einem EEPROM im Slave abgelegt und dienen dem Meßwerterfassungs-Programm zur Skalierung des Meßwerts, der unter der SWN 50h aus dem RAM gelesen werden kann.

## Datenformat

Alle Telegramme, die von den P-NET-Busteilnehmern verschickt werden, besitzen eine fest vorgegebene Grundstruktur nach Bild 6.

Jedes Telegramm besteht prinzipiell aus fünf verschiedenen Bereichen: Den Anfang bilden das Adreßfeld und das Control/Status-Feld. Das Info-Length-Feld legt die Länge des danach folgenden Informationsfelds fest. Abgeschlossen wird das P-NET-

Telegramm durch ein Datensicherungsfeld (Error-Detection).

Die einzelnen Felder werden als Vielfache von Bytes übertragen (Bild 7). Daher läßt sich für die Generierung der Bitfolge die in vielen Mikrocontrollern vorhandene serielle Schnittstelle einsetzen. In der Regel lassen sich die Mikrocontroller so programmieren, daß sie beim Empfang eines Bytes, in dem das Adreß/Data-Bit gesetzt ist, aus dem Power-down-Modus 'aufwachen' und anschließend dieses Adreß-Byte mit der eigenen Adresse vergleichen. Bei Übereinstimmung empfangen sie das komplette Telegramm; andernfalls begeben sie sich wieder in den Power-down-Modus.

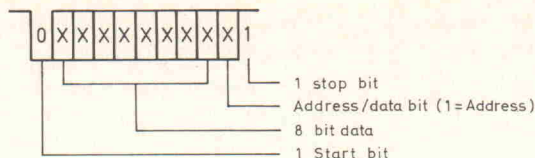
Ein P-NET-Telegramm (Data Frame) beginnt mit einem zwei Bytes zählenden Adreßfeld. In Multi-Net-Systemen kann dieses Feld bis zu 24 Bytes umfassen. Das erste Byte des Adreßfelds enthält die Empfängeradresse (destination address), das zweite die Absenderadresse (source address). Da nur 125 Teilnehmer-Adressen dargestellt werden müssen, kann in Bit 7 die Art des Absenders übermittelt werden: Ist das Telegramm vom Master zum Slave unterwegs, steht in Bit 7 eine Null; das Antworttelegramm enthält hier eine Eins.

Die Adresse 126 ist für einen Rundruf an alle Teilnehmer (broadcast) ohne Rückantwort der Slaves vorgesehen. Die Adresse 127 ist für Testzwecke reserviert; unter dieser Adresse muß sich jeder Slave melden.

## P-NET-Befehle

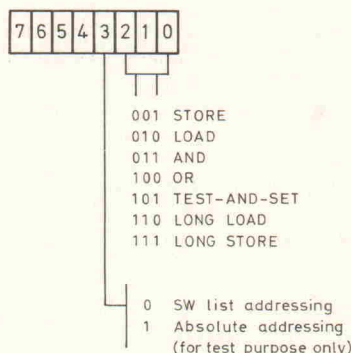
Das Control/Status-Byte gibt Aufschluß über die Aktion, die der angesprochene Slave-Teilnehmer ausführen soll, und gibt im Fehlerfall Auskunft über die Art der Störung.

Das P-NET-Protokoll definiert sieben Befehle (Bild 8), darunter vier zum Speichern (STORE) und Laden (LOAD) von Variableninhalten. Die LONG-Varianten dieser Befehle ermöglichen das stückweise Übertragen von Datensätzen, für die die maximale Informationsfeldlänge nicht ausreicht. Die betroffenen Speicherbereiche (zum Beispiel bei Records) werden im Zeitraum zwischen zwei Zugriffen gegen anderweitige Zugriffe geschützt, damit die Konsistenz (gleiches Alter) der Daten innerhalb der Struktur gesichert



**Bild 7.** Zum Übertragen eines Bytes wird die in vielen Mikrocontrollern vorhandene serielle Schnittstelle benutzt.

**Bild 8.** Durch Kombination der sieben P-NET-Befehle lassen sich beliebig komplexe Funktionen realisieren.



ist. Ähnliches leistet auch die Test-and-Set-Funktion. Weiterhin gibt es die Befehle AND und OR, die den Telegramminhalt mit der bezeichneten Variablen logisch verknüpfen. Bei der Rückantwort dient das Control/Status-Feld zur Übermittlung von Fehlermeldungen.

Im Informationsfeld finden sich schließlich die zu übertragenden Nutzdaten. Damit der Slave aber auch weiß, welche Variable das Objekt der Transaktion sein soll, steht am Anfang des Datenfeldes die Software-Nummer der betroffenen Variablen. Danach folgen bei einem Schreibbefehl die Daten und bei einem Lesebefehl die Anzahl der zu lesenden Bytes.

## Checkpoints

Das letzte Byte jedes Telegramms ist das Prüfsummen-

Byte, das, wenn es zur Summe aller übrigen Telegramm-Bytes addiert wird, diese Gesamtsumme zu Null macht (Addition ohne Vorzeichen und Übertrag). Der Empfänger addiert alle Bytes eines Telegramms zueinander und prüft, ob das Ergebnis Null ist. Bei Abweichung ist ein Übertragungsfehler aufgetreten. Diese Methode besitzt eine Hamming-Distance von  $H_d = 2$ , das heißt, innerhalb eines Telegramms kann nur die Verfälschung eines beliebigen Bits oder die von acht aufeinander folgenden Bits (burst error) erkannt werden. In Zukunft ist die Erweiterung der Prüfsumme auf zwei Bytes und eine Vergrößerung der Hamming-Distance auf  $H_d = 4$  vorgesehen.

Ein P-NET-Master reagiert auf einen Prüfsummenfehler, indem er die empfangenen Daten nicht verwendet. Ein Slave antwortet nicht auf ein Telegramm, in dem ein Übertragungsfehler aufgetreten ist. Die ausbleibende Antwort informiert den Master darüber, daß der gesendete Befehl nicht ausgeführt wurde und erneut gesendet werden muß.

Während der Befehlsdekodierung und der Berechnung der

physikalischen Adresse führt der Slave einige Plausibilitätsprüfungen durch, die logische Fehler, zum Beispiel ein falsches Datenformat aufdecken. Als Reaktion auf einen solchen Fehler wird im Antworttelegramm anstelle der Daten eine entsprechende Fehlermeldung übertragen.

Wie schon erwähnt, muß für jeden Channel im Slave ein Fehlerregister (Channel Error Register) unter der SWN xFh eingerichtet sein. In diesem Register können sieben verschiedene Channel-Fehler, zum Beispiel 'Bereichsüberschreitung der Eingangssignale', angezeigt werden. Insgesamt bestehen P-NET-Fehlerregister aus zwei Bytes, einem aktuellen und einem historischen Register. Das hat folgende Bewandnis: Fehlermeldungen können nur in Antworttelegrammen abgesetzt werden. Tritt im Slave ein Fehler auf, wird dieser in beide Fehlerregister eingetragen. Bei Verschwinden der Fehlfunktion wird nur das zugehörige Bit im aktuellen Fehlerregister gelöscht. Tritt also im Slave ein Fehler kurzzeitig zwischen zwei Anfragen des Masters auf, geht die Information über die zwischenzeitliche Fehlfunktion nicht verloren.

Bei der Übertragung der Channel-Fehlermeldung zum Master spielt der Service-Channel 0 eine wichtige Rolle: Wie alle anderen Channels verfügt auch er unter der SWN Fh über einen Speicherbereich für die Fehler-Dokumentation, das Common Error Register. Es beschreibt den Zustand der gesamten Modul-Hardware und besitzt für jeden Channel ein Fehlerbit. Diese Fehlerbits enthalten eine Eins, nachdem in dem korrespondierenden Channel ein Fehler aufgetreten ist. Gleichzeitig wird das Bit AnyChannelError gesetzt und im nächsten Antworttelegramm als aktueller

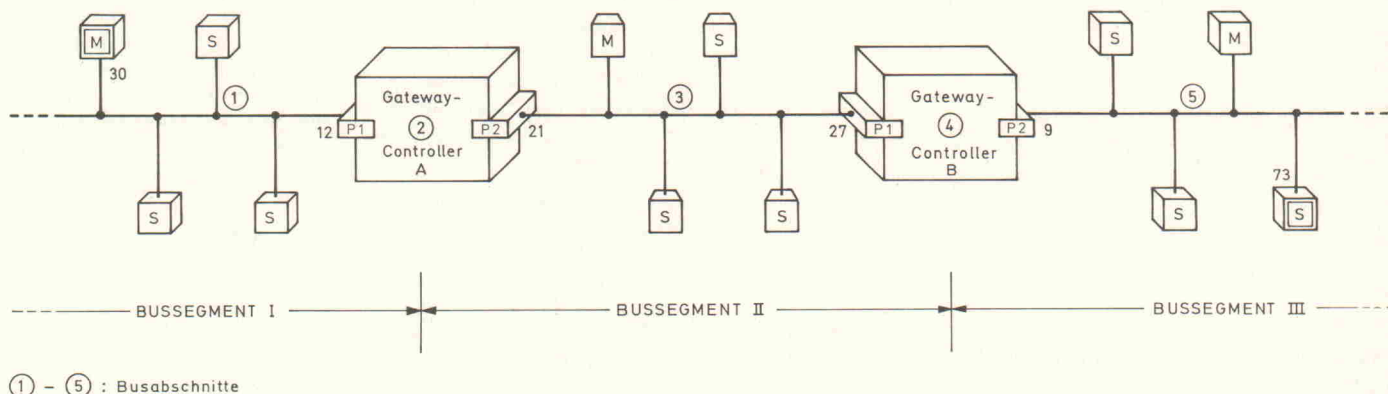
oder historischer 'Data Error' im Control/Status-Byte übertragen. Der Master kann daraufhin unter der SWN 0Fh (Common-Error) die Channel-Fehlerbits überprüfen und dann im zugehörigen Channel-Fehlerregister (xFh) die Art des Fehlers auslesen.

## Kettenbrief mit Rückantwort

Will ein Master mit einem Slave in einem anderen als im eigenen Bussegment kommunizieren, muß er die zwischen ihm und dem Slave liegenden Gateway-Controller davon überzeugen, daß sie ihn bei seinem Vorhaben 'gefälligst' unterstützen. Hierzu reicht ein normales Telegramm mit einer Ziel- und einer Quelladresse nicht aus. Vielmehr muß der Master allen beteiligten Vermittlungsstellen mitteilen, wohin diese sein Ferntelegramm weiterleiten sollen. Dazu kann das Adreßfeld im Telegramm auf bis zu 24 Einträge erweitert werden.

Wie das Adreßfeld eines Ferntelegramms aufgebaut ist und wie es auf dem Weg durch die zwischengeschalteten Bussegmente verändert wird, läßt sich am besten anhand eines Beispiels erklären: In Bild 9 ist ein P-NET-Netz aus drei Bussegmenten dargestellt. In jedem der drei Bussegmente gibt es mehrere Master- (M) und Slave-Module (S). Exemplarisch sei angenommen, der Master im Bussegment I links oben (doppelt umrahmt) will dem Slave-Modul im Bussegment III rechts unten (ebenfalls doppelt umrahmt) einen Befehl senden. Dazu muß der Absender im Telegramm fünf Zieladressen (destination address, D) plazieren. Bei der Adressierung der Gateway-Controller treten externe und interne Adressen auf. Die externen Adressen benutzt man, um

**Bild 9.** Drei P-NET-Segmente werden über zwei Gateway-Controller zu einem Netz verbunden.



## GENIS

GENIS steht für 'Grundlegen- der Entwicklung netzwerkfähiger intelligenter Sensoren' und ist der Name eines Verbundprojektes mehrerer Hochschul-Institute und Firmen, das im Rahmen des Förderprogramms Mikrosystemtechnik vom BMFT unterstützt wird. Ziel des Projekts ist die Entwicklung industrietauglicher, intelligenter Sensoren und Aktoren, die über ein Netzwerk miteinander kommunizieren. Wegen seiner Einfachheit im Protokoll und der geringen Belastung der eingesetzten Mikrocontroller wurde als Buschnittstelle P-NET gewählt. Weitere ausschlaggebende Kriterien waren die Datentransparenz, die Multimasterfähigkeit und die Möglichkeit zur Bildung von Mehrfachnetzen.

Auf der Grundlage von Mikrostrukturen in Dünnschicht- und Dickfilmtchnik sollen neue Sensorelemente für die Pyrometrie (optische Temperaturmessung) oder die berührungslose Wegmessung entwickelt werden. Außerdem will man parasitäre physikalische Effekte von LWL wie Dämpfung, Beugung und Reflexion zum Aufbau von Luftfeuchte- und Temperatursensoren nutzen.

An der FH Landshut wurde im Rahmen von GENIS ein Demonstrationsmodell eines chemischen Chargenprozesses aufgebaut, mit dem auch die Infrarot-Technik als P-NET-Übertragungsmedium untersucht wird.

Projektleitung: Prof. Dr. Wilhelm Schönberger, FH Landshut

einen Controller vom Bus her anzusprechen; die internen Adressen werden benötigt, um ihm mitzuteilen, auf welches der zwei möglichen Bussegmente (Port P1 oder P2) er eine Nachricht weiterleiten soll.

In Bild 10 kann man nachvollziehen, wie bei jedem Vermittlungsvorgang das Adreßfeld so verändert wird, daß es, beim Slave angekommen, die richtigen Adressen für den Rückweg enthält. Die Zahlen 1...5 markieren die jeweiligen Wegabschnitte. Die Buchstaben D und S bezeichnen Zieladressen (Destination) und Quelladresse (Source). Als erstes wird mit der externen Knotenadresse 12 (ext. KA 12) der erste Gateway-Controller A angesprochen. Damit dieser weiß, zu welchem Port die Nachricht weitergehen

soll, folgt als zweite Zieladresse die interne Knotenadresse P2. Entsprechend wird mit Gateway-Controller B verfahren. Als fünfte Zieladresse wird die des anzusprechenden Slaves (hier: 73) hinzugefügt. Als letztes erscheint die Absenderadresse (Source Address, S) des Masters selbst (ext. KA 30).

Auf seinem Weg zum Slave wird das Adreßfeld des Telegramms bei jedem erneuten Aussenden verändert (Request Address Conversion). In den Gateway-Controllern findet folgende Umwandlung statt: die erste Zieladresse wird entfernt, und alle anderen Zieladressen rücken um einen Platz nach vorn. Die am Telegrammanfang entfernte Zieladresse wird zu einer Quelladresse umgewandelt (DA → SA) und in die zwi-

schigen Zieladressen und Quelladressen entstandene Lücke eingefügt. Bei der Umwandlung werden interne Knotenadressen (P1, P2) in externe konvertiert, weil beispielsweise Port P2 vom Bus her (Bussegment II) unter der externen Knotenadresse 21 anzusprechen ist. Entsprechend werden externe Knotenadressen vom Gateway-Controller in interne umgewandelt, etwa 27 → P1. Im fünften Busabschnitt enthält das Telegramm nur noch eine Zieladresse, nämlich die des anzusprechenden Slaves.

Damit die jeweiligen Absender des Telegramms nicht vergebens auf eine Antwort vom weitentfernten Slave warten, schicken die betroffenen Empfänger ein 'answer comes later' als Bestätigung für die Weitervermittlung zum Auftraggeber zurück.

Bevor der Slave das Rücktelegramm absetzt, entfernt er seine Adresse aus dem Adreßfeld. Im weiteren Verlauf werden die Gateway-Controller jeweils von der im Bild 10 rechten Seite angesprochen. Sie entfernen jeweils die nicht mehr benötigten Ansprechadressen (Response Address Conversion), bis im ersten Bussegment nur noch die Adresse des auf die Antwort wartenden Masters übertragen wird. Schließlich kommt die Antwort, zwar mit stark geschrumpftem Adreßfeld, aber mit der gewünschten Information beim Master an.

### Zwischenrufe unerwünscht!

Bei einem Multimaster-Bussystem muß im Bus-Protokoll festgelegt sein, wann die einzelnen Master das Buszugriffsrecht erhalten, wie sie es weitergeben und wie sie sich verhalten, wenn sie nicht senden wollen. Das Protokoll muß garantieren, daß jeweils nur ein Master sendet, und das System muß funktionsfähig bleiben, wenn ein oder mehrere Master ausfallen. Außerdem muß gewährleistet sein, daß alle Master abwechselnd den Bus benutzen können.

Eine wenig effektive Methode ist das wahllose Aussenden von Telegrammen auf den vermeintlich freien Bus, wie es bei Ethernet geschieht. Kommt es zur Kollision der Datenpakete, weil mehrere Teilnehmer gleichzeitig gesendet haben, ver-

suchen sie es nach unterschiedlichen Wartezeiten erneut.

Vom Datendurchsatz wirkungsvoller ist die bitweise Arbitration, bei der während des Aufeinandertreffens der Telegramme bitweise entschieden wird, welches der Telegramme sich ungestört auf dem Bus ausbreiten kann, wie zum Beispiel beim CAN-Bus.

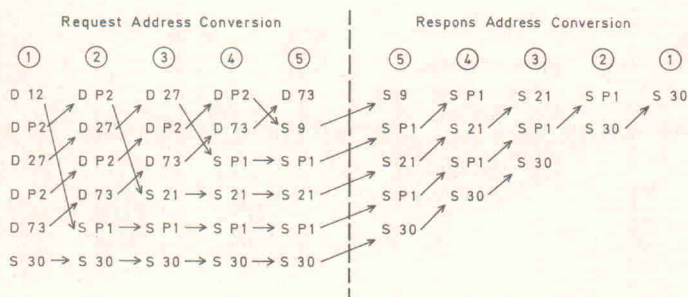
Die beiden oben beschriebenen Mechanismen eignen sich jedoch nicht für Echtzeitanwendungen, da sie nicht zeitlich berechenbar, nicht deterministisch sind.

Ein weitverbreitetes Prinzip zur deterministischen Busverwaltung ist das Token-Passing-Verfahren, bei dem in einem zeitlich festgelegten Rahmen das Senderecht in Form eines Token-Telegramms von einem Master zum nächsten weitergeleitet wird, wie beispielsweise beim Profibus. Hierbei können die Master verschiedene Prioritätsstufen erhalten; die ließen sich zum Beispiel mit unterschiedlich langen Token-Verweilen realisieren. Nachteil dieses Verfahrens ist die Verminderung der Buskapazität durch die Übermittlung der Token-Telegramme.

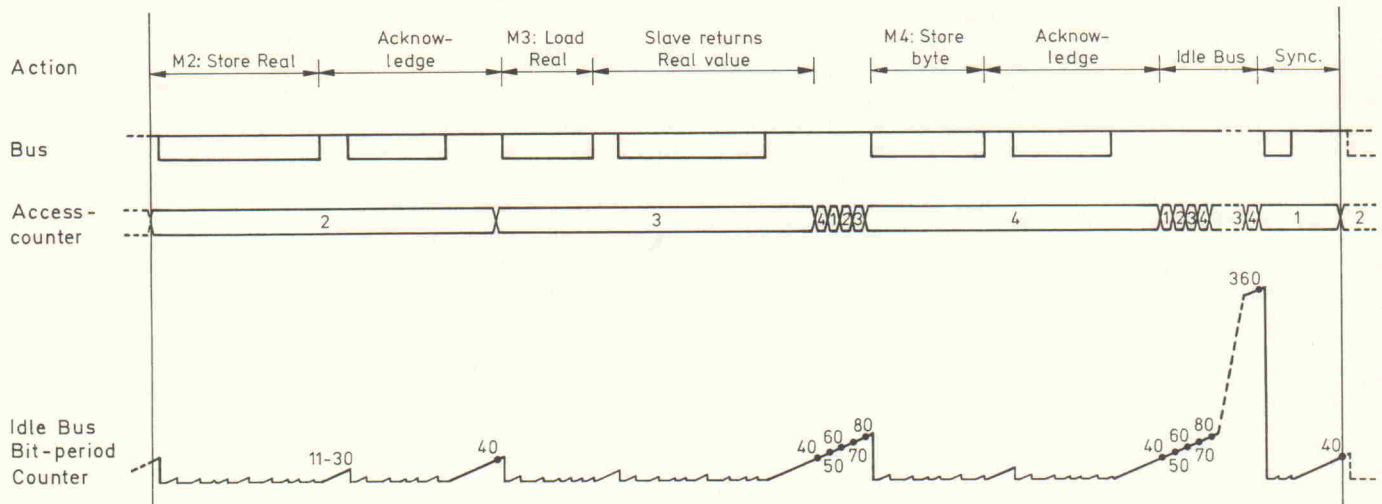
P-NET geht hier einen anderen Weg, basierend auf 'virtuellen Time-Token' anstelle real verschickter Token-Telegramme. Randbedingung ist, daß jeder Master pro Token-Zyklus nur den Inhalt einer Variablen (und nicht mehr als 56 Bits) übertragen darf. Nach dem Ende eines Telegramms warten alle Teilnehmer 40 Bistakte (eine Taktperiode entspricht der Übertragungszeit für 1 Bit). Danach darf der Master mit der um eins höheren Adresse den Bus benutzen. Beginnt er innerhalb von fünf Takten keine Übertragung, darf nach weiteren fünf Takten Sicherheitsabstand der Master mit der nächsthöheren Adresse ein Telegramm aussenden. Diese zehn Taktperioden Wartezeit bieten Spielraum für die Reaktionszeit der Master und die Signallaufzeit zwischen den zwei am weitesten voneinander entfernten Master innerhalb eines Segments.

### Magische Zahl 360

Bild 11 zeigt, wie vier Master nacheinander das P-NET benutzen und wie sich die Master während einer Zeit ohne Busverkehr synchronisieren.



**Bild 10.** Das Adreßfeld wird auf dem Weg zum Slave so verändert, daß es für den Rückweg die richtigen Adressen enthält.



**Bild 11. Zwei Zähler in jedem Master – Access-Counter und Idle-Bus-Bit-Period-Counter – regeln den Buszugriff und ersparen somit die Versendung von Token-Telegrammen.**

Zunächst übermittelt Master 2 einem Slave eine Stellgröße (M2: Store Real). Zur Koordinierung der oben beschriebenen Wartezeiten besitzt jeder Master zwei Zähler: Der Access-Counter

(Buszugriffszähler) zeigt jeweils die Adresse des gerade sendeberechtigten Masters an. Seinen Zähltakt bekommt der Access-Counter vom Idle-Bus-Bit-Period-Counter (IBBP-Counter), welcher die Bitzeiten zählt, während der das Bussignal eine logische Eins repräsentiert. Außerhalb der Telegramme bedeutet dies, daß kein Datenverkehr stattfindet. Der Bus befindet sich im Idle-Zustand. Da der IBBP-Counter auch die Einsen innerhalb der Telegramme zählt, treten im Bild 11 die kleinen Zacken auf.

Nachdem das oben erwähnte Telegramm von Master 2 beim

Slave angekommen ist, hat dieser dreißig Bitakte (390 µs) Zeit, um seine Antwort zu senden. Danach zählen die IBBP-Counter bis 40, bis sie den ersten Impuls an die Access-Counter geben.

Master 3 hat auf diesen Moment schon dringend gewartet und fordert sofort einen Slave zum Senden eines Variableninhalts auf (M3: Load Real). Bis zu dessen Antwort verstreicht die Mindestwartezeit von elf Bitzeiten. Nach dem abermaligen Überschreiten der Zahl 40 im IBBP-Counter geht das Senderecht an Master 4 über. Zunächst ist aber kein Master an einer weiteren Kommunikation interessiert. Nach jeweils zehn Bitzeiten wandert das Time-Token von Master zu Master, bis schließlich Master 4 den Schreibbefehl für ein Byte (M4: Store Byte) absetzt.

Nach dem Acknowledge kehrt Ruhe auf dem P-NET ein: Die IBBP-Counter zählen und zählen. Alle vier Master erhalten der Reihe nach das Buszugriffsrecht, aber keiner zeigt Interesse. Erst nachdem die IBBP-Counter die magische Zahl 360 erreicht haben, muß der aktuelle Token-Master aktiv werden. Will er nicht sowieso kommunizieren, muß er ein 1 Byte langes Synchronisationstelegramm senden. Es hat die Form eines Acknowledge-Telegramms an ihn selbst, beinhaltet also nur seine eigene, als Absenderadresse getarnte Adresse. Alle anderen Master erkennen daran, wie auch aus allen anderen ACK-Telegrammen (Bit 7 = 1 im Adreßbyte), wer aktueller Busmaster ist, und können so ihre Access-Counter synchronisieren.

Beim Empfang eines Synchronisationstelegramms werden die IBBP-Counter zurückgesetzt. Auf die Zahl 360 kommt man, indem man zu den 40 Takten Busberuhigungszeit für jeden möglichen Master (maximale Anzahl: 32) zehn Takte für das Starten eines Buszugriffs hinzu-addiert.

Diese Art der Busverwaltung ist gegenüber der Versendung von Token-Telegrammen wesentlich schneller, hardwaremäßig sehr einfach realisierbar und belastet den Prozessor kaum.

Da alle Master pro Token-Zyklus nur eine Transaktion initiieren dürfen, sind alle Master gleichberechtigt. Die Vergabe von unterschiedlichen Prioritäten ist bei P-NET nicht vorgesehen.

## Process-Pascal

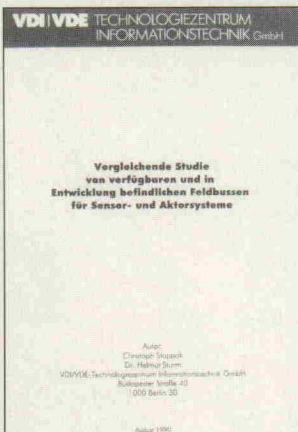
Ein Master kontrolliert den Busverkehr und überwacht damit zum Beispiel den Fortgang eines Produktionsprozesses. Welche Temperatur er messen und welche Ventile er betätigen soll, hat ihm zuvor der Systemprogrammierer mitgeteilt. Damit sich der Programmierer bei der Projektierung auf das Wesentliche konzentrieren kann und sich nicht um die einzelnen Bits auf dem Bus kümmern muß, wurde der P-NET-Datenverkehr in die Hochsprache Process-Pascal eingebunden. Wie der Name vermuten läßt, ist die Programmiersprache bis auf netzwerk-spezifische Erweiterungen mit dem Standard-Pascal nach ISO 7185 identisch. Die einzige Information, die ein Programmierer über das P-NET-Netzwerk benötigt, sind die Softwi-

## VDI/VDE-Vergleichsstudie

Die VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik GmbH, Berlin, hat verschiedene Feldbus-Konzepte auf deren Brauchbarkeit für den Sensor-/Aktorbereich hin untersucht. In der vorliegenden Studie wird zunächst aus allen

wichtigen, auf dem Markt verfügbaren seriellen Bussystemen eine Auswahl getroffen. Dann stellen die Autoren Christoph Stoppok und Dr. Helmut Sturm die vier Kandidaten BITBUS, P-NET, DIN-Meßbus und Profibus in sehr gut verständlicher Form einander gegenüber.

Die Studie schließt mit den Sätzen: 'Die geringe Leistungsfähigkeit des DIN-Meßbusses ebenso wie die des BITBUSs läßt die Frage, welches Bussystem sich in Zukunft dominierend durchsetzen wird, auf die beiden Bussysteme Profibus und P-NET reduzieren. Die Beantwortung dieser Frage hängt entscheidend davon ab, inwieweit sich der Bekanntheitsgrad von P-NET in Deutschland erhöhen wird.'



re-Nummern der anzusprechenden, sogenannten externen Variablen in den Slave-Modulen. Bei einem mehrere Segmente umfassenden P-NET-Netzwerk dürfen die Adressen der vermittelnden Gateway-Controller natürlich nicht fehlen.

Diese Informationen darüber, wo welche externen Variablen zu finden sind, werden im globalen Variablen-Deklarationsteil im Programmkopf angegeben.

Bei externen Variablen werden zusätzlich zum Namen (Identifier) und Typ der Variablen der Typ des Slave-Moduls, dessen Netzwerk-Adresse und die zugehörige Software-Nummer angegeben. Außerdem ist eine Textvariable mit einer Fehlermeldung definierbar. Falls ein Fehler auftritt, der diese Variable betrifft, wird die Meldung in den automatischen Fehlerreport (zum Beispiel Ausgabe auf einen Protokoll-Drucker) einbezogen.

Beispiel:

```
VAR
  Ventil23 : PD3100 AT NET: (1,$38)
             SOFTWARE: $92
             NAME : 'Bierauslaßventil 23'
```

Die Variable Ventil23 ist im Digital-Modul PD3100 im Bussegment an P-NET-Port 1 des Masters unter der Slave-Adresse 38h und der Software-Nummer 92h zu finden. Für den Fehlerreport ist der Variablen eine Zeichenkette zugeordnet. Wie man außerdem in diesem Beispiel sieht, ist in Process-Pascal die Angabe von Integer-Konstanten in hexadezimaler Schreibweise möglich.

Im weiteren Programmtext, im Anweisungsteil, können die externen Variablen genauso benutzt werden wie interne Variablen. Um die Befehle für die korrekte Abwicklung des Busverkehrs kümmert sich der Compiler.

Die Master-Programme werden auf einem PC mit einem ASCII-Editor erstellt und anschließend mit dem Process-Pascal-Compiler übersetzt. Der vom Compiler erzeugte Code wird in einem EPROM (oder während der Entwicklungsphase im RAM) des Master-Controllers abgelegt. Das EPROM enthält aber keine für den Mikrocontroller verständlichen Befehle. Der Speicherinhalt wird vielmehr

vom Betriebssystem des Master-Moduls interpretiert.

## Teamwork

Auch im Master gibt es eine Software-Liste. Im Gegensatz zu der im Slave kann diese Software-Liste in zwei Richtungen genutzt werden. Alle in einem Process-Pascal-Programm verwendeten globalen Identifier (interne und externe) ersetzt der Compiler durch eine Software-Nummer. Diese Nummern dienen als Index für die Software-Liste.

Für externe globale Variablen enthält die Liste die vollständige Wegbeschreibung durch das Netzwerk bis hin zur Software-Liste des Slaves. In der Gegenrichtung, vom P-NET her, können die internen globalen Variablen von anderen Masters über die Software-Liste angesprochen werden. Hierzu setzt die Master-Software-Liste die von anderen Masters zur Adressierung benutzten Software-Nummern in physikalische Adressen um.

Sind mehrere Master an das P-NET angeschlossen, muß für jeden ein Steuerprogramm ge-

schrieben werden. Die Funktionsweise eines Multimaster-Systems kann man sich folgendermaßen vorstellen:

Jeder Master kann beliebig auf alle Slaves zugreifen, wenn er im Besitz des Senderechts ist. Die Programme in den Masters arbeiten unabhängig voneinander, kommunizieren aber zur Lösung ihrer Aufgaben möglicherweise mit denselben Slave-Modulen.

Da die Master-Software-Listen, wie oben beschrieben, auch den Datenaustausch der Master untereinander ermöglichen, können mehrere Master im Team bei der Lösung rechenintensiver oder zeitkritischer Probleme miteinander kooperieren. Die einzelnen Teamarbeiter tauschen dann ihre Zwischenergebnisse über interne globale Variablen aus.

*Der Schluß des Beitrags in der nächsten Ausgabe behandelt Fragen des Multitasking, Interrupt sowie Fehlererkennung und stellt P-NET-Bausteine vor.*

## Ein solides Fundament

### Neu-erscheinung



Der erste Band der dreiteiligen Buchreihe beschäftigt sich mit den Grundlagen der Elektrotechnik sowie mit einfachen passiven Bauelementen und deren elektrischem Verhalten. Eine größere Anzahl einfacher Versuche, die problemlos nachzuvollziehen sind, und detaillierte Fragen zu jedem Kapitel erleichtern den Einstieg in die Materie.

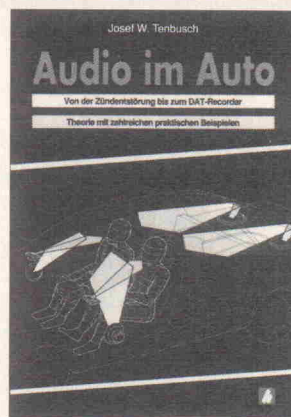


Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

Broschur, 292 Seiten  
DM 34,80/ÖS 271,-/sfr 32,-  
ISBN 3-922705-33-2

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 33/4/1

## 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.

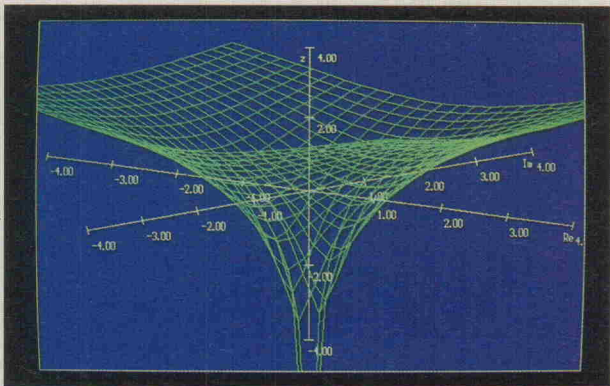


Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

Broschur, 174 Seiten  
DM 34,-/ÖS 265,-/sfr 31,30  
ISBN 3-922705-32-4

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 32/1/4

# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



## PC-Mathe-Grafik-Software:

## Mit komplexen Funktionen

Die Mathematik-Software CGRAPH erstellt Grafiken von reellen und komplexen Funktionen und führt Interpolationen durch. Die Ergebnisse kann man zu Papier bringen oder in anderen Programmen weiterverwenden.

Das Programm eignet sich zur grafischen Darstellung von Gleichungen aller Art. Aufgrund seines gegenüber herkömmlichen Funktionenplotprogrammen erweiterten Funktionsumfangs – alle abrufbaren Funktionen können komplexe Zahlen verarbeiten – bietet es dem Anwender mehr Möglichkeiten.

### Technisch-wissenschaftlich

CGRAPH ist ein Hilfsmittel für alle, die mathematische Berechnungen oder Meßwertaufbereitung beziehungsweise -interpolation mit Grafikunterstützung auf dem PC durchführen wollen, insbesondere auch in der Elektronik, in Mathematik und Physik; ein Werkzeug, das als sinnvolle Erweiterung des technisch-wissenschaftlichen Taschenrechners aufzufassen ist.

Das Programm ist für Forschung und Ausbildung an

Hochschulen und Universitäten geeignet und wird bereits für die Ausbildung von Elektrotechnik-Studenten an der Universität Karlsruhe eingesetzt.

Die Standardfunktionen von CGRAPH sind in der Tabelle angegeben. Alle Funktionen sind komplex definiert und arbeiten mit komplexen Operatoren.

Das umständliche Berechnen von Definitionsbereichen oder Wertetabellen für Abbildungen gehört der Vergangenheit an. Für die Funktionsanalyse bietet das Programm neben der einfachen Darstellung der Funktion auch die Untersuchung der Ableitungen und des Integrals an. Eine automatische Anpassung des dargestellten Bildschirmbereichs an die Funktionswerte ist kein Problem.

CGRAPH stellt den Konvergenzablauf rekursiv definierter Funktionen auf dem Bildschirm dar – auch für Funktionen mit

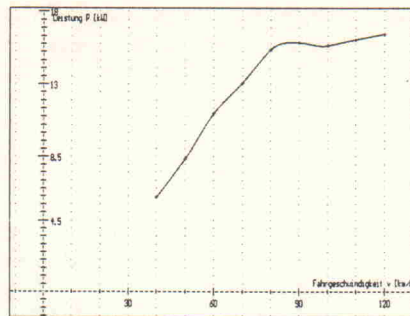


Bild 1. Die Aufbereitung von Meßwertepaaren ist ein eigener Funktionsteil. Selbstverständlich können Meßwerte auch aus Dateien gelesen oder in Dateien geschrieben werden.

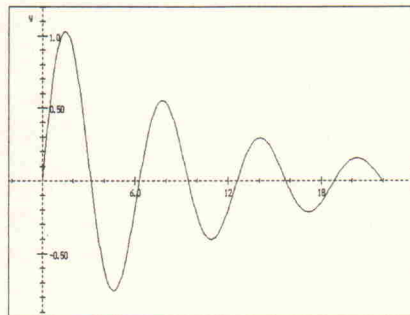


Bild 2. CGRAPH erstellt Graphen einer oder mehrerer Veränderlicher. Das Bild zeigt eine Dämpfungskurve mit der Gleichung  $f(x) = \sin(x) \cdot e^{-0,1x}$

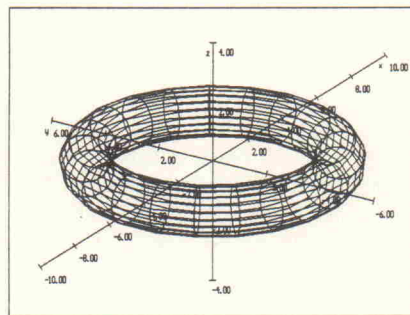


Bild 3. Zeichnen von Körpern und Flächen in der Ebene und im Raum: einfach die zugrundeliegenden Funktionen vorgeben. Die Objekte können aus jeder beliebigen Richtung betrachtet werden.

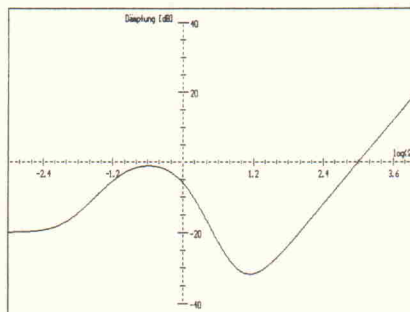


Bild 4. Das Verhalten von mechanischen und elektrischen Systemen läßt sich durch einfache Änderung von Parametern untersuchen.

### Standardfunktionen

Operatoren	+,- (Addition, Subtraktion) *,/ (Multiplikation, Division) ^ (allgemeine Exponentialfunktion)
Winkelfunktionen	sin, cos, tan, arcsin, arccos, arctan, kart, pol (Umwandlung von kartesischen in Polarkoordinaten) arg (Winkel berechnen)
Hyperbelfunktionen	sinh, cosh, tanh, arsinh, arcosh, artanh
Exponentialfunktionen	exp, log
komplexe Operationen	re, im (Real- und Imaginärteil berechnen) abs (Betrag berechnen)
Verschiedene	d, s (Impuls- und Sprungfunktion) frac, int (ganzzahligen und Bruchteil berechnen)
Variable und Konstante	x, y, z, e (= 2.71828...), pi (= 3.1415926...), param (allgemeiner Parameter)

komplexen Zahlen. Daneben beherrscht das Programm die Darstellung konformer Abbildungen und kann auch beliebige Fraktale zeichnen – jene Konvergenzgebilde, die heute noch Gegenstand mathematischer Forschung sind.

## Meßwert-aufbereitung

CGRAPH bietet einen eigenen Funktionsteil zur Aufbereitung von Meßwertepaaren (Bild 1). Es können Funktionsgraphen auf unterschiedliche Weise interpoliert werden; auch Ableitung und Integral von Meßwertkurven berechnet das Programm sowie die den Meßwerten zugrundeliegenden analytischen Funktionen. CGRAPH verknüpft diese Funktionen mit einer Benutzeroberfläche nach dem SAA-Standard, die ohne Lernphase bedienbar ist. Die eingegebenen Funktionen ebenso wie aufgenommene Grafiken lassen sich abspeichern und bei Bedarf wieder laden. Das Programm verwendet dabei zur Bildspeicherung das Standard-Format PCX (PC Paintbrush). Alle Einstellungen werden beim Speichern von Grafiken ebenfalls festgehalten und bei erneutem Laden wiederhergestellt, so daß man die Arbeit an beliebiger Stelle unterbrechen und später wieder fortsetzen kann.

Alle Grafiken können in verschiedenen Auflösungen auf den gängigen Nadel- und Laserdruckern ausgedruckt werden.

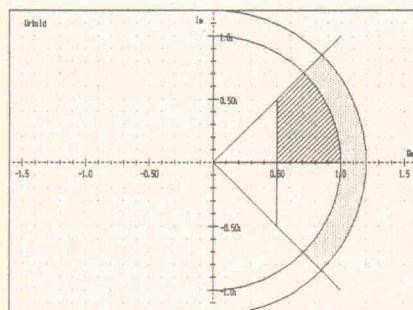
Auch eine Exportfunktion zum direkten Einbinden der Grafiken in Textverarbeitungsprogramme ist enthalten.

## Varianten

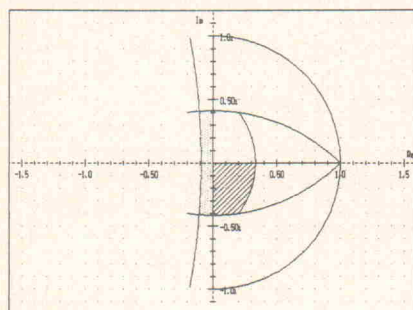
CGRAPH ist ein in deutscher Sprache erstelltes Programm und wird mit ausführlicher Dokumentation geliefert. Die unten angegebene Lieferfirma nennt einen Bezugspreis von 590 D-Mark incl. MwSt. Schulen, Hochschulen, Schüler und Studenten erhalten 50 % Rabatt. Mehrfachlizenzen und Netzwerkversionen werden zu Sonderkonditionen abgegeben. Eine Demo-Diskette ist erhältlich.

Eine Version 2.2 für DOS, die Vektorgrafiken erzeugt, hochauflösend zu drucken vermag, einige neue Funktionen wie ein- und zweidimensionale FFT bietet, einen Mehrzeileneditor und Parser für kleine Programme besitzt, befindet sich in Vorbereitung; ein Pendant für Windows ist in Arbeit. CGRAPH soll damit zu einem universellen Werkzeug ausgebaut werden für Anwender, die den Lernaufwand der auf dem Markt momentan erhältlichen Mathematik-Softwarepakete scheuen und dennoch anspruchsvolle Aufgaben bewältigen müssen.

CTS Ambrosius & Brennecke  
Lahnstraße 75  
W-6200 Wiesbaden  
Tel. und Fax: 06 11/46 86 30



**Bilder 5 und 6. Das Programm beherrscht die Darstellung konformer Abbildungen. Es lassen sich beliebige Gebiete in der komplexen Ebene über beliebige Funktionen abbilden und so unzulängliche in einfach zu behandelnde Problemstellungen umwandeln.**



**Die nebenstehenden Grafiken zeigen ein Urbild und seine Abbildungen über die Funktion  $1-z/1+z$ .**

## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Im

**Haus der Technik e. V.**  
Hollestr. 1  
W-4300 Essen 1

finden folgende Seminare statt:

06. 02. 1992

Sem.-Nr. K-10-204-075-2

**SPICE-Training – Simulation elektronischer Schaltungen am PC**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 650,-

Nichtmitglieder DM 690,-

13. 02. 1992

Sem.-Nr. S-38-201-032-2-P

**Produkthaftung in der EG – was der Praktiker zu berücksichtigen hat**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 470,-

Nichtmitglieder DM 490,-

Veranstaltungsort: Berlin

19. 02. 1992

Sem.-Nr. S-10-220-075-2

**SMD-Technik für die mittelständische Industrie**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 520,-

Nichtmitglieder DM 555,-

23. – 25. 03. 1992

Sem.-Nr. F-10-319-075-2

**Einführung in den Entwurf von VLSI-Schaltungen**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 1.290,-

Nichtmitglieder DM 1350,-

24. + 25. 02. 1992

Sem.-Nr. S-10-215-075-2

**Optische Übertragungstechnik**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 890,-

Nichtmitglieder DM 950,-

30. 03. 1992

Sem.-Nr. S-10-324-075-2

**Fuzzy Logic**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 610,-

Nichtmitglieder DM 650,-

Veranstaltungsort: Eurogress, Aachen

30. + 31. 03. 1992

Sem.-Nr. S-38-303-032-2-P

**Qualitätssicherung**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 550,-

Nichtmitglieder DM 575,-  
Veranstaltungsort: Berlin

Die

**OTTI-Fortbildung**

Martin-Luther-Str. 10

W-8400 Regensburg

bietet folgende Seminare an:

**Programmierung in C**

–Grundkurs–

20. – 22. 02. 1992

–Fortgeschrittenenkurs–

24. – 26. 02. 1992

Teilnahmegebühr pro Kurs:

Mitglieder DM 1290,-

Nichtmitglieder DM 1390,-

Pauschalpreis:

Mitglieder DM 2350,-

Nichtmitglieder DM 2500,-

**Programmierung in C**

–Grundkurs–

23. – 25. 03. 1992

–Fortgeschrittenenkurs–

04. – 06. 05. 1992

Teilnahmegebühr siehe oben

11. + 12. 03. 1992

**Produkthaftung in der betrieblichen Praxis für Ingenieure**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 490,- (1 Tag)

Nichtmitgl. DM 570,- (1 Tag)

Beide Tage:

Mitglieder DM 810,-

Nichtmitglieder DM 890,-

24. + 25. 03. 1992

**Oberflächenmontagetechnik**

Teilnahmegebühr:

Mitglieder DM 820,-

Nichtmitglieder DM 880,-

Die

**PSI Gesellschaft für Prozeßsteuerungs- und Informationssysteme GmbH**

Kurfürstendamm 6

W-1000 Berlin15

gibt folgende Seminare bekannt:

17. – 21. 02. 1992

**Methodik der Softwarekonstruktion für technische Systeme (MST)**

Teilnahmegebühr: DM 2400,-

02. – 04. 03. 1992

**Software Engineering mit C**

Teilnahmegebühr: DM 1200,-

Außerdem bietet PSI an:

**Dokumentarsammlung und Bericht :**  
**QS-Dokumente aus einem qualitätsgesicherten Projekt (QSD)**  
Sofort lieferbar  
Preis: DM 295,-  
**Alle Preise verstehen sich zzgl. Mehrwertsteuer**

20. + 21. 02. 1992  
Sem.-Nr. 511255122  
**Operationsverstärker-Grundbausteine für den Schaltungsentwurf in Elektronik, Nachrichten, Meß- und Regelungstechnik**  
Teilnahmegebühr: DM 690,-

Die

**Technische Akademie Wuppertal e. V.**  
Hubertusallee 18  
W-Wuppertal 1

bietet folgende Seminare an:

24. 02. 1992  
Sem.-Nr. 111218022  
**Statische Elektrizität. Grundlagen – Gefahren – Schutz**  
Teilnahmegebühr: DM 240,-  
Ort: Wien

26. 02. 1992  
Sem.-Nr. 511215112  
**Computer Aided Engineering in der Elektrotechnik – CAD-gestütztes Erstellen von Schaltungsunterlagen**  
Teilnahmegebühr: DM 360,-

12. – 13. 03. 1992  
Sem.-Nr. 511225092  
**Drehzahlgesteuerte und -ge-regelte Drehstromantriebe – Wirtschaftliche Gestaltung von Antrieben – Vergleich mit Gleichstromantrieben**  
Teilnahmegebühr: DM 790,-

16. – 18. 03. 1992  
Sem.-Nr. 511255082  
**Integrationsgerechter Entwurf robuster Analog-CMOS/BICMOS-Schaltungen, Grundlagen, Entwicklung, Simulation**  
Teilnahmegebühr: DM 1 160,-

23. – 24. 03. 1992  
Sem.-Nr. 511245022  
**Der IEC-Bus – Automatische Meßwerterfassung – Funktionsweise, Systemtechnik, Geräte und Rechner-Software, Test-Windows/Testbasic – VXI-Bus**  
Teilnahmegebühr: DM 760,-

31. 03. – 01. 04. 1992  
Sem.-Nr. 511255142  
**Digitale Filter – Grundlagen, Entwurf und Anwendungen**  
Teilnahmegebühr: DM 720,-

Das

**Institut für Angewandte Mikroelektronik e. V.**  
Postfach 47 28  
W-3300 Braunschweig

veranstaltet folgende Seminare:

10. – 14. 02. 1992  
**Mikrocontroller 8051**  
Architektur, Ein-/Ausgabekanäle, Zeitgeber, Zähler, Interruptlogik, serielle Schnittstelle, Speicher, Peripheriebausteine Vorkenntnisse: Digitalelektronik; Befehlssatz eines Prozessors  
Teilnahmegebühr: DM 1 860,-

12. 02. 1992  
**SMD-INFO-Seminar**  
Zuverlässigkeit und Einsatzkriterien von SMD-Bauteilen, Überblick über die SMD-Technologie  
Teilnahmegebühr: DM 350,-

Das

**Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN)**  
Burggrafenstr. 6  
W-1000 Berlin 30

veranstaltet u. a. folgendes Seminar:

13. 02. 1992  
**EG-Zertifizierung/Produkt-haftung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 380,-  
Nichtmitglieder DM 430,-

## Forum '92:

### Meßdaten- erfassung und Bildverarbeitung

Die Data Translation GmbH veranstaltet im Februar das Forum '92. In sieben Städten Deutschlands werden im Rahmen einer Ausstellung mit begleitenden Vorträgen das gesamte Produktprogramm sowie Neuheiten vorgestellt. Folgende Mitaussteller zeigen ergänzende Software-Pakete: Caesar Datensysteme (Remus), CVU Berlin (Image-C), GfS (DIA/DAGO-PC), Meyer + Heinen (EDAS, RT-EDAS), Mikrotaurus (Win-ADDA) und Ziegler Instruments (Signalys).

Folgende Termine und Veranstaltungsorte stehen zur Wahl: Hannover 3. 2.; Berlin 4. 2.; Chemnitz 5. 2.; Düsseldorf 11. 2., Frankfurt 12. 2.; Karlsruhe 13. 2.; München 27. 2. 1992.

Die Teilnahme ist kostenlos. Die Anmeldung kann telefonisch erfolgen (Frau Elsässer).

Data Translation GmbH  
Postfach 1233  
W-7120 Bietigheim-Bissingen  
Tel.: 0 71 42/5 40 25  
Fax: 0 71 42/6 40 42

### HP-Meßtechnik-Forum:

#### Standort- bestimmung für das Messen und Prüfen

Das traditionelle 'Meßtechnik Forum' von Hewlett-Packard, eine dreitägige Vortrags- und Diskussionsveranstaltung mit Produktdemonstration, wird in sieben Städten angeboten:

Böblingen 25. – 27. 2.;  
Hannover 3. – 5. 3.;  
Ratingen 10. – 12. 3.;  
Leipzig 17. – 19. 3.;  
Berlin 24. – 26. 3.;  
München 31. – 2. 4.;  
Bad Homburg 7. – 9. 4. 1992

HP gibt dabei einen Überblick über den Stand der Dinge und die aktuellen Trends in der Meß- und Prüftechnik. Der erste Tag ist der Meßtechnik in der Produktionsautomatisierung gewidmet; Stichworte: Standards automatischer Testsysteme, Controller und Soft-

ware, Diagnose-Expertensysteme, VXIbus-Praxis, HF-/Mikrowellen-Baugruppentests, Power-Supply-Tester, Produktionstest mit 100-MHz-Oszilloskop, wirtschaftliche Prüfung von Baugruppen.

Der Schwerpunkt des zweiten Tages 'Telekommunikation' wendet sich an Entwickler und Service-Ingenieure in der Datenübertragungstechnik; Themenbeispiele: höchste Meßgeschwindigkeit und Auflösung bei der schmalbandigen Spektrumanalyse, FFT-Analyse in der Regelungstechnik.

Am dritten Tag geht es um allgemeine Elektronik-Entwicklung: ein mehrkanaliges Höchstgeschwindigkeits-DSO, Software-Entwicklung, Logikanalyse, analoge/digitale ASICs, EMV, CAE-Design.

Die Veranstaltung ist kostenlos, ausführliche Anmelde-Unterlagen können angefordert werden.

Hewlett-Packard GmbH  
Vertriebszentrale Deutschland  
Frau Ida Hahmann  
Hewlett-Packard-Straße  
W-6380 Bad Homburg  
Tel.: 0 61 72/16 - 12 96  
Fax: 0 61 72/16 - 13 09

### Tecnotron- Firmenseminar:

#### EMV von Leiterplatten in der Praxis

Ein eintägiges EMV-Seminar veranstaltet die tecnotron elektronik gmbh am 30. 1. und am 12. 3. 1992. Referent ist Professor Dirks von der FH Furtwangen. Die Agenda gliedert sich in 'Einführung in die EMV-Problematik von Leiterplatten', 'Entkopplung von Versorgungsspannungen', 'Wellenwiderstandskontrollierte Leiterbahnen' und 'Diskussion mit Entflechtungsprofis aus dem Hause tecnotron'.

In der Teilnahmegebühr von DM 540,- zuzüglich MwSt. sind die Seminarunterlagen, Mittagessen und Getränke enthalten.

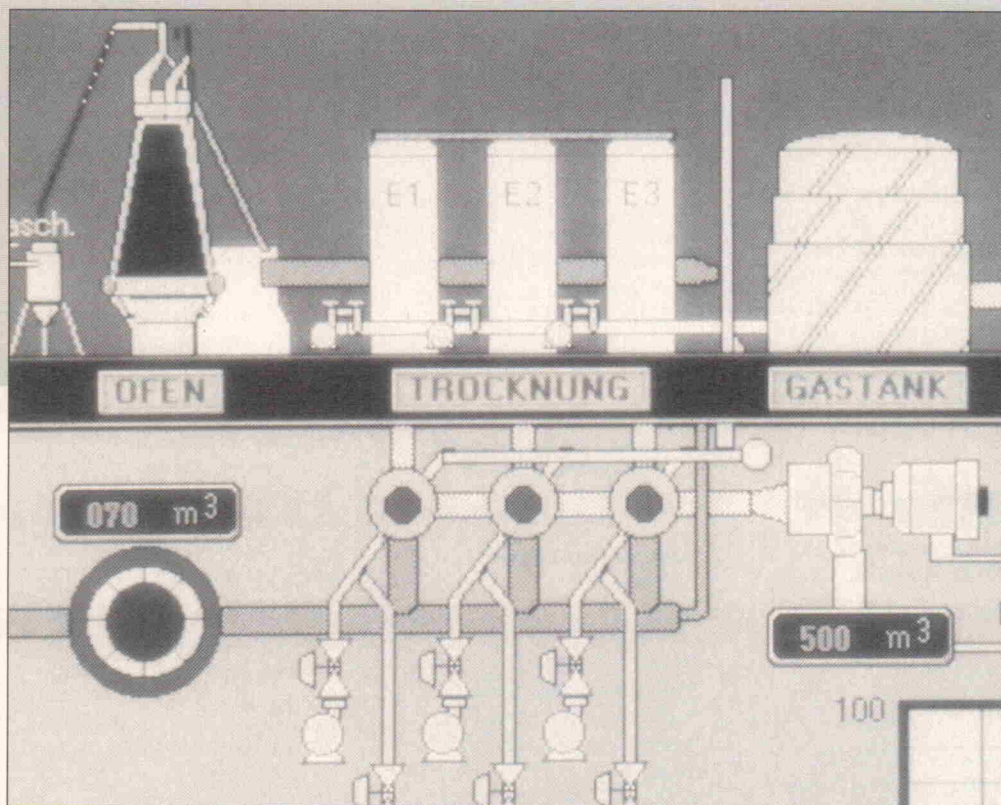
tecnotron elektronik gmbh  
Herr Hubert Weyerich  
Brühlmoosweg 5/5a  
W-8995 Rothkreuz bei Lindau  
Tel.: 0 83 89/17 77  
Fax: 0 83 89/17 70

# Regelungstechnik

## Teil 2: Beispiele und Eigenschaften von Regelstrecken

**Dr. Ioannis Papadimitriou**

Zwei praktische Beispiele sollen die trockene DIN-Beschreibung der Regelung mit Leben erfüllen. Dazu gehören ihre gerätetechnischen Ausführungen, aber auch ihre Reduzierung auf die abstrakte Betrachtungsweise als Blockschaltbild.



Die Aufgabe der Regelung des ersten Beispiels besteht darin, die Raumtemperatur unabhängig von der Außentemperatur und anderen störenden Einflußgrößen konstant zu halten. In Bild 9 ist die Regelgröße die Temperatur des Raumes, die ein Temperatursensormodul (z. B. Widerstandsbrücke, Thermoelement oder Halbleitertemperaturfühler) in eine elektrische Spannung  $U_{th}$  umwandelt. Da die Temperatur einem analogen Spannungswert entspricht, erfolgt auch der Vergleich zwischen Ist- und Sollwert im analogen Spannungsbereich. Der Sollwert  $U_s$  wird am Spannungsteiler eingestellt. Die Differenzspannung

$$\Delta U = U_{th} - U_s$$

stellt die Regelabweichung dar. Da dieses Signal primär die Informationen liefert

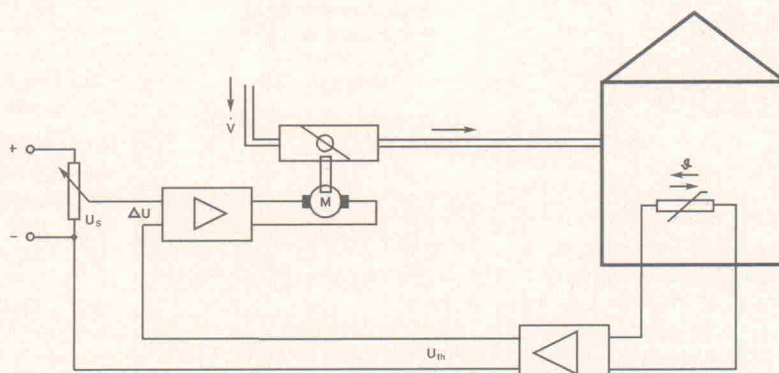
und nicht genug Leistung zur Ansteuerung des Antriebsmotors hat, wird es verstärkt.

### Raumtemperaturregelung

Die Stelleinrichtung Motor-Drosselklappe beeinflusst die Stellgröße, den Wärmeluftstrom  $\dot{V}$ , im Sinne einer Angleichung des Ist- an den Sollwert. Ist  $\Delta U$  kleiner Null, das heißt  $U_{th}$  kleiner  $U_s$ , wird die Stellgröße  $\dot{V}$  weiter erhöht, damit die

Raumtemperatur ansteigen kann. Bei  $\Delta U$  gleich Null bleibt der Antriebsmotor der Drosselklappe stehen. Der Wärmeluftstrom hat dann einen Wert, der die Raumtemperatur auf die Solltemperatur einstellt.

Tritt ein Störsignal in Form einer Druckerhöhung im Wärmeluftstrom auf, dann strömt bei zunächst gleicher Drosselklappenstellung mehr Wärmeluft in den Raum, und es findet eine Temperaturerhöhung statt.



**Bild 9. Beispiel eines realen Regelproblems: Temperaturregelung.**

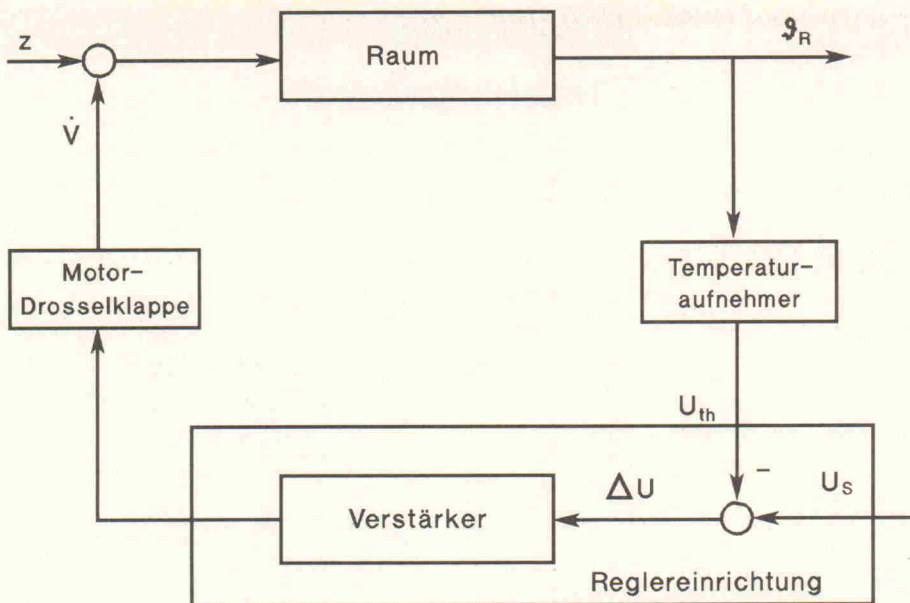


Bild 10. Das Regelungsproblem aus Bild 9 im Blockschaltbild.

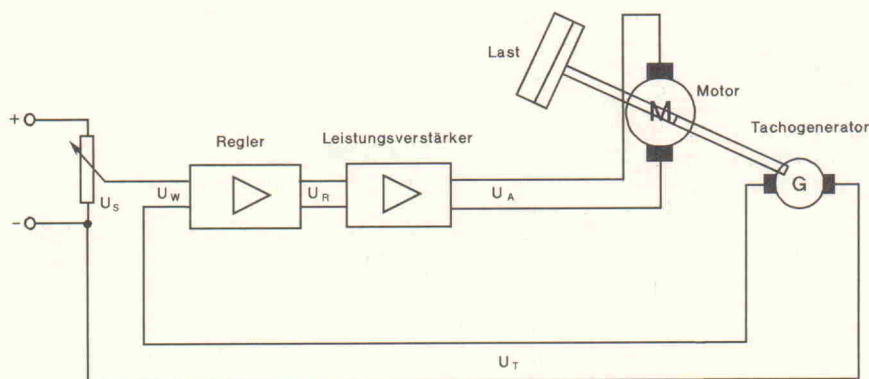


Bild 11. Vereinfachte geräte-technische Realisierung der Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors.

Demnach werden  $U_{th}$  größer und  $\Delta U$  größer Null. Die Drosselklappe wird so weit geschlossen, bis die Regelabweichung wieder verschwindet. In diesem geschlossenen Wirkungskreis wird jede Auswirkung von Störungen auf die Regelgröße kompensiert. Das Blockschaltbild der beschriebenen Raumtemperaturregelung zeigt Bild 10.

getrieben, die wiederum ein Moment, das sogenannte Lastmoment, erzeugt, welches gegen das Antriebsmoment als Störgröße wirkt. Ausgangsgröße ist die Drehzahl  $n$ .

Die Veränderung der Ankerspannung und die Versorgung des Motors mit der notwendigen Leistung übernimmt eine Stelleinrichtung. Es handelt sich dabei um einen Leistungsver-

stärker, der durch die Spannung  $U_R$  gesteuert wird.

Ein Tachogenerator erfaßt die Regelgröße. Er arbeitet nach dem Prinzip eines Gleichstromgenerators, ist auf der gemeinsamen Welle von Motoranker und Last befestigt und liefert eine der Drehzahl proportionale Spannung

$$U_T = K_T \cdot n.$$

## Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors

Die Drehzahl eines permanent erregten Gleichstrommotors ist unabhängig von Störungen konstant zu halten. Bild 11 zeigt eine vereinfachte geräte-technische Realisierung des Regelkreises. Die Ansteuerung des Gleichstrommotors erfolgt durch die Ankerspannung  $U_A$ , die in diesem Fall die Stellgröße des Regelkreises darstellt. Sie erzeugt ein Antriebsmoment  $M_A$ . Dadurch wird die Last (Positioniertisch, Pumpe o. ä.) an-

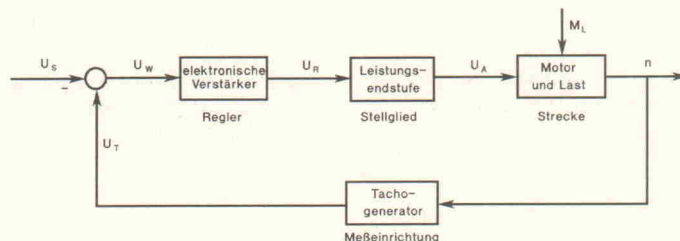


Bild 12. Das Regeldiagramm für den drehzahlstabilen Gleichstrommotor.

## Buchtip

### 1000 Begriffe für den Praktiker. Automatische Steuerungen

Der verbreitete Einsatz der Automatisierung hat dazu geführt, daß immer mehr Menschen mit dieser Technik in Berührung kommen und sich mit Begriffen dieses Gebietes konfrontiert sehen. Das Buch leistet hier Hilfestellung und erläutert nicht nur sachkundig Begriffe aus der klassischen Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik, sondern ist auch auf Erfordernisse moderner Automatisierungssysteme ausgerichtet. So findet man Einträge aus den Bereichen Mikroelektronik, Mikroprozessortechnik, Sensorik und Kommunikation ausführlich behandelt.

Der Anhang des Lexikons enthält die Nummern und Titel der wichtigsten zu den Themenbereichen gehörenden Normen, Standards und Bestimmungen. Trotzdem glaube ich, wäre bei einigen wichtigen Themenbereichen der Verweis auf weiterführende Literatur hilfreich.

Durch die Auswahl der Begriffe bietet das Buch einen guten Einstieg in die Welt der Automatisierungstechnik. Aus diesem Grund wird das Buch für Lernende empfohlen. Darüber hinaus ist es aber auch für Automatisierungsspezialisten als Nachschlagewerk gut geeignet.

D. Scheffel  
1000 Begriffe für den Praktiker.  
Automatische Steuerungen  
Hüthig Verlag Heidelberg

Die Tachokonstante  $K_T$  wird in Datenblättern in V pro 1000 Umdrehungen pro Minute angegeben. Der Tachogenerator ist also die Meßeinrichtung, welche die mechanische Größe  $n$  in ein für die weitere Verarbeitung geeignetes Signal umwandelt, und stellt die Rückführgröße bereit, die in der Eingangsschaltung des elektronischen Verstärkers gegen die Führungsgröße

## Buchtip

Regelungs-  
technik

Dietmar Benda geht die Thematik anwendungsorientiert an. Neben der ausführlichen Betrachtung der Grundlagen und der Regelbausteine und Regelsysteme werden Sensoren, Meßsysteme, Nachlaufsynchronisationsschaltungen und Regelsysteme in Robotersteuerungen beschrieben.

Für viele Anwendungsgebiete der elektronischen Regelungstechnik findet man Erklärungen über Funktionselemente und und zahlreiche Anwendungsbeispiele.

Durch einfache Beispiele werden die Grundbegriffe der Regelungstechnik erläutert und der prinzipielle Aufbau eines Regelkreises vorgestellt. Anschließend folgt eine Gegenüberstellung von Regelung und Steuerung. Anwendungsbeispiele zeigen Unterschiede zwischen beiden Verfahren.

Die elektrische Realisierung der regelungstechnischen Grundelemente P-, I-, D-, PID-Glieder nimmt in diesem Buch einen breiten Raum ein. Auf ihr Verhalten im Zeit- und Frequenzbereich wird ausführlich eingegangen.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Informationen über Nachlaufsynchronisationschaltungen (Abtast-Halte-Glied, Synchronisationsgleichrichter, frequenzempfindlicher Phasendetektor, Frequenzvervielfacher), Meßsysteme und Sensoren (Meßwerke, Meßfühler, Abgriffsysteme) sowie Regelsysteme in Robotersteuerungen.

Das Buch wendet sich an Berufspraktiker, die sich durch das Selbststudium oder in Fortbildungskursen die Fachkenntnisse der elektronischen Regelungstechnik aneignen wollen.

Dietmar Benda  
Regelungstechnik  
VDE-Verlag

$U_S$  geschaltet wird, wodurch die Differenzspannung

$$U_W = U_T - U_S$$

zustande kommt.

Die Einstellung der Führungsgröße – der Sollwert der Drehzahl – erfolgt mit einem Potentiometer. Dabei wird

$$U_S = K_T \cdot n_S$$

gewählt. Wobei  $n_S$  dem vorgegebenen Sollwert für die Drehzahl entspricht. Die Regelabweichung

$$U_W = K_T \cdot (n_T - n_S)$$

ist dann proportional zur Differenz von Soll- und Istwert und wird dem Regler, der in diesem Fall durch einen Verstärker realisiert ist, zugeführt.

Das Blockschaltbild der beschriebenen Drehzahlregelung ist in Bild 12 dargestellt.

Aus den vorgestellten Anwendungsbeispielen kann man folgende Eigenschaften einer Regelung erkennen:

- Die Regelung ist ein Vorgang mit Rückkopplung. Der Informationsfluß wirkt in einem geschlossenen Kreis. Dieser Kreis wird als Regelkreis bezeichnet.
- Im Regelkreis befindet sich immer eine Vergleichsstelle, an der die Differenz von Sollwert (Führungsgröße) und Istwert (Regelgröße) gebildet wird.
- Die Rückführung arbeitet immer als Gegenkopplung, es findet also eine Umkehr des Wirkungssinns statt. Unterschreitet der Istwert den Sollwert, so wirkt der Regler dieser Abnahme entgegen und umkehrt.
- Zur Gewährleistung der gerichteten Übertragung der Regelinformationen ist im Regelkreis mindestens eine Energiesteuerstelle, also ein Verstärker, vorhanden.
- Die Regelung ist ständig tätig. Sie kann deshalb jederzeit Störungen beseitigen.
- Bei vielen Regelungsaufgaben hat die Führungsgröße einen vorgegebenen Wert. Man spricht von einer Festwertregelung. Sie hat die Aufgabe, Abweichungen vom vorgege-

## Buchtip

## Regelungstechnik

Das Buch stellt ein Standardwerk dar und behandelt praktisch das gesamte Gebiet der kontinuierlichen Regelungstechnik. Sein Ziel, den Leser mit den Strukturen, Begriffen und Methoden der Regelungstechnik vertraut zu machen, erreicht das Buch durch systematischen Aufbau, gute Lesbarkeit und Anwendungsnähe.

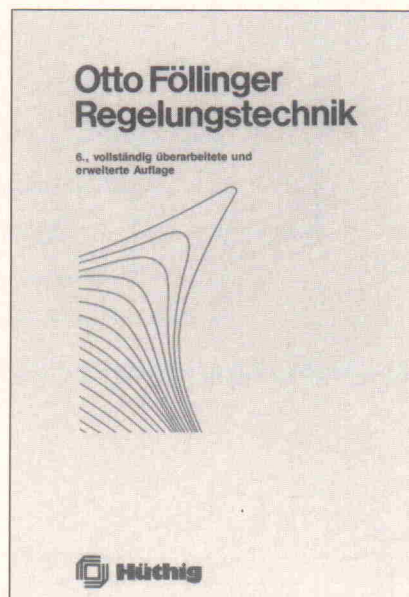
Ausgehend von der anschaulichen Beschreibung der Systeme durch Strukturbilder werden die klassischen Analyse- und Syntheseverfahren im Frequenzbereich behandelt. An sie schließt sich eine ausführliche Darstellung der Zeitbereichsmethodik (Zustandsraum) an, in die auch der Entwurf von Ausgangsrückführungen und robusten Regelungen sowie die Ordnungsreduktion einbezogen sind. Zahlreiche realistische Beispiele bestätigen die Leistungsfähigkeit der theoretischen Methoden.

Für das Verständnis des Buches sind Kenntnisse über Differential- und Integralrechnung sowie Grundkenntnisse über Differentialgleichungen, komplexe Funktionen, Laplace-Transformation und Matrizenrechnung erforderlich.

Das Werk hebt sich durch die ausgiebige Verwendung von Strukturbildern, Signalflußplänen, Wirkplänen und durch die Behandlung umfangreicher industrieller Aufgabenstellungen sowie durch die ausführliche Erörterung der Regelsynthese im Zustandsraum im Vergleich zu anderen Arbeiten besonders hervor.

Alles in allem handelt es sich um eine hervorragende Arbeit und ist wärmstens für Ingenieure, für alle regelungs- und systemtechnisch Interessierten sowie für Studenten zu empfehlen.

Otto Föllinger  
Regelungstechnik  
Hüthig Verlag Heidelberg



benen Betriebszustand zu korrigieren. Der Betriebszustand ist in einem Bereich beliebig wählbar. Festwertregelungen verwendet man beispielsweise für die Regelung von Temperatur, Niveau, Drehzahl, Druck und Frequenz.

um eine Folgeregelung. Typische Beispiele dafür sind Servosysteme (Lageregelung) und Zeitplanregelungen.

Eigenschaften  
von Regelstrecken

- Erfolgt eine dauernde Variation der Führungsgröße, so besteht die Aufgabe der Regelung darin, die Regelgröße dem veränderlichen Sollwert möglichst genau nachzuführen. Es handelt sich dann

Wie schon erläutert wurde, stellt die Regelstrecke den Teil einer Anlage oder eines Prozesses dar, in dem die Regelgröße auf den vorgegebenen Wert gebracht und konstant gehalten werden soll, und das unabhän-

gig von der Wirkung äußerer Störungen. Für die Realisierung einer sinnvollen Regelung muß das Verhalten der Regelstrecke, wenn sich die Einflußgrößen ändern, bekannt sein. Zum einen muß man wissen, auf welchen neuen Wert sich die Regelgröße im Beharrungszustand einstellt (statisches Verhalten), zum zweiten sind aber auch die Informationen über den zeitlichen Verlauf des Überganges vom Anfangs- auf den Beharrungszustand wichtig (dynamisches Verhalten).

Bei der Vielfalt der Regelstrecken ist es sinnvoll, allgemein gültige Bewertungskriterien für alle Strecken zu definieren, um die Auswahl eines für den jeweils vorliegenden Fall geeigneten Reglers zu erleichtern und den gerätetechnischen Aufwand abschätzen zu können. Während das Verhalten der Regler durch die konstruktive Auslegung bestimmt wird und damit berechenbar ist, sind die Eigenschaften von Strecken auf diesem Weg selten zu ermitteln. Man kann aber die Eigenschaften einer Strecke durch Messungen bestimmen, indem man

zum Beispiel die Übergangsfunktion oder den Frequenzgang aufnimmt.

## Übergangsfunktion oder Sprungantwort

Das dynamische und das statische Verhalten eines Systems können bestimmt werden, indem man als Eingangssignal für das System eine geeignete Testfunktion wählt und die Antwort am Ausgang aufnimmt. Als Testsignal ist in der Regelungstechnik die Sprungfunktion am bekanntesten (Bild 13). Hat die Sprungfunktion den Wert 1, so spricht man vom Einheitsprung. Die Antwort eines Systems auf die Sprungfunktion nennt man Sprungantwort oder Übergangsfunktion des Systems.

Für die Verwendung der Sprungfunktion als Verfahren zur Ermittlung der Eigenschaften dynamischer linearer Systeme sprechen folgende Gründe:

- Sprungfunktionen kann man in der Praxis leicht realisieren, zum Beispiel mit Hilfe von Schaltern.

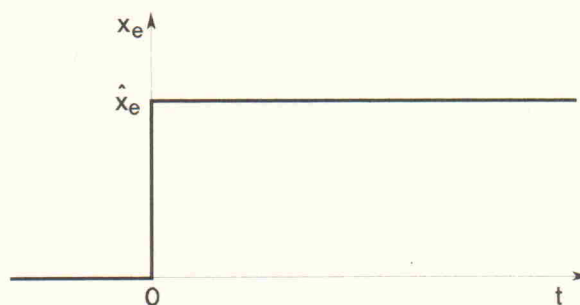
- Mit einem Sprung am Eingang kann geprüft werden, wie ein Regelkreis von einem Gleichgewichtszustand in einen neuen übergeht. Aus diesem Grund heißt die Sprungantwort auch Übergangsfunktion.

- Der Sprung repräsentiert die ungünstigste Signalform, die in der Praxis auftreten kann. Genügt die Regelung einem Sprung, so kann man davon

ausgehen, daß sie auch in allen anderen Fällen genügt.

- Durch die Anwendung eines Normsignals ist man in der Lage, das dynamische Verhalten verschiedener Systeme einfach zu vergleichen.

In der nächsten Folge werden Regelstreckentypen näher untersucht. Dabei kommt dann der Regelungssimulator Flowlearn das erste Mal so richtig zum Zug.



$$x_e = \begin{cases} 0 & \text{für } t < 0 \\ \hat{x}_e & \text{für } t > 0 \end{cases}$$

Bild 13. Das am häufigsten benutzte Testsignal in der Regelungstechnik ist der Einheitsprung.

# 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



### C-FASSUNGEN

räzionsausführung, superflach  
edreht, vergoldet  
Bestellnummer:

IS 6P	0.25
IS 8P	0.33
IS 14P	0.57
IS 16P	0.66
IS 18P	0.74
IS 20P	0.82
IS 22P	0.91
IS 24P	0.99
IS 24P-S (SCHMAL)	0.90
IS 28P	1.14
IS 32P	1.20
IS 40P	1.65
IS 48P	1.82
IS 64P	2.30

### SCART-STECKER

für Rundkabel 20polig  
Bestellnummer:  
SEC 20 1.90

### SCART-Kupplung

SC-K2 2.80



### SCART-EINBAUCHSE

Bestellnummer:  
SEP 20 2.05

UA	CA	LM	TCA	TL	MOS	LS	74F						
7805	0.52	3085DIP 2.40	1886DIL10.50	785	7.25	072DIP	0.64	4044	0.51	83	0.53	245	1.95
7805K	2.30	3085DIP 1.05	1889DIL 5.00	955	6.00	074DIL	0.81	4045	1.20	85	0.61	273	3.25
7806	0.52	3088DIL 4.45	2901DIL 0.60	965	4.40	080DIP	2.05	4046	0.59	86	0.36	280	1.15
7807	1.00	3089DIL 2.80	2902DIL 0.63	4500A	6.00	081DIP	0.59	4047	0.54	90	0.51	283	0.51
7808	0.52	3090DIP 3.70	2903DIP 0.63			082DIP	0.62	4048	0.58	92	0.64	284	2.00
7808K	2.65	3094DIP 2.30	2904DIP 0.58			083DIL	1.90	4049	0.40	93	0.51	287	3.65
7809	0.60	3096DIL 1.70	2907DIL 3.60			084DIL	0.85	4050	0.40	95	0.51	279	2.40
7810	0.57	3100DIP 2.90	3302DIL 0.93	440	1.35	431T092	0.63	4051	0.53	100	0.36	289	2.25
7812	0.52	3127DIL 5.65	3900DIL 1.35	1010A	4.30	491DIP	1.95	4052	0.53	112	0.36	290	0.36
7812K	2.30	3130DIP 2.05	3914DIP 3.65	1011A	2.45	497ADIL	4.00	4053	0.51	122	0.55	291	0.55
7815	0.52	3130T0 3.20	3914DIL 5.15	1022	6.65	604DIP	3.25	4054	0.74	123	0.57	293	7.50
7815K	2.30	3140DIP 1.30	3915DIL 5.20	1024	4.00	783CKC	6.00	4055	0.61	125	0.36	294	9.00
7818	0.52	3140T0 3.35	13600DIL3.10	1029	5.20	7702DIP	1.35	4056	0.60	126	0.36	295	7.10
7818K	2.55	3146DIL 3.00	13700DIL4.50	1035T	4.85	7705DIP	1.35	4059	0.60	132	0.43	298	8.90

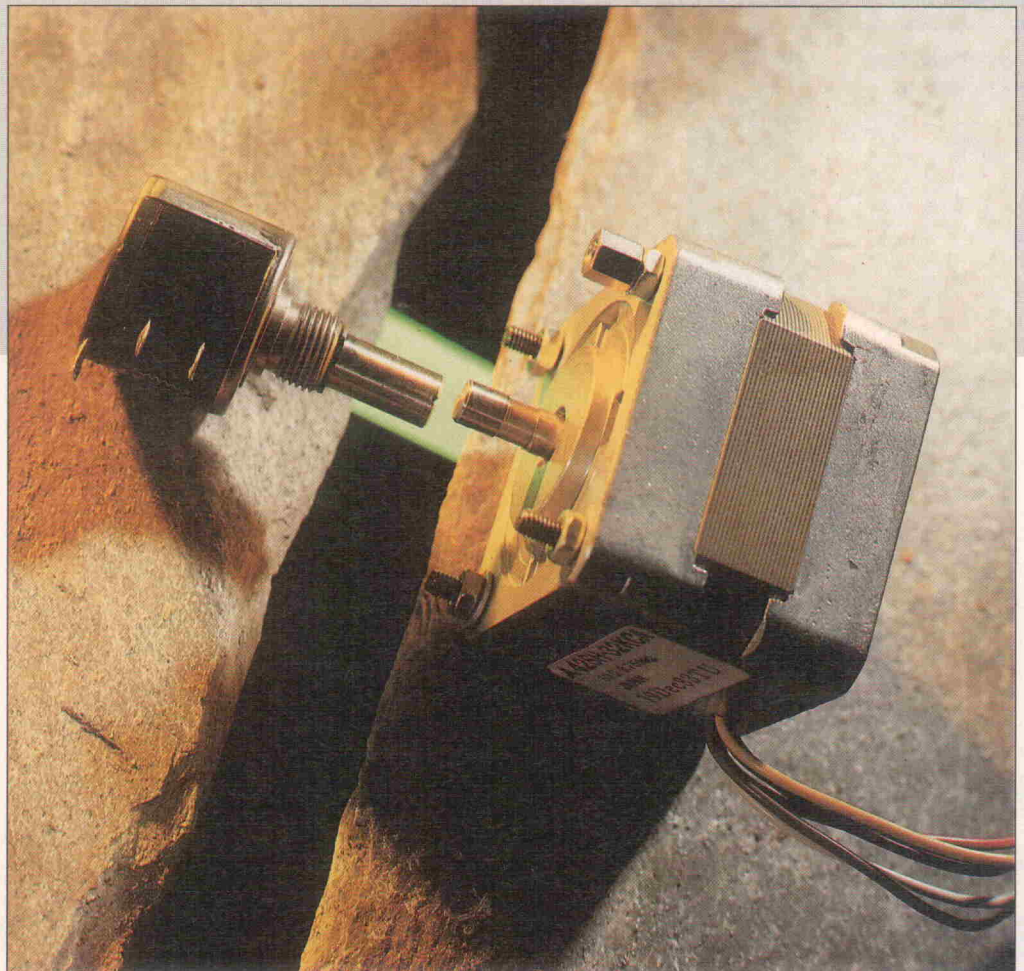
# Step für Step

## Hochwertige Audio-Fernbedienung

Projekt

J. M. Didden

Wenn Besitzer einer richtig guten Audio-Anlage den Wunsch verspüren, Lautstärke und Balance per Fernbedienung vom Sessel aus zu steuern, bleibt ihnen in den meisten Fällen nur der neidische Blick auf den audioteknisch zwar nicht so hochwertigen, dafür aber komfortabel knöpfchendrückenden Nachbarn. Unser Projekt zeigt eine Problemlösung für Puristen.



**D**er Knackpunkt aller Audio-Fernbedienungen ist das Lautstärkepoti. Fast alle bisher bekannten und veröffentlichten Schaltungen zur elektronischen Nachbildung dieses mechanischen Bauteils haben einen oder mehrere Schwachpunkte: Rauschen, Klirrfaktor, Übersteuerungsfestigkeit, Knackstörungen und mangelnde Linearität der Steuereckennlinie sind hier die Stichworte aller elektronischen Lösungen.

Das Konzept, das wir dagegen vorstellen möchten, hat sich an maximalen Anforderungen orientiert. Die Trennstelle zwischen Audio- und Fernbedienungsbereich ist eine Achskupplung, die eine Poti- und eine Motorachse miteinander verbindet. Damit sind auch schon alle wesentlichen Ge-

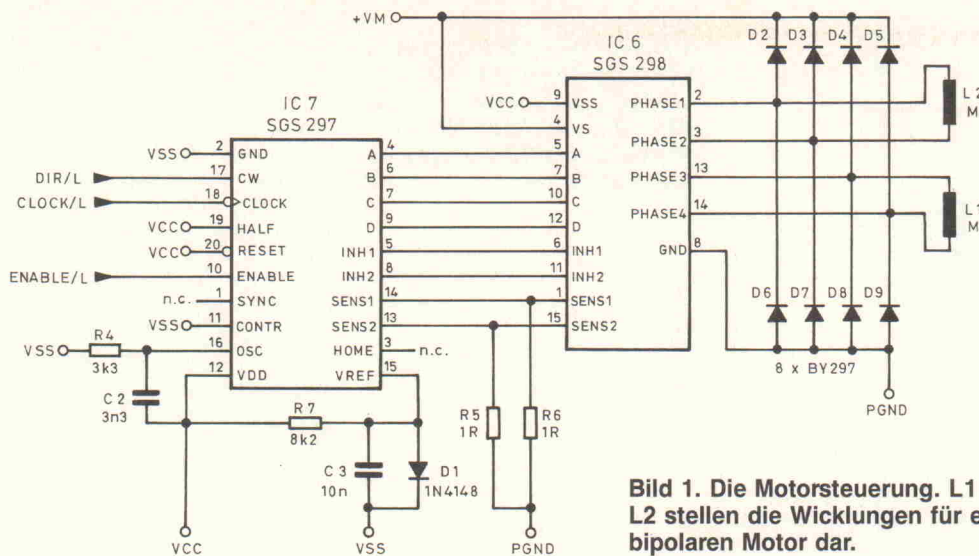
heimnisse unseres Projektes gelüftet. Je Kanal wird ein Stereopot von einem Schrittmotor angetrieben. Wir können damit die Lautstärke einstellen, ohne die Balance zu verändern, und die Balance einstellen, ohne den gesamten Pegel verändern zu müssen (dies lässt sich mit herkömmlichen Lautstärke/Balance-Anordnungen übrigens nur schwer machen). Mit unserem Konzept sind sogar zwei weitere Lötstellen und ein Schleifkontakt aus dem Signalweg eliminiert.

Mit Schrittmotor, Poti und einigen logischen Chips ist der Aufbau einer solchen Schaltung ein Kinderspiel. Wir verwendeten Schrittmotoren mit 200 Schritten pro Umdrehung. Das entspricht etwa 167 Schritten für eine volle Potiumdre-

hung; nicht schlecht für ein stufenweise veränderliches Dämpfungsglied, oder?

### Im gleichen Takt

Bei der Lautstärkeregelung drehen die Motoren die Potis des linken und des rechten Kanals gleichzeitig in die gleiche Richtung. Da sie synchron steppen, hängt der Gleichlauf der Kanäle lediglich von der Seriengüte der Potis ab. Im Balance-Modus werden die Motoren abwechselnd gesteuert – einer im Uhrzeigersinn, einer gegen den Uhrzeigersinn. In diesem Modus wird außerdem die Steprate reduziert, um eine genaue Einstellung zu ermöglichen. Der Grad der Auflösung hängt davon ab, wo man sich auf der Potikurve befindet, aber sie beträgt minde-



**Bild 1. Die Motorsteuerung. L1 und L2 stellen die Wicklungen für einen bipolaren Motor dar.**

stens einen Bruchteil von einem dB. Wenn Sie Aufzeichnungen mit sehr guter Lokalisierbarkeit hören, ermöglicht unsere Balance-Regelung es Ihnen, die Quellen nahezu zentimetergenau zu positionieren!

Bild 1 zeigt die Motor-Antriebsschaltung für einen Kanal. Er integriert zwei spezielle ICs von SGS (4). Diese enthalten alle für diesen Zweck erforderlichen Logik- und Antriebs-

schaltungen. Beachten Sie die drei Eingangssignale: 'Enable' aktiviert den Schaltkreis und treibt den Motor an, 'Clock' liefert die Steprate und 'Dir' bestimmt die Richtung der Umdrehung.

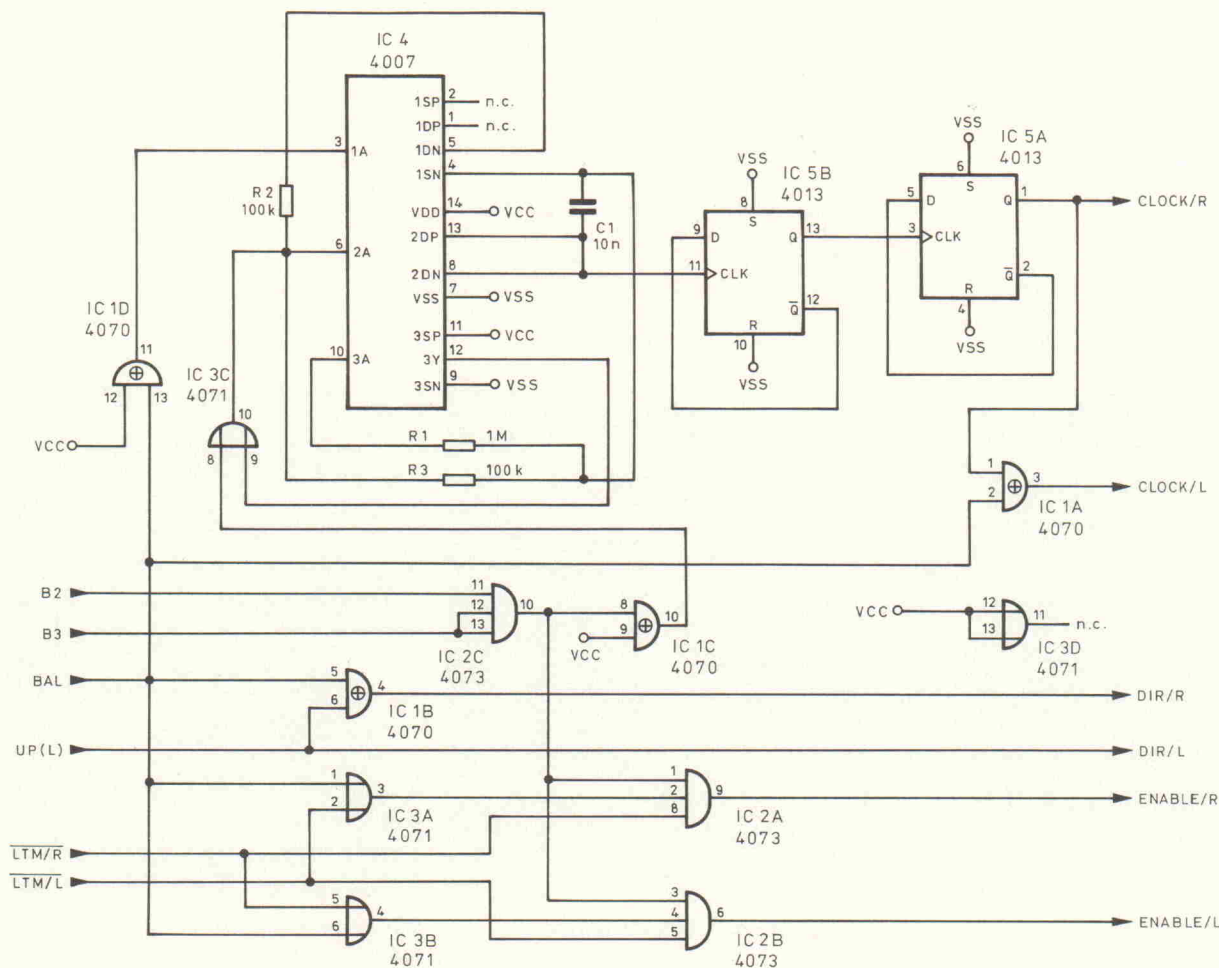
### Logisches

Die Lautstärke/Balance-Steuerlogik ist in Bild 2 dargestellt. Die Schaltung erzeugt die drei Steuersignale für die Motor-

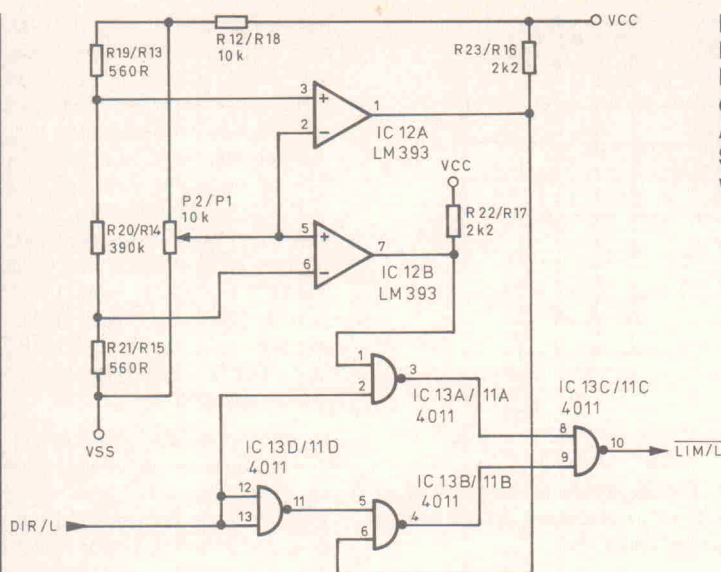
schaltkreise und ist eigentlich viel einfacher, als sie aussieht. IC4 generiert den Steptakt, der durch IC5A und IC5B geteilt wird, so daß sich eine schöne symmetrische Rechteckspannung ergibt. Die Frequenz wird verringert, wenn die 'BAL'-Leitung logisch eins ist (über IC1D, das als Inverter dient). Wir haben diesen Taktgenerator mit variabler Frequenz aus (3) direkt übernommen. Die Signale 'B2' und 'B3' müssen für die

Schaltung beide logisch eins sein, um auf die Befehle 'BAL' und 'UP/L' zu reagieren. Diese werden in der weiter unten beschriebenen Fernbedienung verwendet. Die 'BAL'-Leitung bestimmt ebenfalls, ob IC1B das 'UP/L'-Signal direkt zu 'DIR/R' überträgt ('BAL' = logisch Null) oder ob es das Signal invertiert ('BAL' = logisch eins). Jetzt wird es deutlicher: Wenn 'BAL' logisch eins ist, sind 'DIR/R' und 'DIR/L' von entgegengesetzter Polarität.

In diesem Modus drehen sich die Motoren in entgegengesetzter Richtung. 'UP/L' bestimmt, welcher sich in welche Richtung dreht; dieses Signal steuert die Verlagerung der Balance nach links beziehungsweise rechts. Wie es aus der Bezeichnung schon hervorgeht, verlagert sich die Balance nach links, wenn 'UP/L' eins ist. Eine Verfeinerung wird durch IC1A erzielt. Wenn 'BAL' = eins ist, invertiert IC1A das 'CLOCK/R'-Signal. Die beiden Taktsignale haben entgegengesetzte Polarität, was sich dahingehend auswirkt, daß die Motoren abwechselnd gesteuert werden, so daß eine noch feinere Einstellung möglich ist.



**Bild 2. Schon diese Steuerlogik könnte mit vier Tasten an den Eingängen B2, B3, BAL, UP/L als digitales Einstellglied benutzt werden.**



**Bild 3. Der Anschlag-Detektor ist im Prinzip ein Fenster-Komparator, der am oberen und unteren Anschlag des Potis P2 ein Signal an die Steuerlogik weitergibt.**

Wenn 'BAL' = Null ist, ist 'CLOCK/L' identisch mit 'CLOCK/R' und 'DIR/R' ist identisch mit 'DIR/L'. Dies ist der Lautstärkeregel-Modus, und 'UP/L' bestimmt die Richtung (die Lautstärke wird größer, wenn 'UP/L' = eins ist). Einfach, nicht wahr?

Jetzt haben Sie vielleicht die Limiter-Signale und zugehörige Schaltungen gesehen. Nun, wir müssen einige Vorkehrungen treffen, damit die Motoren am Ende des mechanischen Weges der Potis stoppen. Hier kommt Bild 3 auf die Bühne. Bei den Potis handelt es sich wirklich um doppelte Stereopotis. Es wird zwar nur eine Schleiferbahn für die Regelung des Audiopegels genutzt, aber das andere Potisegment sorgt für die nötige Stellungsrückmeldung an die Limiterschaltung. P2' in Bild 3 ist das Rückmeldepoti. Der Dualkomparator IC12 ver-

gleicht die Schleiferspannung mit der Spannung an den Teilerwiderständen R13/R14 und R14/R15. Wenn einer der beiden Grenzwerte überschritten wird, sieht das IC11 eine logische Null. Hier wird sie mit dem Richtungssignal kombiniert, um das Grenzsinal 'LIM/R' in Bild 2 zu erzeugen. Wofür benötigen wir das Richtungssignal?

Nun, angenommen, wir 'drehen' ein Poti an den unteren Anschlag. Wir kämen niemals wieder zurück; die entsprechende 'ENABLE'-Leitung in Bild 1 ist blockiert! Ein umgekehrtes 'DIR/R'-Signal in Verbindung mit der logischen Eins von dem anderen Komparator, der noch nicht in die Begrenzung gefahren wurde (IC12A in diesem Fall), macht dies möglich. Ähnliches gilt für die Begrenzung am Maximalpegel. Begrenzt im Balance-Modus ein Poti, so rea-

giert das andere immer noch, so daß Sie einen maximalen Balance-Bereich zur Verfügung haben. Das bedeutet, daß Sie einen Kanal ganz auf- und den anderen ganz zudrehen können.

Wenn im Lautstärkemodus ein Kanal begrenzt, so stoppen beide, so daß die Balance-Einstellung beibehalten wird. Vergleichen Sie dazu die Schaltung um IC3A und IC3B in Bild 2.

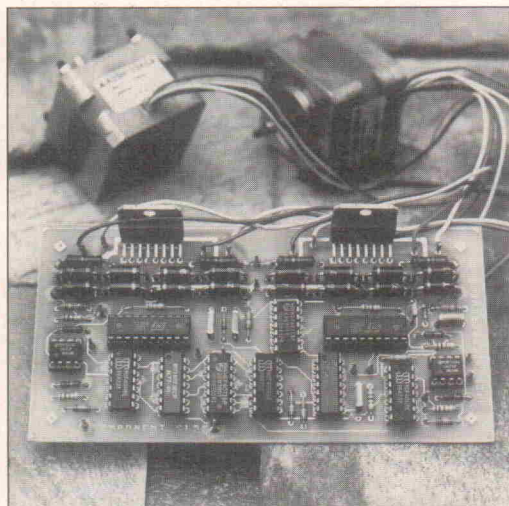
## Entferntes

Die oben beschriebene Schaltung ist ohne weiteres als selbständige, qualitativ sehr gute und digital einstellbare Lautstärke/Balance-Regelung zu gebrauchen. Wenn Sie an die Steuereingänge einige Schalter anschließen, können Sie dieses System schon verwenden. Wir wollten jedoch die Motorsteuerung noch an eine Fernbedienung anbinden.

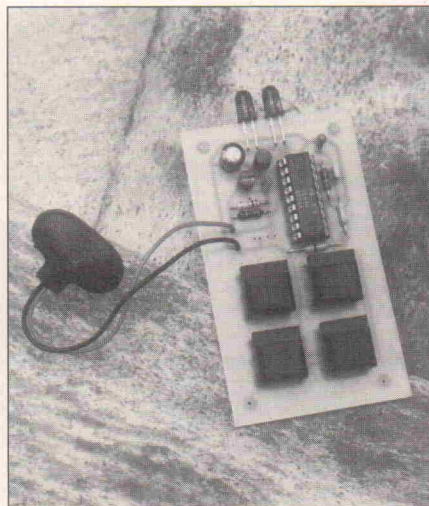
Dafür wählen wir eine IR-Fernbedienung von Plessey, da ICs und Applikationsbeispiele für diese Schaltungen verfügbar waren. Die Bilder 4a und 4b zeigen die Schaltbilder für Sender und Empfänger. Bild 4a stellt den von einer 9V-Standard-Batterie gespeisten Sender dar. Das IC SL490 kann zwar insgesamt 16 Schalter für 16 Befehle verarbeiten, aber wir verwendeten nur vier davon (Balance nach rechts, Balance nach links, lauter, leiser). Bei SD1 und SD2 handelt es sich um die IR-Sende-Dioden.

Der Empfänger besteht im wesentlichen aus den beiden ICs SL 486 und dem ML 926. Ersteres verarbeitet das von der IR-Empfangsdiode D1 in eine elektrische Spannung gewandelte Signal in pegelstabile PPM-Impulse, die dann vom zweiten IC – das die Steuerlogik und Dekodierung enthält – in die schon erwähnten Motor-Steuersignale überführt werden.

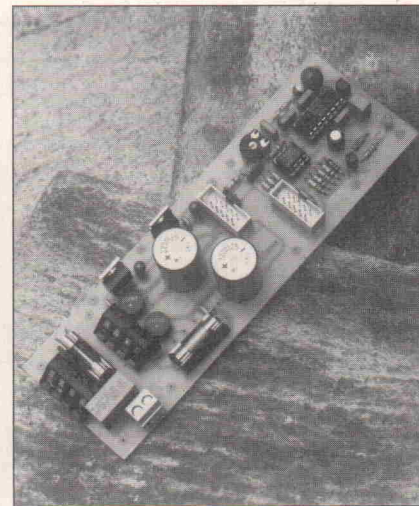
Für einen fehlerfreien Betrieb muß der interne Oszillator des ML 926 mit dem Oszillator des Senders synchronisiert werden. Dies geschieht mit Hilfe von P3. Der Vorgang ist einfach: Während man eine der Sendetasten drückt, dreht man P3 langsam so lange, bis LED 1 im Empfänger aufleuchtet. Die Kodierung der vier Sendeschalter wurde übrigens nicht willkürlich ausgewählt. Beachten Sie, daß das ML 926 einen 4-Bit-Ausgangsbuss hat, um maximal 16 Schalter dekodieren zu können. Wenn eine der Tasten gedrückt wird, sind sowohl B2 als auch B3 auf logisch eins. Somit ergeben sich, wie oben beschrieben, vier Kombinationsmöglichkeiten



Die Leistungs-ICs müssen nur bei sehr großen Motoren gekühlt werden.



Eine bestückte Senderplatine.



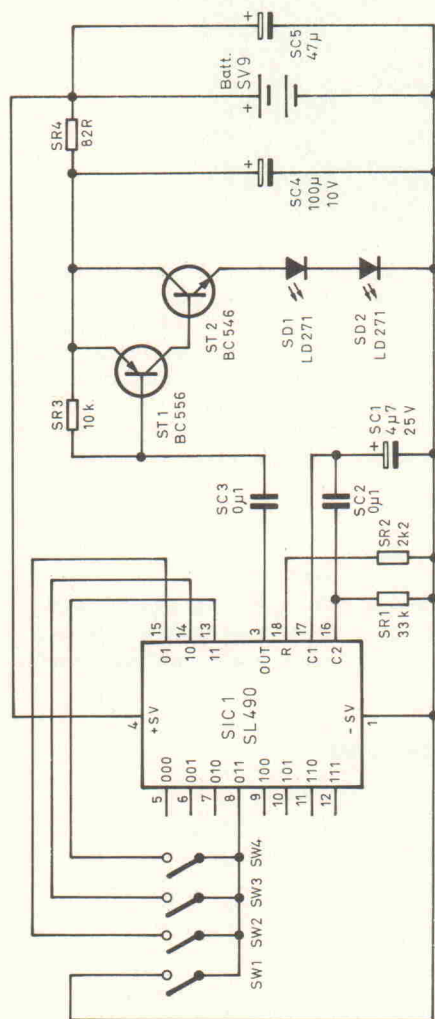
Die Empfängerplatine ist mehrfach teilbar.

für die Ausgangswerte von UP/L und BAL. Die anderen Schaltkombinationen könnten übrigens für weitere Befehle verwendet werden, beispielsweise um eine Fernbedienung für Source, Tape/Monitor und anderes zu implementieren. Natürlich wären solche Erweiterungen nur mit einem komplett neuen Layout machbar.

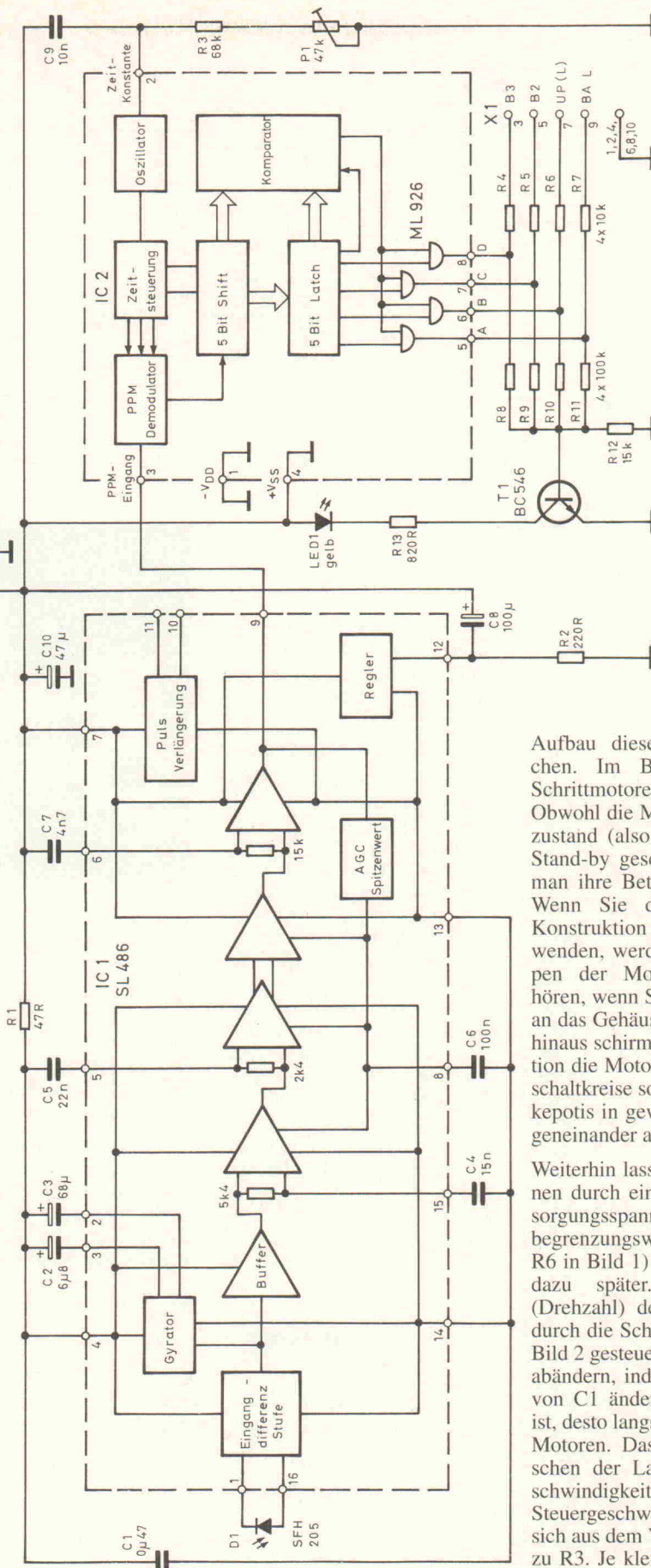
Der Empfänger der Fernbedienung befindet sich mit dem Netzteil zusammen auf einer Platine, wie in Bild 7 gezeigt. Die Schaltlogik erfordert 5 V, der Empfänger der Fernbedienung 12 V, und die Schrittmotoren benötigen je nach Typ Spannungen zwischen 5 und 24 Volt bei Stromstärken zwischen 100 mA und 1 A. Näheres über die Auswahl des Motors lesen Sie im nächsten Abschnitt.

## Motorenauswahl

Sie sollten sich einige Gedanken über den mechanischen



**Bild 4a.** Der Infrarot-Sender hat in der gezeigten Konfiguration einen Aktionsradius auch für größere Wohnzimmer.

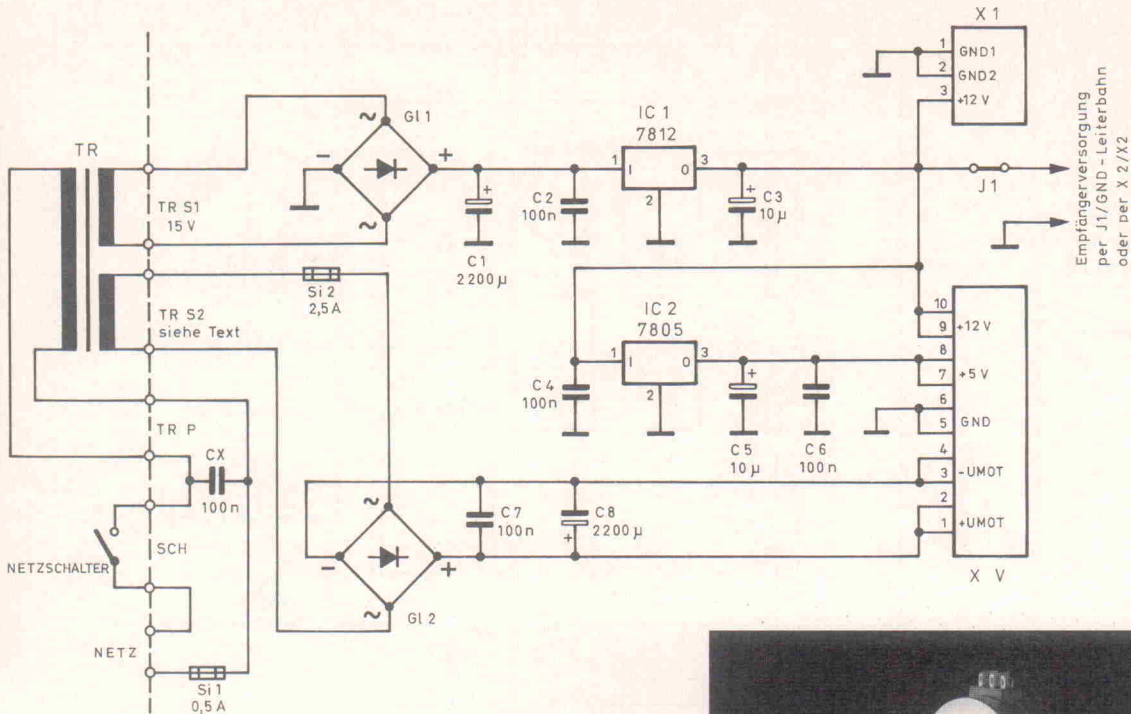


**Bild 4b.** Die Empfängerschaltung sieht zwar beeindruckend groß aus, ist aber fast komplett in zwei ICs untergebracht.

Aufbau dieses Systems machen. Im Betrieb erzeugen Schrittmotoren Vibrationen. Obwohl die Motoren im Ruhezustand (also fast immer) auf Stand-by geschaltet sind, hört man ihre Betriebsbereitschaft. Wenn Sie die mechanische Konstruktion nach Bild 9 verwenden, werden Sie das Steppen der Motoren nur dann hören, wenn Sie das Ohr direkt an das Gehäuse legen. Darüber hinaus schirmt diese Konstruktion die Motor- und die Logikschaltkreise sowie die Lautstärkepotis in gewissem Maße gegeneinander ab.

Weiterhin lassen sich Vibrationen durch eine geeignete Versorgungsspannung und Strombegrenzungswiderstände (R5, R6 in Bild 1) verringern; mehr dazu später. Die Steprate (Drehzahl) der Motoren wird durch die Schaltung um IC4 in Bild 2 gesteuert. Sie können sie abändern, indem Sie den Wert von C1 ändern. Je größer C1 ist, desto langsamer steppen die Motoren. Das Verhältnis zwischen der Lautstärkesteuergeschwindigkeit und der Balancesteuergeschwindigkeit ergibt sich aus dem Verhältnis von R2 zu R3. Je kleiner R2 ist, desto größer ist das Verhältnis.

Die meisten Teile dieses Projekts sind Standardteile und daher sofort verfügbar. Die einzigen Ausnahmen sind eventuel-



**Bild 5.** Die Versorgungsspannung für die Schrittmotoren ist natürlich abhängig von den verwendeten Typen, so daß für die Wicklung S2 unter Umständen ein eigener Trafo eingesetzt werden muß.

## Stückliste

### Motorsteuerung

#### Widerstände:

R1	1M
R2,3	100K
R4	3K3
R5,6	1R
R7	8K2
R8	3K3
R9,10	1R
R11	8K2
R12	10K
R13	560R
R14	390K
R15	560R
R16,17	2K2
R18	10K
R19	560R
R20	390K
R21	560R
R22,23	2K2

#### Kondensatoren:

C1,3,5	10n
C2,4	3n3

#### Halbleiter:

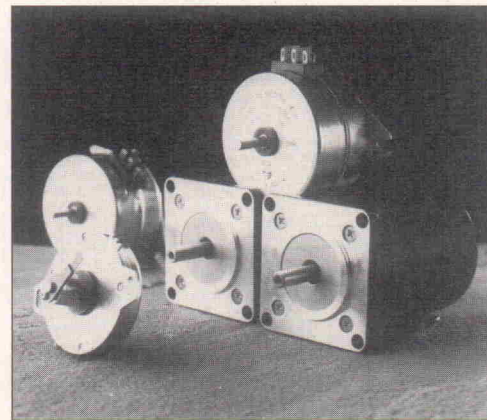
IC1	4070
IC2	4073
IC3	4071
IC4	4007
IC5	4013
IC6,8	SGS298
IC7,9	SGS297
IC10	LM393
IC11	4011
IC12	LM393
IC13	4011
D1,10	1N4148
D2...9	BY297
D11...18	BY297

#### Verschiedenes:

Motoren	siehe Text
Stereo-Potis	

ell die IR-Sende- und Empfangsdioden und die ICs der Motorsteuerung sowie die Schrittmotoren selber.

Viele verschiedene Motortypen sind auf dem Surplus-Markt erhältlich. Sinnvoll für dieses Projekt wären Motoren mit 4 Leitungen (zwei Wicklungen) – sogenannte bipolare Motoren. Motoren mit zwei jeweils geteilten Wicklungen (unipolar, 5 oder 6 Leitungen) können nur unter Einbußen am Drehmoment verwendet werden. Bei diesen Typen sind die mittleren Anzapfungen der Wicklungen einfach frei zu lassen, und im Zweifelsfall ist der Motor eine 'Nummer' größer zu wählen. Die Schrittweite variiert stark zwischen 30 Grad (12 Schritte pro Umdrehung) und 0,9 Grad (400 Schritte pro Umdrehung) oder kleiner. Die beste Auswahl treffen Sie mit Schrittmotoren, wie man sie in Diskettenlaufwerken findet; diese bieten 100



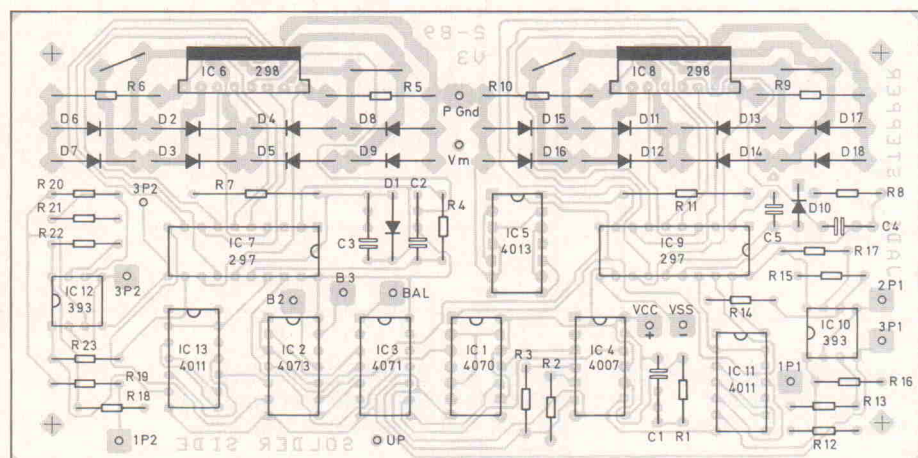
Die Schrittmotoren müssen nicht neu sein, diese hier stammen alle aus dem Surplus-Handel.

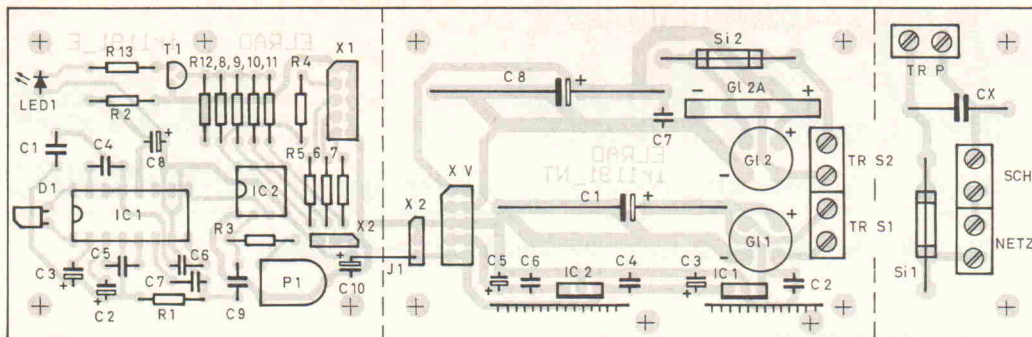
bis 400 Schritte pro Umdrehung bei einem Stromverbrauch von weniger als 1 A bei 5 bis 12 Volt. Wir probierten einige nicht näher identifizierbare Motoren aus der Grabbelkiste eines großen Händlers aus und hatten dabei keinen einzigen, der nicht brauchbar gewesen wäre.

Durch eine möglichst kleine Betriebsspannung arbeiten die Motoren leiser und verbrauchen auch weniger Strom. Die für die Drehung der Potis erforderliche mechanische Kraft ist relativ ge-

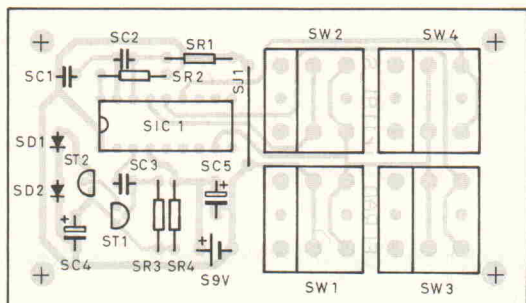
ring. Daher sollten Sie mit der Versorgungsspannung experimentieren. Versuchen Sie herauszufinden, bei welcher Spannung die Potis noch zuverlässig gedreht werden. Dies können Sie testen, indem Sie versuchen, den Motor mit Ihren Fingern zu stop-

**Bild 6.** Die gesamte Steuer- und Leistungselektronik ist auf einer Platine untergebracht.





**Bild 7. Die Empfängerplatine haben wir so ausgelegt, daß sie bei Bedarf in drei Teile aufgetrennt werden kann: IR-Empfänger, Netzteil und Netzschalter.**



**Bild 8. Bei der Montage der IR-Sendediode sollte natürlich auf eine ungehinderte Abstrahlungsmöglichkeit geachtet werden.**

## Stückliste

### Sender

#### Widerstände:

SR1	33k
SR2	2K2
SR3	10K
SR4	82R

#### Kondensatoren:

SC1	4µ7/25V
SC2,3	0µ1
SC4	100µ/10V
SC5	47µ/10V (bei Bedarf)

#### Halbleiter:

SIC	SL490
ST1	BC556
ST2	BC546
SD1,2	LD271

#### Verschiedenes:

SW1...4	Printtaster
Blockbatterie 3V	

pen. Es ist einfach, ein 'Gefühl' für die Kraft zu bekommen, die ausreicht, um ein Poti zu drehen.

Die Strombegrenzungswiderstände bieten eine weitere Möglichkeit der Feineinstellung. (siehe Bild 1). Die Referenzspannung, die an D1 anliegt, wird mit der Spannung an R5 und R6 verglichen, durch die ja der Motorstrom fließt. Da es sich um einen Induktionsmotor handelt, steigt der hindurchfließende Strom beim Einschalten langsam an. Wenn die Spannung an R5(6) die Bezugsspannung an D1 erreicht, schaltet die Elektronik ab, und der Motorstrom sinkt auf Null. Dadurch entsteht ein Sägezahnstrom, dessen mittlerer Wert dem am Netzteil meßbaren Strom entspricht, aber natürlich ist der Spitzenwert höher (bis zu zweimal so hoch). Sie sollten also überprüfen, ob

eine Veränderung der Werte von R5 und R6 die Motorvibrationen verringert. Sie können sie auf den 0,5- bis 2fachen Wert des Motornennstromes einstellen. Die Bezugsspannung an D1 beträgt etwa 0,7 Volt.

### Quellen

- [1] J. M. Didden, *Programmable Audio Attenuator*, *Wireless World*, Mai/Juni 1980
- [2] J. M. Didden, *Audio Components Design: A System Approach*, *Audio Amateur*, 2/88
- [3] Roger Melen, Harry Garland, *Understanding CMOS Integrated Circuits*, 1975, Howard Sams Co, ISBN 0-672-21129-7
- [4] SGS Semiconductor Corp., *US Headquarters*, Phoenix AZ, (602) 876-6100. Fragen Sie nach dem Datenbuch 'Power Linear Actuators'

## Stückliste

### Empfänger

#### Widerstände:

R1	47R
R2	220R
R3	68K
R4,5,6,7	10k
R8,9,10,11	100k
R12	15k
R13	820R
P1	47k (liegend)

#### Kondensatoren:

C1	0µ47
C2	6µ8/Tantal
C3	68µ/Tantal
C4	15n
C5	22n
C6	100n
C7	4n7
C8	100µ/12V
C9	10n
C10	47µ/12

#### Halbleiter:

D1	BPW41N
LED1	gelb
IC1	SL486
IC2	ML926
T1	BC546

#### Verschiedenes:

Pfostenstecker	
IC-Sockel	

## Stückliste

### Netzteil

#### Kondensatoren:

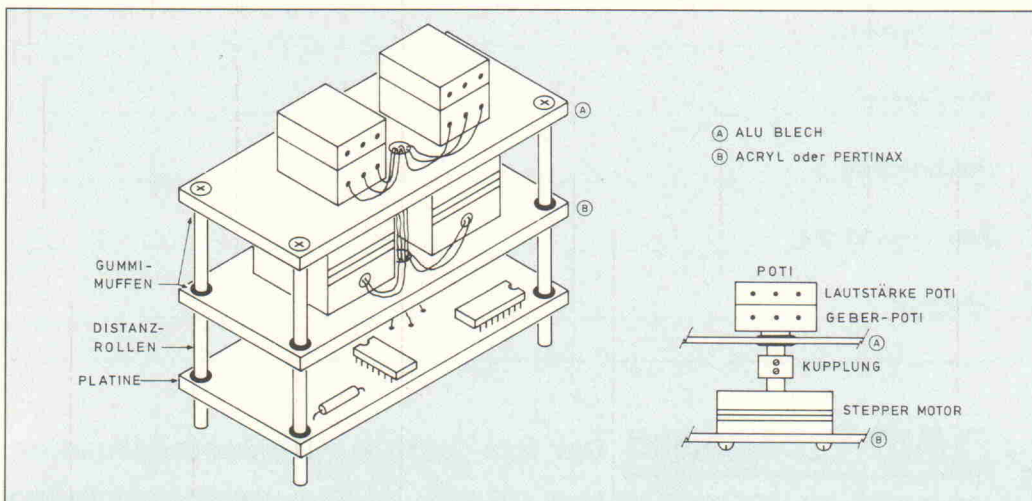
C1	2200µ/25V
C2	100n
C3	10µ/16V Tantal
C4	100n
C5	10µ
C6,7	100n
C8	2200µ, Spannung je nach Motor
CX	100n/630V

#### Halbleiter:

IC1	7812
IC2	7805
GR1,2	Brücke rund B40C1000

#### Verschiedenes:

Schraub/Einlötklemmen	
Sicherungen mit Halter	
Kühlkörper	
Pfostenstecker	



**Bild 9. Platzsparender Zusammenbau von Potis, Motoren und Elektronik.**

## 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

## 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.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## 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.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## 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!

Der kostenlose Ratgeber mit über 1500 Problemlösungen und Anwendungen rund um die EDV, den man einfach haben muß:

- EDV-Zubehör ● Disketten, DC's, Magnetbänder ● EDV-Möbel ● EDV-Papier ● EDV-Verbrauchsmaterial ● Büro-technik ● Kabel ● Daten-kommunikation ● Netzwerk-erweiterungen ● Portable office ● PC-Add-on Lösungen ● u.v.m.

Alle 6 Wochen neu –  
Kostenlos für Sie!

# GRATIS FÜR EDV-ANWENDER

## Der EDV-Zubehör-Katalog, den man einfach haben muß!

Über 1500 Produkte rund um die EDV – alles lieferbar mit den bewährten MISCO-Vorteilen:

- 24 Stunden-Lieferservice
- 30 Tage Rückgaberecht
- Qualitätsgarantien bis zu 10 Jahren
- Günstige Preise

Fordern Sie ihn heute noch an,  
damit Sie kein Geld verschenken!



- 1500 Produkte
- Günstige Preise
- Kostenlose Beratung
- 120 Farbseiten im angeschnittenen A4-Format
- Alle 6 Wochen neu

## 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

## GRATIS-KATALOG-ANFORDERUNG - NUR FÜR GEWERBLICHE ANWENDER -

**Ja**, ich möchte kostenlos und unverbindlich den großen MISCO-Katalog regelmäßig und direkt zu meinen Händen.

Bitte Druckbuchstaben oder Firmenstempel sowie Namen angeben. Anforderungen ohne Namensangabe können nicht bearbeitet werden.

Firma

Abteilung/Position

Vorname/Name (bitte unbedingt angeben)

Straße/Nr. (bitte kein Postfach)

PLZ/Ort

Telefon/Durchwahl

Telefax

Mein PC-System Anzahl Bildschirme Anzahl Drucker

**Einfach kopieren und faxen!**

### Antwort

Bitte mit 60 Pfennig freimachen falls Marke zur Hand

# MISCO

EDV-Zubehör GmbH  
Im Gefierth 14-16

W-6072 Dreieich-Sprendlingen

Senden oder faxen Sie uns Ihre **Gratis-Katalog-Anforderung** noch heute zu. Ihr aktueller **MISCO-Katalog** mit über **1500 praktischen Problemlösungen** wird dann sofort an Sie versandt.

# MISCO

EDV-Zubehör GmbH  
Im Gefierth 14-16  
W-6072 Dreieich-Sprendlingen  
Tel. 06103/305-305  
Fax 06103/305-333

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 überbezahlter 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.

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-Kleinanzeige

## Auftragskarte

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

Abgesandt am

199\_\_

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis

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

## 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 Erziehungsab.)

### 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:

## Flüssigkristallanzeigen (2)

**LC-Displays darf man grundsätzlich nicht mit einer Gleichspannung ansteuern, da in diesem Fall Elektrolyseprozesse den Flüssigkristall zerstören. Auch beim Multiplexen sind die typischen Eigenschaften des Flüssigkristalls zu beachten.**

Für cholesterische LC-Displays verwendet man flüssigkristalline Stoffe mit cholesterischer Phase. Wie aus Bild 10 hervorgeht, stimmt ihr Aufbau in weitem Maße mit dem der DSM-LCDs überein.

### Cholesterische LCDs

In Bild 10 sind die beiden Glasplatten (3) und (6) sowie die Molekularstruktur (5) eines cholesterischen Flüssigkristalls zu erkennen. Der Unterschied zur nematischen LCD besteht darin, daß die beiden Glasplatten an den Außenseiten mit den Polarisatoren (2) und (7) versehen sind. Dabei handelt es sich um Kunststoffolien, die die Eigenschaft besitzen, das Licht in nur einer Wellenrichtung durchzulassen. Die beiden Polarisationsrichtungen weisen untereinander einen Winkel von 90° auf.

Im inaktivierten Zustand (obere Zeichnung) läßt der obere Polarisator diejenigen Lichtwellen passieren, die in seiner Polarisationsrichtung liegen, bevor sie sich längs der Wendeltreppenstruktur der Moleküle fortpflanzen. Als Folge davon drehen sich die Wellenfronten um 90° und verlassen das Anzeigeelement über die untere Glasplatte und den unteren Polarisator.

Schließt man die Segmentelektroden an eine Rechteckspannung ausreichender Größe an, so stellen sich die Flüssigkristallmoleküle in einer Linie auf, die senkrecht zu den

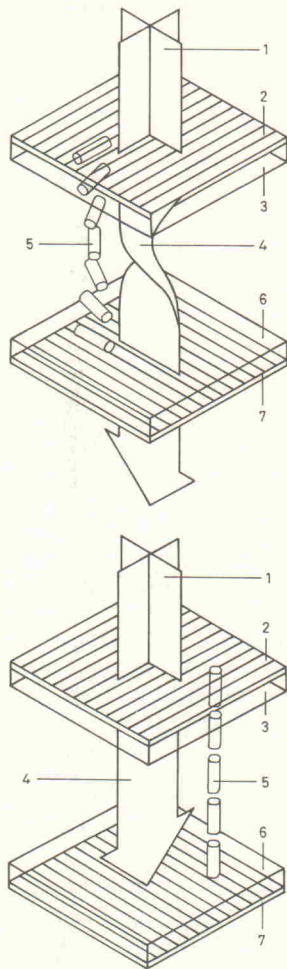


Bild 10. Aufbau und Funktionsweise eines verdreht nematischen LC-Displays.

Glasplatten steht. Folglich bewegen sich die Wellenfronten des Lichts längs der Moleküle fort, so daß keine Drehung der Polarisations-ebene erfolgt. Somit läßt der untere Polarisator die Lichtwellen nicht passieren; das Segment erscheint undurchsichtig, da kein Licht durchgelassen wird. Für diese Art von Flüssigkristallanzeigen existieren verschiedene Bezeichnungen:

- cholesterische LCD;
- verdreht nematische (twisted nematic) LCD;
- Schadt-Helfrich-LCD;
- TN-FEM LCD als Abkürzung von 'Twisted Nematic Field Effect Mode'.

### Vergleich

Die nematische LCD weist den großen Vorteil auf, daß sie auf keine Polarisatoren angewiesen ist, was

sich kostendämpfend auswirkt. Zudem ist es möglich, sehr große aktive Oberflächen zu realisieren, da das Ätzen des Sandwich-Glases zum Ausrichten der Moleküle kein Problem darstellt. Bereits heute kann man nematische Anzeigen mit einer aktiven Oberfläche von nicht weniger als 25 cm × 25 cm herstellen! Dermaßen große Elemente sind insbesondere für die Fertigung von Großbild-Displays für Stadien und dergleichen geeignet.

Der Hauptnachteil dieses Displaytyps besteht jedoch darin, daß in Matrixanzeigen, die aus einer großen Anzahl dicht zusammenliegender Punkte von Segmenten bestehen, ein 'Überstrahlen' auftreten kann: Sobald man einen Punkt der Matrix dunkelschaltet, verdunkeln sich die unmittelbar benachbarten Punkte ebenfalls ein wenig.

Cholesterische LCDs haben allgemein günstigere elektrische Eigenschaften. In Tabelle 1 sind die typischen Daten beider Displaytypen gegenübergestellt.

Gegenwärtig setzt man für Standard-Siebensegmentanzeigen sowie für alphanumerische Displays, die in Meßgeräten und Steuerungen eingesetzt werden, nur noch cholesterische LCDs ein. Den nematischen LCDs bleiben sehr spezielle Anwendungen wie beispielsweise Großbild-Displays vorbehalten.

LCDs sind per Definition passive Anzeigen. Das bedeutet, daß sie selbst kein Licht ausstrahlen, sondern nur durch die Reflexion des einfallenden Lichts oder durch das Durchlassen des Hintergrundlichts in Erscheinung treten. Hinsichtlich der Lichtführung existieren drei praktische Ausführungsformen von Flüssigkristallanzeigen:

- reflektierende LCDs;
- transflektierende LCDs;
- transmissive LCDs.

Die drei Ausführungen sind in Bild 11 schematisch dargestellt.

### Reflektierende LCDs

Wie aus der obersten Zeichnung in Bild 11 hervorgeht, sind reflektierende LCDs an der Rückseite mit einer spiegelnden Oberfläche versehen. Diese Bauelemente werfen also das einfallende Umgebungslicht zurück. Das Licht wird nahezu ungeschwächt durchgelassen, solange das betreffende Displaysegment elektrisch nicht aktiviert ist.

Das auf die elektrisch aktivierten Elemente einfallende Licht unterliegt hingegen einer Streuung. Der kleine Lichtanteil, der den Spiegel erreicht, wird auf dem Rückweg völlig unterdrückt.

Reflektierende LC-Displays sind als Standardanzeigen gegenwärtig in jedem Digitalmeßinstrument anzutreffen. Sie zeichnen sich durch eine typische hellgraue Farbe für den durchsichtigen und durch eine tiefschwarze Farbe für den absorbierenden Anzeigeteil aus.

### Transflektierende LCDs

Verwendet man einen halbdurchlässigen Spiegel als Reflektor (Bild 11 Mitte), so erhält man ein Display, das man sowohl von der Vorder- als auch von der Rückseite beleuchten kann. Mit einer einfachen elektronischen Regelschaltung kann man hier eine Hintergrundbeleuchtung einschalten, sobald die Intensität des Umgebungslichts unter eine bestimmte Schwelle fällt.

Transflektierende LC-Displays sind sowohl bei hoher als auch bei niedriger Lichtintensität ablesbar und benötigen nur dann zusätzlichen Strom für die Hintergrundbeleuchtung.

Tabelle 1. Elektrische Grunddaten nematischer und cholesterischer Flüssigkristallanzeigen.

Kenngröße	nematische LCD	cholesterische LCD
Ansprechspannung	15 V...40 V	1 V...10 V
Strom pro cm <sup>2</sup>	10 µA	1 µA...4 µA
Leistungsaufnahme	100 µW...1000 µW	1 µW...10 µW
Steuerfrequenz	50 Hz...150 Hz	50 Hz...1500 Hz
Einschaltzeit	100 ms	100 ms
Ausschaltzeit	500 ms	300 ms

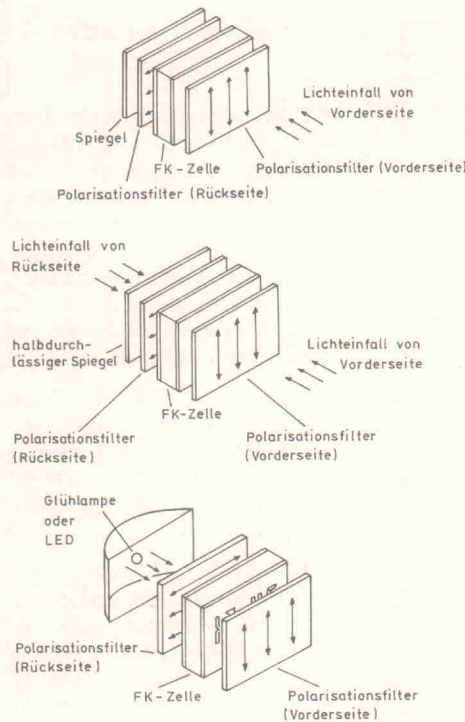


Bild 11. Möglichkeiten der Lichtführung einer FK-(Flüssigkristall-)Anzeige.

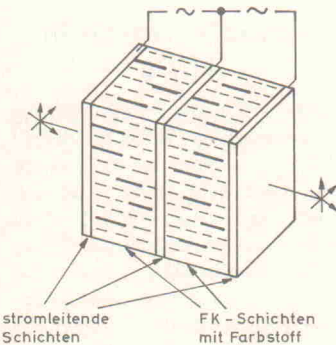


Bild 12. Aufbau einer gefärbten LCD, deren Farbe durch zwei Farb Beimengungen bestimmt wird.

leuchtung, wenn es unbedingt notwendig ist.

## Transmissive LCDs

Da transmissive Flüssigkristallanzeigen keine Reflexionsschicht enthalten, arbeiten sie ausschließlich auf Basis einer beleuchteten Rückseite. Wie aus Bild 11 (unten) hervorgeht, ist hinter dem Display eine Lichtquelle angeordnet. In der Praxis kann diese Lichtquelle aus einer Glühlampe oder aus einigen LEDs bestehen. In den Labors der Hersteller experimentiert man gegenwärtig mit fluo-reszierenden Schichten, die den Vorteil aufweisen, keine elektrische Energie zu benötigen.

## Gefärbte LCDs

Zur Zeit sind auch gefärbte Flüssigkristallanzeigen auf dem Markt erhältlich. Diese arbeiten nach dem 'Guest-Host'-Prinzip (Gast-Gastgeber). Dazu mengt man dem Flüssigkristall Farbstoffmoleküle bei, die etwa dieselbe Form aufweisen wie die Moleküle des Gastgeber-Materials. Durch die Elastizität der verwendeten Stoffe werden die Gast-Moleküle in die gleiche Struktur gezwungen, die auch die übrigen Moleküle einnehmen. Natürlich folgen die Moleküle des Farbstoffs den Bewegungen ihrer Gastgeber, sobald ein Segment an Spannung gelegt wird.

Trotzdem verfügt man noch nicht über allzu viele Farbstoffe, die den erforderlichen Spezifikationen genügen, um in Flüssigkristallanzeigen verwendbar zu sein. Viele Farbstoffe bleichen nach einiger Zeit stark aus, und zudem sind strenge Anforderungen an die Molekularstruktur und die übrigen physikalischen Eigenschaften gestellt. Daher muß man häufig mit Farb Beimengungen arbeiten, um dennoch eine optisch annehmbare Farbe zu erhalten. Bild 12 zeigt einen Schnitt durch eine gefärbte Flüssigkristallanzeige. Das Bauteil besteht aus zwei Sektionen auf cholesterischer Basis. In jeder Sektion wird das flüssigkristalline Material mit einen

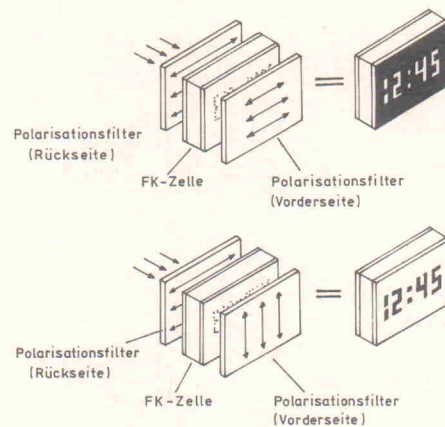


Bild 13. Indem man die Richtung des vorderen Polarisationsfilters um 90° dreht, kann man die Wiedergabe einer LC-Anzeige invertieren.

Farbstoff vermischt. Die mittlere Glasplatte dient als gemeinsame Elektrode oder Backplane für die beiden LCD-Sektionen.

## Invertierende LCDs

Ausgangspunkt der bisher beschriebenen cholesterischen Flüssigkristallanzeigen sind zwei Polarisatoren, deren Ebenen senkrecht zueinander stehen. Als Folge davon färben sich die aktivierten Segmente schwarz (Absorption), die nicht unter Spannung stehenden Segmente bleiben transparent.

Das bedeutet, daß man bei gefärbten LCDs nur schwarze Symbole auf farbigem Hintergrund erhalten kann. Wie aus Bild 10 hervorgeht, dreht sich dieser Effekt um, wenn die Polarisationsfilter in der gleichen Polarisationsrichtung angeordnet sind. In diesem Fall absorbieren die elektrisch nicht aktivierten Seg-

mente das Licht, die aktivierten Segmente werden transparent. Damit kann man also farbige Segmente mit schwarzem Hintergrund erzeugen, was der Ablesbarkeit sehr förderlich sein kann.

Die beiden verschiedenen Ausführungsformen von farbigen Flüssigkristallanzeigen sind der Übersichtlichkeit halber in Bild 13 zusammengefaßt.

## Praktische Ausführungsformen

Die in der Praxis oft verwendete 3 1/2stellige Flüssigkristallanzeige verfügt über einen gemeinsamen Anschluß für sämtliche Segmente. Doch ist hierbei nicht von einer gemeinsamen Anode (CA) oder gemeinsamen Katode (CC) die Rede, sondern von einer Backplane. Der Anschluß für diese Backplane wird von allen Herstellern entweder mit

Bild 14. Anschlußdaten einer typischen 3 1/2stelligen LC-Anzeige.

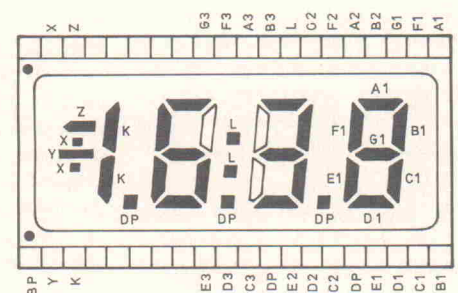
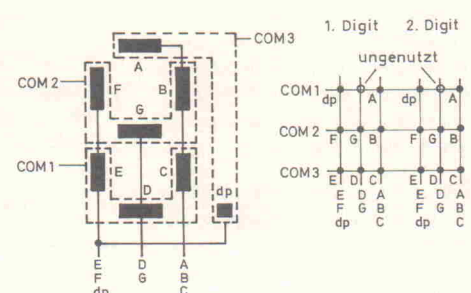


Bild 15. Aufteilung der Elektroden eines LC-Displays mit drei Backplanes und drei Segmentleitungen.



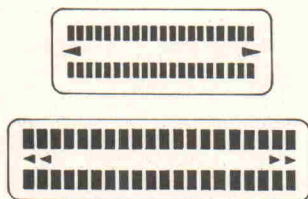


Bild 16. LCDs mit Balkenanzeige, die man beispielsweise als Pegelmesser in der Studientechnik einsetzt.

den Buchstaben BP oder COM bezeichnet. Bild 14 zeigt die Anschlußdaten des Displays 43 D 5 R 03, das dreieinhalb Dezimalstellen, die Dezimalpunkte und das Polaritätszeichen umfaßt.

Wenn die Anzahl der Stellen steigt, arbeitet man meistens mit mehreren Backplanes. Jedoch besitzt hier nicht jede Ziffer einen eigenen BP-Anschluß, wie es bei LED-Indikatoren der Fall ist, sondern man steuert die verschiedenen Backplanes einer LC-Anzeige auf komplizierte Weise gemeinsam mit den einzelnen Segmenten im Multiplexverfahren an.

Als Beispiel ist in Bild 15 (links) eine Matrixstruktur dargestellt, die häufig bei achtstelligen Siebensegmentanzeigen Verwendung findet. Jedes Digit ist an drei Backplanes angeschlossen. Die Segmente C, D und E stehen der ersten Backplane gegenüber, die man in diesem Fall COM1 nennt. Die Segmente B, G und F stehen in Opposition zur Backplane COM2, und das Segment A liegt zusammen mit dem Dezimalpunkt DP auf der Gegenseite der Backplane COM3. Die drei Backplanes bilden die hinteren Elektroden der Sandwich-Konstruktion. Die vorderen Elektroden der Segmente sind auf eine andere Weise miteinander verbunden, und zwar bilden die Elektroden der Segmente A, B und C eine Gruppe, ebenso die Segmente D und G sowie die Segmente E, F und DP.

Die elektrischen Zusammenhänge kann man in Form einer Matrix darstellen, die in Bild 15 (rechts) wiedergegeben ist. Diese Matrix besteht aus drei vertikalen und drei horizontalen Linien; alle Segmente liegen auf den Schnittpunkten dieser Matrix. Das Verfahren, auf dem die Ansteuerung der Segmente basiert, wird in einem späteren Abschnitt noch ausführlich erklärt.

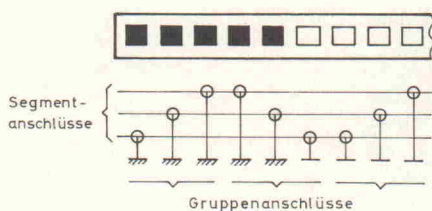


Bild 17. Ansteuerung einer Balken-LCD mit drei Backplanes und drei Segmentleitungen.

Flüssigkristallanzeigen setzt man häufig zum semianalogen Darstellen von Meßwerten ein. Die Anzeige weist dann die Form eines Balkens auf, wobei sich der Balken aus einer großen Anzahl einzelner, in Reihe liegender Punkte zusammensetzt. Ansteigende Meßwerte führen in diesem Fall dazu, daß die Steuerelektronik mehr Punkte aktiviert, so daß die Länge des dargestellten Balkens ebenfalls zunimmt. In Bild 16 sind zwei derartige Flüssigkristallanzeigen zu sehen. Dabei handelt es sich um die Typen LC 513000-300 (oben) und LC 703000-300 (unten).

Auch diese Anzeigen arbeiten in den meisten Fällen im Multiplex-Verfahren, wobei man mehrere Backplanes verwendet. In Bild 17 ist beispielsweise eine Balkendiagrammanzeige dargestellt, deren Segmente über drei Backplanes und drei Segmentleitungen angesteuert werden.

Da man Flüssigkristallanzeigen in nahezu jeder gewünschten Form herstellen kann, eignen sie sich in idealer Weise als Indikatoren in Meldesystemen, beispielsweise im Armaturenbrett eines Autos. Auf solch einer Anzeige sind Alarmanzeigen mit Symbolen für Bremsflüssigkeit, Ölstand, Batterieladung, Tankanzeige und Wassertemperatur zusammengefaßt. Derartige Balken- und Winkelanzeigen akzeptiert und interpretiert ein Mensch häufig leichter als eine digitale Ziffernanzeige. Es scheint den menschlichen Geist doch eine bestimmte Zeit zu beschäftigen, eine in Digitalziffern dargestellte Größe zu interpretieren, es sei denn, er ist von vornherein daran gewöhnt, diese Größe in Form von Ziffern präsentiert zu bekommen. Informationen wie 'Tank fast leer' lassen sich als Piktogramm einfacher ablesen als in Klarschrift; die Geschwindigkeit in km/h kann man hingegen – bei entsprechender Gewöhnung – bequem anhand von Digitalziffern ablesen.

Ein Problem dieser Anzeigen besteht darin, daß eine aktivierte Flüssigkristallanzeige viel weniger auffällt als beispielsweise eine rot blinkende LED. Aus diesem Grund gehen Alarmfunktionen eines LCD-Indikators im allgemeinen mit einer gleichzeitigen akustischen Meldung einher.

## Alphanumerische Displays

Die alphanumerische LCD hat in den letzten Jahren einen großen Aufschwung erfahren. Anzeigen mit einer Kapazität von beispielsweise 8 Reihen mit je 20 Zeichen sind keine Seltenheit mehr. Jedes Digit besteht dabei aus einer Matrix von  $5 \times 7$  Punkten. Insgesamt umfaßt eine derartige Anzeige also  $20 \times 8 \times 7 \times 5 = 5600$  Punkte, die individuell angesteuert werden müssen. Wegen der relativ komplexen Ansteuerung der einzelnen Pixel fertigt man diese Anzeigen grundsätzlich als komplette Einheit mit eingebauter Steuerelektronik. Die Steuerung der Anzeige übernimmt der integrierte Mikroprozessor mit einer Wortbreite von 4 Bit oder 8 Bit.

Meistens verfügen diese Anzeigen noch über spezielle Funktionen wie eine blinkende oder inverse Darstellung beziehungsweise eine vergrößerte Zeichenwiedergabe. Neben dem genormten ASCII-Zeichensatz können die meisten LC-Anzeigen zusätzliche Grafikzeichen darstellen; zudem ermöglichen einige Displays eine softwaremäßige Definition individueller, anwenderspezifischer Zeichen. Derartige Anzeigen setzt man in einfachen tragbaren Computern, elektronischen Schreibmaschinen, medizinischen Geräten oder auch für Werbezwecke ein.

## Mit integriertem Tastsensor

Neben den bereits erwähnten Sensorsystemen, bei denen über dem Flüssigkristall eine zweite Matrix aus horizontalen und vertikalen Drähten angebracht ist, gibt es auch elektrostatisch arbeitende Sensoren. Diese bestehen aus einer elektrostatisch empfindlichen Folie, die über die Flüssigkristallanzeige montiert wird, sowie einer Aus-

wertelektronik, die den elektrostatischen Zustand der Folie bestimmen kann. Sobald man die Folie berührt, geht ein Teil der statischen Ladung, die ständig im menschlichen Körper vorhanden ist, auf die Folie über. Die Elektronik lokalisiert die Stelle, an der sich diese Ladung auf der Folie befindet, und setzt diese Information in einen entsprechenden Steuercode um. Diese Anzeigen eignen sich sehr gut für die Kommunikation zwischen einem technischen System und einem Systemanwender. Auf dem Schirm erscheinen bestimmte Auswahlmenüs, und es reicht aus, die gewünschte Option auf dem Schirm zu berühren, damit das System darauf reagiert.

## Kontrast einer LC-Anzeige

Der Kontrast ist für eine Flüssigkristallanzeige ein entscheidendes Kriterium. Er umschreibt das Lichtbeziehungsweise Reflexionsverhältnis zwischen dem ein- und ausgeschalteten LC-Zustand unter der Voraussetzung, daß die externe Beleuchtung und der Wahrnehmungswinkel konstant bleiben. Für die meisten LCDs liegt dieser Faktor im Bereich zwischen 1 : 10 und 1 : 20. Dies ist in etwa mit dem Kontrast eines Schreibmaschinentextes auf weißem Papier bei Verwendung eines frischen Farbblatts vergleichbar.

Bestimmte Faktoren beeinflussen den Wiedergabekontrast einer LC-Anzeige:

- die Betriebsspannung;
- die Temperatur;
- der Blickwinkel.

## Kontrastfaktor Betriebsspannung

Um den maximalen Anzeigekontrast zu erreichen, ist zwischen den Elektroden einer LC-Anzeige eine bestimmte Feldstärke erforderlich. Den Zusammenhang kann man der Grafik aus Bild 18 entnehmen. Aus dieser Grafik geht hervor, daß sich die Moleküle des flüssigkristallinen Stoffs nicht alle gleichzeitig polarisieren, sondern nur nacheinander. Mit ansteigender Spannung zwingt man immer mehr Moleküle dazu, ihre natürliche Orientierung aufzugeben.

Es existiert eine bestimmte Schwellenspannung  $U_{sch}$ , unterhalb der die

Feldstärke zu gering ist, um den Molekülen ihre Lage aufzuzwingen; ein Anzeigekontrast ist dann nicht vorhanden. Der Schwellenwert liegt bei etwa einem Drittel derjenigen Spannung, die erforderlich ist, um den maximalen Kontrast zu erreichen. Dieses Faktum stellt eine wesentliche Eigenschaft eines LC-Displays dar, die man sich beim Ansteuern einer Flüssigkristallanzeige zunutze macht.

Ebenso existiert eine maximale Schwellenspannung  $U_{sat}$ , bei der alle Moleküle ihre Position eingenommen haben. Der Kontrast weist dann seinen maximalen Wert auf, und es hat keinen Sinn, die Versorgungsspannung darüber hinaus zu erhöhen. Das ist ein großer Nachteil von Flüssigkristallanzeigen, der sich vor allem bei der Multiplex-Ansteuerung von Multi-Digit-Anzeigen negativ auswirkt. LED-Anzeigen hingegen verarbeiten problemlos kurze, aber sehr hohe Stromstöße, wodurch man eine mittlere Anzeigenintensität des Displays erzielt.

## Kontrastfaktor Temperatur

Mit ansteigender Temperatur stellt sich der maximale Kontrast bereits

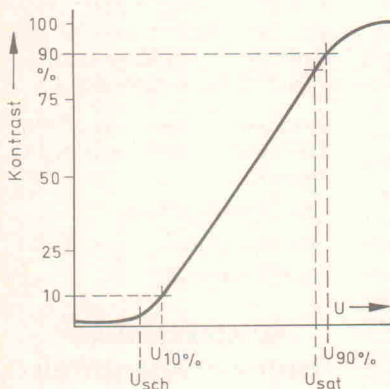


Bild 18. Zusammenhang zwischen dem Kontrast und der Steuerspannung eines LC-Displays.

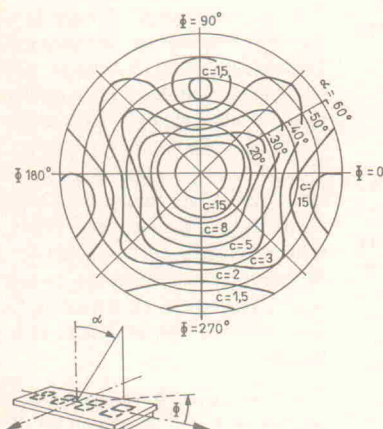


Bild 19. Kennlinienfeld für den Kontrast einer LC-Anzeige als Funktion der beiden Wahrnehmungswinkel.

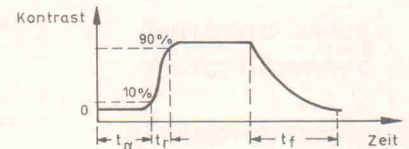
bei niedrigeren Versorgungsspannungen ein. Die Kurve aus Bild 18 verschiebt sich dann nach links, zudem verläuft sie steiler. Die Schaltschwelle  $U_{sch}$  nimmt demzufolge einen kleineren Wert an – ein Umstand, den man bei mehrstufiger gemultiplexter Ansteuerung berücksichtigen muß.

## Kontrastfaktor Blickwinkel

Da Flüssigkristallanzeigen polarisiertes Licht in einer bestimmten Richtung durchlassen beziehungsweise reflektieren, ist der Betrachtungswinkel relativ kritisch. Je schräger man auf eine LC-Anzeige schaut, desto weniger unterscheiden sich die aktivierten Segmente von den nicht aktivierten, der Kontrast nimmt ab. Diese Abhängigkeit des Kontrastes vom Blickwinkel stellt man in Kennlinienfeldern dar, die entstehen, wenn man die Wahrnehmungspunkte gleichen Kontrastes miteinander verbindet. Bild 19 zeigt ein typisches Kennlinienfeld einer Flüssigkristallanzeige als Funktion der beiden angegebenen Betrachtungswinkel.

Im allgemeinen wird man feststellen, daß ein Beobachtungswinkel

Bild 20. Definition der Ein- und Ausschaltzeiten eines LC-Displays.



von  $160^\circ$  zulässig ist, wenn man ein minimales Kontrastverhältnis von 1 : 3 voraussetzt. Das erscheint zwar wenig, aber das menschliche Auge verarbeitet ohnehin maximal einen Kontrastbereich von 1 : 10.

## Betriebsspannung

Gegenwärtig fertigt man Flüssigkristallanzeigen mit effektiven Betriebsspannungen zwischen 1,5 V und 20 V. Das Wort effektiv deutet bereits darauf hin, daß das Ansteuern einer Flüssigkristallanzeige mit einer Wechselspannung erfolgt. Da man in den meisten Fällen eine Impulssteuerung anwendet und damit der Effektivwert eine der wenigen definierten Größen ist, gibt man die Versorgungsspannung einer LCD stets als Effektivwert an.

Die meisten Standard-LCDs erreichen ihren maximalen Kontrast bei einer Spannung von 4,5 V, so daß eine Kompatibilität mit TTL-Schaltungen gegeben ist. Es hat keinen Sinn, höhere Spannungen zu verwenden; als einziges Resultat verkürzt man damit die Lebensdauer der Flüssigkristall-Anzeige erheblich.

## Schaltzeiten

Es ist allgemein bekannt, daß Flüssigkristallanzeigen relativ langsam arbeiten. Führt man einem Segment Spannung zu, verstreicht eine bestimmte Zeit, bevor das Display reagiert. Die gleiche Aussage gilt für den Ausschaltvorgang. Die in Bild 20 wiedergegebene Kurve faßt beide Erscheinungen zusammen.

Nach dem Einschalten eines Segments verstreicht zunächst die Zeit  $t_d$ , bevor es reagiert. Der Wert dieser Verzögerungszeit liegt bei rund 100 ms. Danach steigt der Kontrast in etwa 70 ms von 10 % auf 90 % des Endkontrastes. Man könnte dies als Anstiegszeit  $t_r$  eines LC-Displays bezeichnen. Beim Ausschalten ist keine Verzögerung festzustellen. Der Abbau des Kontrastes erfolgt jedoch relativ träge; die Abfallzeit  $t_f$  einer LCD beträgt im Mittel 230 ms.

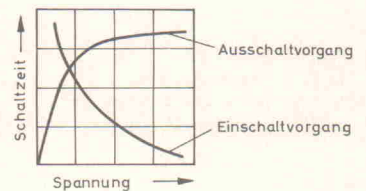


Bild 21. Einfluß der Steuerspannung auf die Ein- und Ausschaltzeiten eines LC-Displays.

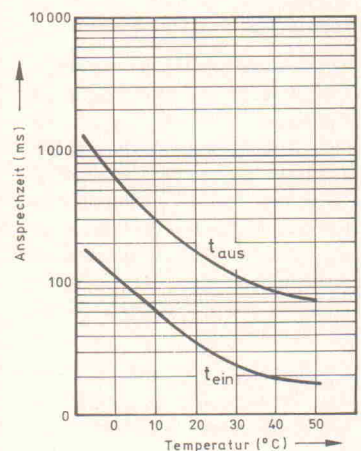


Bild 22. Einfluß der Betriebstemperatur auf die Schaltzeiten einer LC-Anzeige.

Diese Zeiten sind stark von der Versorgungsspannung und von der Betriebstemperatur abhängig. Erhöht man die Versorgungsspannung, so stellt man fest, daß die Einschaltzeit beträchtlich kürzer ausfällt, die Ausschaltzeit aber ansteigt. In Bild 21 ist diese Erscheinung grafisch dargestellt.

Was den Einfluß der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit einer Flüssigkristallanzeige betrifft, kann man feststellen, daß sowohl die Ein- als auch die Ausschaltzeiten wesentlich kürzer ausfallen, wenn die Betriebstemperatur zunimmt. Dieser Zusammenhang ist in Bild 22 dargestellt, wobei die logarithmische Zeitachse zu beachten ist. Die sehr langen Schaltzeiten bei tiefen Temperaturen legen die untere Grenze des Betriebstemperaturbereichs einer Flüssigkristallanzeige fest.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 3/92.

# Der VMEboss

## Teil 2: Aufbau und Test des Elrad-VMEbus-Interface für Atari Mega STE und TT.

Klaus Hitschler

Seit zehn Jahren gibt es den VMEbus, und seit gut einem Jahr gibt es Atari-Rechner, die serienmäßig mit einem sogenannten VMEbus-Steckplatz ausgestattet sind. Seit der letzten Elrad-Ausgabe können Atari STE/TT nun auch als VME-Master auftreten. Damit eröffnet sich für diese Rechner endlich die gesamte Welt des VMEbus.



Projekt

**E**inen Master am VMEbus zeichnet aus, daß er neben ausreichender Treiberleistung vor allem in der Lage ist, als Arbitrator aufzutreten. Das ist der sprichwörtliche Schiedsrichter, der als einziger Teilnehmer eines VMEbus-Systems nach seinen Kriterien anderen anfragenden Mastern eine Zugriffserlaubnis auf den Bus erteilt. Ein weiteres Kriterium für einen VME-Master ist der Requester. Ohne diesen kann er nicht den Bus anfragen und folglich auch nicht zugeteilt bekommen. Beide Einheiten sind auf dem Elrad-VMEbus-Interface integriert, mit dem sich die Rechner der Atari-Mega-STE- und -TT-Serie zu einem vollwertigen VME-Master erweitern lassen. Die Elektronik der Gesamtschaltung verteilt sich auf zwei Europa-karten und wurde bereits im ersten Teil ausführlich beschrieben. Die eine beherbergt eine recht einfache Slave-Anschal-

tung und findet im VMEbus-Steckplatz des Atari ihr Zuhause. Die zweite wird in den Ziel-VMEbus gesteckt und bietet alles, um den Atari masterfähig zu machen. Das Interface verhält sich vollkommen transparent; es ist also keine unterstützende Software zum Betrieb der Karten notwendig.

### Erweiterungen

Die Funktion von J2 (Bilder 5 und 8) unterstützt eine Atari-STE/TT-Besonderheit. Diese Rechner können per Software einen Interrupt auf der Unterbrechungsebene 3 generieren. Leider kann dieser Interrupt in den derzeit vertriebenen Rechnern nicht VMEbus-konform genutzt werden, da der Daten-Transfer-Bus vom potentiellen Interrupt-Handler angefordert werden müßte. Doch dies ist wegen des fehlenden Arbiters unmöglich.

Auf der Slave-Anschaltung kann mittels Steckbrücken gewählt werden, welche Flußrichtung der Interrupt der Ebene 3 geschaltet hat. Dies entspricht auch der Funktion von J2 auf der Master-Anschaltung. Das vom STE/TT erzeugte `_IRQGEN`-Signal wird zum Erweiterungsstecker 'XC' geführt. Mit Hilfe von `IRQGEN*` und einem der VMEbus-Interrupt-Signale `VIRQx*` kann die 'Interrupt-Generator'-Funktion des Mega-STE/TT nachgebildet werden. Dazu ist jedoch die Realisierung eines Interrupt-Handlers auf dem Erweiterungs-Modul notwendig. Auf diese Weise ist es möglich, einen vom STE/TT gesteuerten Interrupter einzufügen.

Die Belegung des Erweiterungssteckers ist in Tabelle 3 aufgeführt. Zum Requester wird zusätzlich das Signal `ROR` geführt. Es ist aktiv, sobald ein Re-

Pin	Reihe-c	Reihe-a
1	VD0	VD8
2	VD1	VD9
3	VD2	VD10
4	VD3	VD11
5	VD4	VD12
6	VD5	VD13
7	VD6	VD14
8	VD7	VD15
9	GND	GND
10	VSYSCLOCK	VSYSFALL*
11	GND	
12	VDS1*	VSYN-RESET*
13	VDS0*	
14	VWRITE*	VAM5
15	GND	
16	VDACK*	VA
17	GND	VAM1
18	VAS*	VAM2
19	GND	VAM3
20	VIACK*	VIRQ7*
21	VIACKIN*	VIRQ5*
22	VIACKOUT*	VIRQ3*
23	VAM4	VA15
24	VA7	VA14
25	VA6	VA13
26	VA5	VA12
27	VA4	VA11
28	VA3	VA10
29	VA2	VA9
30	VA1	VA8
31	IRQGEN*	
32	+5VOLT	+5VOLT

**Tabelle 3. Belegung des Erweiterungssteckers 'XC' des Atari-VME-Interface.**

quester den VMEbus anfordert. Dieses Signal benutzt das GAL, IC18, wenn man den RWD-Requester-GAL zu einem ROR-Requester modifizieren möchte. Mit Hilfe des Erweiterungs-Steckverbinders kann auf die VMEbus-Seite des Interface auch ein zusätzliches Slave-Modul gesteckt werden. Dieses Modul kann (dual-ported) RAM und 'Location Monitors' tragen. Wenn keine Erweiterung benutzt wird, müssen VIACKIN\* und VIACKOUT\* gebrückt werden.

Es sind alle notwendigen Ein- und Ausgangssignale zu IC20, dem Arbiter-GAL, geführt, um in weiteren Versionen einen 4-Ebenen-PRIO-Arbiter realisieren zu können. Die Steckbrücke J6 (Bild 7) läßt sich als Konfigurationsreserve nutzen.

### Aufbau und Test

Stecken Sie zunächst alle Steckbrücken, wie sie in Tabelle 2 als Standard-Konfiguration vorgegeben sind. Besonders zu erwähnen ist hier eine Steckbrücke, die die unterbrochene

## Das VME-Display

Die Firma Pro-VME vertreibt unter dem Namen VDIS ein im eigenen Hause entwickeltes Test- und Diagnose-Modul für den VMEbus, mit dem sich die üblichen Schwierigkeiten bei der Konfiguration, der Inbetriebnahme und dem Test von VMEbus-Einheiten leichter bewältigen lassen.

Die Karte ist als 6-HE-Einheit ausgelegt und berücksichtigt daher sämtliche 32 Adreß- und Datenleitungen. Sie läßt sich auch ohne P2-Busrückwand an einem 16-Bit-VMEbus betreiben. Dann befinden sich jedoch die Signale D16...D31 und A24...A31 in einem undefinierten Zustand. Die Anzeigeeinheit brückt alle Daisy-Chain-Leitungen: IACKIN\* nach IACKOUT\* und BGxIN\* nach BGxOUT\*.

Der Zustand der meisten VMEbus-Signale wird mittels LEDs an der Frontplatte dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit sind sowohl die Adreß- wie auch die Datensignale in Vierergruppen (Nibbles) zusammengefaßt und farblich voneinander abgesetzt. Damit kann eine schnelle Umsetzung der Bitmuster in hexadezimale Ziffern erfolgen.

Eine leuchtende LED zeigt ein aktives Signal an. So leuchtet beispielsweise die LED 'D0'

(Data 0), wenn auf dem VMEbus für das Signal ein Pegel detektiert wurde, der oberhalb der TTL-Schaltswelle liegt. Dagegen leuchtet die LED 'AS\*', wenn der Signalpegel des Adreß-Strobe auf dem VMEbus unterhalb der TTL-Schaltswelle aktiv war.

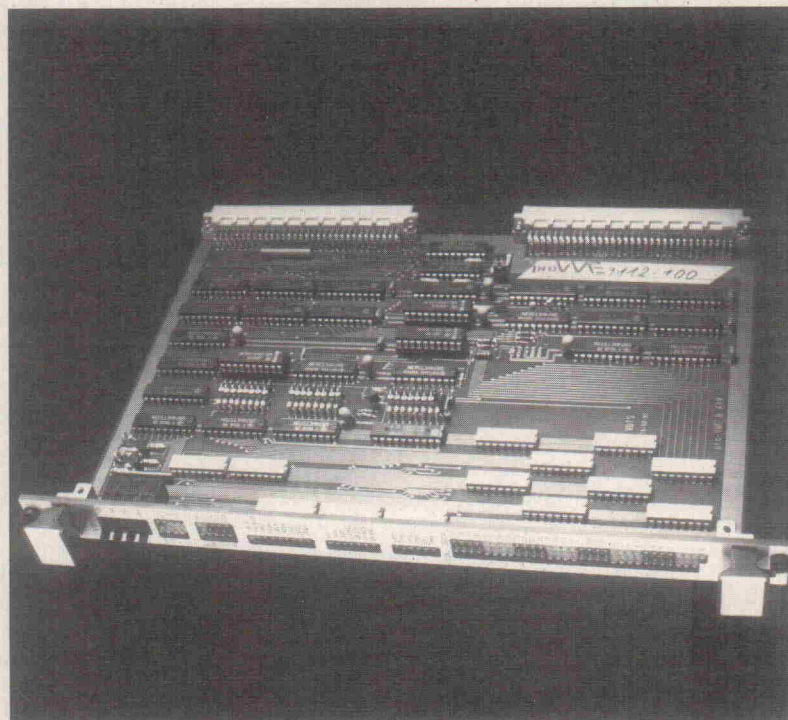
Bestimmte Signale werden zum Abschluß eines VMEbus-Transfer-Zyklus durch die Logik auf der Display-Karte 'gefangen', andere Signale werden über Signalverlängerungen, sogenannte 'Stretcher', auf eine physiologische Erkennbarkeit gebracht. Einige Signale werden einfach statisch dargestellt. Die Tabelle gibt Aufschluß darüber, wie die Display-Logik die einzelnen Signale verarbeitet und anzeigt.

An der Front der Anzeige-Einheit befinden sich drei Schalter und ein Taster. Über die Schalter lassen sich die unterschiedlichen Betriebs-Modi einstellen. Der Schalter 'VD' (VDIS-DACK) aktiviert die Generierung einer Antwort von der Anzeige-Einheit nach Ablauf eines 'Timeouts', dessen Länge sich einstellen läßt. Ist 'VD' aktiviert, antwortet die Karte auf alle Bustransfers, die nicht vor der Ablaufzeit terminieren. Das 'Display' beant-

wortet auch Interrupt-Acknowledge-Cycles.

Befindet sich die Karte im Grundzustand – das heißt, es ist kein besonderer Modus eingeschaltet –, interpretiert die Logik die Ergebnisse aller Bustransfers und erlaubt nur die Anzeige der Neueinträge. So überschreibt ein Byte-Transfer nur das jeweilige Byte auf der Anzeige; alle sonstigen Einträge der Daten bleiben erhalten. Der Schalter 'DA' (Display All) aktiviert den nicht interpretierenden Halte-Modus der Karte. Mit eingeschaltetem 'DA' registriert die Karte nach jedem Bustransfer alle Daten, die zu diesem Zeitpunkt auf dem Bus vorhanden sind, und stellt diese dar.

Der dritte Schalter 'EH' (Enable Halt) aktiviert einen Modus, der im Fehlerfall die Situation auf dem Daten-, Adreß- und Steuer-Bus festhält. In dieser Betriebsart entscheidet der Zustand von 'VD' darüber, was ein Fehlerfall ist, ob die Erzeugung eines 'VDIS-DACK' ('VD' ein) oder ein Busfehler (BERR\*) ('VD' aus) als Auslöser des Haltezustands fungieren. Der Taster 'RH' hebt die Hold-Zustand wieder auf und schärft die Elektronik der Anzeige-Einheit für den nächsten Fehler.



**Die VDIS-Einsteckkarte ist ein nützliches Hilfsmittel bei der Inbetriebnahme und Entwicklung von VMEbus-Karten.**

Pro\_VME  
Wiesenbacherstr. 77  
W-6903 Neckargmünd  
Tel.: 0 62 23/7 31 29  
Fax: 0 62 23/7 18 73

## Einige Adressen der Atari-TT/STE-'SCU'

Adresse: TT/STE	Bedeutung
0xFFFF8E01	SystemInterrupt Mask, Bit 7...1 entsprechen den Ebenen.
0xFFFF8E03	SystemInterrupt State, read only, Bit 7...1 entsprechen den Ebenen.
0xFFFF8E05	System Interrupter, Bit 0 gesetzt generiert einen Systeminterrupt auf Ebene 1.
0xFFFF8E07	VME-Interrupter, Bit 0 gesetzt generiert einen VME-Interrupt auf Ebene 3.
0xFFFF8E09	General Purpose Register 1.
0xFFFF8E0B	General Purpose Register 2.
0xFFFF8E0D	VME-Interrupt Mask, Bit 7...1 entsprechen den Ebenen.
0xFFFF8E0F	VME-Interrupt State, read only, Bit 7...1 entsprechen den Ebenen.

Adressen	TT	MEGA-STE
Standard-Bereich	0xFE000000... 0xFEFFFFFF	0xA00000... 0xDEFFFF
Short-Bereich	0xFEFE0000... 0xFEFFFFFF	0xDF0000... 0xDFFFFFF

Tabelle 4. Einige Adressen der Atari-STE/TT-'SCU'.

IACK-Kette auf dem Erweiterungsstecker 'XC' brückt.

Aufgrund der hohen Taktfrequenz ist es ratsam für alle Treiber-, GAL- und Registerbausteine, Sockel mit integrierten Abblockkondensatoren zu verwenden. Die Slave-Anschaltung ist recht unproblematisch. Der Slave-Teil kann separat getestet werden. Erste Erfolge sind bestimmt schon zu sehen, wenn \_ASI und \_DTACKIN auf den Übergabesteckern verbunden werden und man mit dem simplen Programm 'IF\_TEST' (Listing 4) auf den VMEbus-Bereich des Rechners zuzugreifen versucht. Die grüne LED D3 der Slave-Anschaltung müßte aufleuchten. Dieses Programm fängt auch Bus-Fehler ab und kann daher auch zum Testen nicht funktionsfähiger Schaltungen verwendet werden. Da sich der Zugriff ständig wiederholt, sind die Signale leicht mit einem Oszilloskop zu verfolgen.

Das Master-Interface sollte zum Test als alleiniger Master des Ziel-VMEbus konfiguriert und gesteckt sein. Der Ziel-VMEbus benötigt für das Interface keine  $\pm 12$ -V-Versorgung. In der Regel kann zunächst R8 durch eine Brücke ersetzt werden, und D3 und C3 können unbestückt bleiben. Diese Bauteile verzögern

zusätzlich und sind als 'Reserve' in schwierigen Übertragungssituationen gedacht.

Zunächst sollte die Funktion des Reset-Tasters S1 untersucht werden. Auch ohne angeschlossenen STE/TT müßte ein SYSRESET\* ausgelöst werden können. Ein VMEbus-Display (siehe Kasten) ist bei diesen Tests eine große Hilfe.

Nun werden die Teile durch die beiden Flachbandkabel verbunden, XA nach XA und XB nach XB. Danach müßte sich der Hardware-Reset des STE/TT als SYSRESET\* auf dem VMEbus zeigen. Ein ständiges 'An-Aus' der roten LED D5 zeigt die fehlende SYSCLK an.

Nach diesen Anfangstests kann wieder das Test-Programm gestartet werden. Nun müßte auch die grüne Leuchtdiode D6 auf der Master-Anschaltung aufleuchten. Kein aktives BERR\*-Signal sollte mehr auf dem Ziel-VMEbus meßbar sein, nachdem DS0\* mit DTACK\* auf dem Bus verbunden wurden. Mit dem Oszilloskop kann genau der Ablauf der Buszuteilung und der Bus-Zyklen verfolgt werden. Als Meßpunkte bieten sich in der Reihenfolge BR3\*, BG3IN\*, (BG3OUT\*), BBSY\*, AS\*, DS0\*, DS1\* und DTACK\* (und BERR\*) an.

Für alle weiteren Tests ist ein Slave notwendig. Am besten wäre das VMEbus-Display oder eine Speicherkarte. Damit kann die Konsistenz der Adressen und Daten überprüft werden. Simple RAM-Tests kann man sogar in BASIC mit Hilfe von 'PEEKs' und 'POKEs' schreiben. Ein kleines RAM-Test-Programm in C ist in Listing 5 abgedruckt. Zum Testen der Interrupts ist es notwendig, diese zunächst durch Programmierung des SCU-Chips des STE/TT freizugeben. In Tabelle 4 sind einige Adressen des SCU-Chips und deren Funktionen aufgelistet.

'IF\_TEST' läßt sich zusammen mit einem Oszilloskop auch zum Test der Interrupts verwenden. Wiederum müssen AS\* und DTACK\* des VMEbus verbunden sein, bevor man das Programm startet. Kurzschluß einzelner IRQx\*-Leitungen auf

dem Ziel-VMEbus gegen GND veranlassen den Rechner zu Interrupt-Acknowledge-Zyklen. Der VMEbus selbst legt dabei die Vektoradresse 255 auf den Bus. Dieser Vektor ist von dem kleinen Programm belegt und verzweigt wieder ordentlich zur unendlichen Schleife. Selbst 'unechte Interrupts', das sind Interrupts deren Acknowledge keiner annimmt, fängt die Software ab.

Achtung: Die aktivierte Interrupt-Ebene darf im Status-Register des Prozessors nicht maskiert sein. Ein Oszilloskop kann nun die Signale in der Reihenfolge IACK\*, IACKIN\*, IACKOUT\* darstellen. Anschließend bleibt nichts übrig, als einen vorhandenen Interrupter so zu programmieren, daß er Interrupts erzeugt und einen programmierbaren Vektor auf Anforderung einspeist.

```

;-----
; Einfaches Testprogramm fuer ATARI-VME-Interface
; K.Hitschler, 5.91
; Version 2.0
;
;
; Die Vektoren Bus-Fehler, Spurious Interrupt und
; Vektor #255 werden in die Schleife einbezogen.
; Es wird von Adresse 'ACCESS_LO' bis ACCESS_HI
; wortweise gelesen und geschrieben.
; Falls ein Fehler auftritt, wird der letzte Wert
; erneut geschrieben und verifiziert.
;
; Erstellt mit Turbo-ASM 2.03 (-s Schalter)
;-----

; equates
;-----

; STE:
ACCESS_LO equ $FFA00000 ; Test Zugriffsadresse
ACCESS_HI equ $FFDFFFFE ; obere Adresse

; TT:
; ACCESS_LO equ $FE000000 ; Test Zugriffsadresse
; ACCESS_HI equ $FEFFFFFF ; obere Adresse

V_MASK_R equ $FFFF8E0D ; VME-Irq-Mask-Register
VME_MASK equ $74 ; Irq-Maske bit#6,5,4,3

STAREG equ $2300 ; unser neues statusregister

;-----

CR equ $0d
LF equ $0a
ESC equ 27
NUL equ 0

;-----
; TOS vorgeplaenkel, TEXT-Bereich
;-----

        .TEXT

        import _stkSize ; von TLINK definiert !

start:  lea.l   start-256, a1 ; Start der Basepage
        move.l 12(a1), d1 ; Größe des Textsegments
        add.l  20(a1), d1 ; Größe des Datenseg-

ments  add.l   28(a1), d1 ; Größe des BSS-Segments
        add.l  #256, d1 ; Größe der Basepage

        move.l  d1, -(sp) ; Benötigter Speicher
        move.l  a1, -(sp) ; Startadresse
        clr     -(sp) ; dummy
        move    #74, -(sp) ; Mehrlink
        trap    #1 ; Gemdos

        add.l   a1, d1 ; new stack
        and.b   #$fc, d1 ; gerade Adresse
        move.l  d1, sp ; Stack liegt im BSS

```

```

; Bildschirm löschen:
move.l #cls, -(sp)
move #9, -(sp) ; Cconws
trap #1 ; Gendos
addq.l #6, sp ; Stackkorrektur

move.l #msg, -(sp) ; Text ausgeben
move #9, -(sp)
trap #1
addq.l #6, sp

;-----
; TOS vorgeplankel, ENDE
;-----

; Anwendung
;-----

; Bus-Fehler-Vektor ersetzen
;-----

pea myhandle ; neue Berr-Adr
move.w #2, -(sp) ; die Nummer 8
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren
move.l d0, bus_vec ; alter inhalt

;-----
; Interrupt-Vektor 255 setzen (D0..D7) == 0xFF
;-----

pea myhandle ;
move.w #255, -(sp) ; die Nummer 255
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren
move.l d0, irq_vec ; sichern

;-----
; Spurious-Interrupt_vektor setzen
;-----

pea myhandle ;
move.w #24, -(sp) ; die Nummer 24
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren
move.l d0, spur_vec ; alter inhalt

;-----
; In Supervisor-Mode schalten
;-----

pea 0 ; userstack = superst
move.w #20, -(sp) ; GEMDOS 0x20
trap #1 ;
addq.l #6, sp ; stack korrigieren
move.l sp, stack_store ; brauch ich unten

;-----
; Interrupts erlauben, SCU programmieren
;-----

lea V_MASK_R, a0 ; VME-Irq-Mask-Reg
move.b (a0), old_mask ; sichern
move.b #VME_MASK, (a0) ; mit Maske laden
move.w #STAREG, sr ; interrupts frei

;-----
; Unendlich schleifen
;-----

l_init: clr.l d1 ; d1 initialisieren
lea ACCESS_HI, a1 ;
lea ACCESS_LO, a0 ; Zugriffadr laden

forever: movem.l d0-d1/a0-a1, -(sp)
move.w #2, -(sp) ; von console
move.w #1, -(sp) ; Bconstat
trap #13 ; BIOS
addq.l #4, sp ; stackkorrektur
tst.w d0
bne raushier ; beenden
movem.l (sp)+, d0-d1/a0-a1

move.w (a0), d0 ; lesen
cmp.w d0, d1 ; vergleichen
bne again ; noch mal schreiben
addq.l #1, d1 ; d0 durchzaehlen
move.w d1, (a0) ; schreiben
cmp.l a1, a0 ; am Ende ?
bge l_init ; dann von vorne
bra forever

again: move.w d1, (a0) ; noch mal schreiben
bra forever

;-----
; Bus-Fehler-Vektor ruecksetzen

```

```

;-----
raushier: lea V_MASK_R, a0 ; VME-Irq-Mask-Reg
move.b old_mask, (a0) ; ruecksichern

move.l bus_vec, a0 ; neue Berr-Adr
move.l a0, -(sp)
move.w #2, -(sp) ; die Nummer 8
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren

;-----
; Interrupt-Vektor 255 ruecksetzen
;-----

move.l irq_vec, a0 ;
move.l a0, -(sp)
move.w #255, -(sp) ; die Nummer 255
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren

;-----
; Spurious-Interrupt_vektor ruecksetzen
;-----

move.l spur_vec, a0 ;
move.l a0, -(sp)
move.w #24, -(sp) ; die Nummer 24
move.w #5, -(sp) ; BIOS #5
trap #13 ;
addq.l #8, sp ; stack korrigieren

;-----
; Programm verlassen
;-----

move #0, -(sp)
trap #1

;-----
; Bus-Handler-Routine
;-----

myhandle: move.l stack_store, sp ; stack korrigieren
move.w #STAREG, sr ; interrupts frei
jmp forever ; zur loop forever

;-----
; Initialized DATA Bereich
;-----

.DATA

cls: dc.b ESC, 'E', NUL
msg: dc.b CR, LF, CR, LF, CR, LF
dc.b " small_if_test version 1.0"
dc.b CR, LF, CR, LF
dc.b " Ende: bitte Taste druecken."
dc.b CR, LF, NUL

;-----
; Uninitialized DATA Bereich
;-----

.BSS

spur_vec: ds.l 1 ; alter spurious ...
irq_vec: ds.l 1 ; alter irq-vec-255
bus_vec: ds.l 1 ; alter bus-trap-vec
stack_store: ds.l 1 ; user stack
old_mask: ds.b 1 ; alte irq-maske SCU

.END

;-----
; ENDE von IF_TEST
;-----

```

**Listing 4. IF\_TEST:** Das Programm, mit dem sich die Funktionsfähigkeit der Interface-Karten einfach überprüfen läßt.

```

/*****
/*
/* RAMTEST.C
/*
/* K.Hitschler, 1991
/* Zusatz zu ATARI_VME_INTERFACE
/* Sprache: TURBO-C
/*
/* Aufruf, z.B.: "ramtest 0xA00000 0xB00000"
/* prüft das RAM im ATARI-MEGA-STE über die ATARI-VME-Kopplung
/* von Adresse 0xA00000 bis Adresse 0xB00000.
/*
/* DIE GRENZEN WERDEN NICHT AUF KORREKTHEIT ÜBERPRÜFT !!!!!!!!
/*
/*
*****/

```

```

/*-----*/
/* INCLUDES */
/*-----*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <ext.h>
#include <tos.h>

#define MAXRANGE (double)(0x7FFF) /* maximaler rand()-Bereich */
#define DBG /* DEBUG-Schalter */

/*-----*/
/* HELP_MSG */
/*-----*/
void help_msg(void)
{
    printf("\n");
    printf(" RAMTEST: ramtest grenze1 grenze2 \n");
    printf("\n");
    printf(" grenze1,grenze2 in hexadezimalem Format\n");
    printf("\n");
    printf("<RETURN> \n");

    getchar();
    exit(-1);
}

/*-----*/
/* MAIN */
/*-----*/
int main (int argc, const char *argv[])
{
    unsigned long untere_grenze, obere_grenze;
    unsigned long zwischen_variable;
    double adresse; /* zwischen-adresse in double */
    unsigned char *input_zeiger; /* zeiger auf mein eingabe */

    unsigned char *byte, b_store; /* meine byte, wort, long */
    unsigned int *word, w_store; /* zeiger */
    unsigned long *longword, l_store, l_store_old = 0x5A5A5A5A1;

    /*-----*/
    /* Eingabe prüfen */
    /*-----*/
    if (argc != 3) help_msg();

    /*-----*/
    /* Eingabe lesen */
    /*-----*/
    input_zeiger = (char *)argv[1]; /* 1. argument */
    if (*input_zeiger == '$') input_zeiger++; /* wg. $...-Hex Eingabe */
    if (*input_zeiger == '0') input_zeiger++; /* wg. 0x.. */
    if ((*input_zeiger == 'x') || (*input_zeiger == 'X')) input_zeiger++;
    if (sscanf(input_zeiger, "%lx", &untere_grenze) != 1) help_msg();

    input_zeiger = (char *)argv[2]; /* 2. argument */
    if (*input_zeiger == '$') input_zeiger++;
    if (*input_zeiger == '0') input_zeiger++;
    if ((*input_zeiger == 'x') || (*input_zeiger == 'X')) input_zeiger++;
    if (sscanf(input_zeiger, "%lx", &obere_grenze) != 1) help_msg();

    #ifdef DBG
    obere_grenze = (unsigned long)Malloc(-1); /* allen Speicher zu mir */
    untere_grenze = (unsigned long)Malloc(obere_grenze);

    if (untere_grenze < 0)
    {
        printf("RAMTEST: Nicht genug Speicher im DBG-Modus frei!\n");
        printf("\n<ENTER>\n");
        getchar();
        exit(-1);
    }

    printf("RAMTEST: Debug-Mode ist an, System-RAM-Bereich-Test aktiviert\n");
    #endif

    /*-----*/
    /* Grenzen zuordnen */
    /*-----*/
    if (untere_grenze > obere_grenze) /* dann tausche */
    {
        zwischen_variable = untere_grenze;
        untere_grenze = obere_grenze;
        obere_grenze = zwischen_variable;
    }

    /*-----*/
    /* Grenzen auf Langwort ausrichten */
    /*-----*/
    untere_grenze += 4;
    untere_grenze &= (unsigned long)0xFFFFFFFFCL;

    obere_grenze -= 4;
    obere_grenze &= (unsigned long)0xFFFFFFFFCL;

    if (untere_grenze >= obere_grenze) help_msg(); /* zudicht beieinander */
    /*-----*/

```

```

/* Test ankündigen */
printf("RAMTEST: von %lx bis %lx\n", untere_grenze, obere_grenze);
printf(" Mit Tastendruck gehts weiter!\n");
printf("\n");
printf("\n");

/*-----*/
/* BYTE-TEST */
/*-----*/
printf("\nRAMTEST: Teste bytes ....\n");
do
{
    /* adresse zu-fallen lassen */
    adresse = (double)untere_grenze +
        ((double)rand() * (double)(obere_grenze - untere_grenze)) /
        MAXRANGE;

    /* mein datum erzeugen */
    b_store = (unsigned char)(rand() & 0xFF);
    /* die adresse 'casten' bis sie zusammenpasst */
    byte = (unsigned char *)((unsigned long)adresse);

    #ifdef DBG
    printf("B-ADR: %08lx DAT: %02x\r", (unsigned long)byte, b_store);
    #endif

    *byte = b_store;
    if (b_store != *byte)
        printf("Byte-
Fehler an adresse 0x%08lx Soll: 0x%02x Ist: 0x%02x\n");

} while (kbhit() == 0);
getch();

/*-----*/
/* WORT-TEST */
/*-----*/
printf("\nRAMTEST: Teste words ....\n");
do
{
    adresse = (double)untere_grenze +
        ((double)rand() * (double)(obere_grenze - untere_grenze)) /
        MAXRANGE;

    w_store = (unsigned int)((unsigned long)(rand() & 0xFFFF));
    word = (unsigned int *)((unsigned long)adresse &
        (unsigned long)0xFFFFFFFFCL);

    #ifdef DBG
    printf("W-ADR: %08lx DAT: %04x\r", (unsigned long)word, w_store);
    #endif

    *word = w_store;
    if (w_store != *word)
        printf("Word-Fehler an adresse 0x%08lx Soll: 0x%04x Ist: 0x%04x\n");

} while (kbhit() == 0);
getch();

/*-----*/
/* LANGWORT-TEST */
/*-----*/
printf("\nRAMTEST: Teste longs ....\n");
do
{
    adresse = (double)untere_grenze +
        ((double)rand() * (double)(obere_grenze - untere_grenze)) /
        MAXRANGE;

    l_store = (unsigned long)((double)rand() * (double)rand());
    l_store ^= l_store_old; /* ex-or */
    l_store_old = ~l_store;
    longword = (unsigned long *)((unsigned long)adresse
        & (unsigned long)0xFFFFFFFFCL);

    #ifdef DBG
    printf("L-
ADR: %08lx DAT: %08lx\r", (unsigned long)longword, l_store);
    #endif

    *longword = l_store;
    if (l_store != *longword)
        printf("Long-Fehler an adresse 0x%08lx Soll: 0x%08lx Ist: 0x%08lx\n");

} while (kbhit() == 0);

#ifdef DBG
Mfree((unsigned char *)untere_grenze);
#endif

return(0);
}

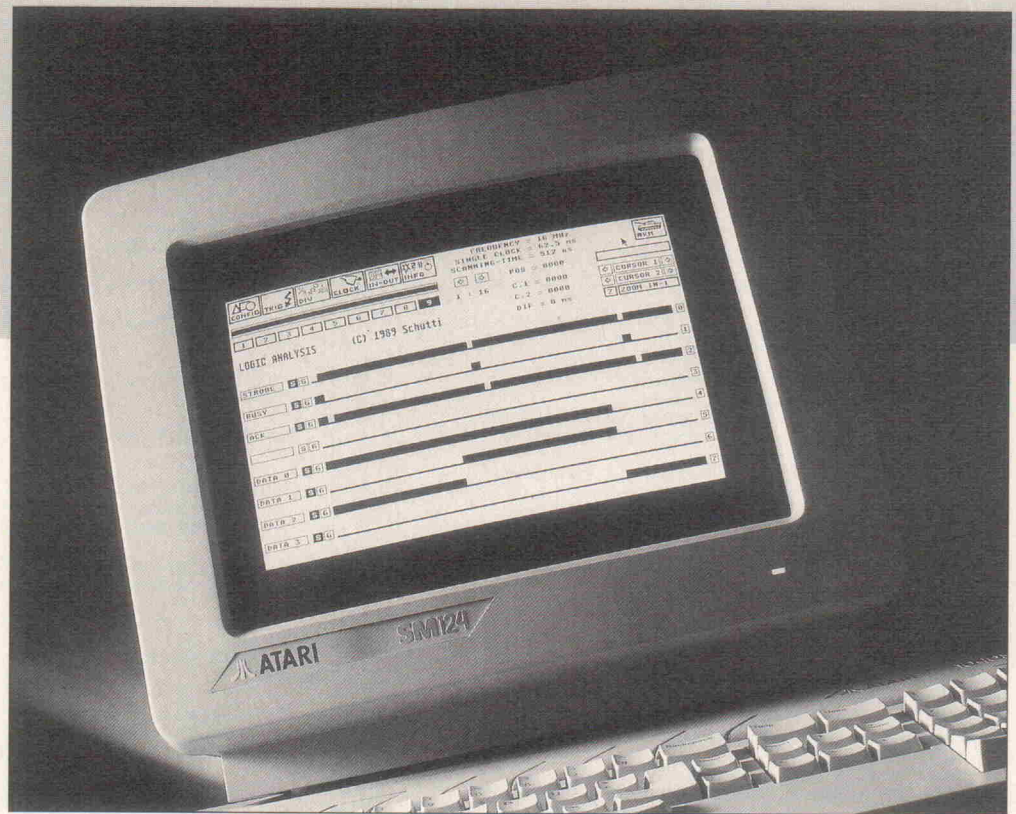
/*
/* Ende von RAMTEST
/*-----*/

```

**Listing 5. RAMTEST.C testet einen RAM-Bereich zwischen oberer und unterer Grenze mit Zufallszahlen und Zufallsadressen.**

**Markus Schutti**

Beim Logik-Analysator ist nicht nur der Datenverkehr zwischen 'drinnen' und 'draußen' gegen Datenchaos zu sichern, sondern es sind auch Vorkehrungen zu treffen, um das interne Miteinander der einzelnen Funktionsblöcke konfliktfrei zu gestalten. Dieses Ziel ist nicht ganz so trivial, wie es auf den ersten Blick aussieht, da auch böswillige Fehler chaotischer Programmierer abgefangen werden sollen.



**B**eim internen Memory-Bus (siehe Blockschaltbild in Heft 1/92) ist darauf zu achten, daß immer zuerst der gewünschte Betriebsmodus gesetzt und dann erst der Trigger armiert wird. Ansonsten würde der Zähler vielleicht schon fertiggezählt haben, bevor das RAM zum Scannen aktiviert wurde! Die Bedeutung der Signale im einzelnen:

**Memory-Bus-TS:** In diesem Fall ist ST3 'Memory-Bus-TS' = HIGH. Alle Bausteine am internen Bus schalten ihre Datenein-/ausgänge auf hochohmig. Bei der Datenflußrichtungs-Umschaltung würde folgendes Problem auftauchen: man kann nicht einfach eine Datenquelle einschalten und eine andere ausschalten. Nach der Spezifikation legt die eine Datenquelle ihre Ausgänge nach beispielsweise 30 ns auf hochohmig, die andere schaltet ihre Ausgänge

aber schon nach 10 ns auf den Ausgang um; man hätte 20 ns lang Chaos auf dem Bus!

Wahrscheinlich würde diese kurze Zeit kaum einem IC Schaden zufügen, aber sicher ist sicher: Das Flipflop (IC30) arbeitet hier als Sicherheitswächter. Um den Betriebsmodus auf dem internen Bus wechseln zu können, setzt man zuerst ST2 'Channel/ Memory-Select' wie gewünscht. Am Bus selbst ändert sich zu diesem Zeitpunkt noch nichts. Nun legt man den gesamten internen Bus mit ST3 'Memory-Bus-TS' = HIGH auf hochohmig. Durch diese LOW-HIGH-Flanke übernimmt das Flipflop (IC30) den zuvor gesetzten Zustand von ST2 'Channel/ Memory-Select'. Wie gesagt, der Bus ist immer noch inaktiv – es kann zu keinem Chaos kommen. Zum Schluß aktivieren wir den Bus wieder, indem

ST3 'Memory- Bus-TS' auf LOW gesetzt wird. Warum die zwei Inverter (aus zwei NAND-Gattern des IC31) vor dem Flipflop (IC30)? Um die Programmierung nicht sonderlich aufwendig zu gestalten, kann man durch diese 'Verzögerungsleitung' den oben beschriebenen Moduswechsel in nur zwei Schritten ausführen.

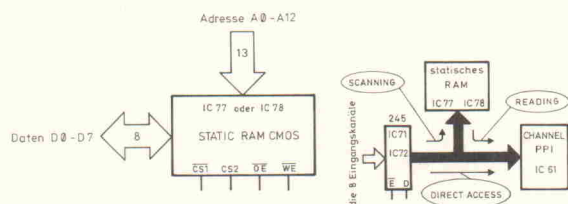
Entsprechend dem Modus 0 der (Master-)PPI 8255 können die einzelnen acht Datenausgänge eines Ports (hier: Port C) 'in einem Aufwasch' geändert werden. Wir können also ST2 wie gewünscht und ST3 gleichzeitig auf HIGH setzen. Der zweite Schritt ist dann nur mehr das Reaktivieren des internen Busses mittels Löschen von ST3. Alles klar?

**Direct Access:** Hierbei wird einfach IC72 enabled (/Channel-OE

## Mögliche Briebsarten des internen Busses

PC0 Transmit/ /Scanning-Select	PC1 Sample/ /Glitch-Transmit	PC2 Channel/ /Memory-Select	/Scanning Enable	/RAM OE	/Channel OE	/Sample Select	/Glitch Select	Mode	Datenfluß
0	0	0	1	0	1	1	0	Reading	Glitch-RAM→PPI
0	0	1	0	1	0	1	1	Scanning	Channel→RAM
0	1	0	1	0	1	0	1	Reading	Sample-RAM→PPI
0	1	1	0	1	0	1	1	Scanning	Channel→RAM
1	0	0	1	0	1	1	0	Reading	Glitch-RAM→PPI
1	0	1	1	1	0	1	0	Direct Access	Glitch-Channel→PPI
1	1	0	1	0	1	0	1	Reading	Sample-RAM→PPI
1	1	1	1	1	0	0	1	Direct Access	Sample-Channel→PPI

Voraussetzung: MEM-BUS-TS = LOW und CHANNEL/MEMORY-SELECT wurde vom Flipflop (IC30) richtig übernommen.



**Bild 1. Blockschaubild und Weichenstellung für den Memory-Bus.**

= LOW) und IC74 enabled (/Sample Select = LOW). Über Port A der Channel-PPI kann dadurch direkt auf die 8 Eingangskanäle zugegriffen werden. Die RAMs werden links liegengelassen. Die Abtastfrequenz dieses

Modus wird durch den Lesetakt auf der Centronics bestimmt und ist dementsprechend gering. Dieser Modus erweist sich in der Praxis dennoch als sehr hilfreich. Die Programmierung des Port C lautet hierzu:

ST0 'Transmit/ /Scanning-Select' = HIGH (d. h. Transmit)

ST1 'Sample/ /Glitch-Select' = HIGH (d. h. Sampledaten)

ST2 'Channel/ /Memory-Select' = HIGH (d. h., Channel sind Datenquelle) ST3 'Memory-Bus-TS' = LOW (nach Setzen des Flipflops)

Wir wollen hier nicht verschweigen, daß es noch einen zweiten Direct Access gibt: ST1 = LOW – dann würde kontinuierlich der Inhalt des Glitch-Detect ausgelesen werden, was natürlich absolut sinnlos ist!

Scanning: Dies dürfte wohl der interessanteste Modus sein. Beim Scannen wird das Sam-

ple-RAM und das Glitch-RAM mit den entsprechenden Daten vollgeschrieben. Daß vielleicht nachher nur das Sample-RAM ausgelesen wird, spielt hier keine Rolle. Die Programmierung des Port C lautet hierzu:

ST0 'Transmit/ /Scanning-Select' = LOW (d. h. Scanning)

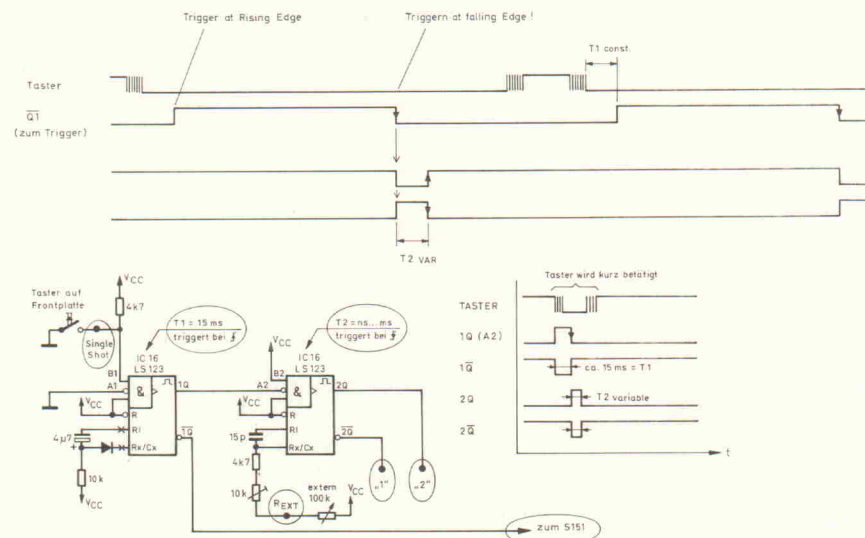
ST1 'Sample/ /Glitch-Select' = X

ST2 'Channel/ /Memory-Select' = HIGH (d. h., die Channel-Boards sind Datenquelle) ST3 'Memory-Bus-TS' = LOW (nach Setzen des Flipflops)

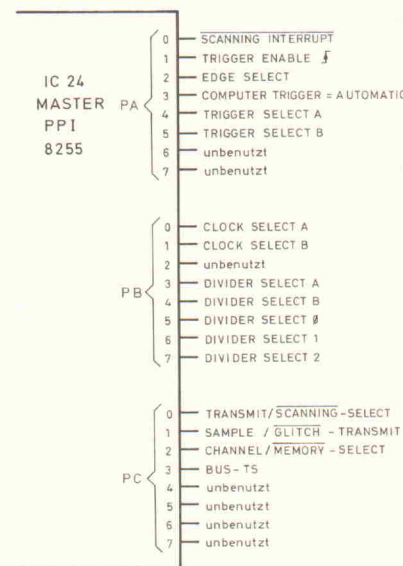
Dadurch wird das Signal /Channel-OE (des LA-Busses) aktiv und /Scanning-Enable (des LA-Busses) ebenfalls auf LOW gesetzt. Dadurch kann das NOR-Gatter (IC76 unbedingt schnelle AS-Ausführung) die Taktleitung Counter-Clock (invertiert) durchlassen, und die RAMs übernehmen die Daten im Takt der Abtastfrequenz.

Reading: Dieser Betriebsmodus wird nach erfolgtem Scannen angewandt, um an die gescannten Daten der RAMs heranzukommen. Es kann wahl-

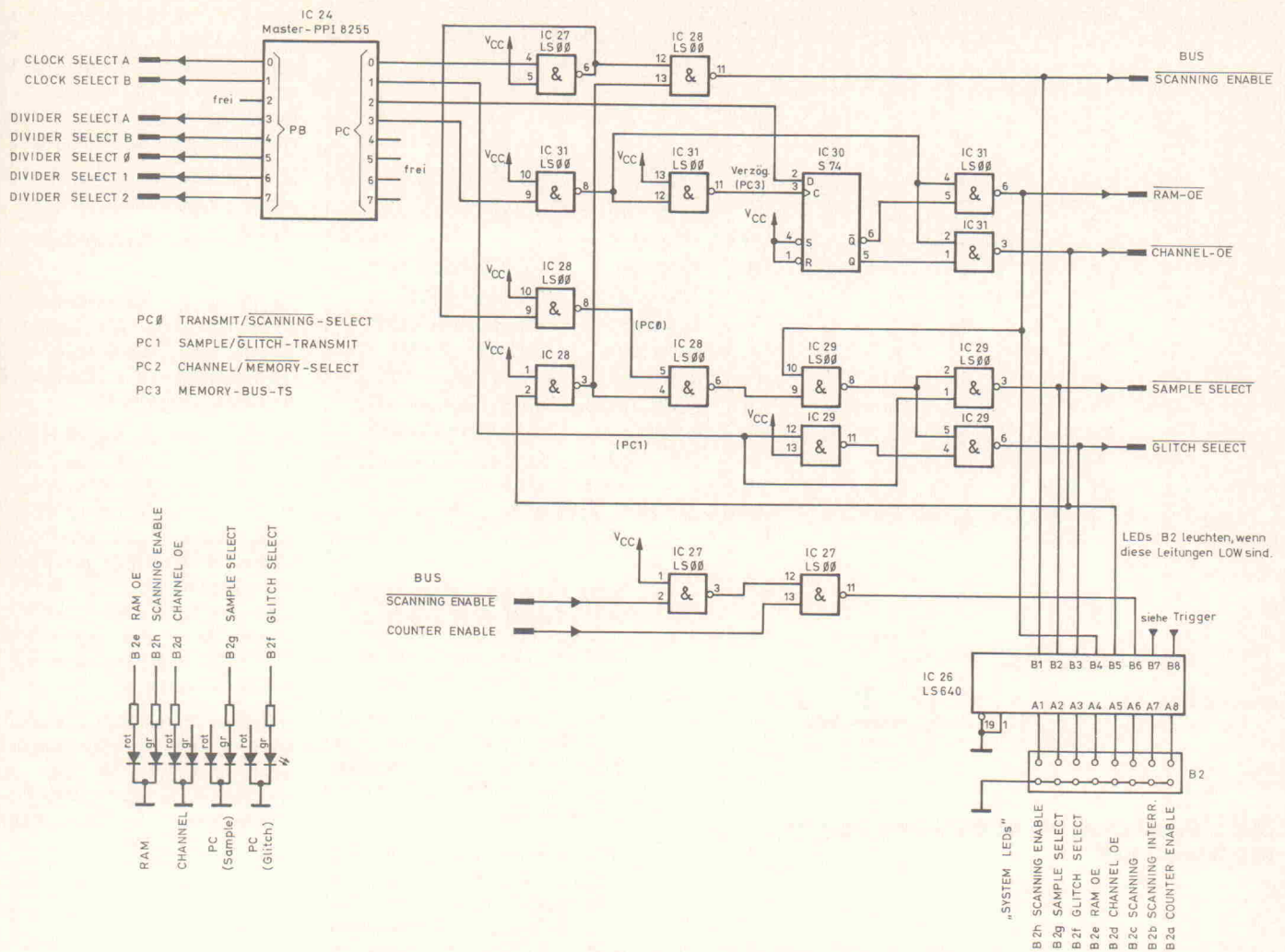
**Bild 2. Triggerschaltung mit den zugehörigen Impulsdiagrammen. Die Hardware befindet sich auf der MASTER-Platine.**



**Bild 4. Die Belegung der drei Ports am 8255.**



wird im Modus 0 betrieben (alle Leitungen als Ausgang geschaltet)



**Bild 3. Auch die logische Verknüpfung des internen Busses ist nicht ganz einfach. Immerhin muß dafür gesorgt werden, daß sich die bidirektionale Centronics nicht selber 'in die Quere' kommt.**

weise das Sample-RAM oder das Glitch-RAM ausgelesen werden; ST1 'Sample/ /Glitch-Select' ist entsprechend zu setzen.

Bei der Entwicklung des LA hatten wir noch Befürchtungen, daß bei Fehlprogrammierung

eventuell IC73 und IC74 gleichzeitig an die PPI senden könnten. Darum haben wir die 10-kOhm-Widerstände eingeschliffen. Die Verknüpfungslogik des Port C fängt aber selbst diese Fehlprogrammierung zuverlässig ab, so daß man getrost auf diese Widerstände verzichten könnte.

Die Programmierung des Port C lautet hierzu:

ST0 'Transmit/ /Scanning-Select' = HIGH (d. h. Transmit)

ST1 'Sample/ /Glitch-Select' = X (Sample- oder Glitch-RAM)

ST2 'Channel/ /Memory-Select' = LOW (d. h., die RAMs sind Datenquelle)

ST3 'Memory-Bus-TS' = LOW (nach Setzen des Flipflops)

### Daten-Ampel

Datenquellen/Datensenken: Im Blockschaltbild Memory-Bus wird die Datenflußrichtung auf dem internen Bus für jeden Betriebsmodus dargestellt. An dem internen Bus können folgende Datenquellen auftreten:

Channel (Sample) (IC72) und/ oder (IC72)

Channel (Glitch) (IC71)

Sample-RAM (IC78)

Glitch-RAM (IC77)

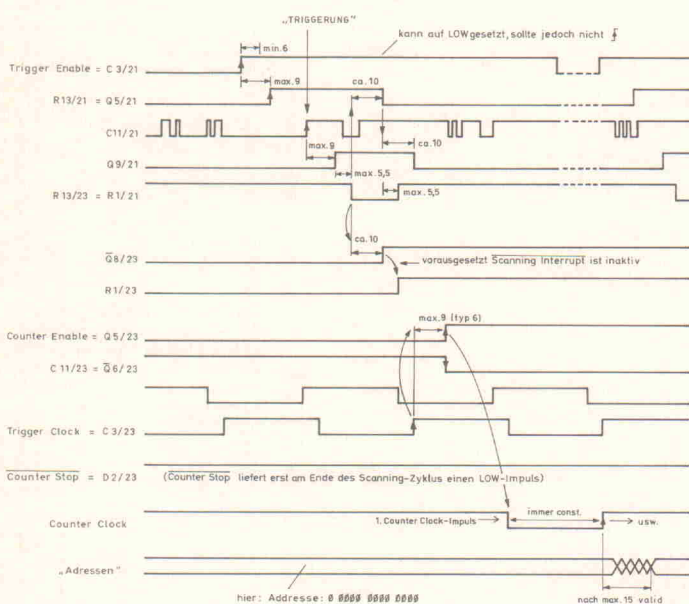
und folgende Datensenken:

Sample-RAM (IC78) und Glitch-RAM (IC77)

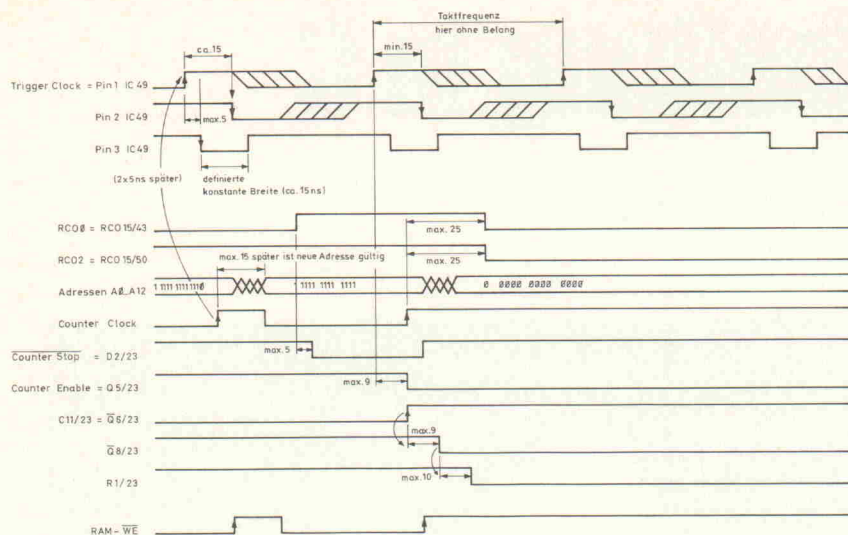
ST (Sampledaten über PPI (IC74))

ST (Glitchdaten über PPI (IC73))

**Bild 5. Das Timing für den Startzyklus.**



**Bild 6. Das Timing-Diagramm des Stop-Vorgangs.**



Beispiel:

'CHANNEL'-Duo-LED leuchtet rot, 'RAM'-Duo-LED leuchtet grün

Modus: Scanning; der LA scannt die Eingangskanäle in (beide) RAMs.

Beispiel: 'CHANNEL'-Duo-LED leuchtet rot, 'ST (Sample)'-Duo-LED leuchtet grün

Modus: Direct Access; der ST greift direkt auf die Eingangskanäle zu.

## BUS-Platine

Auch wenn in diesem Heft der Bestückungsplan und die Tabelle für die Bus-Platine noch nicht veröffentlicht werden können, bringen wir hier doch schon die dazugehörigen Erklärungen:

Auf der BUS-Platine werden die Signale des LA-Busses von Platine zu Platine transportiert. Auf dem dazugehörigen Diagramm sind alle Signale aufgelistet und zusätzlich die Herkunft dieser Signale angegeben. Der Pfeil deutet an, welche Platinen dieses Signal benötigen.

Besondere Aufmerksamkeit sollte man dem schnellen Adreß-Bus (A0...A12) schenken. Auf der Leiste c) werden die Adressen transportiert und dazwischen immer eine Masseleitung – Leiste a).

Die COUNTER-Platine (Signalquelle der 13 Adreßleitungen) findet rechts außen Platz. Nach links gehend, finden dann die MEMORY-Platinen (Empfänger der 13 Adreßleitungen) Platz. Und zum Schluß wird dieser Adreß-Bus ordnungsgemäß abgeschlossen (... ein wunderbarer reflexionsfreier Bilderbuch-Bus).

Die Adressen werden von der INTERFACE- und MASTER-Platine nicht benötigt und daher vom Adreß-Bus abgetrennt. Die Leitungen 10c bis 22c stehen der INTERFACE- und MASTER-Platine frei zur Verfügung. Und prompt meldet sich das Signal /Master-PPI-CS an, das auf der Leitung 10c von der INTERFACE- zur MASTER-Platine übertragen werden möchte.

Ansonsten enthält die BUS-Platine nur jede Menge Masseflächen. Die Masse sollte gesondert per angelötetem Kabel zugeführt werden. Ebenso der V<sub>cc</sub>-Anschluß für die 13 1-kΩ-Abschlußwiderstände.

## Stückliste

### MASTER-Platine

#### Widerstände:

10 k	1x
4k7	3x
10 k	Poti

#### Kondensatoren:

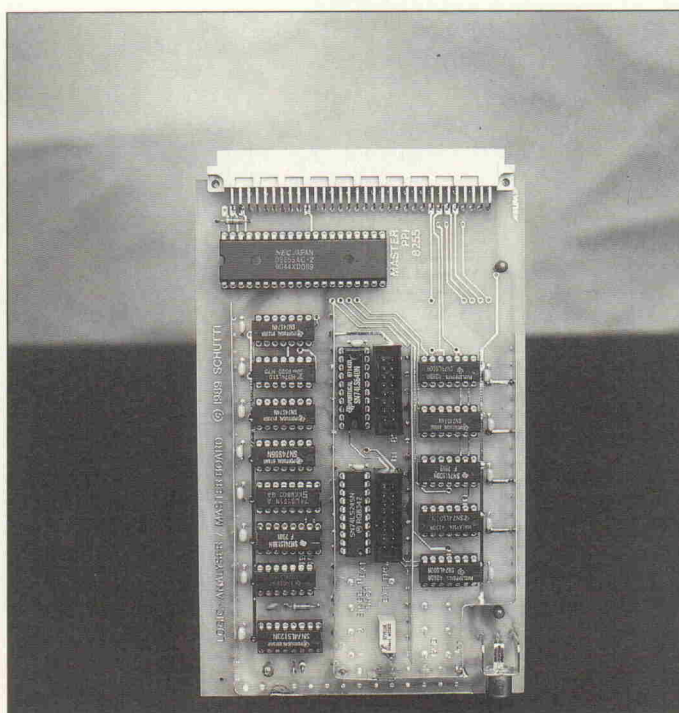
15 p	1x
100 nF	15x
4µ7	1x
10 µ	2x

#### Halbleiter:

IC16	74LS123
IC17	74ALS14
IC18	74LS138
IC19	74S151
IC20	74S86
IC21	74S74
IC22	74S10
IC23	74S74
IC24	PPI 8255
IC25	74LS245
IC26	74LS640
IC27	74LS00
IC28	74LS00
IC29	74LS00
IC30	74S74
IC31	74LS00

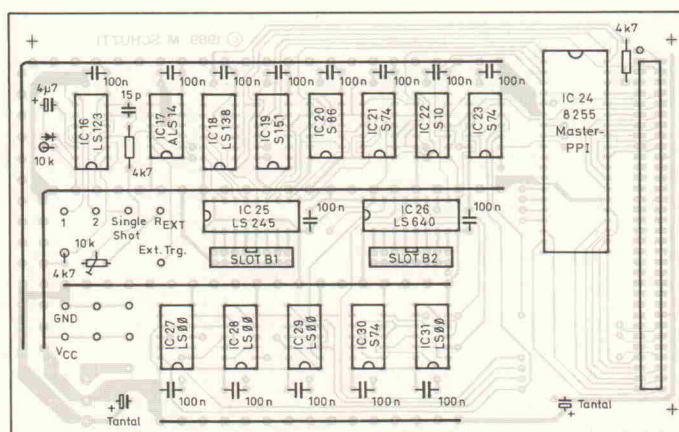
#### Verschiedenes:

Pfostenstecker, männlich, 16polig  
VG-Leiste, 2 x 32polig  
Lötnägel  
Stromschienen  
IC-Fassungen



**Bild 8. Eine bestückte MASTER-Platine.**

**Bild 7. Bestückungsplan der MASTER-Platine.**



Diese Datenquellen und Datensinken werden durch die Duo-LEDs des Slot B2 angezeigt. Rotes Licht bedeutet Datenquelle, grünes Licht Datensenke.

Beispiel:

'RAM'-Duo-LED leuchtet rot, 'ST (Sample)'-Duo-LED leuchtet grün

Modus: Reading; der ST liest die gescannten Daten des Sample-RAM.

Beispiel:

'RAM'-Duo-LED leuchtet rot, 'ST (Glitch)'-Duo-LED leuchtet grün

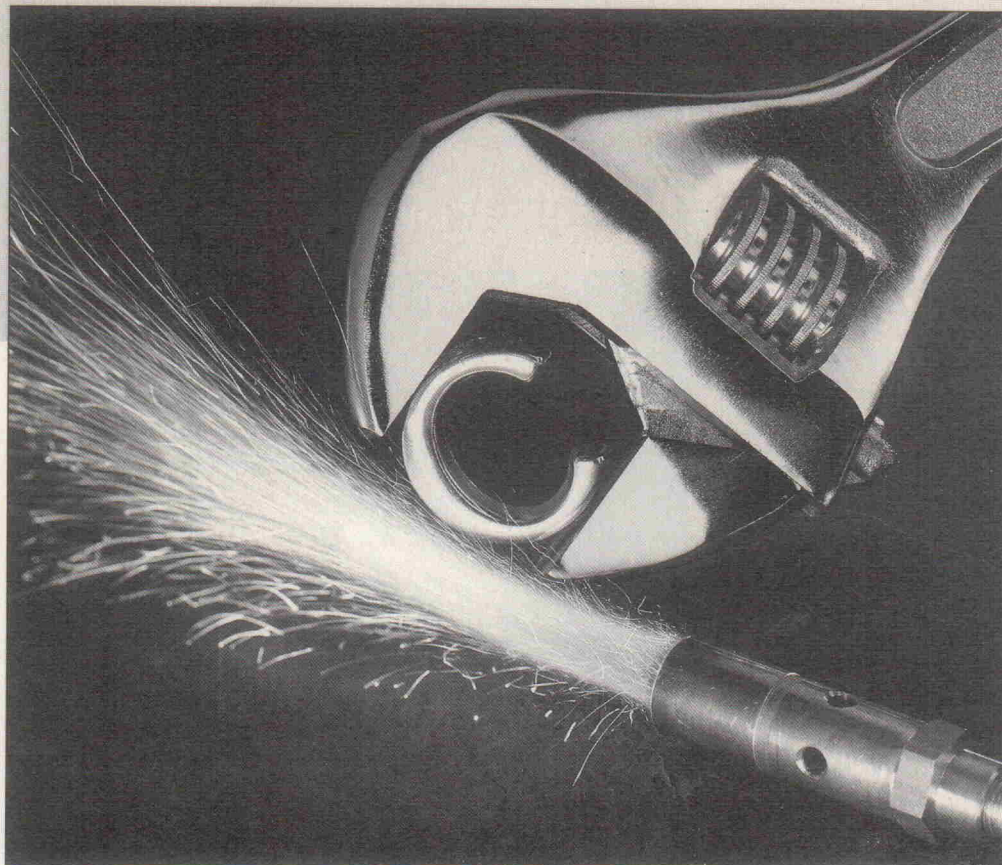
Modus: Reading; der ST liest die gescannten Daten des Glitch-RAM.

# Signalverarbeitung in C

## Teil 9: Digitale Version eines Bandpasses

**Howard Hutchings**

Nach der einführenden Beschreibung digitaler Filter in der letzten C-Folge kommt Howard Hutchings in diesem Serienabschnitt zu Designverfahren für die Erstellung eines digitalen Bandpasses.



**H**ängt das aktuelle Ausgangssignal von den vorangegangenen Werten ab und werden diese Werte zu den aktuellen oder vorangegangenen Eingangssignalen addiert, handelt es sich um ein rekursives Filter. Ein digitales Filter kann in rekursiver Form realisiert werden, wenn die Übertragungsfunktion nur Pole außerhalb des Ursprungs der  $z$ -Ebene hat.

### Pole und Nullstellen

Wie gezeigt, wird solch ein Filter durch eine Impulsantwort beschrieben, die eine unendliche Anzahl von Termen enthält. Der periodische Ausdruck:

$$y(n) = Ax(n) + By(n-1)$$

beschreibt ein sinnvolles rekursives Verfahren, einen einfachen Tiefpaß zu implementieren. Um einen besseren Ein-

blick in das Systemverhalten zu ermöglichen, muß zunächst das mathematische Handwerkszeug um das Konzept der Pole und Nullstellen erweitert werden, das sich unter dem Mantel der Transformationen verbirgt.

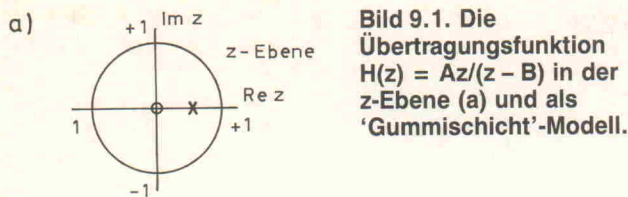
### $z$ -Ebenen-Modell

Die Charakteristik eines linearen digitalen Systems kann in Termen der Übertragungsfunktion  $H(z)$  beschrieben werden. Dies ist generell möglich, da für die komplexe Variable  $z$  einige Werte existieren, für die  $H(z)$  gegen unendlich geht oder  $H(z)$  zu Null wird. Diese Werte bezeichnet man auch als Pole und Nullstellen.

Pole und Nullstellen repräsentieren kritische Frequenzen, an denen etwas Bedeutendes mit der Übertragungsfunktion geschieht: Die Funktion ändert

ihre Eigenschaften, wenn  $z$  sich ändert. Unglücklicherweise kann man diese Aussage nicht beweisen, ohne in die höhere Mathematik abzugleiten. Das soll aber nicht das Ziel dieser Artikelserie sein. Wer jedoch die folgenden Tatsachen als gegeben hinnimmt, der soll mit einem besseren Verständnis des Frequenzverhaltens digitaler Filter belohnt werden.

Kein reelles System kann mehr Nullstellen als Pole aufweisen. Um sicherzustellen, daß ein System stabil ist, muß der Entwickler gewährleisten, daß die Pole und Nullstellen auf oder besser noch innerhalb des Einheitskreises der  $z$ -Ebene liegen. Natürlich diktiert die Lage der Pole und Nullstellen das Verhalten des Systems. Der Operator  $z$  wird verwendet, um im gewählten mathematischen Modell zeitliche Verzögerungen auszudrücken. Bei Anwendung dieses



**Bild 9.1. Die Übertragungsfunktion  $H(z) = Az/(z - B)$  in der z-Ebene (a) und als 'Gummischicht'-Modell.**

Operators auf den vorgeschlagenen periodischen Zusammenhang darf man schreiben:

$$Y(z) = AX(z) + Bz^{-1}Y(z)$$

Damit kann die Übertragungsfunktion  $H(z)$  folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$H(z) = Y(z)/X(z) = Az/(z - B)$$

Eine nähere Betrachtung zeigt einen einzigen Pol bei  $z = B$  und eine Nullstelle im Ursprung. Eine bessere Vorstellung von diesen äußerst geistreichen Gleichungen kann man vielleicht erlangen, wenn man den Betrag von  $H(z)$  grafisch so darstellt, daß er eine Fläche aufspannt. Natürlich kann das nicht für sämtliche Werte von  $H(z)$  geschehen, sondern nur die im interessanten Bereich, und das sind die Werte, an denen  $H(z)$  unendlich wird: die Pole. Man stelle sich eine Gummischicht vor, die die z-Ebene überspannt. An der Stelle  $z = B$  steigt die Oberfläche bis auf unendlich an, als wenn sich an diesem Punkt ein riesiger Pfeiler unter dem Gummi befinden würde. Die Nullstelle im Ursprung 'klebt' das Gummi am Boden fest. Diese leicht verständliche geometrische Darstellung ist in Bild 9.1 gezeigt.

## Frequenzantwort und z-Operator

Die Verwendung des z-Operators zur Abbildung von Zeitverzögerungen erlegt der Form von zeitverschobenen Signalverläufen keine Beschränkungen auf. Die komplexe Variable  $s = \alpha + j\omega$  im Ausdruck  $e^{sT}$  berücksichtigt diese Tatsache.

In unserem Anwendungsfall interessiert nur, wie ein digitales Filter Sinusschwingungen verarbeitet. Daher kann man die originale Definition von  $s$  etwas lockern und den Exponent ausrangieren.

Dies bedeutet, daß  $z$  durch den Zeiger  $z = e^{sT}$  dargestellt wird. Die Übertragungsfunktion  $H(j\omega)$  stellt eine komplexe Zahl dar und beschreibt das sinusförmige Systemverhalten in einem mathematischen Modell.

Betrachtet man nur die Verarbeitung von sinusförmigen Signalen, kann die Übertragungsfunktion des Filters folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$H(j\omega) = (Ae^{j\omega T}) / (e^{j\omega T} - B)$$

Die Anwendung der Eulerschen Regel, um den Ausdruck in Real- und Imaginärteil zu spalten, ergibt:

$$H(j\omega) = \frac{A[\cos(\omega T) + j\sin(\omega T)]}{\cos(\omega T) - B + j\sin(\omega T)}$$

Die komplexe Übertragungsfunktion ist einfach nur eine Methode, Amplitude und Phasenverlauf kurz und bündig in einem einzigen Ausdruck zu beschreiben. Um den Betrag der Frequenzantwort zu erhalten, multipliziert man  $H(j\omega)$  mit  $H^*(j\omega)$  der konjugiert komplexen Übertragungsfunktion und zieht aus dem Produkt die Wurzel. Für diesen Fall ist der Betrag der Frequenzantwort durch folgende Gleichung gegeben.

$$|H(j\omega)| = A / [(\cos(\omega T) - B)^2 + \sin^2(\omega T)]^{0.5}$$

Die Phasenantwort des Filters – oder um genau zu sein, das Argument von  $H(j\omega)$  oder kurz  $\text{Arg}[H(j\omega)]$  – ist einfach der Phasenwinkel des Zählers minus dem Phasenwinkel des Nenners.

Um die Formel effizient nutzen zu können, sollte man seine Aufmerksamkeit auf die geometrische Bedeutung der komplexen Zahl

$$z = e^{j\omega T} = \cos \omega T + j\sin \omega T$$

lenken. Der Betrag ist ständig eins, und der Winkel  $\omega T$  hängt von  $\omega$  ab ( $T$  ist einfach der Kehrwert der Abtastfrequenz  $1/f_s$ ). Somit beschreibt  $z$  einen Kreis um den Ursprung der z-Ebene, dessen Radius gleich 1 ist. Da die höchste Frequenz, die wir ohne Aliasing verarbeiten können, der halben Abtastfrequenz entspricht, ist nur der Bereich von  $0 < \omega < \pi/T$  von Interesse, was einen Halbkreis beschreibt.

Bild 9.2 zeigt den Betrag und die Phasenantwort des Tiefpas-

ses mit der vorgegebenen Gleichung:

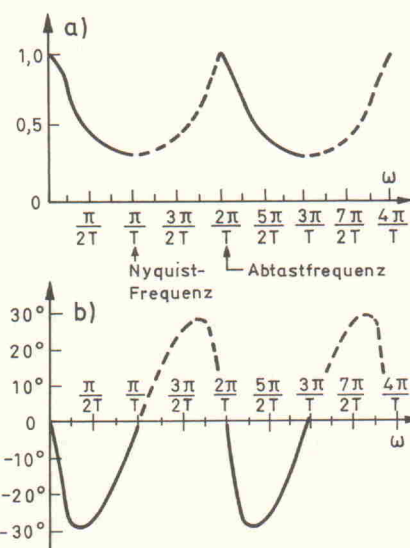
$$y(n) = 0.5 \cdot x(n) + 0.5 \cdot y(n-1)$$

Dieses Beispiel zeigt, wie man ein digitales Filter über Pole und Nullstellen entwerfen kann. Das Verhalten des Filters läßt sich recht einfach geometrisch bestimmen, ohne sich in komplexe Zahlen zu flüchten. Die Unkompliziertheit dieses Verfahrens macht das Ganze attraktiv und mit etwas Praxis geht das Skizzieren der Pol-Nullstellen-Diagramme recht flott von der Hand.

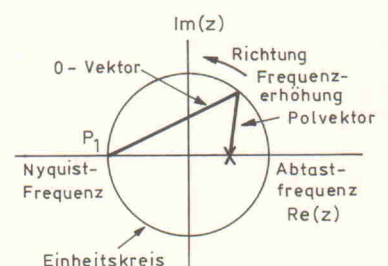
Wie kann man das Tiefpaß-Verhalten des soeben beschriebenen Filters verbessern? Die Betrachtung der Amplitudenantwort zeigt eine eingeschränkte Dämpfung in der Umgebung der Nyquist-Frequenz. Da das Ziel ist, einen Tiefpaß zu entwickeln und die Nyquist-Frequenz die höchste Frequenz darstellt, die verarbeitet werden kann, ist eine stärkere Hochfrequenz-Dämpfung erforderlich. Legt man bei  $z = -1$  eine Nullstelle auf den Einheitskreis, wird eine maximale Dämpfung bei dieser Frequenz garantiert, was die Tiefpaß-Charakteristik stark verbessert. Bild 9.3 zeigt das entsprechende Pol-Nullstellen-Diagramm.

Um die Amplitude der Frequenzantwort geometrisch zu bestimmen, muß man  $|H(j\omega)|$  berechnen oder zu gut deutsch, den Betrag der Vektoren der Nullstellen durch die der Pole dividieren. Dies hat für Frequenzen von  $f = 0$  bis zur Nyquist-Frequenz  $f = f_s/2$  zu erfolgen.

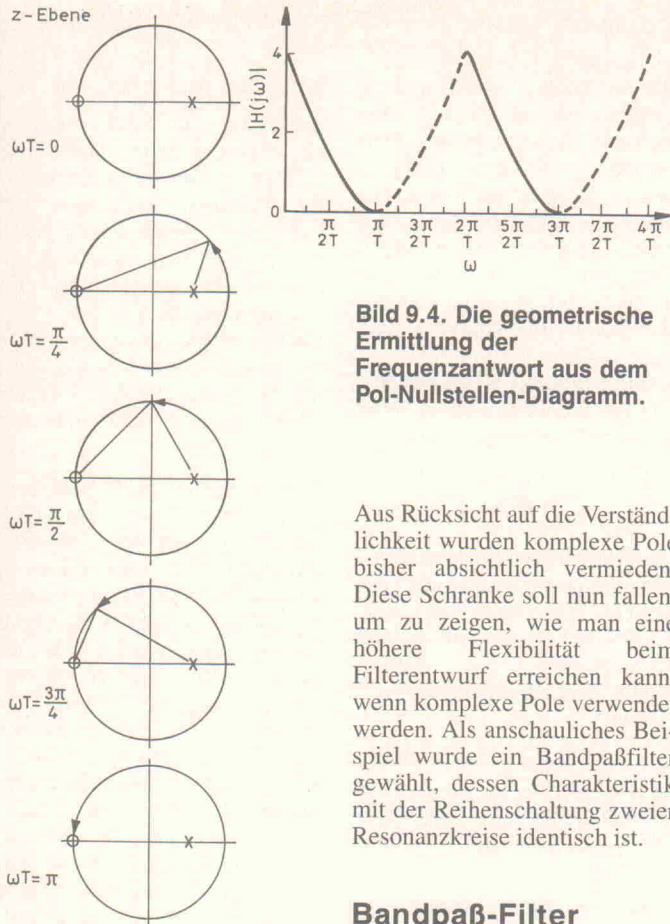
Die resultierende Phasenantwort ist durch die Phasenwinkel



**Bild 9.2. Das Spektrum des digitalen Filters ist die Wiederholung der Tiefpaß-Antwort von  $\omega = 0$  bis  $2\pi/T$ . Hinter der Nyquist-Frequenz tritt Aliasing auf.**



**Bild 9.3. Diagramm der z-Ebene des Tiefpasses  $H(z) = (z + 1)/(z - 0.5)$ . Das Filter ist bei der Nyquist-Frequenz 'undurchlässig', da bei  $z = -1$  eine Nullstelle liegt.**



**Bild 9.4.** Die geometrische Ermittlung der Frequenzantwort aus dem Pol-Nullstellen-Diagramm.

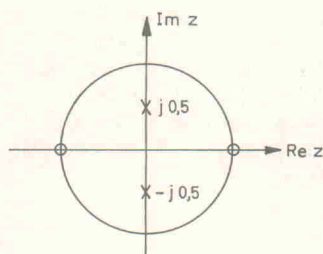
Aus Rücksicht auf die Verständlichkeit wurden komplexe Pole bisher absichtlich vermieden. Diese Schranke soll nun fallen, um zu zeigen, wie man eine höhere Flexibilität beim Filterentwurf erreichen kann, wenn komplexe Pole verwendet werden. Als anschauliches Beispiel wurde ein Bandpaßfilter gewählt, dessen Charakteristik mit der Reihenschaltung zweier Resonanzkreise identisch ist.

## Bandpaß-Filter

Im Einklang mit der bisherigen Vorgehensweise wird zunächst die Übertragungsfunktion und die Impulsantwort beschrieben, bevor es an die Programmierung eines C-Programms geht. Beim Entwurf wurden, mit dem Blick auf ein einfaches Prozessorsystem, absichtlich einfache Koeffizienten verwendet. Die sorgfältige Wahl der Lage von Polen und Nullstellen garantiert eine einfache Analyse.

Das digitale Filter wird nach folgenden Gesichtspunkten entworfen. Die Pole liegen bei der halben Nyquist-Frequenz (was im allgemeinen 0,25mal der Abtastfrequenz entspricht). Dabei sind  $\omega T = \pi/2$ , und der Radius ist 0,5.

Da die Pole komplex sind, werden sie durch das konjugiert komplexe Paar  $\pm j0,5$  repräsentiert. Dies garantiert eine Resonanzfrequenz bei einem Viertel der Abtastfrequenz. Zusätzlich



**Bild 9.5.** Als Beispiel für einen Entwurf mit komplexen Polen dient ein Pol-Nullstellen-Diagramm mit einfachen Koeffizienten, um die Arithmetik einfach zu halten.

werden die Gleichanteile unterdrückt, indem eine Nullstelle in den Punkt  $z = 1$  gelegt wird. Das Einfügen einer Nullstelle bei  $z = -1$  stellt die vollständige Dämpfung jeglicher Anteile der Nyquist-Frequenz sicher.

Wie aus Bild 9.5 hervorgeht, kann man die Übertragungsfunktion direkt hinschreiben:

$$H(z) = \frac{\text{Lage der Nullstellen}}{\text{Lage der Pole}} = \frac{(z+1)(z-1)}{(z+j0,5)(z-j0,5)}$$

Setzt man  $H(z) = Y(z)/X(z)$ , so erhält man die Übertragungsfunktion als Ausdrücke des Ein- und Ausgangssignals:

$$Y(z)/X(z) = z^2 - 1/(z^2 + 0,25)$$

Überkreuzmultiplizieren ergibt:

$$z^2 Y(z) + 0,25 Y(z) = z^2 X(z) - X(z)$$

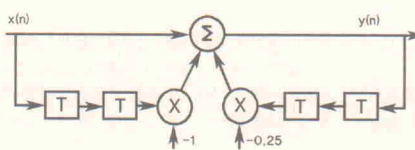
Um den vorgegebenen Zusammenhang zu erhalten, muß man den Ausdruck in eine Folge transformieren:

$$y(n+2) = x(n+2) - x(n) - 0,25 \cdot y(n),$$

oder als Ausdruck des aktuellen Abtastwerts:

$$y(n) = x(n) - x(n-2) - 0,25 \cdot y(n-2).$$

Dieser Zusammenhang wurde in Listing 9.1 in einem C-Programm implementiert. Es ist immer zu empfehlen, ein Programm zuerst 'trocken' laufen zu lassen, bevor es in Echtzeit und in Zusammenarbeit mit A/D- und D/A-Wandlern getestet wird.



**Bild 9.6.** Blockdiagramm des Bandpasses in Listing 9.2.

Das gezeigte Programm ist sehr aufschlußreich, da es die Antwort auf einen  $\delta$ -Impuls testen kann. Der  $\delta$ -Impuls 1, 0, 0, 0 ... wird Stück für Stück über die Tastatur eingegeben und die Antwort der Verarbeitung auf dem Monitor angezeigt. Man sollte dieses rekursive Verfahren, die Impulsantwort zu erhalten, mit der Faltung vergleichen. Offensichtlich sind rekursive Verfahren für Signalprozessoren geeignet.

## Echtzeit-Bandpaß

Die erforderlichen Zusammenhänge und die Softwarestruktur wurden bereits erfolgreich gete-

stet. Die Umformung von Listing 9.1 in ein Echtzeit-Bandpaß ist geradlinig. Listing 9.2 zeigt die Anatomie des Programms, das sorgfältig mit Kommentaren versehen wurde.

Vorsicht bei der Verarbeitung von Wechselspannungssignalen ist geboten, wenn der A/D- beziehungsweise D/A-Wandler Offset-Kodierungen verwenden. Zum Beispiel wenn 8-Bit-A/D-Wandler Signale im Bereich  $-5 \text{ V} \dots +5 \text{ V}$  verarbeiten. Dabei entspricht  $+5 \text{ V}$  einem Wert von 255 und  $-5 \text{ V}$  einem Wert von 0. Bei einem gleich ausgelegten D/A-Wandler korrespondieren die Werte in gleicher Weise.

Um die Eigenarten der Kodierung zu berücksichtigen, ist ein systematisches Vorgehen erforderlich. In Übereinstimmung mit den vorherigen Programmen werden die A/D-Daten mit contents und die vom Programm zu verarbeitenden Daten mit x(n) bezeichnet. Dabei ist

$$x(n) = (\text{contents}/128) - 128.$$

Bevor die verarbeiteten Ausgangssignale y(n) dem D/A-Wandler zugeführt werden, ist folgende Umwandlung erforderlich:

$$\text{output} = 128 \cdot (y(n) + 1).$$

## Bilineare Transformation

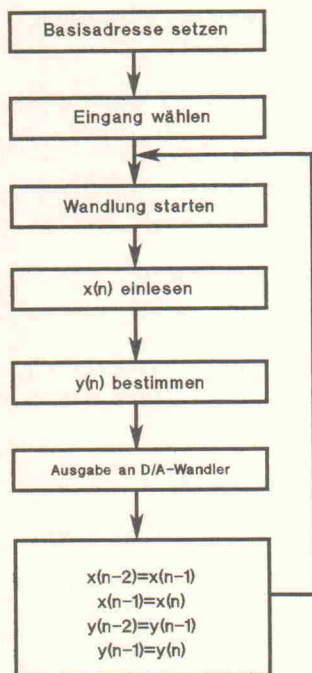
Das elementare Bandpaßfilter soll in ein Entwurfsverfahren einführen, dem die nächste C-Folge gewidmet ist. Die Über-

tragungsfunktion digitaler Filter beschreibt eigentlich nichts anderes, als die Lage der Pole und Nullstellen. Um die Entwurfsmethode nicht auf diese Art der Herangehensweise zu beschränken, könnte man zum Beispiel die Eigenschaften von bewährten Analogfiltern, wie Butterworth- oder Chebyshev-Entwürfe, mit in die s-Ebene übernehmen.

Die bilineare Transformation ist ein mathematisches Verfahren, das die Eigenschaften einer analogen Übertragungsfunktion und die Differentialgleichung bestimmen. Bei Anwendung der Transformation werden die Koordinaten der Pole und Nullstel-

len der s-Ebene in die z-Ebene überführt, und man erhält die geforderte Amplitudencharakteristik auf Kosten einer Verzerrung im Frequenzverlauf. Die Transformation kann man folgendermaßen beschreiben:

$$s = (z - 1)/(z + 1).$$



Listing 9.1.

```

/*****
 * SOFTWARE-TEST DER *
 * IMPULSE-ANTWORT *
 *****/
#include<stdio.h>
main()
{
  int a,b,k;
  double c,d,e,f;
  k = 0;
  printf("Bitte Eingangsimpuls eingeben!\n");
  start:scanf("%d",&a);
  /*-----
   * IMPULS VON DER
   * TASTATUR EINLESEN
   *-----*/
  d = a - c - 0.25 * f;
  printf("Abtastwert Nr.:%d\t,k);
  printf("%f\n",d);
  k = k + 1;
  /*-----
   * ÜBERTRAGUNGSFUNKTION
   * y(n) = x(n) - x(n - 2) - 0.25y(n - 2)
   *-----*/
  c = b;
  b = a;
  f = e;
  e = d;
  goto start;
}

```

Bild 9.7. Das Flußdiagramm zu Listing 9.2.

Listing 9.2.

```

/*****
 * DIGITALER BANDPASS
 * y(n) = x(n) - x(n-2) - 0.25y(n-2) *
 *****/
#include
#include
#define BASE 768
main()
{
  double a,b,c,d,e,f;
  unsigned int y;
  outp(BASE,1);
  /*-----
   * KANAL AUSWAHL
   *-----*/
  start:outp(BASE + 2,0);
  /*-----
   * WANDLUNG STARTEN
   *-----*/
  a = 0.00392 * inp(BASE + 2);
  /*-----
   * EINGANG NORMALISIEREN
   *-----*/
  d = a - c - 0.25 * f;
  y = (unsigned int)(128 + 128 * d);
  /*-----
   * AUSGANGSWERT BERECHNEN UND AN
   * D/A KODIERUNG ANPASSEN
   *-----*/
  outp(BASE + 4,y);
  c = b;
  b = a;
  f = e;
  e = d;
  /*-----
   * ÜBERTRAGUNGSFUNKTION
   * y(n) = x(n) - x(n-2) - 0.25y(n-2)
   *-----*/
  goto start;
}

```

## 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

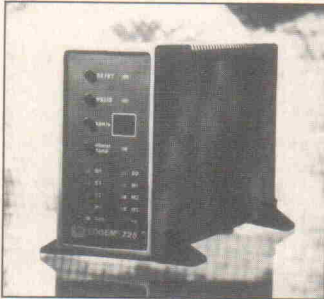
eMedia GmbH  
Bissendorfer Str. 8  
D-3000 Hannover 61

**ct** magazin für  
computer  
technik

Heft 3/92  
ab 13. Februar  
am Kiosk

**X** Multiuser  
Multitasking  
Magazin

Heft 2/92  
ab 30. Januar  
am Kiosk



### Drei Bildermacher

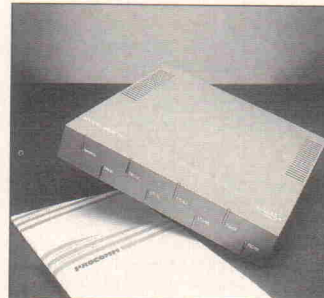
Der Atari TT bietet im Bereich der professionellen Bildverarbeitungen derzeit drei Softwarelösungen. Was diese leisten, erfahren Sie in der kommenden Ausgabe von c't.

### Fernsehdaten, dritter Akt

Nach der Anpassung der Videotext-Decoderkarte an Atari STs ist der Schritt zum Amiga nicht sehr groß – im nächsten Heft wird er vollzogen.

### Mehr Beine

Die rasanten Fortschritte bei Festwertspeichern erfordern laufend Updates bei Programmiergeräten – so auch für den c't-EPROP.



### ISDN an V.24

Allen Rechnern mit serieller Schnittstelle will Dr. Neuhaus durch das ISDN-Modem Niccy 3000 die Übertragungsraten von ISDN zur Verfügung stellen. An drei Hardware-Architekturen und vier Betriebssystemen untersuchte iX die praktische Einsatzfähigkeit. Kann das Niccy mit modernen High-Speed-Modems konkurrieren?

### Farbdruck in Fotoqualität

Die Qualität von Farbfotos sollen Farbsublimationsdrucker erreichen. Wie das funktioniert und ob die nicht eben billigen Geräte dieses Versprechen halten, zeigt ein Vergleichstest.

### Netz-Wettbewerb

Der OS/2-LAN-Manager versucht schon lange, Novell Marktanteile streitig zu machen. Wo liegen die Unterschiede der beiden Net-Server?

### X11 auf Next

Co-Xist macht das herstellerunabhängige X Window System auch unter dem proprietären Fenstersystem NextStep nutzbar. Wie gut klappt die Kooperation zweier Welten?

### Gebrauchs-Modems

Die Bandbreite der Übertragungsgeschwindigkeiten reicht mittlerweile von 300 bis 14 400 Bit/s. Doch für den Einstieg und viele Anwendungen genügen Modems mit 2400 Bit/s. Ein Überblick in der nächsten c't wird zeigen, welche Geräte im Angebot sind und was man von ihnen zu halten hat.

## 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 dBase  
☐ PC (3,5") unter dBase

☐ 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.

### Absender nicht vergessen!

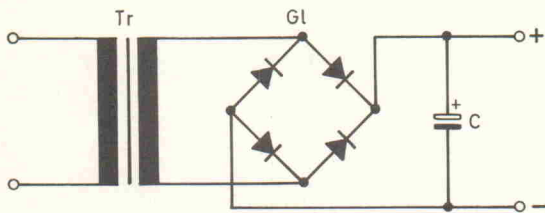
Für Besitzer des **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnisses** (1/78–12/90) bieten wir ein Update für 1991 an. Preis DM 10,—. Bitte die Originaldisketten mit einreichen.

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

## Der Wirkungsgrad eines Transformators

Ein praktisches Anwendungsbeispiel für die Bestimmung von Extremwerten ist das Berechnen des maximalen Wirkungsgrads eines Netztransformators. Am Beispiel eines Printtrafos erläutert dieser Beitrag die durchzuführenden Rechenschritte.

Printtransformatoren setzt man in großer Zahl in Netzteilen elektronischer Geräte ein. Den Wirkungsgrad derartiger Kleintransformatoren geben die zugehörigen Datenblätter je nach Baugröße mit 70 %...85 % an. Dieser Wert gilt jedoch nur für einen – den nominalen – Arbeitspunkt, der dann gegeben ist, wenn auf der Sekundärseite des Trafos die Nennspannung ansteht und der angegebene Nennstrom entnommen wird. Greift man zum Gleichrichten der Wechselspannung auf die übliche, aus einem Brückengleichrichter mit nachgeschaltetem Glättungskondensator bestehende Schaltung zurück (Bild 1), so 'sieht' der Transformator eine Last mit fast reiner Wirkleistung. Unter dieser Voraussetzung kann man den Wirkungsgrad  $\eta$  des Transformators aus der Eingangsleistung  $U \cdot I$ , der Eisenverlustleistung  $P_{Fe}$  und der Wicklungsverlustleistung  $P_{Cu}$  wie folgt berechnen:



**Bild 1.**  
Transformator mit Standardschaltung zum Gleichrichten der Sekundärspannung.

$$\eta = 1 - \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{U \cdot I}$$

Zum Bestimmen des Wirkungsgrads eines Transformators ist folgende Gleichung weit geläufiger:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + P_{Fe} + P_{Cu}}$$

Die Verlustleistungsanteile  $P_{Fe}$  und  $P_{Cu}$  erwärmen den Transformator. Die 'Eisenkomponente'  $P_{Fe}$  verursacht vorwiegend die Leerlaufverluste, die 'Kupferkomponente'  $P_{Cu}$  wächst mit der Größe des Stromes durch die Wicklungen.

Beide Gleichungen haben Gültigkeit. Dies kann man leicht nachweisen, indem man eine der beiden Gleichungen in die andere überführt. Ausgehend von der zuletzt angegebenen Gleichung gilt:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + P_{Fe} + P_{Cu}} = \frac{1}{1 + \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{P_{ab}}}$$

Bei Belastung mit reiner Wirkleistung gilt außerdem:

$$U \cdot I = P_{zu}$$

$$P_{ab} = P_{zu} \cdot \eta$$

Durch Einsetzen erhält man:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{\eta \cdot U \cdot I}}$$

Nach einigen Umformschritten kommt dann das Ergebnis zum Vorschein:

$$\frac{1}{\eta} = 1 + \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{\eta \cdot U \cdot I}$$

$$1 = \eta + \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{U \cdot I}$$

$$\eta = 1 - \frac{P_{Fe} + P_{Cu}}{U \cdot I}$$

Die Wicklungsverlustleistung  $P_{Cu}$  eines Transformators wächst mit dem Quadrat des Stromes  $I$ . Hier gilt die Formel:

$$P_{Cu} = P_{CuN} \cdot \left( \frac{I}{I_N} \right)^2$$

Der Ausdruck  $(I/I_N)^2$  gibt an, um welchen Faktor sich  $P_{CuN}$  vergrößert oder verkleinert. Dabei sind die Nennwerte am (zusätzlichen) Index  $N$  erkennbar. Betrachtet man einen bestimmten Transformator, so ändern sich diese Nennwerte nicht; mathematisch kann man sie demzufolge als Konstanten behandeln. Mit diesen Kenntnissen ist es nun möglich, denjenigen Arbeitspunkt des Transformators zu bestimmen, bei dem der Wirkungsgrad seinen Höchstwert erreicht. Dazu setzt man die Formel für die Wicklungsverlustleistung in die Gleichung für den Wirkungsgrad ein, so daß man die folgende Funktionsgleichung erhält:

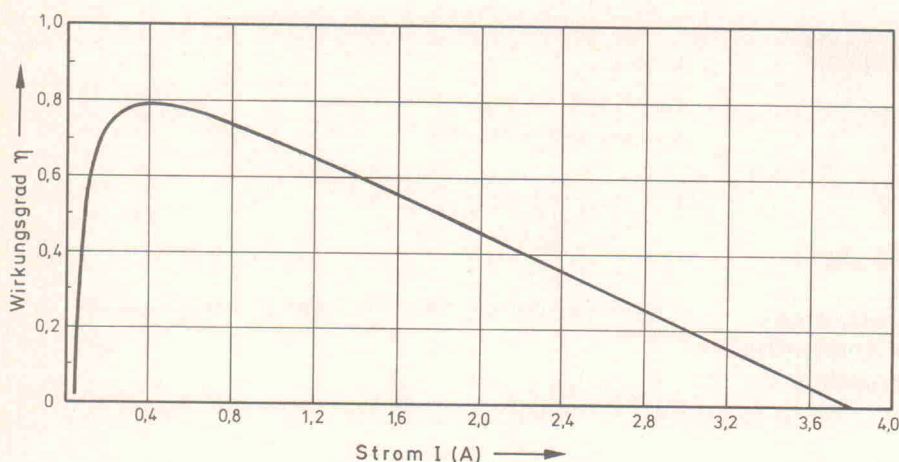
$$\eta = f(I) = 1 - \frac{P_{Fe} + P_{CuN} \cdot \left( \frac{I}{I_N} \right)^2}{U \cdot I}$$

Mit dem Strom  $I$  als unabhängige Variable verläuft der Funktionsgraph qualitativ entsprechend der in Bild 2 wiedergegebenen Kurve. Bei dieser Kurve liegen beispielhaft die folgenden Werte zugrunde:

$$\begin{aligned} P_{Fe} &= 10 \text{ W} \\ P_{Cu} &= 15 \text{ W} \\ I_N &= 0,5 \text{ A} \\ U &= 230 \text{ V} \end{aligned}$$

Wie bei nahezu allen technischen Anwendungen ist der Definitionsbereich der Funktionsgleichung stark eingeschränkt. Zunächst ist anhand der Funktionsgleichung leicht einzusehen, daß die Bedingungen  $U > 0$  und  $I > 0$  erfüllt sein müssen. Ansonsten würde sich die Konstellation einer nicht definierten Division durch null ergeben, wenn der Nenner den Wert null annimmt. Aus dem Funktionsverlauf in Bild 2 ist zudem zu erkennen, daß die Gleichung erst ab einer bestimmten Mindeststromstärke Gültigkeit hat – unterhalb dieser würde sich ein negativer Wirkungsgrad ergeben. Ebenso taucht der Funktionsgraph ab einer gewissen Stromstärke wieder unter die Abszissenachse ab. Es existieren also – mathematisch betrachtet – zwei Grenzen: eine Mindest- und eine Maximalstromstärke, innerhalb der die Funktionsgleichung gültig ist. Bei den beiden Grenzen handelt es sich um Nullstellen, die man berechnen kann:

$$0 = 1 - \frac{P_{Fe} + P_{CuN} \cdot \left( \frac{I}{I_N} \right)^2}{U \cdot I}$$



**Bild 2.**  
Beispielhafte Darstellung des Funktionsverlaufs für den Wirkungsgrad eines Einphasentransformators in Abhängigkeit vom Strom. Dieser Kurve liegen die im Text genannten Zahlenwerte zugrunde.

Zur Erinnerung: Ein Bruch in der oben vorkommenden Form ist wie ein in Klammern stehender Term zu behandeln. Da vor dem Bruch ein Minuszeichen steht, ändern sich somit die Vorzeichen für  $P_{Fe}$  und  $P_{CuN}$ :

$$0 = U \cdot I - P_{Fe} - P_{CuN} \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2$$

Es ist leicht erkennbar, daß es sich hier um eine quadratische Gleichung handelt. Vor der Weiterbehandlung sind einige Umformungen ratsam, mit dem Ziel, die Gleichung in die Normalform zu überführen:

$$0 = \frac{P_{CuN}}{I_N^2} \cdot I^2 - U \cdot I + P_{Fe}$$

$$0 = I^2 - \frac{U \cdot I_N^2}{P_{CuN}} \cdot I + \frac{P_{Fe} \cdot I_N^2}{P_{CuN}}$$

Mit Hilfe der bekannten Formel zum Lösen quadratischer Gleichungen kann man nun einen Lösungsversuch unternehmen. Für die Terme p und q erhält man folgende Ausdrücke:

$$p = \frac{U \cdot I_N^2}{P_{CuN}} \quad q = \frac{P_{Fe} \cdot I_N^2}{P_{CuN}}$$

Die komplette Lösungsgleichung lautet somit:

$$I_{1,2} = -\frac{-U \cdot I_N^2}{2 \cdot P_{CuN}} \pm \sqrt{\frac{U^2 \cdot I_N^4}{4 \cdot P_{CuN}^2} - \frac{P_{Fe} \cdot I_N^2}{P_{CuN}}}$$

Vordringlich ist hier die Vereinfachung des Wurzelausdrucks:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{U^2 \cdot I_N^4}{4 \cdot P_{CuN}^2} - \frac{P_{Fe} \cdot I_N^2}{P_{CuN}}} &= \sqrt{\frac{U^2 \cdot I_N^4 - 4 \cdot P_{Fe} \cdot I_N^2 \cdot P_{CuN}}{4 \cdot P_{CuN}^2}} \\ &= \sqrt{\frac{I_N^2 \cdot (U^2 \cdot I_N^2 - 4 \cdot P_{Fe} \cdot P_{CuN})}{4 \cdot P_{CuN}^2}} \\ &= \frac{I_N}{2 \cdot P_{CuN}} \cdot \sqrt{U^2 \cdot I_N^2 - 4 \cdot P_{Fe} \cdot P_{CuN}} \end{aligned}$$

Weitergehende Vereinfachungen sind nicht möglich. Deshalb ist es angebracht, bereits jetzt die Zahlenwerte einzusetzen:

$$I_{1,2} = \frac{230 \text{ V} \cdot (0,5 \text{ A})^2}{2 \cdot 15 \text{ W}} \pm \frac{0,5 \text{ A}}{2 \cdot 15 \text{ W}} \cdot \sqrt{(230 \text{ V})^2 \cdot (0,5 \text{ A})^2 - 4 \cdot 10 \text{ W} \cdot 15 \text{ W}}$$

$$I_{1,2} = 1,9167 \text{ A} \pm 1,8727 \text{ A}$$

$$I_1 = 3,7894 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,044 \text{ A}$$

Ein Blick auf den Funktionsverlauf in Bild 2 bestätigt die Rechenergebnisse. Damit gelten aus mathematischer Sicht folgende Grenzen:

$$U > 0 \text{ sowie } 0,044 \text{ A} < I < 3,7894 \text{ A}$$

Bei der Betrachtung aus elektrotechnischer Sicht kommen allerdings weitere Einschränkungen hinzu, die hier aber nicht das Thema sein sollen und deshalb nicht weiter behandelt werden.

Von Interesse ist jetzt noch der Wert des maximalen Wirkungsgrads. Um diesen zu ermitteln, kann man das bereits bekannte Verfahren zum Bestimmen der Extremwerte heranziehen. Demnach sind zunächst die erste und zweite Ableitung der Funktion zu bilden. Für diesen Zweck wirkt die Funktionsgleichung noch etwas übersichtlicher, wenn die unabhängige Variable I aus dem Nenner des Bruches 'verschwindet'. Dies kann man durch eine kurze Umformung und anschließender Multiplikation von Zähler und Nenner mit dem Term  $1/I$  erreichen:

$$\eta = f(I) = 1 - \frac{P_{Fe} + P_{CuN} \cdot \frac{I^2}{I_N^2}}{U \cdot I}$$

$$\eta = 1 - \frac{P_{Fe}}{U \cdot I} - \frac{P_{CuN} \cdot \left(\frac{I}{I_N}\right)^2}{U \cdot I}$$

$$\eta = 1 - \frac{P_{Fe}}{U} - \frac{P_{CuN} \cdot I}{I_N^2 \cdot U}$$

$$\eta = 1 - \frac{P_{Fe}}{U} \cdot I^{-1} - \frac{P_{CuN}}{I_N^2 \cdot U} \cdot I$$

Jeden Term kann man nun für die Ableitung einzeln behandeln, so daß jetzt keine Schwierigkeiten mehr auftreten. Es gilt:

$$\eta'' = -\frac{P_{Fe}}{U \cdot I^3}$$

$$0 = \frac{P_{Fe}}{U \cdot I^2} - \frac{P_{CuN}}{I_N^2 \cdot U}$$

$$0 = \frac{P_{Fe}}{I^2} - \frac{P_{CuN}}{I_N^2}$$

$$\frac{P_{Fe}}{I^2} = \frac{P_{CuN}}{I_N^2}$$

$$I = \sqrt{\frac{P_{Fe} \cdot I_N^2}{P_{CuN}}}$$

$$I = \sqrt{\frac{10\text{W} \cdot (0,5\text{A})^2}{15\text{W}}} = 0,408\text{ A}$$
$$P_v = P_{Fe} + P_{CuN}$$

sowie

$$P_v = (1 - \eta) \cdot P_{zu}$$

Somit betragen die Nenn-Kupferverluste:

$$P_{\text{CuN}} = (1 - \eta) \cdot P_{\text{Zu}} - P_{\text{Fe}}$$

ELRAD 1992, Heft 2



- Metex-Multimeter mit serieller Schnittstelle und Software
- viele Meßgeräte-Neuheiten
- neue Telefone, u. a. sehr preiswerte Neon-Telefone
- programmierbare IR-Fernbedienung
- Sommerartikel wie Kühlsätze mit Radio, Walkman etc.
- Halogen-Trafos u. a. Bauteile

**pop**  
*Electronic Club*

PoP electronic GmbH  
Postfach 22 01 56, 4000 Düsseldorf 12  
Tel. 02 11/2 00 02 33-34  
Fax 02 11/2 00 02 54  
Telex 8 586 829 pope d

**Xaruba®**

# Zeck®

# Keine Kompromisse beim Selbstbau

[illegible]

**Zeck**MUSIC  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch

## 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	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	Hercules-Interface	081-893	64,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			SP/DIF-Konverter	101-900	7,50
C64-Sampler	118-682	12,00	— Steuerplatine	020-783A		Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
EVU-Modem	118-683	35,00	— Leistungsplatine	020-783B		Fahrradstandlicht	101-902/ob/ds	38,00
MASSNAHME			— Netzteil	020-783C	78,00	Uni Count	111-904/ds	70,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		535-Designer	121-905	34,00
— 3er Karte	128-685	35,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E				
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	19"-POWER-PA					
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
TV-Modulator	128-691	7,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
Universelle getaktete			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	DemoScope	030-812	14,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	Antennenverstärker	050-825	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	TV-TUNER					
Rom-Port-Puffer			— Videoverstärker	060-826	32,00			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	— Stereodecoder	070-839	18,00			
BREITBANDVERSTÄRKER			— Netzteil	080-846	32,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
Metronom	049-715	26,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	— Netzteil	060-832	13,50			
DSP-Speicherkarte	049-716/ds/E	64,00	— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	30,00			
DSP-AD/DA-Wandlerversion	049-717/ds/E	64,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— Matrix	060-835/ds/ob	34,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	HALLO.					
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	— Lichtstation	060-836	78,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	— Controller	060-837	46,00			
KAPAZITÄTVER ALARM			MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
— Sensorplatine	059-720	9,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
PAL-Alarm	059-724	10,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— Sender	080-844	12,00			
— Hauptplatine	069-727/ds/ob	34,00	— Empfänger	080-845	6,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/ob	20,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
HEX-Display	079-737	15,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	LWL-TASTKOPF					
RÖHREN-VERSTÄRKER			— Sender	120-864	7,00			
— Ausgangs-, Line- u.			— Empfänger	120-865	7,00			
Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	RÖHRENVERSTÄRKER:					
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	„DREI STERNE...“					
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Endstufe	100-854	13,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	Achtung, Aufnahme					
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	— AT-A/D-Wandlerversion incl. 3 PALs,					
SMD-Lötstation	099-750	32,00	Recorder (reduzierte Version von D1,					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	Source) und Hardware-Test-Software					
SESAM			(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	100-855M	78,00			
— Interface	129-768/ds/E	58,00	Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00			
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	MultiChoice					
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs					
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	und Test-/Kalibrier-Software (Source)					
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
LEUCHTLAUFSCHRIFT			µPA	011-867/ds	14,00			
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	LowOhm	011-868/ds	32,00			
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	Freischalter	031-873	24,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	ST-Uhr	041-875	14,50			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	BattControl	041-876	7,50			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	UniCard	041-877	70,00			
DATENLOGGER 535			Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	Temperatur-Monitor					
— PAN-535-Schäufte	020-784	6,00	+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00			
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00			
— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	Aufmacher II	081-892	52,00			

## SIMULANT: EPROM-Simulator

— Platine + prog. µController 021-869/ds/E 135,00

## MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11

— Platine 031-874/ds/E 64,00  
— Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch S 031-874 M 100,00

## VOLLES HAUS

— Treiberstufe 100-851/ds 56,00  
— Endstufe 061-878 43,00  
— Stromversorgung 061-879 30,00  
— Heizung 061-880 15,00  
— Relais 061-881 32,00  
— Schalter 061-882 6,00  
— Poti 061-883 6,50  
— Treiberstufe & Line-Verstärker a. 6/91

## PC-SCOPE

— Hauptgerät 061-884/ds 64,00  
— Interface 061-885/ds 52,00  
+ Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware 5,25" S 061-884 M 28,00

## FLEX CONTROL

— Systemplatine 061-886/ds 64,00  
— Anwendungssoftware MSPS (C-Sourcecode) + EPROM S 061-886 M 78,00  
— Steuermodul 071-889 25,00  
— R/D-Modul 071-890 25,00

## SendFax-Modem

— Platine 071-891/ds 64,00  
— EPROM 25,00

## Hotline

— RAM Karte 091-894/ds 64,00  
— 16-Bit-ADC 101-897/ds 64,00  
— 12-Bit-ADC 101-898/ds 64,00

## Midi-to-Gate/Power

— Steuerplatine incl. EPROM 091-895 82,00  
— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine 091-896 28,00  
— Midi-to-Power Erweiterungsplatine 101-903 28,00

## Atari ST-Hameg-Interface

— Interface 101-899/ds 38,00  
— + Diskette Steuersoftware S101-899A 30,00

— Atari VME Bus (2-Platinensatz) 012-907/ds

— Atari VME Bus Software  
— incl. 3 prog. Pals 158,00

## Beachten Sie auch

## unser 1/2-Preis-Angebot

auf Seite 98

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse Hannover, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)



**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61**

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

# 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, Fußschalterschluss, Eingänge für Mikrofon (3 mV/10 kOhm) und Instrument (100 mV/220 kOhm), Frequenzbereich 50-14.000 Hz, Hallanteil 80-3500 Hz, Signal/Rauschabstand 60 dB, Betriebsspannung 220 V, Maße BxHxT 225x70x170 mm DM 168,-

**Parabol-Richtmikrofon**, ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtung, Reportagen usw.), selbst Flüsterpegel von 60 dB können aus über 100 m, bei guten Bedingungen, z.B. nachts, auch mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hochempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Verstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Buchsen für Kopfhörer und Tonband .. DM 138,-  
**Parabolspiegel** 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, in Festzeit, in Fahrzeugen, auf Booten usw., mit eingebauten Signaltönen (2-Klang-Gong, Sirene und Nebelhorn), Leistungsanzeige durch LED-Zeile, Überlastungsschutz, Klangregler, Eingänge: 2x Mikrofon (6,3 mm Klinkenbuchse), extern für Tonband o.ä. (6,3 mm Klinkenbuchse / 40 mV), alle Eingänge mit 3 getrennten Reglern einstellbar. Ausgänge: Klemmanschlüsse, 4/8/16 DM 70/100 V, BxHxT 280x100x280 mm, Gewicht 4,5 kg, Stromaufnahme bei 12 V max. 8 A, Wirus am Chassis, komplett mit Mobilmontagematerial und deutscher Bedienungsanleitung DM 349,-

**Scart-Verteiler** 1 Scartstecker 2 Scartkuppeln, alle 21 Pins verdrahtet DM 27,50

**Scart-Video-Verbindungskabel** mit zwei 21-poligen Scartsteckern, alle 21 Adern verdrahtet, Überspizialkabel 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

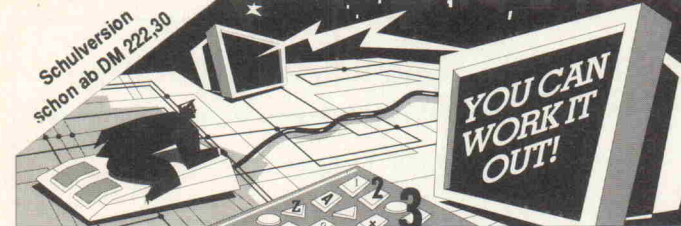
**Wechselstrom-Zwischenzähler** gebraucht und überprüft, zur separaten Verbrauchsanzeige für den Hobbyraum usw., 220 V AC, 10(30) A DM 19,80

**Antennenverstärker** für Autodioden-antennen, Allbereichsausführung, wird einfach in die Antennenleitung zwischengeschaltet, verstärkt den Empfang von schwachen Stationen, mit Montageanleitung DM 19,80

**Leuchtbalken** in Großformat, auch unter der Bezeichnung "Kopfbalken" bekannt, interessant leuchtende Strahlen werden sich vom Zentrum der Kugel zur Außenfläche und lassen sich durch Berühren der Glaskugel beeinflussen, eingebauter Mikrofon zur Steuerung durch Geräusche (abgeschaltet), Regler für Helligkeit und Mikrofonempfindlichkeit, Durchmesser der Kugel ca. 23 cm, Stromversorgung 220 V DM 169,50

**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, Stadtmitte, Lichtentaler Str. 55, Telefon (07221) 26123  
Recklinghausen-Stadtmitte, Schaumburgstr. 7, Fußgängerzone, Tel. (02361) 26326  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber Universitäts-Haupteing.), Tel. (0721) 377171



# PSpice

## Das Werkzeug für die professionelle Digital-Analogsimulation.

- Perfekte Analog-Simulation mit extrem komfortabler Benutzeroberfläche, AC/DC-, Fourier-, Noise-, Temperatur- und Monte-Carlo-Analysen; über 4.200 Modelle
- Funktionsblock-Modellierung ● PSpice/AD-16-M-Mixed-Mode-Simulation von digitalen und analogen Schaltkreisen, Speichersupport bis zu 16 MByte!
- Lieferbar für die verschiedensten Hardware-Plattformen und Betriebssysteme: AT-DOS/OS2, MAC II, Sun, Vax, DEC, Apollo ● Neu: Filter-Designer, ein interaktives Entwurfswerkzeug für Analyse und Synthese aktiver Filter

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR CAE-Informationsmaterial und Demodisketten ab!  
Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder - viel schneller - über die HOSCHAR CAE-Hotline.

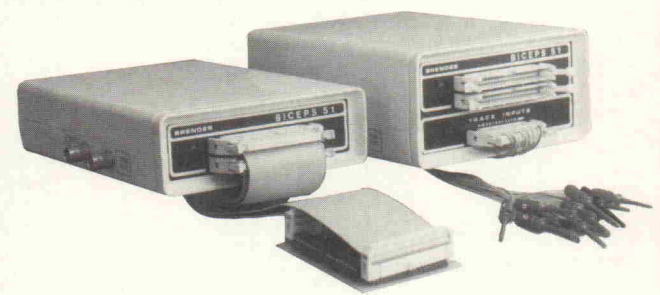
**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

Postfach 2928 - 7500 Karlsruhe 1 - Telefon 0721/377044 - Fax 0721/377241  
**CAE Hotline: 0721/37 70 44**

# 8051-Familie

## Echtzeit-In-Circuit-Emulator "BICEPS51-II"

- professionelle Emulatoren, "Made in Germany", zu günstigen Preisen
- Adapter für unterschiedliche Prozessoren der 8051-Familie, u.a. für 80C535, 80C537, 80C552 usw.
- Real-Time-Trace-Speicher (inkl. 12 externer Eingänge) komfortable Bedienung inkl. Line-Assembler, Disassembler usw.
- Hochsprachen-Debugging
- anschließbar über RS232C an PC, XT, AT



ab **DM 3990,-**

Hierzu passend lieferbar: C-Compiler, EPROM-Programmierer  
Optimale Unterstützung vom Hersteller

**BRENDES DATENTECHNIK GmbH**  
2948 Schortens 1 • Stedinger Str. 7 • Telefon (0 44 23) 66 31  
Fax (0 44 23) 66 85 • Büro Braunschweig: (05 31) 50 64 99

# Transformatoren

## Qualitätstransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat ● Industriequalität kompakt ● streuarm ● für univers. Anwendung  
Netztransformatoren für allgemeine Anwendung  
Netz-Trenntransformatoren ● Anpassungs-Trenntransformatoren ● Vorschalttransformatoren  
Standardtypen nach VDE 0550 : 24VA - 1900VA  
Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 24VA - 3200 VA. Einphasentransformatoren bis 25KVA und Dreiphasentransformatoren bis 33KVA sind auf Anfrage lieferbar.

## Ringkerntransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat ● Industriequalität geringe Abmessungen ● sehr geringes Gewicht und Streufeld ● minimale Geräuschentwicklung  
Netztransformatoren für allgemeine Anwendung  
"LN-Trenntransformatoren" für höchste Ansprüche  
Standardtypen nach VDE 0550 : 50VA - 1100VA  
Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 50VA - 3000 VA. Weitere technische Angaben enthält unsere aktuelle kostenlose Liste C 9/91.

## Halogenlichttransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat ● Industriequalität Fertigung nach VDE-Vorschrift für Sicherheitstransformatoren ● Ausgangsspg. 11,5V Spannungsfestigkeit primär/sekundär = 4000V geringes Gewicht ● sehr geringe Erwärmung  
Standardtypen nach VDE 0551 : 50VA - 450VA  
Ausführungsformen: Offener Ringkerntrafo mit Anschlußblitzen ● Ringkerntrafo vergossen im Bechergeläuse mit Anschlußblitzen u. zerstörungsfreiem Thermoschutz ● Mantelkerntrafo mit gekapselter Zweikammerwicklung.

**BURMEISTER-ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing. Ch. Burmeister  
Postf. 1236 · 4986 Rodinghausen · Tel. 05226/1515 · Fax 05226/17255  
Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferung ins Ausland nur gegen V-Rechn. Wir liefern auch: Rechteck- und Sinuswechselrichter, Wechselrichter-Ladegerät-Kombinationen, Ladegeräte, Elkos u. Gleichrichter. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C9 an.

**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	0.09
ab 5000 Stück auch gemischt	0.08

**Co-Prozessoren**

IIT		Intel	
2C87-10MHz	134.-	8087-5MHz	179.-
2C87-12MHz	139.-	8087-8MHz	249.-
2C87-20MHz	179.-	80C287-XL	179.-
3C87-16SX	199.-	12MHz	
3C87-16MHz	299.-	80387-16SX	259.-
3C87-20SX	229.-	80387-16MHz	419.-
3C87-20MHz	299.-	80387-20SX	279.-
3C87-25MHz	299.-	80387-20MHz	419.-
3C87-33MHz	329.-	80387-25MHz	419.-
3C87-40MHz	389.-	80387-33MHz	429.-

			Cyrix	
			82S87-20MHz	149.-
			83S87-16SX	209.-
			83D87-16MHz	299.-
			83S87-20SX	229.-
Weltak			83D87-20MHz	299.-
3187-25GC	959.-		83S87-25SX	259.-
3187-33GC	1199.-		83D87-25MHz	299.-
4187-25GC	1199.-		83D87-33MHz	339.-
4187-33GC	1899.-		83D87-40MHz	389.-

CA 3130 E	2.25	OP 77	4.99
CA 3140 E	1.33	OP 80	7.99
DAC 08	4.95	OP 227	22.99
DAC 10	16.46	SD 42	4.36
L 166	3.69	SSM 2015 P	13.96
L 200	2.17	SSM 2016 P	21.99
LM 933	1.99	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.94	TDA 1616 Q	7.99
NE 5522	1.49	TDA 1624 A	6.47
NE 5532 A	1.89	TDA 4445 B	4.99
NE 5634	1.47	TEA 2026 B	9.99
NE 5634 A	1.85	TL 497 A	3.77
OP 27	6.99	U 401 B	12.96
OP 37	5.99	U 2400 B	4.99
OP 60	22.79	ZN 427	18.99

**Weller-Lötstationen**

Magnastat-Lötstation  
- Schutztransformator  
- Lötkeblein TCP-S  
- Lötkebleinhalter KH-20  
- Potentialausgleich  
- Temperatursensormatik

**WTCP-S**  
**165.90**

Lötstation mit elektron. Temperaturregung  
- Sicherheitstransformator  
- Lötkeblein LR-20  
- Lötkebleinhalter 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!

**Widerstandssortimente**

Kohleschichtwiderstände:  
1/4 Watt; 5% Toleranz  
Reihe E12 von 10 Ohm bis  
1 MOhm (61 Werte)  
81 (je 10St.) = 610St. 12.90  
82 (je 50St.) = 3050St. 64.90  
83 (je 100St.) = 6100St. 199.00

Metallfilmwiderstände:

1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
84 (je 10St.) = 610St. 23.95  
86 (je 50St.) = 3050St. 84.95  
88 (je 100St.) = 6100St. 159.00

Reihe E24 (121 Werte)  
85 (je 10St.) = 1210St. 39.90  
87 (je 50St.) = 6050St. 184.90  
89 (je 100St.) = 12100St. 299.00

**Textool-Testsockel**

16-polig	21.39	28-polig	18.99
20-polig	22.29	28-polig schmal	59.90
24-polig	19.79	40-polig	36.89

41256-80	2.59
511000-70	7.99
511000-80	7.89
514256-70	8.69
514256-80	8.59
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA3000)	10.99
SIMM 256Kx9-70	27.49
SIMM 1Mx9-70	77.90
SIMM 1Mx9-80	76.90
SIMM 4Mx9-70	309.90
SIPP 1Mx9-70	79.90
SIPP 1Mx9-80	78.90
43256-100	7.79
27C64-150	3.69
27C256-120	4.89
27C256-150	4.29
27C512-150	7.49
GAL 16V8-25	2.99

Versandkosten:  
- per Nachnahme DM 5.80  
- per Bankkredit 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 Tagespreises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.

**elpro**

Harald-Wirag-Elektronik  
Pragelatastraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4  
Tel. 06154/3006  
Fax 06154/5521

## Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!

**LABOR  
BLÄTTER**  
Band 2

AUDIO und  
NIEDERFREQUENZ

Ein Buch von ELRAD



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, *Audio und Niederfrequenz*, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundsicherungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

**HEISE**

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

Gebunden, 130 Seiten  
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-  
ISBN 3-922705-81-2

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 81/1.4

**ALCRON**  
HI-TEC

**1992**

HORST BODDIN  
Import-Export  
Postfach 10 02 31  
Steuerwalder Straße 93  
D-3200 Hildesheim

**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

**WM-Electronic**  
Elektronische Bauteile · Bauelemente · Geräte

Postfach 1135, 7958 Laupheim

Tel.: 07392 / 7786  
Fax.: 07392 / 7729

**Neues LIEFERPROGRAMM**

über Halbleiter, aktive und passive Bauteile, sowie  
Sonderheft MICROPROZESSOREN  
sofort gegen DM 2,- (in Briefmarken) anfordern!!!

# Information + Wissen



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

**EL** magazin für  
computer  
technik

**X** Multiuser  
Multitasking  
Magazin

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanwendungen

## Schnell → Idee → Platine

### Nie mehr Kleben! Nie mehr Rubbeln!

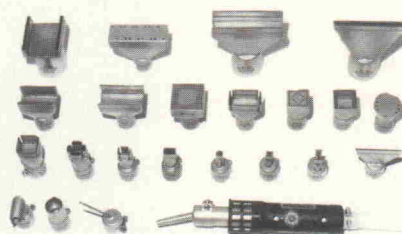
Deutsches Platinen-CAD Programm "RULE". Einfachste Bedienung. Kosten- und Zeitersparnis beim Entwurf. Praxiserprobt (über 1500x). PC/XT/AT. Beliebige geformte Lötspitzen, beliebig breite Leiterbahnen. 16 Lagen, max. 23x23cm<sup>2</sup>. Erweiterbare Bibliothek. SMD, Lötstop, Bestückung, bel. Raster, WYSIWYG, Zoom, Maus, Druckertreiber... Fordern Sie unser **kostenloses Infomaterial** an!!!



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

## LEISTER Kontaktloses Entlöten und Löten

in Sekunden von SMD-, DIP- und Pin-Grid-Bauteilen sowie von Steckverbindern mit dem Leister-Labor „S“ Heissluftgerät. Elektronische Temperatur- und Luftmengenregelung, frei von elektrostatischer Aufladung. Es stehen über 400 Spezial-Düsen zur Verfügung.



Wir senden Ihnen gern **ausführliche Informationen** **GE 182** sowie Anschriften von Verkaufs- und Servicestellen in Ihrer Nähe zu.

Karl Leister  
CH-6056 Kägswil/Schweiz  
Tel. (00 41 41) 66 00 77  
Fax (00 41 41) 66 78 16

## Anschlußprobleme?



798 DM-LAN-Tester führt Sie direkt zum Fehlerort. Längenmessung und Fehlerortung an bereits verlegten LAN-Kabeln. Kleine einfache Tester auch für Wackelkontakte und LAN-Aktivität. Repeater und Booster.

Viele Vorteile der Glasfaser ohne die Nachteile:  
Externe Isolatoren und Interface-Karten mit Isolation. Für RS232, RS422, 20mA und Parallel.

Erweitern statt Neuanschaffen  
Wer Texte erstellt, kann für 498 DM den Haupt-Engpaß seines Systems beseitigen: Ein Pufferspeicher wird einfach zwischen Drucker und Rechner gesteckt.

Der einfachste Printer-Server?  
Ein 248 DM-Umschalter (2 User) läuft immer, verfälscht nichts und muß in kein System eingebunden werden. Für 4 User kostet diese Einfachheit 398 DM.

Drucker bis 100m entfernt  
W&T's 1- oder 2-fach-Karte macht's möglich. Und für eingebaute Schnittstellen gibt es den externen Zwischenstecker.

Anschlußprobleme?  
Seit über 12 Jahren produziert W&T Interface-Produkte. Das merken Sie an der Vielfalt und dem sorgfältigen Entwurf der Produkte und an einem technischen Service, wie ihn nur ein Hersteller bieten kann.

Info 13 anfordern  
Fax 0202/2680-265

Wiesemann & Theiss  
Wittener Str. 312  
5600 Wuppertal 2  
Tel. 0202/2680-0  
Fax 0202/2680-265  
Btx: \*56000#

## Österr. Elektroniker aufgepaßt !!

### Ständig aktuelle Angebote und interessante Industrieposten zu Toppreisen

**DRAU ELECTRONIC GmbH & Co KG** A - 9503 Villach, Postfach 16  
Tel: 04242-63774 Fax: 04242-56777

## Oberhauser Elektronik

Wir liefern Koaxialkabel, Steuerleitungen, Lautsprecherkabel, Videokabel, Computerkabel, Steckverbinder, Computersteckverbinder, Transformatoren, Technische Sprays, CB-Funkgeräte, JBC-Löttechnik, und viele andere Artikel.

Bitte kostenlosen Gesamtkatalog anfordern.

**Oberhauser Elektronik, Hörzhauser Straße 4, 8899 Peutenhausen**  
Telefon 0 82 52 / 71 01

## Information + Wissen

**HEISE** Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Heisterstraße 7  
3000 Hannover 61

ct magazin für computer technik

Multiuser Multitasking Magazin

**ELRAD**

## LEITERPLATTEN

auch Muster und Kleinserien

ALU-FRONTPLATTEN

CNC - FRONTPLATTENBEARBEITUNG

CAD-LAYOUTS

Katalog anfordern!

**BAUER ELEKTRONIK**

LEITERPLATTEN UND DESIGN

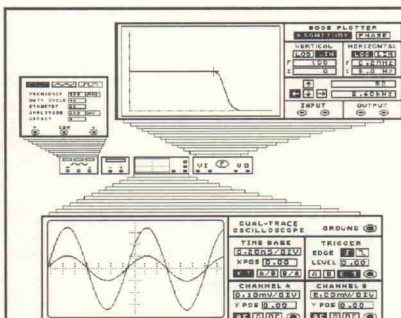
Hasenbruch 1  
6690 ST. WENDEL  
Tel. 0 68 51 / 7 03 66  
Fax 0 68 51 / 8 35 83

## TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

- AB LAGER LIEFERBAR
- AD-DA-WANDLER-ICs
- CENTRONICS-STECKVERBINDER
- C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
- DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
- DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
- DIP-KABELVERBINDER + KABEL
- EINGABETASTEN DIGITALEN
- EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
- IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP
- KABEL RUND-FLACH-KOAX
- KERAMIK-FILTER + DISKIM.
- KONDENSATOREN
- KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
- LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
- LABOR-SORTIMENTE
- LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
- LEITUNGSTREIBER-ICs V24
- LINEARE- + SONSTIGE-ICs
- LOTKOLBEN - STATIONEN-ZINN
- LUFTER-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 + CODIER-SCHALTER
- TRANSFORMATOREN 1.6-150 VA
- TRANSISTOREN
- TRIAC-THYRISTOR-DIAC
- TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
- WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
- Z-DIODEN + REF-DIODEN
- KATALOG AUSG. 1989/90
- MIT STAFFELPREISEN
- ANFORDERN - 240 SEITEN
- SCHUTZGEB. 3.- (BRIEFMARKEN)

7056 Weinstadt 1 (Benzach)  
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16  
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (0 71 51) 6 82 32



**Com Pro**  
Hard & Software Beratung  
Vogelsangstr. 12  
D-7000 Stuttgart 10  
Tel. 0711 - 628275  
Fax. 0711 - 613516

Fordern Sie  
ausführliches Infor-  
material an !

Testbericht  
ELRAD 11 / 91

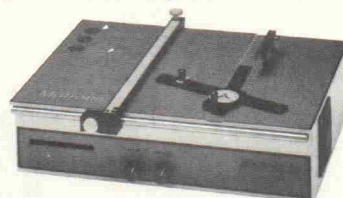
## Electronics Workbench™

Das Elektroniklabor im Computer

Electronics Workbench ist ein Warenzeichen der Interactive Image Technologies Ltd.

## »LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK) Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben! Auch für Alu, Messing, Stahl und Kunststoffe



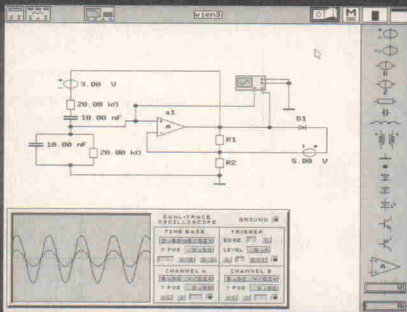
Grundgerät, Drehzahl stufenlos einstellbar  
Diamanttrennscheibe, Lebensdauer ca. 20.000 Europakarten  
Bitte Prospekt ED 4000 anfordern!

**Mutronic®** Trennsägen

St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 0 83 62/70 62 · Telefax 0 83 62/70 65

# Electronics Workbench™

Das Elektronenlabor im Computer



CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen.

Ausgezeichnet mit dem Media & Methods Award 1989.

Testberichte in INFO-WORLD, ELRAD, ELEKTOR, MAC-WORLD, RADIO-ELECTRONICS-MAGAZINE ...

Rund um die Welt in Schulen, Universitäten und Firmen im Einsatz.

Fordern Sie noch heute kostenloses Informationsmaterial an.

## Preise

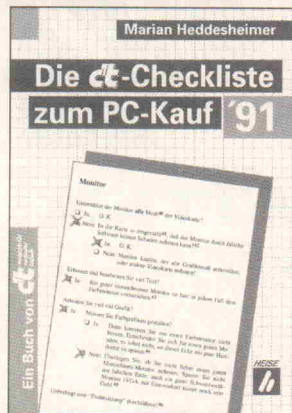
Profiversion	900 DM
Studentenversion	285 DM
Demoversion	25 DM
Schullizenzen	auf Anfrage
alle Preise zuzüglich Mwst.	

## Exklusiv bei

Com Pro Hard & Software Beratung  
Vogelsangstraße 12 D-7000 Stuttgart 1  
Tel. 0711 - 628275 Fax. 0711 - 613516

Interactive Image Technologies Ltd.

## Beim PC-Kauf Geld sparen



**COMPUTER-  
BUCH**

Die allgemeinverständlich kommentierte Checkliste ermöglicht es, Leistungsmerkmale und Preise objektiv miteinander zu vergleichen. So können Sie einen Fehlkauf vermeiden und viel Geld sparen. Damit Sie auf das 'Fachchinesisch' der PC-Branche vorbereitet sind, werden im Glossar die wichtigsten Fachbegriffe ausführlich erläutert.

Geheftet, 88 Seiten  
DM 15,-/öS 117,-/sfr 15,-  
ISBN 3-88229-005-6

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 005/1.4



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

# 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
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	248,- DM
S117-589S	Schrittmotorsteuerung	11/87	98,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	35,- DM
S018-616M	EPROMmer	1/88	29,- DM
S129-684M	Maßnahme	11/88	49,- DM
S029-698A	ELISE	1/89	96,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	29,- DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	29,- DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	98,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,- DM
S119-786M	U/I-D/A Wandlerkarte	11/89	35,- DM
S129-787A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	28,- DM
S129-772C	UMA - C64	12/89	35,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	25,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	98,- DM
S012-908M	RDS-Mops-Decoder Software		29,- DM
		Diskette/MS-DOS	25,- DM

## ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitaler Schlagzeug	

## Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMS sind verfügbar.  
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

25,- DM  
je EPROM

Hygrometer	1/87	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	5/87	25,- DM
D.A.M.E.	6/87	25,- DM
µPegelschreiber	9/87	25,- DM
E.M.M.A.	3/88	25,- DM
E.M.M.A.	4/88	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
x/T-Schreiber	7-8/88	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	25,- DM
ELISE	1/89	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
Grafisches Display	9/89	25,- DM
Grafisches Display	10/89	25,- DM
Midi Master/Controller	11/89	25,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	25,- DM
SESAM	1/90	25,- DM
HAL.L.O.	6/90	25,- DM
HAL.L.O.	6/90	25,- DM
TV-TUNER	8/90	25,- DM
Hercules Interface	8/91	25,- DM
RDS Decoder Eprom	1/92	25,- DM

PAL			Preis
Autoalarmanlage	5/89		25,- DM
SESAM - System	11/89		35,- DM
SESAM - Interface	12/89	2 Stück	70,- DM
SESAM - AD	3/90		35,- DM
ST-Uhr	4/91	GAL	19,- DM

## 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, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie an:

**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Straße 8 · 3000 Hannover 61**

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 8,80) – plus Versandkosten – direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

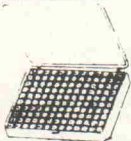
Die Ausgaben bis einschließlich 1/91 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

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

## SMD-Sortimente

MIRA-SMD-Verpackungscontainer DM 29,95  
(227 x 160 x 28 mm)  
mit 130 Einzeldosen (leer)



SMD-Praktikersortiment DM 139,-  
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer  
Widerstände: 66 Werte 10R-47M E12 je 10 St.  
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.  
Dioden: 5 Typen je 5 St.  
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog M 14 verlangen.

## Der SMD-Spezialist

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

### MIRA-Electronic

Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR  
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1  
Tel. 09 11/55 59 19 · Fax. 09 11/58 13 41

MIDI-Bausätze

MERGER  
MASTER-KEYBOARDS  
MIDI-TO-CU  
EXPANDER  
TO MIDI  
CONTROLER  
MIDI-OUT-NACHRÜSTUNGEN  
FÜR AKKORDEONS UND TASTATUREN

Alle Bausätze auch fertig lieferbar  
Ausführliches Info DM 2 – in Briefmarken

DEEPER  
MUSIKELEKTRONIK  
GMBH

Lenbachstr. 2, W-8032 Gräfelfing  
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

## Leiterplattenentflechtung

Feinleiter-, Normal-, SMD-Layouts, Multilayertechnik. Wir kopieren auch Ihre Leiterplatten! Entflechtungs Programm PCB-layout für Atari ST, PCB-layout: DM 199,-, Großbildschirm DM 298,-, plus Autorouter, DM 398,-, professional: wie plus jedoch für Großbildschirm DM 698,-, NC Platinenfräsen mit isert NC Maschine DM 1498,00, PCB-layout Fräs- & Plottservice.

## FOTOPLOTTER

Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3, einfach, bequem, schnell und sehr preiswert mit dem Lightpen-FOTO-Plotter SPL-450. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugende Programme einsetzbar! Eine Linotype o.ä. Filmbelichter ist nun nicht mehr erforderlich. Erstellen nun auch Sie technische Repro-Vorlagen in kurzer Zeit selbst! Die komplette Erstausrüstung: 2 Light-, 8 Farb-faserpens, 25 Filme, Entwicklungsmaterial und Rotlichtlampe DM 3499,-

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080

de wendt engineering

## we – ELEKTRONIK MANAGER

Ein Programm für den Elektroniker, das mehr als 25 000 katalogisierte Halbleiter verwaltet.

- Menügeführtes Programm
- Schnelles Finden von Halbleitern und deren Funktion
- Unterteilung in SMD-Bauteile und konventionelle Bauelemente
- Typenbezeichnung mit Gehäuse- und Funktionsbeschreibung
- Sonder- und Industrietypen – Japan-Halbleiter
- Regelmäßiges Update

Bestellen Sie noch heute den ELEKTRONIK MANAGER zum absolut günstigsten Preis von nur 89,- DM per Nachnahme bei:

de wendt engineering · Lotsenweg 7 · W-4690 Herne 1  
Telefon: (023 23) 8 23 15 Bei der Bestellung bitte Diskettenformat angeben!!  
Telefax: (023 23) 8 36 48

## PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,-  
1\*128Bit D/A, unip. 0-5V, bip. -5/+5V, 500nsec, 16\*128Bit A/D, 60usec, mit 25-Pin Kabel und viel Software

AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,-  
1\*148Bit D/A, 2usec, 10\*148Bit A/D, 28usec, unip./bip. 2,5/5/10V, mit 25-Pin Kabel und viel Software

Relais I/O Karte DM 329,-  
16 Relais 150V/1A out und 16\*Photo in.

8255 Parallel 48 \* I/O Karte DM 82,-  
48 \* I/O, max 2MHz, 3\*16Bit Counter, 16 LED, Software

IEEE 488 Karte DM 315,-  
mit Kabel und GW-Basic Beispielen

Multi D/A 8 Bit 8 Kanal DM 349,-  
8 D/A Channel, ref-V -9V + 9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

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

Lieferprogramm kostenlos, Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

4543 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483-1219  
Fax 05483-1570

JUNGEN  
MERZ  
COMPUTER & ELECTRONIC

CeBIT'92  
HANNOVER

11. – 18. MÄRZ 1992

Besuchen Sie uns:

dt magazin für  
computer  
technik

ELRAD  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

X Multiuser  
Multitasking  
Magazin

Halle 7, Stand D14

# 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

## Mitgift

Batterien im Hausmüll belasten Boden, Wasser und Luft mit Gift, das letztendlich in unserem Körper landet.



Wenn Sie mehr darüber wissen möchten, schicken Sie uns bitte diese Anzeige.

BUND · Im Rheingarten 7 · 5300 Bonn 3

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.



## LEITERPLATTEN

IN ALLEN GÄNGIGEN AUSFÜHRUNGEN

## FRONTPLATTEN

AUS ALUMINIUM, CNC GEFRÄST

## ALU-GEHÄUSE

SONDERANFERTIGUNGEN

## KÜHLKÖRPER

BEARBEITUNG

INFOS UND KATALOG KOSTENLOS VON:

HOFMANN  
LEITER-  
UND FRONTPLATTEN

POSTFACH 11 40 · BERGSTRASSE 17  
W-8417 LAPPERSDORF

TEL.: 09 41-64 71 71 · FAX: 8 45 27

**GEDDY-CAD 5.0**das CAD-Programm für Ihren PC  
vielseitig und schnell**FLASHLIGHT 2.01**wandelt GERBER-Daten in DXF-,  
PostScript- und GEDDY-Dateien.  
Jetzt mit Schnittstelle zu OrCAD PCB!**TURBO-ROUTER 3.3**Autorouter für  
AUTOCAD / GEDDY-CADProfessionelle Entflechtung,  
erzeugt Stücklisten und CNC-  
Bohrdaten.

Neu: Jetzt mit Preview-Funktion

GEDDY-CAD 5.0	DM 587.10
für Studenten	DM 364.80
PostScript-Treiber	DM 178.-
FLASHLIGHT 2.01	DM 285.-
TURBO-ROUTER 3.3	DM 499.-
für Studenten	DM 349.30
TURBO-ROUTER 3.3 light	DM 159.-
Paketpreise auf Anfrage	
Prüfversionen erhältlich	

Ing. Büro Wolfgang Maier  
Lochhausenerstr. 21  
8000 München 60  
Telefon : 089 - 8596546Ing. Büro Andreas Roth  
Am Mühlbergsschlössl 6  
8130 Starnberg  
Telefon : 08151/16751**BENKLER Elektronik**Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio- und Video-Produkte**Ringkerntransformatoren**

120 VA	2x6/12/15/18/30 Volt	58,80 DM
160 VA	2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	65,80 DM
220 VA	2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	69,80 DM
330 VA	2x12/15/18/30 Volt	82,80 DM
450 VA	2x12/15/18/30 Volt	98,80 DM
500 VA	2x12/30/36/42/48/54 Volt	112,50 DM
560 VA	2x56 Volt	128,80 DM
700 VA	2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,00 DM
1100 VA	2x50/60 Volt	189,50 DM

**Mos-Fet HITACHI****SONDERPREIS**  
2 SJ 50 8,90 DM  
2 SK 135 8,90 DM  
ab 10 Stück 8,50 DM  
ca 4000 weitere Japan-Typen  
sind auf Anfrage lieferbar**Sonderliste 1/92 für elektr. Bauteile**  
kostenlos anfordern**19"-Gehäuse**

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw  
Front: ALU o. schwarz eloxiert**Elkos**

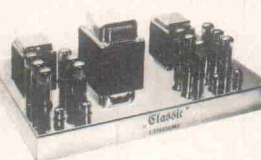
10000µF 70/ 80V	18,50 DM
10000µF 80/ 90V	19,50 DM
12500µF 70/ 80V	21,50 DM
12500µF 80/ 90V	22,50 DM
12500µF 100/110V	24,50 DM

Becher-Elko mit M8 Zentral-  
befestigung/Kontaktbrücke  
Abmessungen: 105 x 45 mm  
Andere Typen auf Anfrage**NKO**

B 50 C10	4,90
B 200 C10	5,40
B 400 C10	5,80
B 600 C10	6,95
B 800 C10	7,95
B 1000 C10	9,95

in 10, 25 o. 35 A  
lieferbar**Metallbrücken Gleichrichter**

KBPC-Brücken	
B 50 C10	4,90
B 200 C10	5,40
B 400 C10	5,80
B 600 C10	6,95
B 800 C10	7,95
B 1000 C10	9,95

in 10, 25 o. 35 A  
lieferbar**BENKLER Elektronik-Versand** • Winzingerstr. 31—33 • 6730 Neustadt/Wstr. • Inh. R. Benkler • Tel. 06321/30088 • Fax 06321/30089**● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●**PPP-Hifi-Endstufe  
Modell 1991  
Stereo-Endstufe 2 x 100 W  
Komplettbausatz DM 3000,-  
Mono-Endstufe 1 x 100 W  
Komplettbausatz DM 2000,-  
(Bauanleitung in Eirad 12/88 und 1/89)Siehe Test in Klang & Ton  
April/Mai 1991**electronics**  
Gerhard Haas**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 EndstufeGegentakübertrager 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 Herrbrechtungen Tel. 07324/5318  
Fax 07324/2553Röhrenvollverstärker mit KT 88 2 x 50 W  
Komplettbausatz inkl. Chassis DM 3600,-  
Röhrenvollverstärker mit EL 34 2 x 35 W  
Komplettbausatz inkl. Chassis DM 3400,-  
High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT88 DM 230,-  
Netztrafo NTR-12 DM 170,-  
Bauanleitung in Eirad 6/91weitere Angaben siehe Lagerliste  
Lagerliste mit weiteren Bauteilen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halb-  
leitern, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gi-  
tarren-Verstärker) werden zugesandt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe  
Ausgabe August 1990. Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodul(e) 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 ge-  
wünscht wird.**EXPERIENCE****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 Telefon-  
nummer 05 115 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			Digital-Sampler	047-557	32,00	MIDI-MONITOR			DATA-REKORDER		
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Midi-Logik	047-559	15,50	— Hauptplatine	058-649	17,50	— Hauptplatine	109-754/ds	
— Aussteuerung Analog	045-413/2	12,65	Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Tastaturplatine	058-650	9,00	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	Schalterplatine	109-756/ds	
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Spannungsreferenz	077-573	4,00	SCHALLVERZÖGERUNG			Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	Video-PLL	077-574	1,10	— Digitalteil	068-654	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
Schnelllaser	075-432	10,25	Video-FM	077-575	2,30	— Filterteil	068-655	17,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
VIDEO EFFEKTERGERÄT			µ-PEGELSCHREIBER			Markisensteuerung	068-656	9,00	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
— Eingang	075-433/1	6,70	— AD-Wandler	107-593	19,25	s/t-Schreiber	078-658/ds	49,00	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Netzteil	117-597	12,90	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	— Interface	117-598	29,40	STEREO-IR-KOPFHÖRER			ELISE		
KEYBOARD-INTERFACE			— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	— Sender	078-661	11,00	— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Wechselwähler	097-589	2,50	UNIVERSAL-NETZGERÄT			— CPU-Adapter	010-775	3,00
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Mäuse-Klaviert	097-590	31,50	— Netzteil	078-662	22,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
Doppelnetzteil 50V	115-450	16,50	Mini-Sampler	107-595	4,40	DVM-Platine	078-663	15,00	AUTOSCOPE I		
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Impedanzwandler	117-601	0,85	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	— VA-Modul	020-787	16,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Sinusspannungswandler	127-604	9,95	NDLF-MONO			— TZ-Modul	020-788	5,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	— Netzteil	098-667	13,50	— HA-Modul	020-789	16,00
Dämmungsschalter	116-521	6,45	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50	— B-Modul	020-790	16,00
Flurlichtautomat	116-522	3,90	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			Makrovision-Killer	098-671	7,50	AUTOSCOPE II		
Multiboard	126-527	14,95	— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	SMD-DC/DC	098-673/ds	8,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00
Autopilot	037-548	3,75	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	DC/CD-Wandler	098-674	7,50	— C-Modul	030-803	16,00
SWEEP-GENERATOR			— Mini-Paddle	018-620	3,75	MIDI-Baßpedal	108-675	7,50	— Netzteil	030-804	8,00
— Hauptplatine	037-551	14,50	— Treibplatine	038-632/ds	9,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger			AUTOSCOPE III		
— Netzteil	037-552	8,30	— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	(Satz/2 Platinen)	108-676	12,50	— Vorneiler	040-818	8,00
Widerstandsleiste	047-556	0,80	— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	SMD-Balancemeter	108-677	2,50	Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
			Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Türöffner	118-680	10,00	AUTOCHECK I		
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	Schweißplatine	019-694	17,50	— VT-Modul	050-820	16,00
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	Autorangeing Multimeter	049-711	32,00	— PRZ-Modul	050-821	3,00
			E.M.M.A.			Energiewerter (2 Platinen)	069-726	16,50	— N-Modul	050-822	11,50
			— Hauptplatine	028-627	29,50	AUDIO-COCKPIT			— W-Modul	050-823	11,50
			— V24-Interface	058-653	3,00	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00	AUTOCHECK II		
			— IEC-Bus	098-669	8,00	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00	— P-Modul	060-828	16,00
			— C 64-Brücke	108-678	15,00	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50	— E-Modul	060-829	11,00
			Neuzugler 0—16 V/20 A	038-628	16,50	DISPLAY			— B-Modul	060-831	16,00
			Anpaßverstärker	048-640	18,25	— Spaltenreiber	099-746/ds	11,50	AUTOCHECK III		
			STUDIO-MIXER			— Zeilenreiber	099-747/ds	17,50	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
			— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	— Matrixplatine	099-753/ds	35,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00			

1 1/2

Preis

III Solange Vorrat reicht III

**1/2 Preis****!!! Solange Vorrat reicht !!!**So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die  
Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.


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


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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:


**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**


# K L E I N A N Z E I G E N

**drehen und fräsen**, Lautsprecherbausätze von Sees Vifa Peerlees. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sondernam 3, 3380 LANDAU/ISAR, Tel. 0 99 51/67 97. 

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51. 

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preisliste + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C Oegkaden + Adapter Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Tel. 0 42 98/49 80. 

**NEU** • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis • **NEU** Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken und Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr.172, 5210 Troisdorf 22, Tel. 0 22 41/40 11 93 auch nach 17 h. 

**8052-ECB** Basicrechner mit Businterface. Eurokarte. RTC, Pufferakku, 2 ser. Schnittst. Watchdog, Resetg., 32 kB RAM, auch 8051/32/31. Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— incl.; Platine, GAL, Doku 100,— incl.; Buskarten, LCD-Display, Tast. auf Anfr. Tel. 02 41/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr. 22, D-5100 Aachen. 

**ENERGIESPARTEUFEL** (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, 15,— DM. R. Ufermann, 4130 Moers 1, Scherpenberger 111.

Traumhafte Ozsi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, Tel. 06 51/4 82 51.

**8051 Simulator** auf PC: Fullscreen Darstellung. Online-Help. Disassembler. 46,—. 07 11/37 67 18.

**Public Domain Softw. f. Nachrichtentechniker** preisgünstig, über 40 Programme mit Dokumentation (Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo-Disk.: DM 8,— (Scheck!!). Jörg Schmitz, Sauerbruchstr. 16, D-6204 Taunusstein, Tel. 0 61 28/7 11 73 (abends).

**MANAGER - 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, Industrie 17, Tel. 0 97 76/98 16, Fax 0 97 76/71 85.

**LAYOUT's** von Ihren Vorlagen. Tel. 06 61/5 51 51.

DASY PC-Meßprogramm 400,— DM. Prospekt anfordern. Offenbergl, Neustr. 13, 4630 Bochum 1.

**Erfahrener Dipl.-Ing. (FH) übernimmt Aufträge** im Bereich Entwicklung, u. a. Digitaltechnik, elektron. Steuerungstechnik. Heinz Alt, Schutterstr. 11, 7630 Lahr 15, Tel. 0 78 21/7 63 43.

**Von der Idee bis zum fertigen Produkt:** Wir entwickeln und fertigen für Sie elektronische Schaltungen und Geräte der gesamten Elektronik und Elektromechanik. Sprechen Sie mit uns. FMW electronic, 7483 Inzigkofen 1, Tel. 0 75 71/5 05 47, Fax. 0 75 71/5 05 48.

Suche Audiograph 3300, Kemtec oder MLSSA-Computermeßplatz. Tel. 02 31/45 66 46.

**CROSSASSEMBLER** für PCs oder Atari ST/TT für 8051/48, 6502, 6801-HC11, Z80, TMS320C25, TMS7000 Shareware Disk 10,— DM. Vollversion für alle Prozessoren, mit deutschem Handbuch 70,— DM. Infos kostenlos. gegen frankierten Rückumschlag A. Mecke, Schieferkamp 40 B, 3000 Hannover 91.

Verkaufe meine Public Domain Sammlung aus 300 Prog. für AT für 130,—. Tel. 09 41/99 99 15.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste Tel. 0 95 45/75 23, Fax. 56 68.



**Einfach besser**


4902 Bad Salzungen - Wüsten  
Tel.: 05222/13 804 FAX 15 986

**3 HD-Laufwerke am ST/TT mit GAL-EPROM und GAL Programmieren.** Elektr. Centronic-Umschaltung 1x5 (Eurokarte) HD Laufwerke TEACHG235 HF 120,— Quantum Festplatten-52 MB./105 MB preiswert. Info: KH. Wörner, Heisterbockerstr. 127, 5330 Königswinter, Tel. 0 22 23/15 67, Fax. 0 22 23/48 45.

**Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren** 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen Ø/Außen Ø: A-0.6/0.8; B-0.8/1.0; C-1.1/1.5 1000 St. 30,— DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85.

**Kennen Sie Unsere Angebote?** z.B. ICL7107 à 5,95, 1N400x0,07; Z-DIODE o. 5W0,09; LED 3+5mm ao, 15 NE 555 ao, 37; VA741a0 35 VA78/79xx ab 0,45 B40 C1500 a0, 45,— DM und viele weitere günstige Angebote finden Sie in unserer Preisliste 2/92 kostenlos! Gleich anfordern bei K. Gillesen Elektronik, Postfach 10 05 06, 4060 Viersen 1. 

Verkaufe ELRAD 10/81 bis 12/91, komplett 450,—, oder Jahrgang 50,—. Knauer, Stader Str. 22, 2800 Bremen 1, Tel. 04 21/4 98 52 85.

**Jedem das Seine:** Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekte-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: Mik Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel. 0 61 05/7 50 65. 

**SMD-Automatenbestückung.** REL-Elektronik R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23, Fax. 0 80 41/88 24.

**A/D-Wandler für RS 232-Schnittstelle m. 12Bit 8 A/D-Eingänge 2 I/O Ports 1x8 Bit Aus.** Preis 199,— (mit Testsoftware für PC's, Atari St, C64). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, M. Ernst u. B. Peters, 2398 Harrislee, Steinkamp 29.

**Solarmodul amorph 12Watt, 5 Jahre Leistungs-garantie nur 169,—.** Solarmodul monokristallin 53Watt, 10 Jahre Leistungs-garantie 830,— und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Haldle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80, Fax. 33 92 02.

## URAN

ist der Tod, der aus der Erde kommt, warnen die Ureinwohner dieser Welt. Sie sind die ersten Opfer: beim Abbau von Uran, beim Test von Atomwaffen, bei der Lagerung nuklearen Mülls. Weltweit sterben die letzten Stammes-völker für unsere Kernkraftwerke. Es ist an der Zeit, jenen zuzuhören, von denen nie die Rede ist. Auf dem World Uranium Hearing in Salzburg wird es geschehen. Vom 13.-18. September 1992 werden die Betroffenen Zeugnis abgeben von der Zerstörung ihres Landes, ihres Lebens, ihrer Kultur. Ermöglichen Sie mit Ihrer Spende

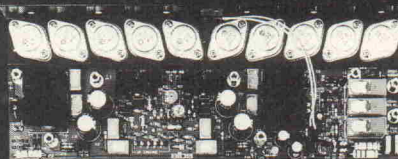
## THE WORLD URANIUM HEARING



The World Uranium Hearing e.V.  
Praterinsel 4, D-8000 München 22  
Postgiro München BLZ 700 100 80

**480 008-804**

## albs



**QUAD-MOS 600** – als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut – vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlerysteme 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 Einzelklos 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-Alltronic**

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Fax 07041/83850

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Anzeigenschluß

Heft 04/92: 06.02.92  
Heft 05/92: 12.03.92  
Heft 06/92: 09.04.92

Schon geschaltet ?

Unter

(05 11) 53 52 - 121 - 155  
erreichen Sie unsere  
Anzeigenabteilung.

Rufen Sie uns an.

## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Hosenheide 14-15  
 1000 Berlin 61  
 030/6917024

## Postleitbereich 2

**balü**  
 electronic  
**2000 Hamburg 1**  
 Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
 ☎ 040/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
 Schülperbaum 23 — Kontorhaus —  
 ☎ 04 31/67 78 20

**291721**  **CONRAD**  
**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  
**REICHELT**  
**ELEKTRONIK**  
 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**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Goswiede 10-12  
 3000 Hannover 1  
 0511/327841

**RADIO MENZEL**

Elektronik-Bauteile u. Geräte  
**3000 Hannover 91** · Limmerstr. 3-5  
 Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

## Postleitbereich 4

**Brunenberg Elektronik KG**

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
 Telefon 0 21 61/4 44 21  
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
 Telefon 0 21 66/42 04 06

**K KUNITZKI**  **CONRAD**  
**ELEKTRONIK**  
 Asterlager Str. 94a  
 4100 Duisburg-Rheinhausen  
 Telefon 0 21 35/6 33 33  
 Telefax 0 28 42/4 26 84  
 Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
 Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsichtersätze



**NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB**  
 Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
 Telefon 0 28 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Viehofer Str. 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)  
 Telex: 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 Bauteile Hartel und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
 6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2232873**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Eichstraße 9  
 7000 Stuttgart 1  
 07 11/2 36 98 21

**Worch Elektronik GmbH**

Heiner Worch Ing. grad.  
 Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
 Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
 Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

**KRAUSS elektronik**

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
 7100 Heilbronn

**PHM-Electronic**

Vertr. Elektronischer Bauelemente  
 Tel. 0 75 75/24 48 · Fax 0 75 75/29 27  
 Postfach 11 42 · 7790 Meßkirch

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Tol 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**  
**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,  
 Transformatorenbau, Fachbücher

**Rauch Elektronik**

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
 OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
 Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
 8500 Nürnberg

**263280**  **CONRAD**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Leonhardstr. 3  
 8500 Nürnberg 70  
 09 11/26 32 80

**JANTSCH-Electronic**

8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
 Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
 Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

## Österreich



VERTRIEB ELEKTRONISCHER  
BAUELEMENTE UND GERÄTE  
COMPUTER UND ZUBEHÖR  
HIFI-LAUTSPRECHER  
Cart-electronic®

Marktplatz 26  
A-4680 Haag/Hausruck  
Tel. 07732/3366-0  
Fax 07732/3366-6

Bitte Katalog anfordern

# 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 Briefmarken**  
bei — das spart die Kosten für Zahlschein  
oder Nachnahme.

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

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:  
11/77 bis 11/90, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.



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

# Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

## Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

**SALHÖFER-Elektronik**

Jean-Paul-Str.19

w8650 Kulmbach

C0570

**Bures & Koch GmbH**  
Entwicklung elektronischer Systeme

## Ihr Partner für Leiterplattenentwicklung

- \* Mikroprozessortechnik
- \* Meß- und Regelelektronik
- \* SMD-Technologie
- \* Speicherprogrammierbare Steuerungen
- \* Muster- und Serienfertigung

Raiffeisenstr. 6  
3006 Burgwedel 1  
Tel: 05139/27478  
Fax: 05139/27378

## Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim . . . . .	99	Friedrich, Eichenzell . . . . .	95	Oberhauser Elektronik, Peutenhausen . . . . .	95
AUDIO-VALVE, Bad Salzuffen . . . . .	99	Gerth, Berlin . . . . .	27	POP electronic GmbH, Erkrath . . . . .	91
asix Technology, Eltingen . . . . .	12	gn electronics, Rutesheim . . . . .	8		
Bauer Elektronik, St. Wendel . . . . .	95	Hewlett Packard GmbH, Böblingen . . . . .	104	RATHO Electronic Vertriebs GmbH, Hamburg . . . . .	27
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr. . . . .	98	Hofmann, Lappersdorf . . . . .	97	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven . . . . .	58 + 59
Bitzer, Schorndorf . . . . .	6	Hoschar, Karlsruhe . . . . .	93	Rose, Gladbeck . . . . .	6
Boddin, Hildesheim . . . . .	94				
Brendes Datentechnik, Schortens . . . . .	93	Innotron, Wuppertal . . . . .	6		
Bures & Koch GmbH, Burgwedel . . . . .	101	Isert Electronic, Eiterfeld . . . . .	103	Salhöfer Elektronik, Kulmbach . . . . .	101
Burmeister, Roedinghausen . . . . .	93	iSystem, Dachau . . . . .	11	Spectra Computersysteme, Leinfelden-Echterdingen . . . . .	23
CadSoft Computer, Pleiskirchen . . . . .	9	Kosiol Comp. Syst., Frankfurt/M. . . . .	6	Schuro Elektronik GmbH, Kassel . . . . .	25
Carston Vertriebs GmbH, Darmstadt . . . . .	15			Tennert Elektronik, Weinstadt-Endersbach . . . . .	95
Com Pro Hard & Software Beratung, Stuttgart . . . . .	95, 96	Layout-Service-Kiel, Kiel . . . . .	97	Ultimate Technology, Naarden . . . . .	2
		Leister, Kägiswil . . . . .	95	Ventas Technologies, Köln . . . . .	6
de wendt engineering, Hernel . . . . .	97	Maier, W., Ing.-Büro, München . . . . .	98	Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal . . . . .	95
Doefer Musikelektronik GmbH, Gräfelfing . . . . .	97	Merkur electronic, Berlin . . . . .	8	WM-Electronic Versand, Laupheim . . . . .	94
Drau Electronic, Villach . . . . .	95	Merz Computer Electronic Versand, Lienen . . . . .	97		
		METEC GmbH, Müden/Örtze . . . . .	6		
elcotec GbR, Tillack + Englert, Burgrieden . . . . .	6	Meyer, A., Elektronik, Baden-Baden . . . . .	93		
elpro Elektronik, Ober-Ramstadt . . . . .	94	Mira-Electronic, Nürnberg . . . . .	97		
eMedia, Hannover . . . . .	92, 96	MISCO EDV-Zubehör GmbH, Dreieich-Sprendlingen . . . . .	67		
Experience Electronics, Herbrechtingen . . . . .	98	Mutronic, Rieden . . . . .	95		
		National Instruments, München . . . . .	6	Zeck Music, Waldkirch . . . . .	91

## 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  
Postgiroamt 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 11/5 47 47-0  
oder Fax 05 11/5 47 47-33

### Redaktion:

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge  
Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbbke-  
Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl  
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch  
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath,  
Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Edith Tötsches, Dieter  
Wahner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.),  
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neunhöfer, Dirk Wollschläger  
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohberg

Verlagsbüro: Nielsen II, Maedchen & Partner, Medienservice,  
Girardetstraße 122, 5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 36 46

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-  
richstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/  
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 Building,  
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

Vertrieb: Wolfgang Bormschein

Produktion:

Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin

Satztechnik (DTP): Thomas Nielsen

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 (sS 60,-/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, Postgiro 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 jl 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

sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht

übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen

Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von

Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-

druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des

Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-

knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der

Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem

Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-

tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne

Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

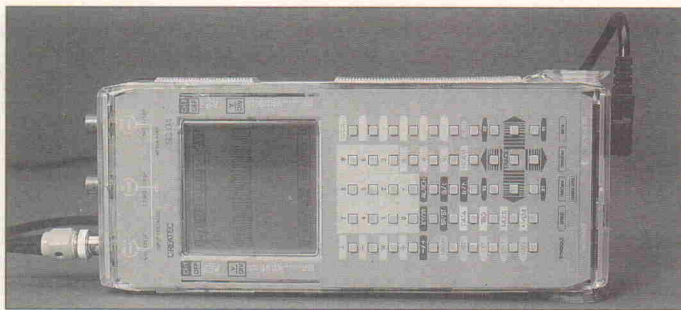
© Copyright 1992 by  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



## Test: Portable Oszilloskope

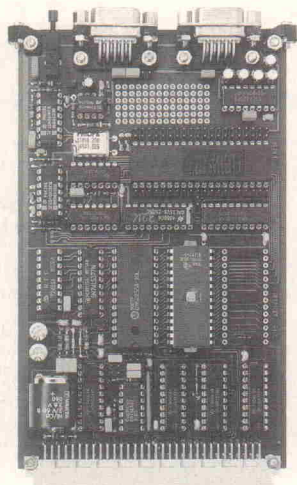
Moderne Elektronik lässt sich aufgrund ihrer Komplexität ohne Oszilloskop nicht entwickeln, aber inzwischen auch kaum noch warten. Glücklicherweise bedient sich auch die Meßtechnik längst hochintegrierter und energiesparender Bauelemente. Service-Techniker können so auch 'im Feld' die Vorteile netzunabhängiger – sprich akkuversorgter – Scopes nutzen. Mehr Licht in diesen heißumkämpften Markt bringt ein Test über die Porties.



## Projekt: Controller 92: Intel 8052AH

Die Investitionen bei der Entwicklung einer Controller-Anwendung kann man fast beliebig in die Höhe schrauben. Sie beginnen mit der Anschaffung der Ziel- und Entwicklungshardware und dem passenden Crosscompiler für die Lieblingshochsprache. Dann muß ein EPROM-Simulator her, eventuell sogar ein Emulator und schließlich natürlich der EPROM-Brenner, um alle realisierten Funktionen in Silizium zu gießen. Man kann aber auch zur nächsten Elrad-Ausgabe greifen und sich von der Leistungsfähigkeit des ersten 'Controller 92'-Projekts überzeugen, das von Haus aus alle Entwicklungswerkzeuge mitbringt.

CPU 8052AH-Basic mit 11 MHz Taktfrequenz, zwei RS-232-Schnittstellen für Terminal und Drucker, Watchdog-Timer, 32-KByte-akkugeduffertes RAM, Echtzeituhr und EPROM-Programmierungseinrichtung on Board. Für 'Zugänge' jeglicher Art sorgt ein EC-Bus-Interface.



## Markt: Betriebliche Aus- und Weiterbildung

Konjunkturhoch bei Aus- und Weiterbildung: Die staatlichen Einrichtungen fassen die Stu-

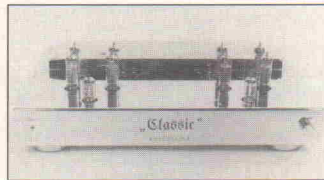
denten nicht, die Seminartermine der privaten technischen Akademien stehen inzwischen in dicken Katalogen, die IHKS mischen verstärkt mit, Anbieter von Lehr- und Lernmitteln haben volle Auftragsbücher. Nicht genug damit:

## Entwicklung: Boundary Scan Test

Man nehme einen Bus, verbinde ihn mit den ICs der Schaltung und teste sie – mit IC-Adresse und Testsignal: die finale Lösung des Testproblems. Ganz so einfach freilich geht es nicht, denn Boundary Scan Testing erfordert außer dem Testequipment neue, BST-vorbereitete ICs. Doch alles ist schon da – abgesegnet von IEEE und ANSI. Der neue Teststandard charakterisiert ein Produkt zeitlebens: in Entwicklung, Fertigung und Service. Boundary Scan Test ist somit Pflichtfach für Schaltungs-Designer sowie alle, die Geräte produzieren oder warten – und auf der Ebene der Entscheider eine größere Management-Aufgabe.

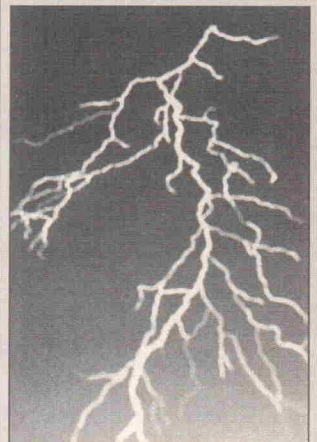
## Projekt: Power für starke Boxen

Auch Röhrenverstärker sind seit Jahren Kraftprotze, denn unter (2 x) 60 W läuft in unserer transistorisierten HiFi-Gesellschaft nur noch wenig. Doch auch mit 'schlappen' dreißig Watt – in Verbindung mit wirkungsgradstarken Boxen, Hörnern beispielsweise – läßt sich ein Höllenspektakel veranstalten, wie die älteren Leser noch wissen. Den anderen sei dieser Treibsatz mit viermal EL 84 pro Kanal wärmstens empfohlen.



Die Anzahl der Firmen, die Seminare auch für 'Externe' durchführen, hat das halbe Tausend überschritten. Eine weite, unübersichtliche Bildungslandschaft, die zum Versuch einer ersten kartografischen Erfassung geradezu herausfordert.

## Dies & Das



### EMUV: Störfaktor Nr. 1

'Elektromagnetische Unverträglichkeit – das *enfant terrible* der Elektronik-Branche' formuliert der Veranstalter der Kongressmesse EMV '92 in Karlsruhe, wo vom 25. bis 27. Februar 1992 Maßnahmen besprochen und gezeigt werden, mit denen das ungezogene Kind, der 'Störfaktor Nr. 1', gebändigt und zur *raison* gebracht werden kann.

Trotz weitreichender Schadensmeldungen bestehe kein Grund zur Panikmache, meint der Münchener EMV-Experte Professor Schmeer, der gemeinsam mit Vertretern aus Wissenschaft und Industrie den Kongreß vorbereitet, der mit 90 Fachvorträgen die Grundlage für einen intensiven und aktuellen Erfahrungsaustausch bietet. Auf der parallel stattfindenden Fachmesse geben über 180 Aussteller einen Überblick der Produkte und Dienstleistungen auf dem Gebiet der Elektromagnetischen Verträglichkeit.

Für eine Vielzahl von EMV-Problemen gebe es bereits ausreichende Lösungen, doch nach Einschätzung Schmeers gibt es noch reichlich 'harte EMV-Nüsse' zu knacken, beispielsweise im Bereich der Datenübermittlung. Der Grund folgeschwerer Aussetzer liege in den seltensten Fällen auf der Hand, etwa bei mangelhafter Abschirmung von Kabeln. Apropos Abschirmung: Schirmherr der Karlsruher Veranstaltung ist Bundespostminister Schwarz-Schilling.

**isel-Eprom-UV-Löschgerät 1** ..... DM 102,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluß
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



**isel-Eprom-UV-Löschgerät 2** (o. Abb.) ..... DM 284,50

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluß
- Vier Löschschütze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

**isel-19-Zoll-System-Gehäuse**

- 10-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert ..... DM 69,-
- 19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert ..... DM 100,-

**isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger** (o. Abb.)

- 10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ..... DM 29,50
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ..... DM 37,50
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert ..... DM 50,-

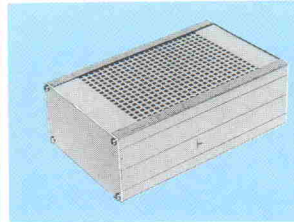


#### Zubehör für 19-Zoll-Systeme

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 0,80
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 1,35
- 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... DM 2,35
- Führungsschiene (Kartenträger) ..... DM 0,60
- Frontplattenschnellverschl. mit Griff (Paar) ..... DM 1,95
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung ..... DM 0,70

**isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium**

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... DM 11,75

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... DM 13,40

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... DM 12,75

- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... DM 14,25

- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

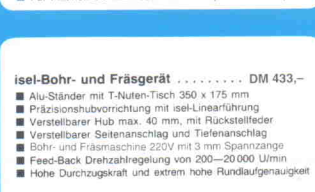
**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1** DM 56,80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2** ..... DM 91,-

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)



**isel-Flux- und Trocknungsanlage** ..... DM 364,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm
- Schaumfluxer, Flußmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

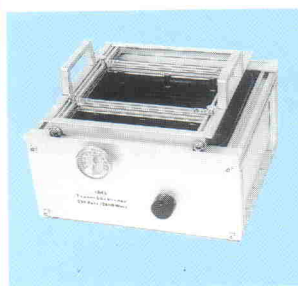


**isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln** DM 48,50

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

**isel-Verzinnungs- und Lötanlage** ..... DM 507,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, mit Edelstahleinsatz 235 x 211 x 13 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50–250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platingröße 180 x 180 mm



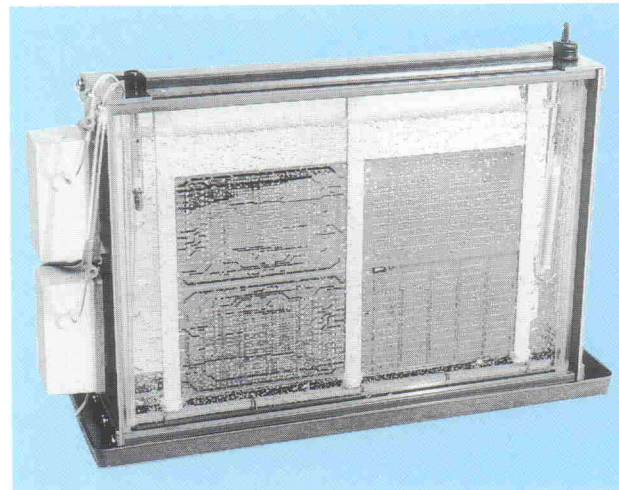
**isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln** DM 48,50

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

## isel automation

### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 188,-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilmatten
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 242,-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilmatten
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

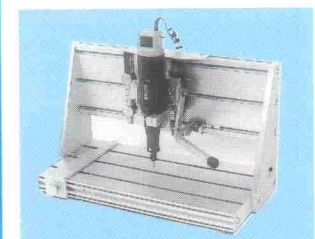


isel-automation, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150  
Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,- DM

**isel-Bohr- und Fräsgesät** ..... DM 433,-

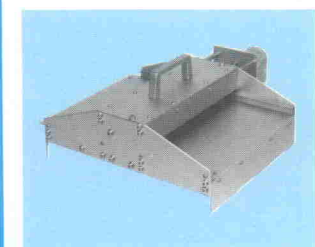
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 200–20000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



**isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln** ..... DM 250,-

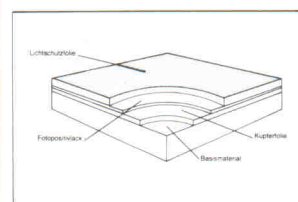
**isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage** ..... DM 568,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinnauflaufschwalze,  $\varnothing$  50, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



**isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial**

- Kupferkaschirtes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6  $\mu$ m
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stan- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Pertinax 100x160 DM 1,90 Pertinax 200x300 DM 7,05  
Pertinax 160x233 DM 4,40 Pertinax 300x400 DM 14,10

Epoxyc FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyc 100x160 DM 2,85 Epoxyc 200x300 DM 10,80  
Epoxyc 160x233 DM 6,60 Epoxyc 300x400 DM 21,20

Epoxyc FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyc 100x160 DM 3,55 Epoxyc 200x300 DM 13,75  
Epoxyc 160x233 DM 8,55 Epoxyc 300x400 DM 27,50

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

**isel-UV-Belichtungsgerät 1** ..... DM 285,-

- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



**isel-UV-Belichtungsgerät 2** ..... DM 358,-

- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung** ..... DM 1118,-

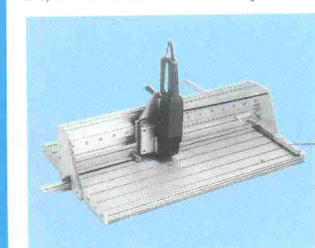
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelichtung
- Nutzfläche 360 x 235 mm maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal —0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinteilung 6–90 Sek. und 1–15 Min.



**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung** ..... DM 906,50

**isel-Präzisions-Handtrennsägenständer** ..... DM 793,-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvoranschub
- Seitenanschlag mit verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Option: Diamant-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt



Motor 220 V/710 W ..... DM 317,50  
Diamant-Trennscheibe,  $\varnothing$  125 mm DM 295,-  
Hartmetall-Sägeblatt,  $\varnothing$  125 mm DM 80,50

# Begeisterung im Handumdrehen.



**Faszinierend: die Leistungsfähigkeit eines digitalen Oszilloskops mit der Bedienerfreundlichkeit eines Analoggerätes.**



Wer sich bislang für Digital-Oszilloskope nicht begeistern konnte und sich deshalb lieber für Analoggeräte entschied, sollte jetzt genauer hinschauen. Denn das HP 54600 sieht aus wie ein 100-MHz-Analogoszilloskop und lässt sich genauso leicht bedienen.

Das HP 54600 bietet jedoch alle Vorteile eines echten Digitaloszilloskops. So flimmert auch bei Abtastzeiten im Millisekundenbereich nie die Anzeige, und die Strahlhelligkeit ist bei allen Bildwiederholraten gleich.

Es bietet eine hohe Speicherkapazität, eine Genauigkeit von 1,5 Prozent und ist optional mit HP-IB, RS 232 oder Centronix-Schnittstelle ausrüstbar. Und das alles zu einem Preis von weniger als 5.500,- DM zzgl. MwSt.

Nehmen Sie es in die Hand. Wenn Sie Handhabung und Leistung des HP 54600 fasziniert hat, rufen Sie bei HP DIREKT unter 0 70 31 / 6 67 21 an.

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**

 **HEWLETT  
PACKARD**