

MessComp '92 in Wiesbaden  
vom 7. bis 9. September  
Halle 4, Stand 454

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

+ der elektroniker

H 5345 E

DM 7,50

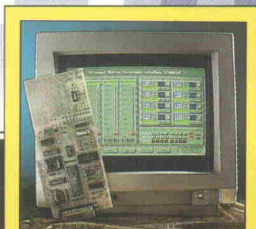
öS 60,- · sfr 7,50

bfr 182,- · hfl 8,50

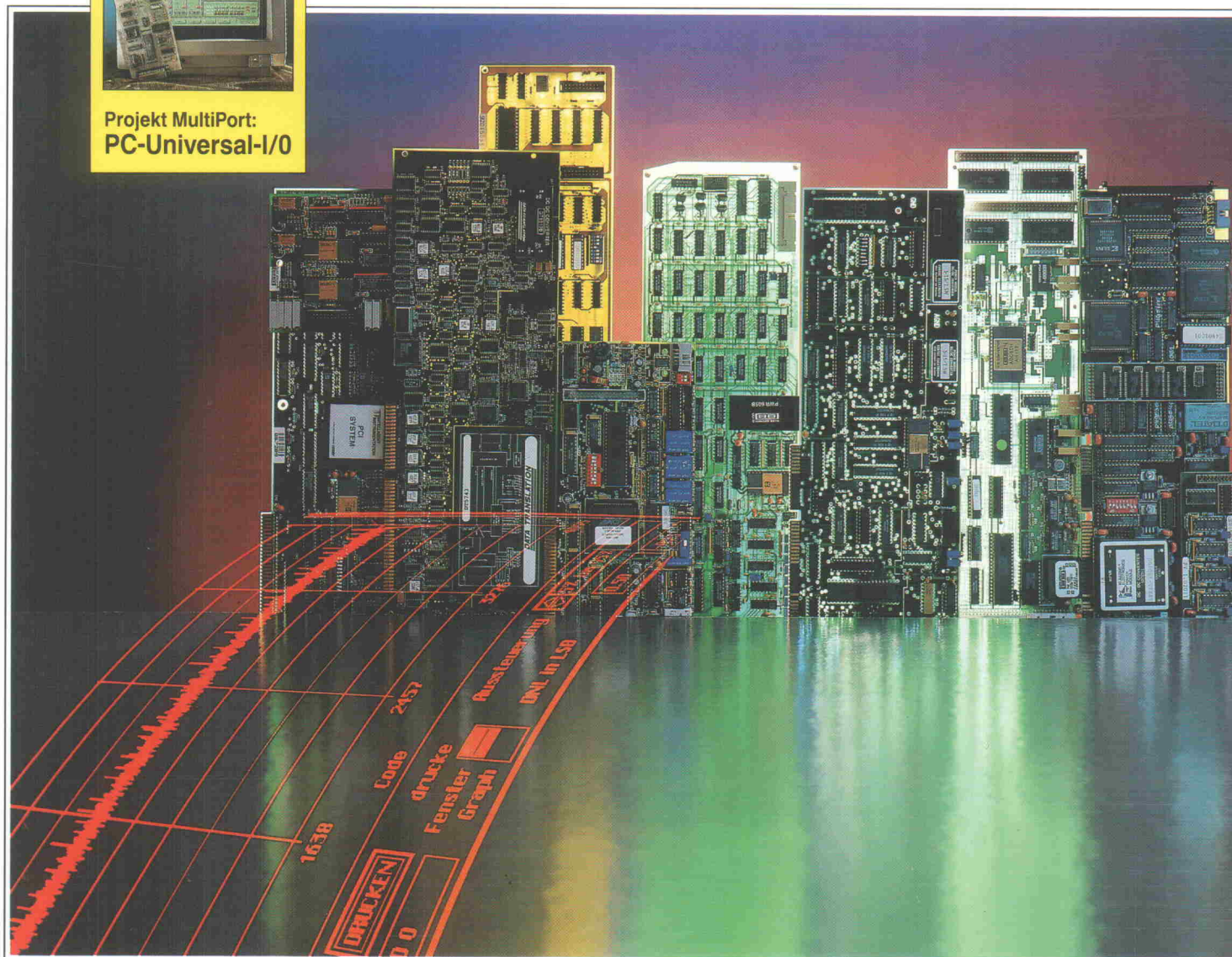
FF 25,-

9/92

9/92



Projekt MultiPort:  
PC-Universal-I/O



Test:  
ECAD: Eagle 2.6

Projekte:  
PC, Atari, Mac: 40/80-MSamples/s-Scope  
an RS-232  
PC-Karte: 24 digitale I/Os, 8 analoge Ein-  
und 4 analoge Ausgänge

Entwicklung:  
Design Corner: A/D-Wandler Max 190  
CAD: EMV-gerechtes Platinen-Design

Laborblätter: Schaltregler für direkten  
Netzbetrieb

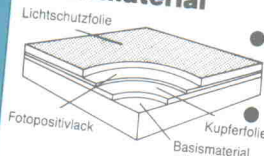
Grundlagen:  
Audio: Digitale Datenformate

## Test:

# Acht Multifunktions- Karten für PCs



## isel fotopositivbeschichtetes Basismaterial



- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage, mit Lichtschutzfolie
- 1,5 mm/0,035 mm Cu-Auflage

z. B. Eurokarte

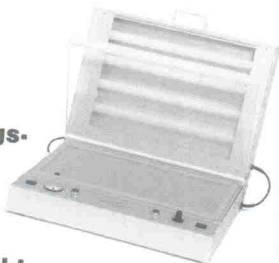
1seitig fotobeschichtet  
100 x 160 DM 2,83

## isel-UV-Vakuum-Belichtungsgeräte

ab DM 907,-

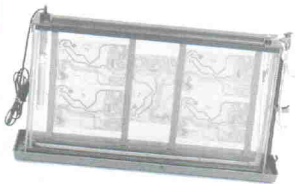
## isel-UV-Belichtungsgeräte

ab DM 285,-



## isel-Entwicklungs- u. Ätzgeräte

ab DM 188,-



## isel-Lötanlage

DM 508,-

Walzenverzinnsatz (ohne Abb.)  
DM 568,-

## isel-Flux- u. Trocknungsanlage

(ohne Abb.)

DM 365,-

## isel-19"-Einbau-/Tischgehäuse



ab DM 25,75

- 3 HE
- 6 HE
- 50-85 TE

## isel-Bohr- u. Fräsgesetz

(ohne Bohrmaschine)

DM 251,-

Wir führen auch:

Bohr- und Fräsgesetz, Trennsägen, Leucht- und Montagepulte, Euro- und Kühlrippengehäuse, Bestückungs- und Lötrahmen, Transparenzpapiere, Folien, Filme, Chemikalien zur Herstellung von Leiterplatten usw.

Alle Preise inklusive Mehrwertsteuer.

## Lötwerkzeuge



### Standard-Lötset

- LötKolben (220V/40V)
- phasengeregt
- LötKolbenhalterung
- Zinnabroller
- Entlötmaschine DM 128,-

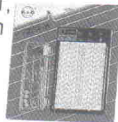
### Lötstation

Lötstation mit automatischer Lötinnzufuhr. Über Timer, Fußschalter oder per Hand einstellbar. Ein Stativ ermöglicht das Einspannen des LötKolbens und beidhändiges Arbeiten.

DM 286,-

### isel-Universalplatinen

- Euro-Experimentierplatine DM 18,-
- PC-Experimentierplatine, passend für XT und AT, Länge 338 mm DM 48,-
- Lötfreie Experimentierboards auf Grundplatte, Set mit Steckkabeln DM 24,-
- isel-Experimentierboard zum lötfreien Aufbau von Computerschaltungen. Steckboard auf PC-Einsteckkarte für XT und AT, Set mit Steckkabeln DM 39,-



### isel-Schaltnetzteil

DM 210,-

5V/50W-Schaltnetzteil im Eurogehäuse, passend für 3HE-Einbaueinheit

### isel-DC/AC-Wandler

Hochfrequenz-Spannungswandler 12V/DC in 220V/AC, 300 Watt, DM 790,-  
3HE-Alu-Gehäuse (200 x 200 x 140 mm)



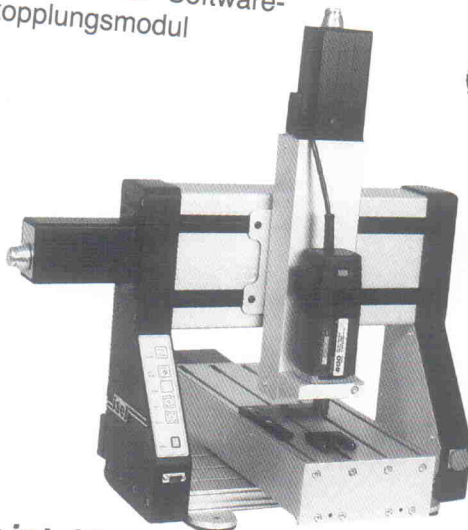
### Universalnetzteil

DM 684,-

Zwei getrennte, regelbare Spannungen mit einstellbarer Strombegrenzung, digitale Anzeige (30V/3A), 5V-Festspannung, 3A

## isel-EP 1090

... die komplette Bearbeitungseinheit mit integrierter Antriebselektronik, Bohr-Fräse-Maschine, Aufspann-Set und PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



DM 4993,-  
(inkl. MWSt.)

## 2,5D-CNC-Maschine bearbeitet:

Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffe  
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von isel automation

Fordern Sie weitere Unterlagen an!

isel automation

Hugo Isert · Im Leibolzgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1  
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575





# Kann denn Windows Sünde sein?

Die MessComp steht vor dem Fenster und alle sind fertig geworden. Wer auf sich hält, zeigt in den Wiesbadener Rhein-Main-Hallen seine brandneue oder nur neue Windows-Version seiner seit Urzeiten bekannten Standard-Software für den Anwendungsbereich 'industrielle Meßtechnik'.

Die gute Nachricht zur allgemeinen Lage: Man kann in diesem Jahr sicher sein, daß es sich tatsächlich um Windows-Software handelt und nicht nur um freie Übersetzungen ins umsatzsteigernde Neudeutsch: Software mit Windows-Technik.

Die schlechte Nachricht zur besonderen Lage: Mit Einführung der Einheitsoberfläche kommt auch die Angst der Anbieter – kennt man eine, kennt man alle. Unter den bunten Fenstern sind sie alle gleich. Individualität ist das Gebot der Stunde. 'Oberflächlich' ist da nichts zu machen, wer das versucht, beraubt sich des Verkaufsarguments: Windows. Wie es hintergründig, sprich rund um und im Systemkern, aussieht, das bedarf der sorgfältigen Überprüfung. Denn nur hier kann man gleicher sein als gleich.

Sensibles Betätigungsfeld der Entwicklerheere ist die Echtzeitigkeit, denn das Attribut echtzeitfähig – zumal auf durchschnittlicher Hardware-Plattform – wird mit Sicherheit ein Renner. Was für mich selbst in diesem Zusammenhang geklärt werden muß: Würde ich es zulassen, die Herz-Lungen-Maschine von einer Windows-Software steuern zu lassen, während man an mir herumoperiert?

Gleichwohl: Die Perspektiven sind ausgezeichnet, und die Fahne flattert im Wind, das Bedienungskonzept ist o. k., die Investitionen erträglich, und

ein erkleckliches Stück auf dem Weg zur 'guten Software' ist getan.

Und bei bestimmten Anwendungen kann man 'nein' sagen. Mit Sicherheit weiß jeder Chirurg, was Windows ist: Fragen kostet ja nichts.

*Hartmut Rogge*

Hartmut Rogge







## Projekt

### Osziface (1)

Mit einer Abtastrate von 40 MS/s wartet dieses Digitale Speicheroszilloskop in jedem Fall auf. Bestückt man das Gerät mit mindestens zwei Eingangskanälen – was der täglichen Meßpraxis ohnedies näher kommt –, läßt sich die Abtastrate gar verdoppeln. Als Kontroll- und Anzeigeeinheit nutzt Osziface einen Personalcomputer – nicht zwingend den PC, da die Betriebssoftware derzeit auch für Ataris und Macintosh-Rechner verfügbar ist.

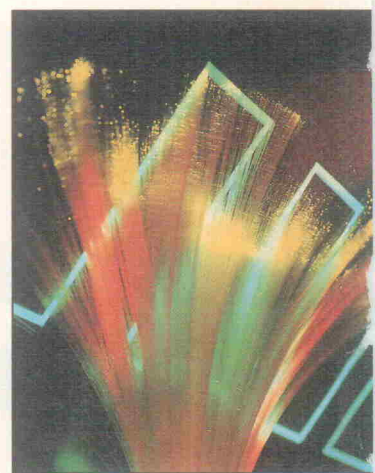
Seite 29

## Projekt

### MultiPort

Eine einfache Möglichkeit, an eine Multifunktionskarte zu kommen, ist der Aufbau dieser Karte. Zum Leistungsumfang zählen 24 I/O-Leitungen, acht Analogeingänge sowie vier Analogausgänge mit jeweils acht Bit Auflösung.

Seite 24

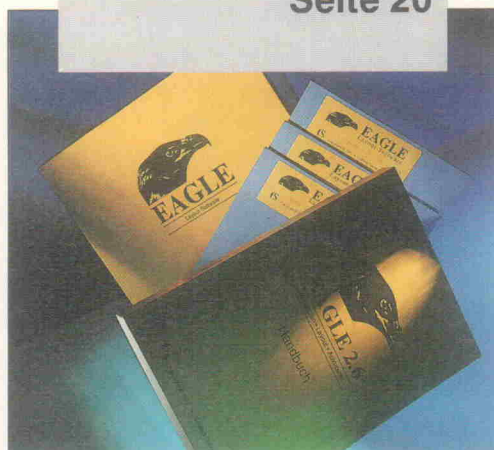


## PreView

### Über den Wolken

100%-Autorouter ist das Zauberwort, mit dem die neueste Version 2.6 des 'Platinen-Designers' Eagle den ECAD-Markt erobern will. Diesen Rip-up-and-Retry-Router hat die Redaktion eingehend unter die Lupe genommen. Nach Aussagen des Software-Entwicklers Cad Soft läßt der Neue keine Wünsche mehr offen. Ob der Adler das halten kann, zeigt der Bericht.

Seite 20



## Design Corner

### A/D-Wandler MAX190

Nicht mit seinen Daten, sondern mit Spezialitäten macht Maxims 190er, ein neuer 12-Bit-ADC, auf sich aufmerksam: Pseudo-Differenzeingang, wenig externe Beschaltung, unipolare 5-V-Versorgung, Schnittstelle wahlweise seriell oder parallel (zwei Varianten). Mega-interessant: das 190er-Demoboard, eine denkbar preiswerte PC-Datenerfassungskarte.

Seite 47





## Grundlagen

### Digitale Audiodaten-Schnittstelle

CDs und DATs verfügen, das ist ja hinlänglich bekannt, über koaxiale oder optische Ausgänge, über die zwei Audio-Datenkanäle seriell an einen geeigneten Empfänger gekoppelt werden können. Offenbar sind im verwendeten Format auch Informationen über den Kopierschutz und die verwendete Emphasis sowie über die Abtastfrequenz und Datenquelle enthalten. Wo diese und weitere Informationen im Datenstrom versteckt sind, erfahren Sie ab

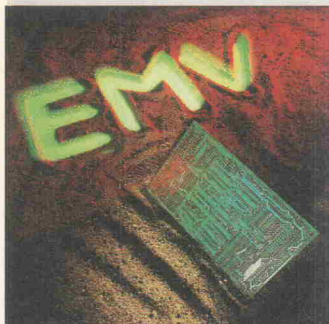
**Seite 50**

## Entwicklung

### Strahlenschutz

Hochgetaktete Motherboards aus koreanischen Hinterhöfen scheren sich kaum darum. Ebenso der PC-Bastler, der das Netzteil seines 'Power-Towers' ausschließlich nach der Belastbarkeit auswählt. Die Rede ist von der elektromagnetischen Verträglichkeit. Zu Zeiten des Urahn Z80 war es noch vertretbar, heute, bei Taktraten bis 100 MHz, ist es nur noch blauäugig, schenkt man der EMV-Problematik nicht schon vom ersten Entwurfsschritt an und im besonderen Maße beim Leiterplattendesign die nötige Beachtung.

**Seite 56**



## Titel



### Könner am Slot

Der Einsatz von Standard-PCs in der Labormeißtechnik beziehungsweise der ihrer besonders 'gehärteten' Ausführungen im Bereich Messen, Steuern, Regeln ist immer noch – oder besser gerade jetzt – eine gute Idee. Die 'einfache' AD/DA-Karte ist, obwohl in vielen Fällen noch mit Einsatzberechtigung, out. Der Entwicklungstrend bei den Herstellern geht eindeutig in Richtung Instrument. Begriffe wie Abgleich und Kalibrierung sind keine Fremdwörter mehr. Dank ausgefeilter Software und Einsatz moderner Bauelemente ist Geschwindigkeit nicht nur mehr eine Datenblattangabe. Wer mehr wissen möchte – der Elrad-Test von acht Multifunktionskarten beginnt auf

**Seite 38**

# Inhaltsverzeichnis

Seite

## aktuell

PC - Meßtechnik	8
Stromversorgung	10
ASICs	11
Bauelemente	12
Halbleiter	13
Atari: Falke	14
Messevorbericht: MessComp 92	16

## Test

PreView Eagle 2.6: Über den Wolken	20
Multifunktionskarten: Könner am Slot	38

## Entwicklung

Design Corner: A/D - Wandler MAX190	47
Leiterplatten - EMV: Strahlenschutz	56
Die Elrad - Laborblätter: Schaltregler für direkten Netzbetrieb	79

## Projekt

I/O - Karte: MultiPort	24
DSO: Osziface (1)	29
Schalt - Interface für Digitalvoltmeter	71
19 - Zoll - Atari: Das Rückgrat	74

## Grundlagen

Digitale Audio - Schnittstellen	50
Programmierung: Signalverarbeitung in C (13)	83
Regelungstechnik (9)	86
Mathematik: Der Mittelwertsatz der Integralrechnung	90

## Rubriken

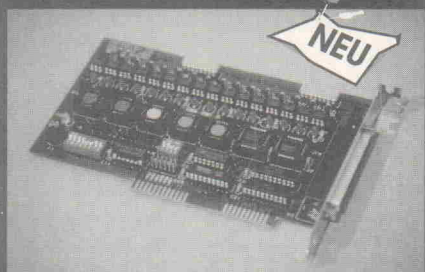
Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Arbeit & Ausbildung	62
Bücher	65
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



Messwerterfassung für PC/XT/AT/386

## OPTOIN-16 extended

- 16 Eingänge über Optokoppler
- 8 Kanäle interruptfähig über Controller
- Quarzeitbasis mit Timer für Interrupts
- Waitstategenerator



Fordern Sie unseren kostenlosen Katalog an!

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

## Wir lösen Ihre Anschlußprobleme



**RW ELECTRONICS**  
Elektronische Bauelemente

**Sub-D Steckverbinder  
Computerkabel  
Kabelkonfektion  
Vernetzungszubehör**

Fordern Sie bitte unseren kostenlosen Katalog an!

7101 Erlenbach, Berggasse 4  
Tel. 0 71 32/1 66 56, Fax 0 71 32/56 78

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



## NEU... IMM552LC

- CPU 80C52 gesockelt mit 8-Kanal-AD-Wandler 10 Bit
- max. 64 KB EPROM (DIL28)
- 32 KB RAM (DIL28)
- 128 Byte EEPROM
- steckerkompatibel zu IMM552
- großes Lochrasterfeld (Europakarte)
- inkl. Dokumentation + BASIC auf Diskette

<b>BS 1:</b> Leerplatte, CPU, Dokumentation und BASIC auf Diskette	DM 85,50
<b>BS 2:</b> wie Bausatz 1, jedoch inkl. aller ICs	DM 142,50
<b>FP 1:</b> komplett aufgebaut und getestet, BASIC	DM 188,10
<b>FP 2:</b> Fertigmodul, 61 mm x 91 mm, komplett aufgebaut und getestet, BASIC	DM 188,10

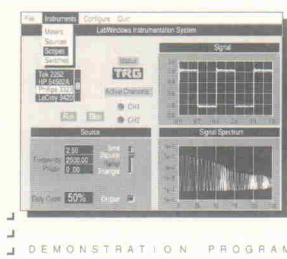
## POW-Netzteil

POW181 = 18VA +5V, +12V, -12V DM 114,-

- Alle Preise inkl. MwSt., zuzüglich Porto und Verpackung.
- Rufen Sie an! Sie erhalten kostenlos unseren Produktkatalog!
- Wir stellen aus: MESSCOMP '92, Wiesbaden, Stand 948.

intec electronic GmbH, Rheingrafenstraße 37, 6501 Wörrstadt  
Tel. 067 32/50 29, Fax, 0 67 32/6 14 96, Gf.: Th. Schlenger-Klink

## LabWindows®



Betrachten Sie LabWindows

**LabWindows®** – Software-Entwicklungssystem zur Datenerfassung und Steuerung von Meßgeräten. Kostenlose Demo-Diskette unter  
Tel.: 089/714 50 93



© Copyright 1992 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

## spectrum

**Micro-Cap IV** – das integrierte Softwarepaket für die Schaltungsentwicklung! In der nunmehr vierten Generation absolut SPICE-kompatibel! Komplett mit graphischer Schaltungseingabe, Bibliothek (>3100), Zeit-, Gleichstrom-, Kleinsignal-, Monte-Carlo-Analyse, Model-Generator, Scope-Funktion.

Bitte Info anfordern!

Micro-Cap IV Basis (max. 25 Knoten) DM 399,00  
inkl. kompletter Dokumentation und Bibliotheken  
zuzügl. Porto+Verpackung

**gsh – Systemtechnik Software & Hardware**  
Postf. 600 511 D-8000 München 60  
Tel: (089) 834 3047 Fax: 834 0448



## 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/Ortze Fax: 0 50 53-6 59

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

Universelles

## Aktuell in diesem Heft

## 40 MSample Speicheroszilloskop

beim Anschluß an Rechner mit serieller Schnittstelle

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- 2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit
- komfortable Bedienung über Rechner
- Möglichkeit der Logikanalyse
- fertige Software für PC, Mac und Atari
- modularer Aufbau (jederzeit erweiterbar)

Preise:  
1 kanalig incl. Software 1200,- DM  
jeder weitere Kanal 600,- DM  
jede weitere Software 100,- DM

Bitte Rechnerart für Software und Anschlußstecker angeben. Alle Preise incl. MwSt., zzgl. Porto und Verpackung (9,-DM). Zahlung per Vorrusscheck oder Nachnahme.

Zu beziehen direkt bei den Entwicklern:

Seiwert / Pohl - Ing. Büro

Tel. (030) 4628871  
Okerstrasse 36  
1000 Berlin 44

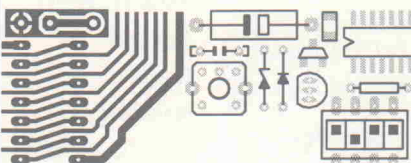
# OSZIFACE

## Sie kleben Ihre Platinen von Hand?

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

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

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



## ING. BÜRO FRIEDRICH

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

## PC-Einsteck-Karten

(Auszug)

sehr schnelle 8-Bit-Karten (Zus-AD, 1µs-DA-Umschaltzeit):

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

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

8 Ein-/2 Ausg., 24 Bereiche, extern triggerbar DM 279,-

8 Ein-/2 Ausg., wie vor, jedoch zusätzlich 24 dig. I/O-Leitungen + 4 Wechsler-Relais (2 A) DM 389,-

12 Bit-Karte/9us 1 Eing. +/- 3V, (0..5V a.), extern triggerbar, 5 digitale Eingänge DM 289,-

digitale 24-Bit-I/O-Karte, schnell, hoher Strom, alle Anschlüsse über 1 Sub-D-Verbinder, 5 V-Ausg. DM 119,-

**Industriekarten aus der PCLab-Serie**

von 8 AD-Eing. (12 Bit/2µs)/1 DA-Ausg. + 16 digitale Ein- + 16 dig. Ausg. bis 16-kanalige differenzielle 100kHz 14-Bit-Systeme mit Quarztimer, digitalen Ein-/Ausgängen, DMA-/Interruptfähig, uni-/bipolaren Spannungsbereichen etc.

Große dig. I/O-Karten, Relais-/Optokarten, Vorschalt-Instrumentenverstärker, DA-Karten, IEEE-488-Karten, Universal-Programmiergeräte, Logic Analyzer, Entwicklungskarten, IndustriePC und Zubehör, RAM-ROM-Disk-Karten und vieles mehr.

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

Temperatursensor f. GAME-Port DM 149,-

**PC-Atomuhr** DM 298,-

günstige Motherboards, PC-Videotextdecoder etc...

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

Postfach 1133

7060 Schorndorf

Tel.: 07181/68282

Fax: 07181/66450

Angebot im Österreich: Auszubewerber erhalten bei bitzer Elektronik Marktplatz 26 A-4600 Haag, N. Tel.: 07732/3366-0 Fax: 07732/3366-6



## SCART voll belegt?

Der Beitrag 'Connections', Ausgabe 8/92, brachte eine umfassende Übersicht gängiger Steckverbinder mit deren Anschlußbelegung.

Ich habe beruflich mit der Video-Studio-Technik und immer mehr mit 'Computer-Graphics to Video' zu tun. Die Aussage über die SCART-Buchse: 'Die Analog-RGB-Leitungen sind optional und nur bei wenigen Geräten der Unterhaltungselektronik belegt', trifft doch kaum den tatsächlichen Sachverhalt.

Soviel ich weiß, schreibt eine 'hochheilige' EG-Norm vor, daß *alle* 'hiesigen' Heim-Fernsehergeräte mit einer *vollbelegten* SCART-Buchse versehen sein müssen; siehe die nicht-existent Dekoder für die hochsubventionierten TV-Normen wie MAC und EURECA-HDTV. Nur die erste Generation von portablen Fernsehempfängern war mit einer nicht voll belegten SCART-Buchse versehen; es dürfte also kein Heim-Fernsehergerät geben, das nach 1980 hergestellt wurde und dessen SCART-Buchse nicht voll belegt ist.

Somit dürfte also eine *sehr große Anzahl* von Geräten der Unterhaltungselektronik belegte Analog-RGB-Leitungen besitzen. Nicht belegt sind die RGB-Pins in der Tat bei den Geräten, bei denen die SCART-Buchse primär als Ausgang dient, das heißt insbesondere Video-Rekorder, während bei Satelliten-Receiver sich dort irgendwelche Signale tummeln können, die bei MAC-fähigen Empfängern wiederum analoge RGB-Signale sind, um so die höhere Auflösung dieses Übertragungsstandards nutzen zu können. Ähnliches gilt für die Ausgänge von höherwertigen CD-Video-Playern und von den gerade aufkommenden 'Multi-Media-Geräten' bis hin zur Kodak-Photo-CD! Deshalb sollte auch das 'erste' SCART-Kabel im Haushalt gleich eine vollbelegte Version (Typ U gem. Pr EN 50049, schwarzer Farbstrich) sein, nicht länger als 2,5 m und mit einzeln (!) geschirmten Adern – auch wenn's etwas teurer ist!

Was hat das nun mit den Computer-Schnittstellen zu tun? An diese analogen RGB-Eingänge

lassen sich, wie in Ihrem Artikel ja richtig angedeutet, die 'Home'-Computer anschließen, die über 'passende' Bildfrequenzen verfügen, wozu ergänzend zu den von Ihnen richtig angegebenen Werten noch zu sagen ist, daß die meisten der allerneuesten Heimfernseher auch die Frequenzen von 60-Hz-(NTSC)-Signalen akzeptieren, sofern diese auf der RGB-Ebene zugeführt werden – also ein gangbarer (Um-)Weg, wenn das Fernsehgerät keinen NTSC-Dekoder enthält.

Beim Weg über diese RGB-Analog-Eingänge ist übrigens die Bildqualität bei modernen Bildröhren dank der hohen Bandbreite der heutigen Farbendstufen – bei angemessenen Betrachtungsabständen – überraschend gut, wenn ATARIs (im Farbmodus), AMIGAs, aber auch MSDOS-Geräte (die meisten VGA-Karten lassen sich auf 'fernsehübliche' H- und V-Frequenzen auf der Software-Ebene umstellen, und Spezialisten applizieren auch CGA-Signale!) als Quellen verwendet werden, was wir immer wieder für Demo- oder Hinweiszwecke unter Einsatz preiswerter 'Heim-Fernseher' benutzen.

Schließlich könnte auch mit der neuen SCART-Modifikation, bei der die RGB-Pins der SCART-Buchse für die Y (Luminanz-) und C (Chrominanz-) Signale der S-Video-Standards 'mitverwendet' werden, der angejahrte C 64 wieder herausgekratzt werden, der genau einen solchen Y-C-Ausgang besitzt – und der so sein Gnadenbrot als Generator zum Beispiel für eine bewegte Hinweisgrafik mit ansprechender Qualität und mit hohem Aufmerksamkeitswert fristen könnte.

Martin Schanz  
7000 Stuttgart

*Ob inzwischen alle SCART-Gerätebuchsen tatsächlich voll belegt sind, ist uns nicht bekannt. SCART-Verbindungsleitungen hingegen sind im Handel wahlweise mit voller oder reduzierter Belegung erhältlich. (Red.)*

## Nachträge

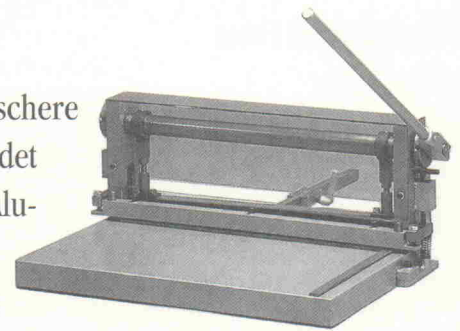
### Quellcodes per Mailbox

Die Pascal-Quellcodes zu den Software-Projekten 'Bode meets PC', Ausgabe 7/92, und 'Das UmFeld', Heft 8/92, sind jetzt über die Elrad-Mailbox zu beziehen: 05 11/5 47 47-73, Brett 20. (Red.)

Die Elrad-Redaktion behält sich Kürzungen und auszugsweise Wiedergabe der Leserbriefe vor.

# FORMSCHNITT

Unsere Plattenschere  
NE-CUT schneidet  
Leiterplatten, Aluminium, Stahl,  
Nylonklischees



und Vorlagenmaterial. Schnittbreite 530 mm.  
Absolut saubere Schnittkanten bei minimaler Gratbildung. Stabile Ganzstahlkonstruktion. Wir fertigen die Plattenschere NE-CUT so präzise, daß die Zuschnitttoleranz nur 0,1 mm beträgt. Die hohe Qualität des Messers erlaubt je nach Schnittgut 20.000 bis 50.000 Schnitte. Von diesem Gerät könnten sich andere Plattenscheren eine Scheibe abschneiden.

Bungard Elektronik Postfach 1107 W-5227 Windeck / Sieg

Tel. 0 22 92 / 50 36 Fax 0 22 92 / 61 75

**BUNGARD**

Ihr Weg zur Leiterplatte...



\* Suchen Sie den "richtigen" TTL-, CMOS-, HCMOS- oder LINEAR-IC-Baustein?

\* Nutzen auch Sie die Vorteile unserer inzwischen 100.000fach bewährten Elektronik-Taschenbücher, denn sie zeichnen sich aus durch:

- eine funktionsspezifische Gliederung der Bausteine,
- praxisnahe Baustein-Beschreibungen und PIN-Belegungs-Angaben,
- Wahrheitstabellen, Logikschemata und
- Hersteller-Nachweise.

Im Rahmen unserer Sommer-Sonderpreis-Aktion erhalten Sie jetzt unsere acht hilfreichen Elektronik-Taschenbücher (ca. 2.242 Seiten) in einer Kassette zum **SONDERPREIS von DM 289,-** zzgl. Porto u. Verpackung (anstatt DM 320,60 im Einzelverkauf).

Diese Kassette enthält: 3 Bände über TTL-Bausteine, 2 Bände über CMOS-Bausteine, 1 Band über HCMOS-Bausteine und 2 Bände über LINEAR-IC-Bausteine.

IWT-Elektronik- und Computer-Fachbücher erhalten Sie im Buchhandel und Fachhandel

### BESTELL-COUPON:

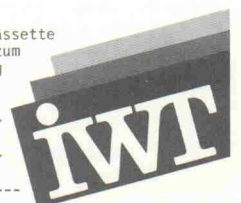
Hiermit bestelle ich die Elektronik-Taschenbuch-Kassette (ISBN 3-88322-394-8), bestehend aus acht Bänden, zum **SONDERPREIS von DM 289,-** zzgl. Porto u. Verpackung

Absender:

-----

Datum/Unterschrift:

An: IWT Verlag GmbH, Bahnhofstraße 36, D-8011 Vaterstetten  
Tel. 08106/389-18 Fax 08106/389-89





## PC-Meßtechnik

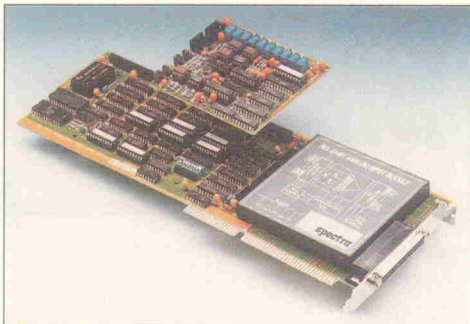
### Multifunktion modular

Ein neues Multifunktionsboard für den ISA-Bus in PCs bietet die Firma Spectra an. Die Basiskarte PCL-814 stellt 16 Bit digitale Ein-/Ausgänge und einen 100-kHz-A/D-Wandler zur Verfügung. Der Wandler arbeitet bei einer Auflösung von 14 Bit an bis zu sechzehn differentiellen Eingangskanälen. Eine spezielle Abschirmung des A/D-Bereiches soll hierbei für besonders gute Stör- unterdrückung sorgen.

Per Steckmodul kann der Anwender den Leistungsumfang der Basiskarte gemäß seinen individuellen Anforderungen erweitern. Hierfür sind zur Zeit drei beliebig kombinierbare Module erhältlich: Das PCL-814-DA-1 ist ein 12-Bit-D/A-Wandler mit zwei Kanälen, die

jeweils als Spannungs- oder Stromausgang (4 mA...20 mA) konfigurierbar sind. Zähler-/Timerfunktionen stellt das Modul TC-1 mit fünf 16 Bit breiten Auf-/Abwärtszählern und einer Zeitbasis von 1 MHz zur Verfügung. Die letzte der drei Erweiterungen ist unter der Bezeichnung DIO-1 erhältlich und enthält 24 Bit digitale Ein-/Ausgänge. Mit einem 8255-Port-Baustein ausgestattet, erlaubt dieses Modul per Software drei separate 8-Bit-Ports als Aus- oder Eingang zu konfigurieren. Der Preis für die Basiskarte beträgt 1995 DM; die Funktionserweiterungen sind zwischen 150 DM und 290 DM erhältlich (zzgl. MwSt.).

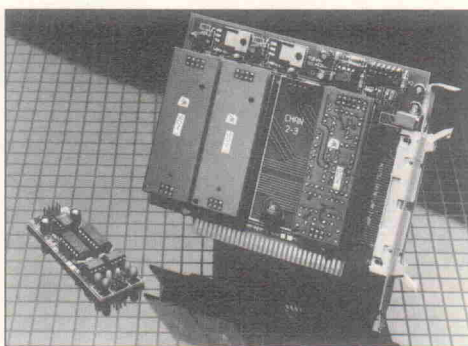
Spectra Computersysteme GmbH  
Karlsruher Str. 11  
W-7022 Echterdingen 2  
Tel.: 0 71 1/79 80 30  
Fax: 07 71/7 97 73 26



### Antialiasing-Filter

Mit der AAF-1 bietet Keithley eine PC-Bus-kompatible Filterkarte in Versionen mit 2, 4 oder 8 Kanälen an. Das Board ist speziell als Antialiasing-Filter zum Einsatz vor A/D-Wandlern konzipiert. Liegen am Eingang eines Wandlers Signale an, die Frequenzanteile nahe der Sampling-Frequenz enthalten, treten Störeffekte durch Bandüberlappungen auf. Durch Vorschalten eines steilflankigen Tiefpaßfilters lassen sich solche Aliasing-Probleme weitgehend vermeiden.

Die AAF-1 enthält ein elliptisches Tiefpaßfilter achter Ordnung, das bei 1,5facher Grenzfrequenz eine Sperrdämpfung von mindestens 68 dB garantiert. Die Grenzfrequenz ist im



Bereich von 5 kHz...50 kHz variabel und wird auf das 0,67fache der Abtastrate des nachgeschalteten A/D-Umsetzers eingestellt. Die für 2500 DM bis 5790 DM (zzgl. MwSt.) erhältliche Filterkarte ist kompatibel zu den A/D-Boards der DAS-Reihe von Keithley/Metrabyte.

Keithley Instruments GmbH  
Landberger Str. 65  
W-8034 Germering  
Tel.: 0 89/8 49 37 73  
Fax: 0 89/8 49 37 59

## AT-Meßsystem



Das digitale Meßwerterfassungssystem MEC 1000 kommuniziert in seiner neuesten Version auch mit dem verbreiteten Softwarepaket DIA/DAGO von der GfS Aachen. Die Hardware ist in jedem AT-kompatiblen PC einzusetzen. Bei einer Summenabtastrate von 1 M Sample/s und 100 kHz pro Kanal erlaubt das durch Module konfigurierbare System unter anderem den direkten Anschluß von DMS-Sensoren, Thermoelementen oder induktiven Meßwertaufnehmern. Die Bauform ist sehr kompakt, so daß in einem Laptop beispiels-

weise bis zu 32 Meßkanäle integrierbar sind. Die Basiskarte des MEC 1000 kann über externe Erweiterungen auf maximal 256 parallel abgetastete Kanäle ausgebaut werden, wobei die Abtastung für einzelne Kanäle individuell einstellbar ist. Das Basisboard für 6200 DM nimmt maximal zwei Funktionsmodule auf; eventuell vorhandene Erweiterungskarten (2200 DM) sind mit bis zu vier Modulen zu bestücken. Die verschiedenen Module kosten zwischen 1600 DM und 2100 DM und stellen jeweils zwei Meßkanäle zur Verfügung.

MEC GmbH  
Eschweilerstr. 101-109  
W-5110 Alsdorf  
Postfach 22 60  
Tel.: 0 24 04/5 59-0  
Fax: 0 24 04/5 59-20

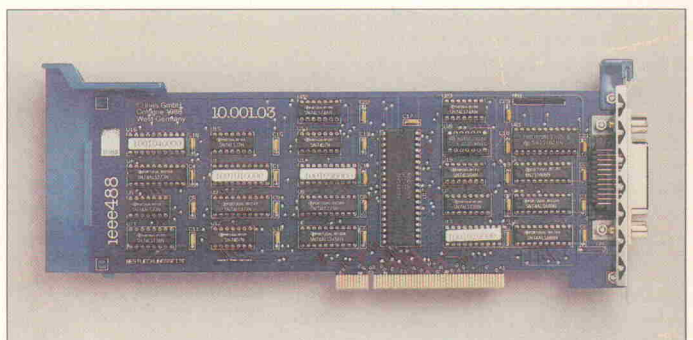
### IEEE 488 für OS/2

Der Treiber ieee488/OS/2, speziell konzipiert zur Ankopplung eines IEEE-488-Bus an PCs unter dem IBM-Betriebssystem OS/2 2.0, wird von der Firma Ines aus Köln angeboten. Die PC-Steckkarte ist sowohl für IBMs Micro Channel (MCA) als auch für ISA/EISA-Bussysteme erhältlich. Sie bietet vollautomatischem DMA-Transfer. Dazu gehört zum Beispiel das sogenannte 'Last-Byte-Handling', bei dem übertragene Bytes seitens der Hardware auf eine bestimmte Terminatorkennung überprüft werden. Hierdurch erfolgt die Interrupt-Meldung am Ende eines DMA-Transfers direkt an die Treibersoftware, ohne auf den Systeminterrupt der CPU zurückzugreifen. Gerade unter Multitasking-Systemen wie OS/2 verringert dies den

Zeitaufwand für die Bereitstellung von IEEE-Busdaten im Hauptspeicher des PC.

Als Software ist das interaktive Bedienungsprogramm COP im Lieferumfang enthalten. Es dient vor allem zum Test von Kommandosequenzen und zur Überprüfung angeschlossener Meßgeräte. Die Software integriert sich automatisch in den OS/2-Treiber und unterstützt somit alle Hochsprachen, die unter diesem Betriebssystem zur Verfügung stehen. Der ieee488/OS/2 ist als Komplettpaket (Karte, Treibersoftware und Dokumentation) zum Preis von 1875 DM (zzgl. MwSt.) erhältlich.

ines GmbH  
Neuenhöfer Allee 45  
W-5000 Köln 41  
Tel.: 0 22 1/49 16 21  
Fax: 02 21/4 99 55 06





## 224 × Analogeingang am PC

Ein System zur Meßdatenerfassung von maximal 224 Kanälen kommt von der Firma Data Translation. Aufbauend auf der Basiskarte DT2839, die 32 analoge Eingangssignale direkt verarbeitet, ist die Erweiterung durch zwei zusätzliche Multiplexer-Module mit je 96 Kanälen möglich.

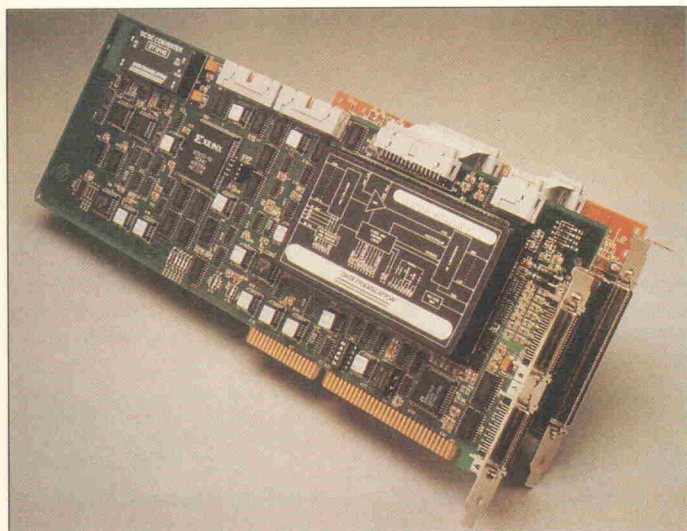
Die DT2839 liefert Daten mit einer maximalen Summenabtastrate von 416 kHz direkt an den PC. Zum Transport der Meßwerte über den ISA-Bus finden zwei DMA-Kanäle Verwendung. Dies trägt dazu bei, daß selbst bei 224 Kanälen noch Abtastraten von 224 kHz möglich sind.

Einzelne Eingänge können hierbei gleichzeitig mit unterschiedlichen Frequenzen abgetastet werden. Der 2fache DMA-Zugriff ermöglicht auch die simultane Aufnahme und Ausgabe von Signalen zum/ vom PC.

Ebenso sind externe Geräte durch Ausgabe dynamischer Signale auch während der analogen Meßwerterfassung anzu-steuern. Hierzu stehen zwei D/A-Kanäle, digitale I/O-Ports sowie Zähler-/Timerfunktionen zur Verfügung. Über eine spezielle Schnittstelle ist die DT2839 auch mit einem Signalprozessorboard zu koppeln. In solchen Konfigurationen lassen sich Abtastraten bis zu 1 MHz für einen Kanal erreichen.

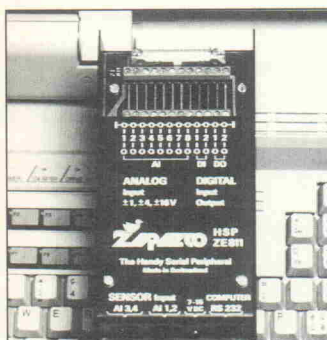
Weitere Features des Systems sind optional erhältliche Sample-&-Hold-Verstärker und ein umfangreiches Softwaretoolkit, das im Lieferumfang enthalten ist. Auch eine DLL-Bibliothek zum Betrieb mit MS Windows 3.x ist zusätzlich (gratis!) erhältlich. Die DT2839 kostet 9495 DM (zzgl. MwSt.).

Data Translation GmbH  
Im Weilerlen 10  
W-7120 Bietigheim-Bissingen  
Tel.: 0 71 42/5 40 25  
Fax: 0 71 42/5 40 42



## Mini-A/D an RS-232

An der seriellen Schnittstelle arbeitet das kleine HSP2E811.



Bei Abmessungen von 170 × 88 × 38 mm bietet das Gerät acht 13-Bit-A/D-Eingänge, die minimal 20 Messungen/s liefern. Mögliche Eingangsspannungen sind ±1 V, ±4 V oder ±16 V. Zusätzlich sind zwei digitale Ein-/Ausgänge vorhanden. Im Lieferumfang ist eine Komplettsoftware zum sofortigen Einsatz enthalten.

Pewatron AG  
Hertistr. 27  
CH-8304 Wallisellen/Zürich  
Tel.: +41- (0) 1/8 30 29 44  
Fax: +41- (0) 1/8 30 51 57

## Ringkerntransformatoren nach VDE

Deutsches Markenfabrikat aus lauffender Fertigung, Industriequalität, kleine Abmessungen, geringes Gewicht, geräuscharm.

Lieferung inkl. Befestigungssatz.



50VA 75x44 mm 43,10 DM
R 5009.....2x 9V2x2,8A
R 5012.....2x12V2x1,1A
R 5015.....2x15V2x1,7A
R 5018.....2x18V2x1,4A
R 5024.....2x24V2x0,8A

80VA 77x46 mm 49,70 DM	120VA 95x48 mm 59,90 DM	170VA 98x50 mm 65,80 DM	250VA 115x54 mm 77,80 DM
R 8012.....2x12V2x3,4A	R 12012.....2x12V2x5,0A	R 17015.....2x15V2x5,7A	R 25018.....2x18V2x7,0A
R 8015.....2x15V2x2,7A	R 12015.....2x15V2x4,0A	R 17020.....2x20V2x4,3A	R 25024.....2x24V2x5,2A
R 8020.....2x20V2x2,0A	R 12020.....2x20V2x3,0A	R 17024.....2x24V2x3,6A	R 25030.....2x30V2x4,2A
R 8024.....2x24V2x1,7A	R 12024.....2x24V2x2,5A	R 17030.....2x30V2x2,9A	R 25036.....2x36V2x3,5A
340VA 118x57 mm 87,20 DM	500VA 134x64 mm 114,80 DM	700VA 139x68 mm 136,00 DM	1100VA 170x72 mm 196,90 DM
R 34018.....2x18V2x9,5A	R 50030.....2x30V2x8,3A	R 70030.....2x30V2x12A	R 110032.....2x32V2x17,2A
R 34024.....2x24V2x7,1A	R 50036.....2x36V2x7,0A	R 70042.....2x42V2x8,3A	R 110038.....2x38V2x14,5A
R 34030.....2x30V2x5,7A	R 50042.....2x42V2x6,0A	R 70048.....2x48V2x7,3A	R 110050.....2x50V2x11,0A
R 34036.....2x36V2x4,7A	R 50048.....2x48V2x5,2A	R 70060.....2x60V2x5,8A	R 110060.....2x60V2x 9,2A

Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“: Extrem geringes Streufeld und extrem geringe Geräuschentwicklung erreicht durch doppelte Tauchimpregnierung, spezielle Bewicklung und speziellen Ringkern. Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- und Endverstärker

100VA 98x50 mm 65,80 DM	200VA 118x54 mm 88,80 DM	400VA 139x69 mm 139,50 DM	900VA 170x72 mm 203,50 DM
LN 10012.....2x12V2x4,2A	LN 20024.....2x24V2x4,2A	LN 40030.....2x30V2x6,7A	LN 90042.....2x42V2x10,7A
LN 10015.....2x15V2x3,3A	LN 20030.....2x30V2x3,3A	LN 40036.....2x36V2x5,5A	LN 90048.....2x48V2x 9,4A
LN 10024.....2x24V2x1,1A	LN 20036.....2x36V2x2,8A	LN 40042.....2x42V2x4,8A	LN 90054.....2x54V2x 8,3A

Ringkerntransformator-Sonderservice: Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntransformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen nach Ihrer Wahl. Preise für Sonderanfertigungen: R 50-R170 und LN 100 Grundpreis des Serientrafos zuzügl. 16,- DM. R250-R1100 und LN200-LN900 Grundpreis des Serientrafos zuzügl. 20,- DM. Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspannungen oder eine Doppelspannung. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils 7,- DM. Schirmwicklung 7,- DM. Lieferzeit für Sonderanfertigungen ca. 3 Wochen.

### Halogenlicht – Transformatoren

Sicherheitstrafos nach VDE 0551, Ausgang 11,5 V, Temp.-Kl. T 60/E, Dimmerbetrieb möglich, geringes Geräusch, geringe Erwärmung



Lichttransformatoren  
Ausf. LTb, im Becher verg.,  
Litzen primär und sekundär,  
mit und ohne zerstörungs-  
freiem Temperaturwächter.

Ausführung ohne Temperaturwächter

LTb 10 50VA.....49,80 DM
LTb 20 100VA.....64,30 DM
LTb 30 200VA.....84,40 DM

Ausführung mit Temperaturwächter

LTb 11 50VA.....59,80 DM
LTb 22 100VA.....74,30 DM
LTb 33 200VA.....94,50 DM

LTb 44 300VA.....108,90 DM
LTb 55 400VA.....152,50 DM

### Lichttransformatoren Ausführung „LT“

Mittelschwer, zentrale Bohrung für Schraube, Litzen primär und sekundär, Ausgangsspann. 11,5 V Temp.-Klasse T60/E, nach VDE 0551, geringe Erwärmung, geringes Geräusch, Dimmerbetrie. möglich.



LT 50 50VA.....47,50 DM
LT 60 100VA.....61,20 DM
LT 70 200VA.....79,30 DM
LT 80 300VA.....93,20 DM
LT 90 450VA.....128,70 DM

## Qualitätstransformatoren nach VDE

### Transformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Transformator maßgeschneidert als Sonderanfertigung mit Spannungen nach Ihrer Wahl.

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V oder Spannungen Ihrer Wahl.

Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen bis 1.000V – bei einem Strom von mindestens 0,05 A.

Für Spannungen ab ca. 200 V müssen Sie aufgrund des notwendigen Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung einbeziehen. Beispiel: 400Vx0,050A = 20 VAx1,25 = 25 VA.

Bestellbeispiel: 2x21V, 2x2,5A, Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105VA – passender Trafo = Typ 850

Typ 500 24VA.....29,90 DM	Typ 900 190VA.....70,90 DM	Typ 1400 900VA.....175,40 DM
---------------------------	----------------------------	------------------------------

Typ 600 42VA.....36,60 DM	Typ 950 250VA.....83,30 DM	Typ 1500 1300VA.....231,60 DM
---------------------------	----------------------------	-------------------------------

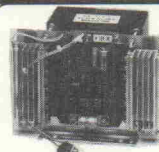
Typ 700 76VA.....49,50 DM	Typ 1140 400VA.....115,10 DM	Typ 1600 1900VA.....323,10 DM
---------------------------	------------------------------	-------------------------------

Typ 850 125VA.....55,80 DM	Typ 1350 700VA.....158,20 DM	Typ 1700 2400VA.....389,00 DM
----------------------------	------------------------------	-------------------------------

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen, Spannungsabgriffe oder eine Schirmwicklung werden mit jeweils 3,- DM berechnet.

Alle Typen sind tauchlackimpregniert. Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 3 Wochen.

## 220 V / 50 Hz – Stromversorgung netzunabhängig aus der 12 V - oder 24 V - Batterie



Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • Ausgang 220 V rechteckförmig • Tiefentladeschutz • kurzschluß- und verpolungsfest

Betriebsbereiter offener Baustein	Betriebsbereites Gerät im Gehäuse
FA 51 F 250VA.....295,50 DM	FA 51 G 250VA.....390,20 DM
FA 71 F 400VA.....360,70 DM	FA 71 G 400VA.....460,80 DM
FA 91 F 700VA.....435,10 DM	FA 91 G 700VA.....540,30 DM
FA 101 F 1000VA.....590,80 DM	FA 101 G 1000VA.....695,40 DM

Bitte geben Sie die gewünschte Batteriespannung von 12V oder 24V an.



Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschluß- und verpolungsfest • Tiefentladeschutz • Einschaltautomatik • extrem überlastbar • thermost. gest. Lüfter

UWR 12/ 800 A 12V/ 800 VA.....1330,- DM
UWR 24/ 800 A 24V/ 800 VA.....1330,- DM
UWR 12/1200 A 12V/1200 VA.....1995,- DM
UWR 24/1500 A 24V/1500 VA.....1995,- DM
UWR 24/2200 A 24V/2200 VA.....2590,- DM

Bevorzugte Einsatzgebiete: Verbraucher mit hoher Anlaufleistung, Mikrowellengeräte, Kühlschränke, Staubsauger usw. Weitere Daten in Liste C 10.



Modernste MOS-FET-Technik • Frequenz 50 Hz • quarzstabil • Ausgang 220 V ± 2% • kurzschluß- und verpolungsfest • Tiefentladeschutz • Einschaltautomatik • hoher Wirkungsgrad • thermost. gest. Lüfter

UWS 12/ 350 A 12V/ 350 VA.....1290,- DM
UWS 24/ 400 A 24V/ 400 VA.....1290,- DM
UWS 12/ 650 A 12V/ 650 VA.....1770,- DM
UWS 24/ 750 A 24V/ 750 VA.....1770,- DM
UWS 24/1500 A 24V/1500 VA.....2650,- DM

Bevorzugte Einsatzbereiche: EDV-Anlagen, Videogeräte, Meß- und Prüfgeräte, HiFi-Anlagen, Telefonanlagen, usw. Weitere Daten in Liste C 10.

## I/U – Automatik-Ladegeräte



I/U Kennlinie • Konstantstromladung mit Ladungsüberwachung • stufenloser Übergang auf Erhaltungsladung • 100%ige Ladung jedes Batterietyps • Ladestromanzeige • Eingangsspannung 190-250V • hochwertige IC-gesteuerte Transistorregelung 2 Ladestromstufen

TDL 12/25 12V-25A.....662,- DM
TDL 24/25 24V-25A.....842,- DM
TDL 12/50 12V-50A.....898,- DM
TDL 24/50 24V-50A.....1198,- DM

Bevorzugte Einsatzbereiche: Versorgung von Akkus in Rasenmähern, Solaranlagen, Booten, Bussen, Notstromversorgungen.

## 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. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C 10 mit vielen weiteren Angeboten an.



## Stromversorgung

### Jetzt mit IEEE-488-Businterface

Die Laborstromversorgungen von Delta Elektronik sind bei Schulz-Electronic nun auch komplett mit IEEE-488-Interface erhältlich. In der SM-Serie stehen die Geräte mit 600 W, 1400 W und 3000 W in drei Leistungsklassen zur Verfügung. Die dynamischen Daten der in Primärschaltreglertechnik realisierten Netzgeräte können sich sehen lassen: Ausregelzeit 100 µs, Stabilität 5 mV für

100 % Laständerung beziehungsweise Netzvariation, Temperaturkoeffizient im Konstantspannungsmodus 50 ppm/K. Mit dem eingebauten IEEE-488-Interface sind die Sollwerte von Spannung und Strom über einen 12-Bit-D/A-Wandler per Rechner steuerbar, ebenso kann man die Istwerte auslesen.

Die Bauhöhe der 600-W-Netzgeräte mit eingebautem Buscontroller beträgt 3 HE, die der leistungsstärkeren Versionen 4 HE (19"-Tischgehäuse). Insgesamt stehen in der SM-Serie neun Gerätetypen zur Auswahl, die alle Standardspannungen von 12 V, 24 V, 60 V und 110 V abdecken. Zur Leistungserhöhung sind alle Geräte für den Betrieb in Master-Slave-Technik vorbereitet.

Schulz-Electronic GmbH  
Dr.-Rudolf-Eberle-Str. 2  
W-7570 Baden-Baden 11  
Tel.: 0 72 23/5 80 54  
Fax: 0 72 23/5 80 93



### High-Quality-Labornetzgeräte

Mit den Serien EMS und TCR von Electronic Measurements bietet Zentro-Elektrik ein umfangreiches Labornetzgeräte-Programm für höchste Ansprüche an, beispielsweise für das Qualitätswesen sowie für Burn-In-Anwendungen. Hohe Ausgangsleistungen bis 10 kW, Ausgangsspannungen bis 600 V, Ausgangsströme bis 1000 A, sehr kompakte Bauweise, geringes Gewicht sowie volle 19"-Kompatibilität kennzeichnen die Netzgeräte dieser Serien. Alle Geräte sind über

den IEC-Bus rechnerprogrammierbar, das passende Interface INT 1 ist ebenfalls im Programm des Anbieters. Die Geräte verfügen über eine Lüfterkühlung; je nach Typ arbeiten sie mit einer Thyristor-Vorregelung oder Primär-Schaltregelung. Der Anbieter gewährt auf die Labornetzgeräte eine fünfjährige Garantie.

Zentro-Elektrik GmbH KG  
Sandweg 20  
W-7530 Pforzheim  
Tel.: 0 72 31/4 52 03  
Fax: 0 72 31/4 42 05

### 25-W-Module

Bei Abmessungen von 92 mm × 67 mm × 31 mm erlauben die primärgetakteten Schaltnetzteilmodule der Serie Mini-Pac 04800 von EKF einen direkten Anschluß an das 220-V-Netz. Die für eine Ausgangedauerleistung von 25 W konzipierten Module sind mit einer Ausgangsspannung von 5 V, 12 V, 15 V, 24 V, ±12 V sowie ±15 V erhältlich. Alle Modelle bieten kurzschlußfeste Ausgänge mit galvanischer Trennung vom Netz.

Zur Leistungssteigerung lassen sich die Mini-Pac-Module parallel oder in Reihe schalten. Auf einer Eurokarte kann man be-

quem zwei Module unterbringen, entsprechend vorbereitete Leerplatinen bietet EKF ebenfalls an. Die Module der Serie Mini-Pac 04800 sind nicht vergossen, sondern erlauben dank des als Kühlkörper ausgelegten, geerdeten Schlitzgehäuses eine optimale Wärmeabfuhr. Neben der Zugänglichkeit für Reparaturen und dem Berührungsschutz erreicht man dadurch eine extrem hohe Zuverlässigkeit. Das Pinning der Mini-Pacs entspricht dem Industriestandard.

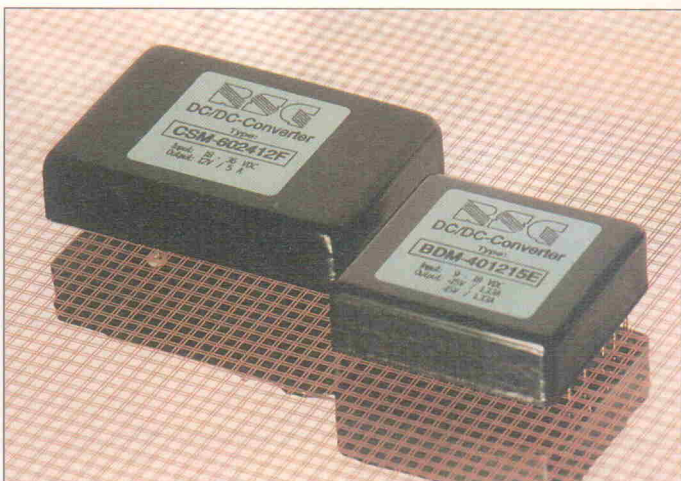
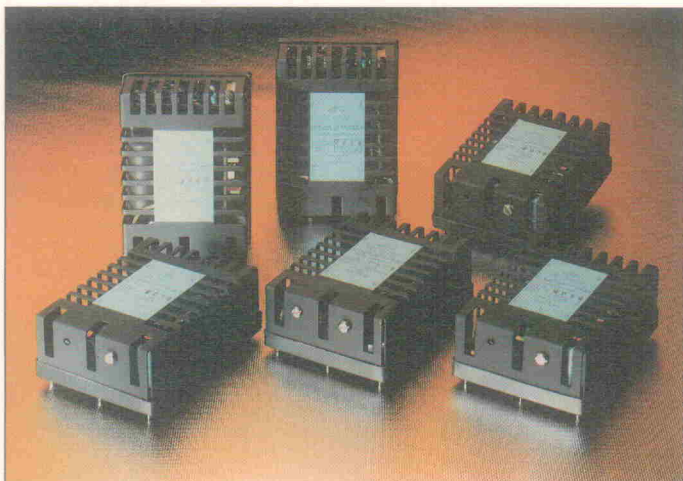
EKF-Elektronik-Messtechnik GmbH  
Philipp-Reis-Str. 4  
W-4700 Hamm 1  
Tel.: 0 23 81/68 90-0  
Fax: 0 23 81/68 90-90

### 40-W- und 60-W-DC/DC-Wandler

RSG bietet mit den Serien BXM und CXM zwei Wandler-typen der Leistungsklassen 40 W und 60 W mit bis zu drei Ausgangsspannungen an. Über ein zusätzliches Poti kann man die Ausgangsspannung fein einstellen, ebenso kann man eine Sense-Leitung anschließen. Für die Ausregelung gilt für Line ein Wert von ±0,1 %, für Load ±0,5 %. Ripple und Noise liegen unter 50 mV. Drei Eingangsspannungsbereiche stehen zur Verfügung: 9 V...18 V, 18 V...36 V sowie 36 V...72 V. Die Wandler sind gegen Überstrom und Kurzschluß gesichert. Sie arbeiten bei Temperaturen zwischen -15 °C und

+70 °C, auf Wunsch sind die Wandler auch für einen Temperaturbereich von -40 °C bis +85 °C ohne Derating lieferbar. Ihr Wirkungsgrad liegt bei mindestens 83 %. Das Wandlergehäuse ist fünfseitig (optional: sechsstufig) metallisch geschirmt, die Abmessungen betragen 100 mm × 70 mm × 21 mm (40-W-Version) beziehungsweise 140 mm × 88 mm × 22,4 mm (60-W-Version).

RSG Electronic Components GmbH  
Ludwigstr. 64  
W-6050 Offenbach/M.  
Tel.: 0 69/81 51 14  
Fax: 0 69/81 00 42 91





## ASIC-Entwicklung

### Einheitliche Entwicklungsumgebung für programmierbare Bausteine

Neu im Vertrieb von Spezial Electronic sind die Entwicklungspakete PLDesigner und PGADesigner des US-amerikanischen Softwarehauses Minc. Beide Pakete heben sich laut SE durch ein günstiges Preis/Leistungsverhältnis von den Mitbewerbern ab. So bietet Minc für 3200 PLDs aus 135 Bauteil-Familien von 18 Herstellern Bibliotheken an. Der PGADesigner unterstützt zusätzlich die Serien ACT1 und 2, MACH100 und 200, MAX5000 und 7000, TCP10 und 12, XC2000, 3000 und 4000 sowie die AT&T-Serie 3000. Minc verspricht, auch in Zukunft aktuelle Updates bereitzustellen.

Zur Eingabe der Konfiguration stehen dem Anwender verschiedene Wege offen: dies sind die

ben. Existiert beispielsweise ein OrCAD-Teilentwurf, kann dieser also auch mittels DSL ergänzt werden.

Zu den Optimierungsmöglichkeiten zählen:

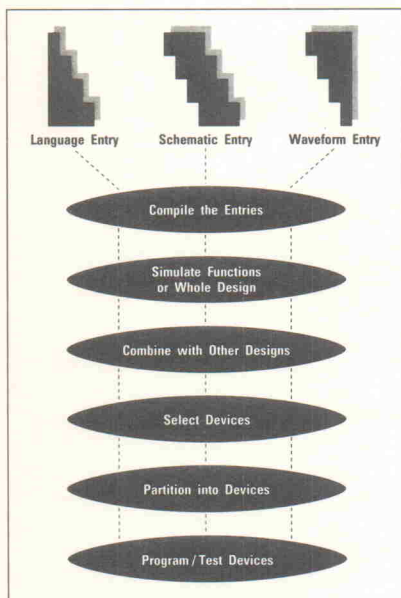
- Anwendung der De-Morgan-Gesetze,
- automatische Flipflop-Generierung.

Vor der Erstellung der Ausgabedateien lassen sich diverse Auswahlkriterien bestimmen. Dazu zählen natürlich der Integrationsfaktor und die Pinzahl der Zielbausteine ebenso wie deren Leistungsaufnahme oder Geschwindigkeit. Neben diesen technischen Details läßt sich aber auch der Marktpreis oder ein frei definierbarer Faktor – etwa die Verfügbarkeit oder Zuverlässigkeit – als Auswahlkriterium wählen. Sind mehrere dieser Punkte, gegebenenfalls auch mit unterschiedlichen Hierarchien, selektiert, ermitteln PLDesigner und PGADesigner daraus eine Eignungshitliste. Falls der so ermittelte Baustein für das zu integrierende Projekt zu klein ist, können auch unterschiedliche ICs für das Gesamtdesign partitioniert werden.

Mincs Ausgabeformate sind kompatibel zu Mentor Graphics, Valid Logic, Dazix/Intergraph, Racal-Redac und Tera-dyne. Obgleich die Programme auch auf kleineren DOS-Maschinen

lauffähig sind, empfiehlt sich der Einsatz eines modern ausgestatteten 386-Rechners. Unter der Bezeichnung PGADesigner 7000 ist ferner eine Version für Sun-SPARC-Rechner verfügbar. Bei der Preisgestaltung für die Pakete orientiert sich SE am Dollarkurs, sie beginnen bei 2250 \$ für den PLDesigner 200, dem kleinsten Mitglied der fünfköpfigen Familie.

Spezial Electronic KG  
Kreutzbreite 7  
W-3062 Bückeburg  
Tel.: 0 57 22/2 03-0  
Fax: 0 57 22/2 03-120



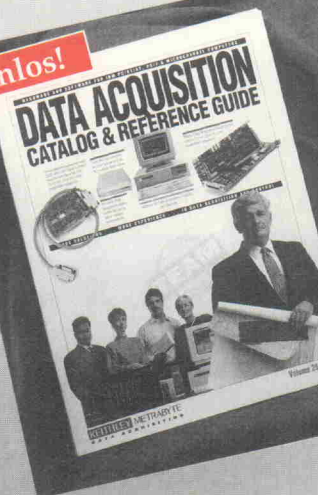
Design-Synthese-Sprache DSL, die Ausgaben grafischer Schaltplaneditoren wie OrCAD/SDT, P-CAD/PC-CAPS oder Future-Net/DASH sowie Kurvenform-Eingaben. DSL bietet unter anderem IF-THEN-ELSE- und CASE-Konstrukte, Wahrheitstabellen, State-Machines und Makros. Bei einer Waveform-Eingabe beziehen sich die Variablen auf einen Systemtakt, der zwischen 25 ns und 50 ms definiert sein kann. Falls es für ein bestimmtes Design günstig erscheint, unterstützen beide Programme auch Mischeinga-

## Neuer Katalog PC-Meßtechnik.

Mit vielen Neuprodukten und Tips!

- Steckkarten für die Meßwerterfassung
- Meßgeräte auf Steckkarten
- Microchannel-Steckkarten
- Kommunikationsinterface-, IEEE-488.2-Karten
- Modulare Meßwerterfassungssysteme auch mit IEEE-488
- Software für Meßwerterfassung, Analyse, Grafik, IEEE-488

**Kostenlos!**



*Am besten heute noch anfordern!*

**KEITHLEY**

So geht's am schnellsten:

**Tel.: (089) 84 93 07-0 • Fax: (089) 84 93 07 59**

Keithley Instruments GmbH • Landsberger Str. 65 • 8034 Germering

Ein Beispiel aus unserem

# UPDATE

Katalog

### DigiCHANNEL COM/Xi

- 4 bis 32 Schnittstellen für Rechner mit PC- oder AT-Bus
- Leistungsstarke Kommunikation durch 80C188-Prozessor und 256 KByte Speicher
- Versionen erhältlich mit RS232-, RS422- und RS485-Schnittstellen
- Besonders für den industriellen Einsatz geeignet

**DigiBoard**  
Gutenbergsstr. 11 ■ 80339 Puchheim  
Tel.: 089/80 90 2-31 ■ Fax: 089/80 90 2-16

**STEMMER**  
Elektronik GmbH & Co.KG

Serielle Kommunikation



## Bauelemente

### Kompakter 386-SX-Controller

Als komplette Einheit bietet Comtest einen Singleboard-Computer mit einem Passiv-Farb-LCD und Touchscreen an. Das Herzstück des Low-Cost-Color-Display-Pacs bildet ein mit 25 MHz getakteter 386-SX-Prozessor, der hier auf bis zu 16 MByte RAM zugreifen kann. Er hat Zugriff auf zwei serielle und eine parallele Schnittstellen, einen Watchdog-Timer, FD- und HD-



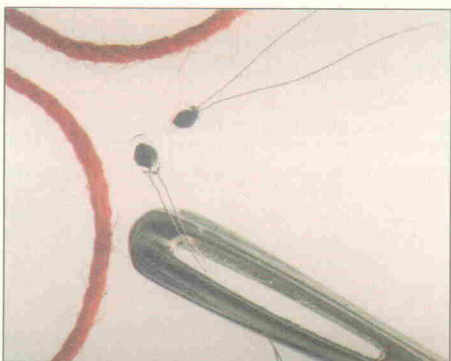
Controller, 1,5 MByte ROM-Disk sowie den VGA-Controller. Für Erweiterungen stehen ein SBX- und ein AT-Bus zur Verfügung.

Das hintergrundbeleuchtete 10,4-Zoll-Passiv-LCD zeichnet sich laut Hersteller Computer Dynamics durch einen hohen Kontrast sowie eine lange Lebensdauer aus. Als Touchscreen stehen Modelle mit kapazitiven, infrarotempfindlichen und resistiven Sensoren zur Verfügung. Wegen der kleinen Abmessungen von 298 x 216 x 45 mm stellt das Pac eine interessante Lösung für integrierte Anwendungen dar.

Aufgrund der Leistungsaufnahme von nur 16 VA scheint das Gerät für den Einsatz in batteriebetriebenen, mobilen Systemen sowie in der Medizin- und Meßtechnik gut geeignet. Der Preis liegt bei etwa 8500 DM.

Comtest Gesellschaft für Test- und Kommunikationstechnik mbH  
Johannisplatz 6  
W-8250 Dorfen  
Tel.: 0 80 81/45 60  
Fax: 0 80 81/45 70

### Subminiatur-Thermistoren



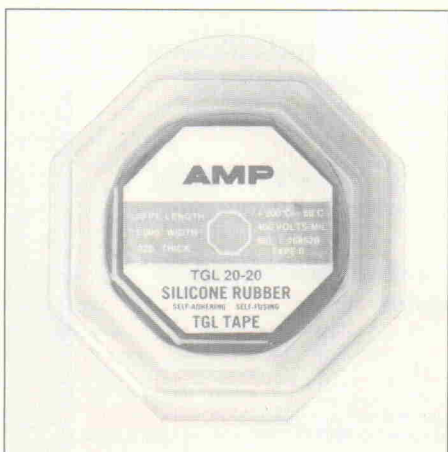
Unter der Bezeichnung Thermobeads entwickelte die Firma Thermometrics zwei Serien glasgekapselter Thermistoren in Subminiaturausführung. Die Thermistoren der beiden Serien namens BR 14 und BR 16 unterscheiden sich durch ihren Außendurchmesser: Für BR 14 gilt hier ein Wert

von nur 0,35 mm, BR 16 ist mit 0,40 mm geringfügig größer. Dank dieser geringen Abmessungen erreicht man kurze Ansprechzeiten von 1 s (BR 16: 1,2 s) in stiller Luft beziehungsweise 14 ms (16 ms) in Wasser. Die Verlustleistung beträgt 0,1 mW (0,12 mW) bei 25 °C in stiller Luft.

Eine spezielle Voralterung bei 300 °C führt zu einer hohen Langzeitstabilität und zu geringen Toleranzen. Die Thermobeads übertreffen die Spezifikation MIL-T- 23 648 bei weitem, sie sind in axialer oder in Tropfenausführung erhältlich. Der Nennwiderstand überstreicht den Bereich von 1 kΩ bis 10 MΩ (25 °C). Weitergehende Informationen sind auf Anfrage von Omni Ray erhältlich.

Omni Ray GmbH  
Herrenpfad Süd 4  
W-4054 Nettetal 2  
Tel.: 0 21 57/8 19-0  
Fax: 0 21 57/81 91 00

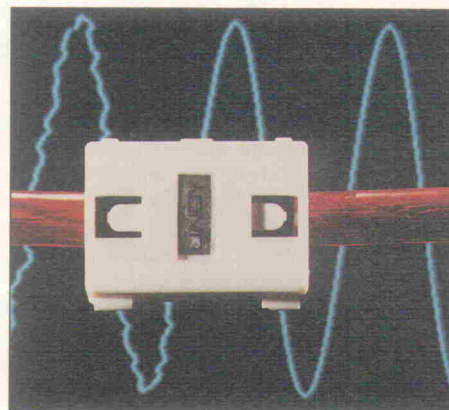
### Nichtklebendes Isolierband



AMP stellt ein neues nichtklebendes Isolierband vor, das zudem auch die Vorzüge von Schrumpfschläuchen aufweisen soll. Dieses Paradoxon löste der Hersteller durch die Verwendung eines Silicon-Werkstoffes: Sobald sich Ober- und Unterseite des Bandes berühren, beginnen sie zu verschmelzen; binnen 24 Stunden ist die dauerhafte Abdichtung perfekt. Die triangelförmige Oberfläche und ein eingearbeiteter Farbstreifen gewährleisten eine einfache Handhabung des Bandes, das auch hohen Biegebeanspruchungen standhalten soll.

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

### Leitungsfilter zum Anklipsen



Lindy bietet preiswerte Leitungsfilter an, die elektromagnetische Emissionen zuverlässig dämpfen und sich zudem sehr einfach installieren lassen. Die 3 cm langen Filter werden möglichst nah am zu entstörenden Eingang um das Kabel gelegt und zugeklappt – Werkzeuge sind nicht erforderlich. Nach erfolgter Installation wirken die Leitungsfilter als Drossel. Ihr Ferritmantel dämpft hochfrequente Signalanteile und unterdrückt eingestrahelte Störungen. Die Leitungsfilter eignen sich für Interface- und Datenleitungen von Computern und Peripheriegeräten, für Netzleitungen, Videoleitungen sowie Tastaturkabel.

Lindy-Elektronik GmbH  
Postfach 10 20 33  
W-6800 Mannheim 1  
Tel.: 06 21/4 70 05-0  
Fax: 06 21/4 70 05-30

### Schrittmotortreiber-Module

Für Anwendungsfälle, die hoher Beschleunigung oder Verzögerungen bedürfen, hat die britische Firma Parker neue Treibermodule namens Super-SD entwickelt, die ein bis zu 80 % höheres Drehmoment gewährleisten. Dank der Einbaubreite von 35 mm passen bis zu zehn dieser Module nebeneinander in ein 19-Zoll-System. Laut Parker ist es dem Einsatz von MOSFETs zu verdanken, daß auf Kühlkörper verzichtet werden konnte.

Die Treiber sind für Motorspannungen bis 60 V ausgelegt und für 2-, 3- und 5-A-Laststrom erhältlich. In Verbindung mit Standard-Schrittmotoren kann in 200 oder 400 Schritten bis zu 50 kHz gearbeitet werden. Da die Super-SD-Karte über einen eigenen Oszillator verfügt, lassen sich Beschleunigungen und Verzögerungen innerhalb einer Sekunde mit 40 bis 10 000 Schritten pro Umdrehung ohne weitere Steuerkarten realisieren.

Parker Hannifin plc  
Digiplan Division  
21 Balena Close  
Creekmoor  
Poole  
Dorset BH17 7DX  
England  
Tel: 00 44-2 02-69 09 11



## Halbleiter



### Transceiver für RS-232 und RS-422

Der Schaltkreis AD 7306 von Analog Devices enthält sowohl zwei RS-232- und einen RS-422-Treiber als auch einen RS-232- und einen konfigurierbaren RS-232/RS-422-

Empfänger in einem 24poligen SOIC-Gehäuse. Da das mit einer Betriebsspannung von +5 V arbeitende IC intern eine Spannung von  $\pm 10$  V erzeugt, benötigt man zum Erzeugen normgerechter RS-232-Ausgangssignale keine externe bipolare Spannungsversorgung. Dabei weist der erforderliche Ladungskondensator einen Wert von lediglich 0,1  $\mu$ F auf.

Die maximale Übertragungsrate des RS-232-Kanals beträgt 100 kBit/s, RS-422 erlaubt Hochgeschwindigkeitsübertragungen bis 5 MByte/s. Bei der RS-422-Übertragung tritt ein Zeitversatz mit einem typischen Wert von nur 2 ns auf. Im Leerlauf nimmt das IC eine Leistung von typisch 50 mW auf. Der AD 7306 arbeitet im Temperaturbereich von 0 °C bis +70 °C.

Analog Devices GmbH  
Edelsbergstr. 8 - 10  
W-8000 München 21  
Tel.: 0 89/5 70 05-0  
Fax: 0 89/5 70 05-1 57

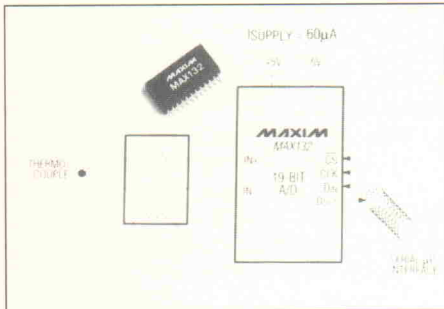
### Niedrige Stromaufnahme

Bei dem Maxim-Schaltkreis MAX 132 handelt es sich um einen in CMOS-Technik gefertigten 18-Bit-A/D-Wandler mit seriell Interface. Der Baustein erreicht eine Umsetzgenauigkeit von  $\pm 0,006$  % bei 16 Wandlungen pro Sekunde. Den Eingangsspannungsbereich von 512 mV löst der MAX 132 im letzten Bit mit 2  $\mu$ V auf. Da er sich mit einem Versorgungsstrom von lediglich 60  $\mu$ A begnügt, eignet sich der Wandler insbesondere für den Einsatz in batteriebetriebenen Geräten. Im Zustand niedriger Verlustleistung sinkt die Strom-

aufnahme auf 1  $\mu$ A. Über die serielle 4-Draht-Schnittstelle kann man einen externen Multiplexer oder ein FPGA ansteuern.

Auch der Doppeloperationsverstärker MAX 407 zeichnet sich durch eine sehr niedrige Stromaufnahme aus. Wie der Repräsentant Spezial-Electronic mitteilt, beträgt der maximale Versorgungsstrom 1,2  $\mu$ A pro Kanal. Der MAX 407 arbeitet mit einer unipolaren Betriebsspannung aus dem Bereich +2,4 V...+10 V oder mit einer symmetrischen Betriebsspannung von  $\pm 1,2$  V... $\pm 5$  V. Bei Speisung mit einer 9-V-Batterie kann man einen Ausgangsstrom von 2 mA entnehmen. Der typische Eingangsstrom liegt unter 0,1 pA, für die Eingangsoffsetspannung gilt ein Maximalwert von 3 mV. Unter der Bezeichnung MAX 406 ist auch eine Ausführung als Einfachoperationsverstärker erhältlich.

Spezial-Electronic KG  
Kreuzbreite 14  
W-3062 Bückeburg 1  
Tel.: 0 57 22/2 03-0  
Fax: 0 57 22/20 31 20



### VCM-Treiber mit MOSFET-Ausgängen

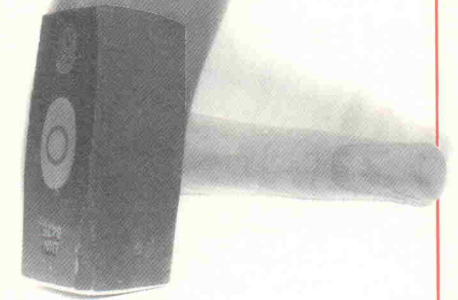
Siliconix stellte vor kurzem das VCM-(Voice-Coil-Motor-)Treiber-IC Si 9961 CY mit komplementären MOSFET-Ausgängen (12 V/1 A) vor, das sich besonders für Anwendungen im Bereich magnetischer beziehungsweise optischer Plattenlaufwerke eignet. Der VCM-Treiber Si 9961 CY im 24poligen SMD-Gehäuse macht diskrete Baugruppen für Stromüberwachung, Schleifenkompensation und Leistungsverstärker überflüssig. Er enthält komplementäre N- und P-Kanal-MOSFETs in H-Brückenschaltung (Head Retract) sowie eine Systemschan-

nungsüberwachung mit Fehlerausgang. Ein spezieller Schaltungsteil unterbindet unzulässige Querströme in der Ausgangsstufe. Für die Retract- und Enable-Funktion beträgt der Strom 2 mA beziehungsweise 5 mA; im Standby-Modus liegt die typische Stromaufnahme zwischen 0,2 mA und 0,8 mA. Weitergehende technische Informationen sind von Telefunken electronic erhältlich.



Telefunken electronic GmbH  
Postfach 35 35  
W-7100 Heilbronn  
Tel.: 0 71 31/67-0  
Fax: 0 71 31/67 23 40

## CadSoft hat wieder zugeschlagen



### Mit dem neuen 100%-Autorouter



## EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

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

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

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

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

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

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	1077 DM

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



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



# Falke

## Atari Falcon 030 mit DSP-Subsystem

Die Gerüchteküche um Ataris neue Rechnergeneration brodelt lang genug. Jetzt sind erstmals Fakten über den 'Falcon 030' zugänglich, die zeigen, ob Atari seiner alten Devise 'Power without the Price' gerecht werden kann.

Noch zur CeBIT '92, wo die Firmenspitze aus Amerika den Falcon der Fachpresse präsentierte, hielt man sich zu technischen Daten des Neulings mit lapidaren 'no details'-Äußerungen bedeckt. Anfassen und Ausprobieren war gänzlich verboten. Atari Deutschland legte im Juli die Karten für Elrad offen auf den Tisch. Genauer gesagt eine Karte: die Hauptplatine des Falcon 030 in der Revision 2. Die Vorserienmaschine wurde bereits an eine handverlesene Gruppe von Hard- und Softwareentwicklern ausgeliefert.

### Neue Power im alten Outfit

Hauptplatine, Massenspeicher und Tastatur finden im altbekannten Gehäuse des 1040 ST ihren Platz. Die Ursache für die Wiederbelebung dieser oft kritisierten Verpackung dürfte in dem Markt liegen, auf den Atari mit dem Falcon 030 ansetzt. Der angepeilte Preis von 1500 DM und die Stärken im Grafik- und Soundbereich prädestinieren den Falcon 030 für den Consumer-Markt, der niedrige Produktionskosten erfordert. Gleichzeitig betonte man, daß dieses der erste Falcon ist und sicher nicht der letzte. In bezug auf Ausstattung und Leistung läßt sich Atari nach oben und unten genügend Spielraum zur Erweiterung der Rechnerpalette. Die Branche rund um Atari schwebt schon in freudiger Erwartung. Eröffnen doch Erweiterung und 'Umwertung' der neuen Hardware gänzlich neue Märkte.

Auf der Prozessorseite herrscht eher konventionelle Technik

vor. Ein Motorola 68030 werfelt mit 16 MHz auf einem 16 Bit breiten Datenbus (RAM 32 Bit). Der Adreßbus ist auf 24 Adressen verkleinert, was den maximal verfügbaren Adreßraum auf 16 MByte begrenzt. Maximal 14 MByte lassen sich mit RAM belegen, darüber liegen Betriebssystem und I/O. Eine kleine SMD-DRAM-Karte, die auf zwei Pfostenreihen der Hauptplatine Platz findet, stellt den kompletten Arbeitsspeicher von 1, 4 oder 14 MByte bereit. Fremdanbieter können – ohne Behinderung durch spezielle Custom-Chips wie beim Atari TT – Speichererweiterungen entwickeln.

Erwartungsgemäß ergaben erste Benchmarks ungefähr die halbe CPU-Geschwindigkeit eines TT, dessen Prozessor mit doppelter Taktfrequenz betrieben wird. Angesichts der durchsatzstarken Subsysteme rund um die CPU ist die reine Prozessorleistung nicht besonders aussagekräftig. Durch den Einsatz des digitalen Signalprozessors Motorola 56001 erschließen sich dem Anwender leistungshungrige Echtzeitanwendungen ohne große CPU-Beteiligung. Der mit 32 MHz getaktete DSP 56001 ist mit 32 K- Worten Zero-Waitstate-RAM versehen und ermöglicht damit beispielsweise den Aufbau eines digitalen 8-Spur-Harddiskrecorders mit 16 Bit Auflösung. Während der AD/DA-Wandler des Vorseriengeräts geringere Auflösung bietet, soll die Serie mit einem 16 Bit Stereo-Codec ausgestattet werden. Falls Linearität oder Eingangsbeschaltung dieser Wandler nicht den Ansprüchen des Anwenders

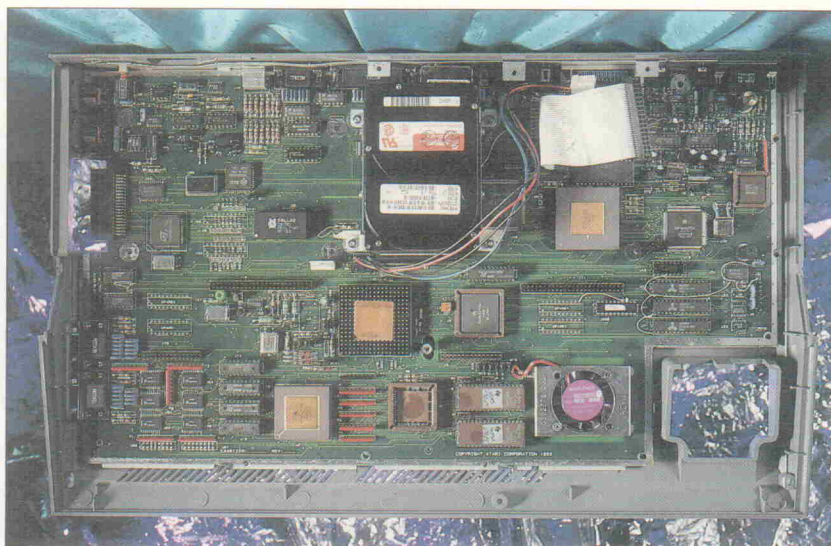
entsprechen, kann man mit minimalem Aufwand über den DSP-Port externe Hardware anschließen. DAT-Recorder, CD-Player und Sampler finden über diesen Port Zugang zum Falcon. Die maximale Datentransferrate zwischen Hauptspeicher und DSP beträgt 1 MByte/s, was sich zum Beispiel für Echtzeit-Videoanwendungen als Flaschenhals erweisen könnte.

Geplant ist eine hardwareunabhängige Bedienung des DSP über Betriebssystemfunktionen. Bei der Vorführung war der Falcon mit TOS 2.07 (einem angepassten TOS 2.06) ausgestattet. Die VDI-Bildschirmtreiber waren vorerst noch von Disk zu laden. Die Entwicklung des Multitasking-Betriebssystems Multi-TOS ist ebenfalls noch nicht abgeschlossen. Dagegen machte die Hardware der Vorserienmaschine trotz großer Funktionsfülle einen erstaunlich aufgeräumten und lichten Eindruck. Die Revision-2-Maschine enthält noch einen Testsockel und nur wenige Drahtbrücken. Der DSP und der Audioteil ließen sich bei diesem Falcon noch nicht aktivieren. Der Customchip, der die Kommunikation zwischen den Subsystemen regelt, muß sich noch einem Re-Design unterziehen. Die 'Connection-Matrix' in diesem Chip schottet die DMA-Quellen gegeneinander ab und realisiert eine Art DMA-Handshake – nicht unproblematisch bei der Vielzahl von DMA-Quellen im System.

Ein frei programmierbarer Videochip erzeugt Auflösungen bis maximal 640 x 480 Punkten

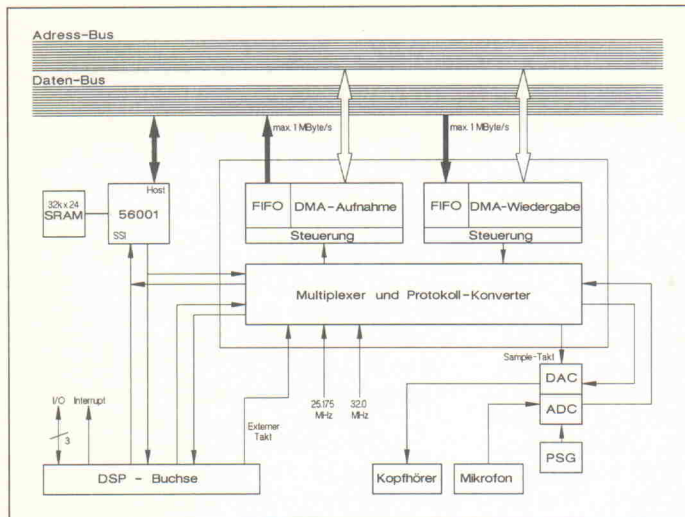
bei 70 Hz Bildwiederholfrequenz entsprechend der VGA-Auflösung. Dabei stehen gleichzeitig 256 aus 262 144 Farben zur Verfügung. Die Videosignale sind extern synchronisierbar. Zusätzlich ist für jedes Pixel im Bildspeicher ein Bit reserviert, das darüber entscheidet, ob es zu einem externen Videosignal dazugemischt werden soll oder nicht. Dieses Verfahren vereinfacht die Mischung von Video und Computerbild. In der niedrigen Auflösung (320 x 200 Punkte, 32 768 Farben) kann man einen Overscan-Modus aktivieren, der randfüllende Bilder erlaubt und die Auflösung um 20 % erhöht. Über Steckadapter finden sowohl VGA-Monitore als auch der bewährte Monochrom-Monitor von Atari Anschluß.

Der Yamaha-Soundchip, schon im allerersten ST vorhanden, ist im 40poligen SMD-Flatpack-Gehäuse direkt auf die Platine gelötet. Er bedient immer noch ungepuffert die Datenleitungen der Centronics-Schnittstelle. Eine Pufferung würde den bidirektionalen Datenverkehr über die Druckerschnittstelle verhindern. Allerdings ist der Austausch eines zerschossenen Soundchips nur Profis mit Spezialwerkzeug vorbehalten. Der interne CPU-Bus kann auf zwei Pfostenleisten eine Huckepack-Platine aufnehmen. Die Busstruktur ist allerdings eher am Steckplatz des Mega ST orientiert als am komplizierteren 68030-Businterface. Die Anpassung bestehender Hardwareerweiterungen, wie zum Beispiel die PC/AT-Emulatoren, dürfte daher keine größeren Schwierigkeiten bereiten.



**Hochintegrierte Custom-Chips halten die Bestückungsdichte erstaunlich gering. Der Customchip links unterhalb der Festplatte steuert die Kommunikation zwischen DSP, CPU und Subsystemen; er muß sich noch einem Re-Design unterziehen.**





**DSP-Subsystem des Falcon 030: Der Multiplexer enthält eine programmierbare Verbindungsmatrix, die Signalquellen und -senken sowie den digitalen Signalprozessor beliebig verbindet.**

Angesichts des erfreulichen Preis/Leistungsverhältnisses könnte der Falcon zu einem großen Wurf werden. Sieht man sich die brachliegende Atari-Landschaft an, ist jedoch schnellstes Handeln angeraten. Kleinere Stückzahlen des Falcon sollen direkt nach der Atari-

Messe Ende August zur Auslieferung kommen, doch bis die Serienproduktion richtig in Fahrt kommt, vergehen erfahrungsgemäß noch etliche Monate. Viel Zeit sollte sich Atari nicht lassen, denn eine Wiederbelebung scheint dringend nötig.

## Technische Daten Falcon 030

- CPU Motorola 68030, 16 MHz
- Mathe-Coprozessor 68881/68882 optional (Sockel vorhanden)
- 24 Bit Adreßbus, 16 Bit Datenbus
- 1, 4 oder 14 MByte RAM
- 512 KByte ROM intern, 16 Bit breit
- DSP Motorola 56001, 32 MHz
- 32 K-Worte DSP-RAM (24 Bit pro Wort), zero Waitstate
- 16 Bit Stereo-Codec (ADC/DAC), Sampling-Rate max. 50 kHz
- 1,44 MByte Floppy
- voraussichtlich interne 40-MByte-2,5"-IDE-Festplatte

### Schnittstellen:

- DSP-Anschluß SSI
- Mikrofon- und Kopfhöreranschluß (3,5 mm Klinke)
- SCSI II-Anschluß, 50polig
- Local Area Network, 500 KBit/s, kompatibel zu TT und STE
- Monitor: analog RGB, Monochrom
- Fernseher (Modulator)
- seriell, parallel
- Midi In/Out/Through
- Anschlüsse für digitale und analoge Joysticks sowie Maus
- ROM-Port (Modul)
- interner Erweiterungsbus (ähnlich Mega-ST-Bus)

Weniger Qualität  
und weniger  
Flexibilität sollten  
Sie einfach nicht  
akzeptieren.

Besuchen Sie uns zur  
**MessComp**  
Wiesbaden, 7.9.-9.9.92



Alles, und ein bißchen mehr, was anspruchsvolle Techniker von einem modernen Digital-Speicheroszilloskop erwarten, erfüllt die neue Serie 9000. Diese umfaßt vier Modelle mit dem DCS-9300 an der Spitze.

Natürlich gehören vier Kanäle zur Ausstattung in dieser Leistungsklasse. Die Abtastrate im Speicherbetrieb beträgt 100 MS/s. Mit einer Speichertiefe von 16 kWorten pro Kanal hebt sich das DCS-9300 vom üblichen Standard ab. Wer sofort sehen will was Sache ist, den wird die Bandbreite von 100 MHz im Echtzeitbetrieb nicht unbeeindruckt lassen. Was wird noch geboten? - Der integrierte Videotrigger mit Zeilenzähler erlaubt exzellente Auswertungsmöglichkeiten: Konstante Bildhelligkeit, hohe Wiederholrate und eindeutige Darstellung. Wer mit vier Eingangskanälen nicht auskommt, der kann mit dem Zusatzgerät RU-6000 auf 16 Kanäle aufstocken und so bis zu 16 Signale zur gleichen Zeit speichern und auswerten. Das DCS-9300 ist natürlich mit einer IEEE-488-Schnittstelle ausgerüstet und gestattet so die einfache Kopplung zu einem Computer.

Die komfortable Menü-Bedienung arbeitet nach dem Prinzip der logischen Baumstruktur. Auf Knopfdruck lassen sich alle Grundeinstellungen bequem vornehmen. - In der hektischen Praxis eine willkommene Annehmlichkeit.

Das ist noch lange nicht alles, was das DCS-9300 zu bieten hat. - Ausführliche Informationen erhalten Sie, wenn Sie uns den komplett ausgefüllten Coupon zusenden.

#### Einige Besonderheiten des DCS-9300

- 4 Kanäle
- 100 MS/s Abtastrate im Speicherbetrieb
- 100 MHz Bandbreite im Echtzeitbetrieb
- Erstklassiger Videotrigger mit Zeilenzähler

#### COUPON

Ja, schicken Sie mir bitte Informationen über ☐ DCS-9300 ☐ Gesamtprogramm

Name

Beruf  Alter

Straße

PLZ/Ort

Ausfüllen, ausschneiden, auf eine Postkarte kleben und adressieren an:  
Kenwood Electronics Deutschland GmbH, Rembrücker Straße 15, 6056 Heusenstamm

**KENWOOD**

KENWOOD ELECTRONICS DEUTSCHLAND GMBH · REMBRÜCKER STRASSE 15 · 6056 HEUSENSTAMM · TELEFON (06104) 6901-0 · TELEFAX (06104) 63975





## Meßtechnik '92

'Klein aber fein' – so oder ähnlich könnte der Untertitel zur MessComp '92 lauten. Vom 7. bis zum 9. September findet diese trendweisende Fachmesse industrieller Meßtechnik in Wiesbaden statt. Zu sehen sind neue Entwicklungen und Produkte sowie aktuelles Know-how rund ums Thema 'Messen' – und das im weitesten Sinne des Wortes. Über 120 Hersteller repräsentieren auf etwa 200 Ständen einen erheblichen Anteil dessen, was auch international am Markt Rang und Namen hat. Neben solcher zunehmend hochkarätiger Ausstellerbesetzung bietet vor allem der parallel verlaufende Anwenderkongreß weitere Möglichkeit zum Informationsaustausch. Hier kommen Themen wie Fuzzy-Logic, Bussysteme oder auch Datenmanagement zur Sprache. Insgesamt stehen Vorträge und Diskussionsveranstaltungen mit 15 verschiedenen Schwerpunkten zur Auswahl (siehe Programm auf Seite 18). Darüber hinaus vermitteln drei Workshops auf den Gebieten Online-Meßtechnik, Fuzzy-Logic-Control und Biosensorik den aktuellen Stand der Entwicklung. Mehr als 30 Produktseminare, auf denen einzelne Anbieter Teile ihrer Produktpalette genauer vorstellen, runden das Messegeschehen ab.

Veranstalter:  
NETWORK GmbH  
Wilhelm-Suhr-Straße 14  
W-3055 Hagenburg  
Tel.: 0 50 33/70 57  
Fax: 0 50 33/79 44

Obgleich unter dem Begriff 'industrielle Meßtechnik' fast alles unterzubringen wäre, was mit Fertigungs- und Prozeßleittechnik zu tun hat, bietet eine Fachmesse wie die MessComp sicherlich einige Schwerpunkte: Meßapplikationen und -Software auf Basis von PCs unter MS Windows sind bereits vorab bei etlichen Herstellern auszumachen. Keithley wird unter anderem die KPC-488.2 vorführen. Dieses neue IEEE 488.2-Interface unterstützt alle Windows-üblichen Programmiersprachen. Die GfS in Aachen bietet nun parallel zur Standard-Software DIA/DAGO auch DigiS, quasi ein Windows-Äquivalent des Erfassungsprogrammes DAGO, an. Die Firma Mestec verspricht durch das Programm WinWorX echtzeitfähige PC-Anbindung mit

MS Windows für alle Benutzer der Prozeßleit-Software GENESIS. Gar völlige Echtzeitfähigkeit bei Meßaufgaben und deren Auswertung verlaubar der Aussteller Disis für sein Programmpaket disyLab++, eine Windows-Version des älteren DOS-Programmes disyLab. IS Informatik Systeme, Anbieter des recht bekannten PC-basierten Prozeßleitsystems Paragon, stellt zur Meßdatenerfassung die Software Labtech Notebook (XE) – jetzt ebenfalls für Windows – vor. Speziell zur Windows-Anbindung der Transientenrecordern von Baker, zeigt ADM Meßtechnik die Programme Team View und Team Plot. Die Firma H. Jäger Software-Entwicklung, übrigens Gewinner des Programmierwettbewerbs auf der letzten 'Echtzeit' in Sindelfingen, offeriert schließlich mit der Serie Twin PC-Karten in modularer RISC-Prozessor-technik für Windows-Echtzeitanwendungen.

**Neue Meßverfahren und -algorithmen** dürfen auf einer Fachmesse natürlich nicht fehlen. So stellt National Instruments eine neue Methode zur Frequenz- und Zeitanalyse von Signalen vor. Dieser 'Joint Time-Frequency'-Algorithmus (JTFA) wird als Gabor-Spektrogramm bezeichnet und kommt zum Beispiel bei der Sprachverarbeitung, Sonar oder Akustik zum Einsatz.

Gegenüber den wenigen bisher verfügbaren JTFA's, von denen der gebräuchlichste das STFT-Spektrogramm ist, soll sich das neue Verfahren durch bessere Genauigkeit und wesentlich geringeren Zeitaufwand auszeichnen. Ab Herbst '92 ist das Gabor-Spektrogramm als zusätzliche Instrumentenbibliothek zum grafischen Programmiersystem LabView für Macintosh-Rechner erhältlich. Zu LabView, das die Programmierung von Datenerfassungs- und Analyseanwendungen ermöglicht, gibt es das MSDOS-Pendant LabWindows, für das der neue Algorithmus in absehbarer Zeit ebenfalls verfügbar sein soll.

Schlagworte wie **Echtzeitverarbeitung** und **DSP** sind angesichts wachsender Anforderungen in puncto Geschwindigkeit, beispielsweise bei prozeßintegrierter Qualitätssicherung, immer öfter Thema auf Messen. Obgleich etliche Anbieter schon auf den Echtzeit-PC unter Windows setzen, geht die Entwicklung kompletter Rechnerapplikation weiter. So zeigt Electronic Tools eine reichhaltige Palette an Signalprozessoren von Motorola, AT&T, Texas

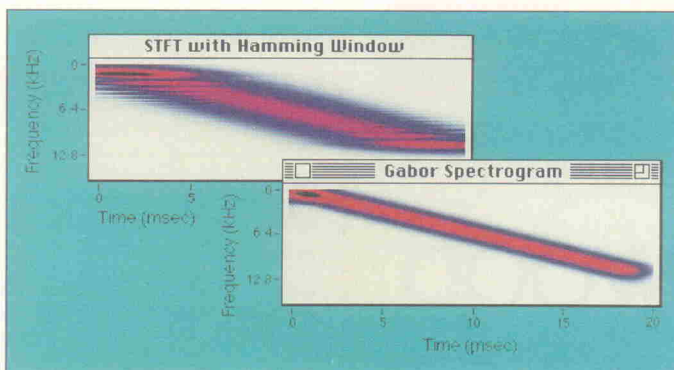
Instruments oder Analog Devices. Auf verschiedenen Rechnerplattformen implementiert, sind sie insbesondere für rechenintensive Meßaufgaben der Industrie konzipiert. Für Aufgaben in der Bildverarbeitung bietet Skalar Computer die neue PC-Karte MPS 40 an. Sie verwendet fünf TMS320C40-Signalprozessoren von Texas Instruments bei einer Rechenleistung von 1,4 GOPS. Unter anderem für Filtergrafik und FFT sind die A/D-DSP-Coproprozessoren der Firma Datel konzipiert. Die Karten ermöglichen Abtastraten bis 4 MHz und laufen an PC- oder VMEbus. Speziell für die **Maschinenüberwachung** bei kompakten, service-gerechten Abmaßen stellt die Firma Comtest den DSP-bestückten Echtzeit-FFT-Analysator PL 302 vor. Das Gerät ist vor allem zur Bewertung von Lagern und Lagerteilen konzipiert.

Nicht unbedingt für den mobilen Service, jedoch ebenfalls für die Überwachung und Erfassung des Zustandes von Fertigungsma-



schinen ist der delta-Analyser von der Reilhofer KG vorgesehen. Beispielsweise Plastifizierung oder Rißbeginn können hiermit, anhand der Abweichung von durch 'Selbstlernfähigkeit' aufgenommenen Sollwerten, ermittelt werden. Für die Aufnahme großer Datenmengen eignet sich die neue 4 MHz-Ausführung des Wideband-Aufzeichnungssystems Storehorse, das die Firma Racal vorstellt.

**Präzisionsmeßgeräte** hoher Auflösung in Verbindung mit rechnergestützter Meßwert-erfassung kündigt Prema als Ausstellungsprogramm für die MessComp an. Schwerpunkt soll hierbei die Vorführung des neuen Meßcomputers MC 8047 sein. Eine neue Generation von Widerstandsmeßgeräten wird Burster Präzisionsmeßtechnik vorstellen. Der Resistomat 2304 soll eine





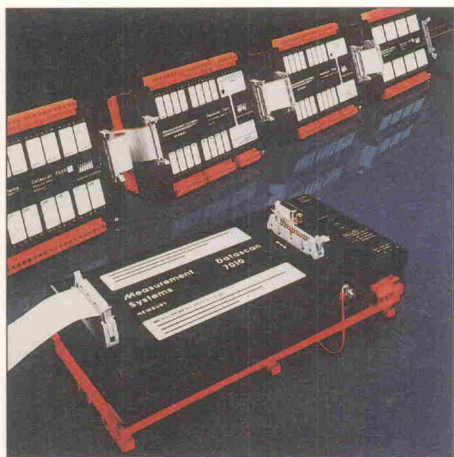
## Elrad auf der MessComp

Die Elrad-Redaktion zeigt eine Echtzeitanwendung mit der Regelungssimulation FlowLearn in Verbindung mit dem MultiLog-Controller aus Heft 6/92. Außerdem gibt es einige Elrad-Projekte zur PC-Meßtechnik zu sehen.

Halle 4  
Stand 454

Genauigkeit von wenigen ppm bei Auflösungen bis zu 1 nΩ ermöglichen.

Intelligente **Meßwerterfassung** leistet das Datascan 7000 von der Firma Spectra. Das modular aufgebaute Meßdatenerfassungs- und Prozeßleitsystem setzt sich aus A/D-Baugruppen inklusive Datenverstärkern, digitalen I/Os und sogenannten Prozessormodulen zusammen. Letztere sollen bereits einen erheblichen Teil der Datenaufbereitung vor der Weiterleitung zur Steuerungs-



anlage oder einem Prozeßrechner übernehmen. Einzelne Meßstationen sind hierbei per Zwei-Draht-Verbindung zu vernetzen.

Daß sich die MessComp zunehmender Beliebtheit erfreuen kann, zeigt nicht zuletzt auch die erstmalige Beteiligung namhafter Hersteller und Distributoren. So wird Hewlett-Packard unter anderem eine Reihe von VXIbus-Meßgeräten vorstellen. Ebenfalls zum erstenmal vertreten ist die Firma iSystem; Anbieter von In-Circuit-Emulatoren und entsprechenden PC-Anbindungen. Die MessComp stellt für den Industrieanwender in jedem Fall eine ungewohnt breite Palette an Informationen und Exponaten zur Verfügung. So werden neben den bereits erwähnten Disziplinen auch etliche Aussteller zu Themen wie **mobile Meßgeräte**, **Labor** oder auch **Audio-Meßtechnik** erwartet.

Der edding 950 hat eine stark deckende Farbpaste, die nicht tropft und nach kurzer Trocknungszeit auf nahezu allen Materialien wisch- und wasserfest permanent haftet. Hervorragend auch im Aussenbereich einsetzbar, für rostige Metalle, raue Oberflächen und sogar verschmutzte Materialien. Wenn es sein muß, schreibt der edding 950 auch über Kopf und erträgt mühelos Oberflächentemperaturen von -10 bis +150° Celsius.

Lieferbare Farben:  
schwarz, rot, blau, gelb, und Sonderfarbe weiß.

Unsere Empfehlung: ausprobieren

Interessiert?

Muster und Sammelprospekt kommen sofort.

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

**edding**  
Der Spezialist für Filz- und Faserschreiber

edding Aktiengesellschaft, Bookkoppel 7  
P.O. Box 14 47, D-2070 Ahrensburg/Germany  
Tel.: 041 02/808-0, Fax. 041 02/808-169, ELR-9/92



# MessComp Kongreßprogramm

## Montag, 7. September 1992

- 10.00 Uhr** Bildgebende Meßverfahren
- 11.00 Uhr** Intelligente objektorientierte Meßsysteme - Neue Lösungsmöglichkeiten für alte Meßaufgaben
- 11.30 Uhr** Auswirkungen einer Signalverarbeitung im Rechner auf die Abtastfehler (Cut-Off- und Aliasing-Fehler)
- 12.00 Uhr** Elektromagnetische Verträglichkeit in der Meßtechnik
- 13.30 Uhr** Dynamische Abstandsbestimmung innerhalb einer Pkw-Radlagereinheit-  
Universelle Struktur eines Meßsystems zursensor nahen Signalverarbeitung
- 14.00 Uhr** Dynamische Kraftstoffdurchflußmessung an Motorprüfständen  
Ein neuartiges Verfahren zur hochdynamischen Verarbeitung und Digitalisierung von TF-Signalen
- 14.30 Uhr** Sensorsystem zur Erfassung von Taumelbewegungen an Kupplungs-scheiben  
Meßfehler: Theorie und Praxis bei der digitalen Signalerfassung und -verarbeitung (Fourieranalyse und Fast-Fourier-Transformation)
- 15.30 Uhr** Offline Spektrumsanalyse mit einfachen Mitteln am Beispiel von Beschleunigungsmessungen  
Sicherheit, Kostenminimierung und vollständige Prozeßdokumentation durch Hybridschreiber mit neuartiger Überschreib-Technik
- 16.00 Uhr** Objektivierung von Farb Gütebeurteilungen mit Hilfe neuronaler Netze  
Transistorial Recording Ein neues Verfahren zur Online-Datenreduktion der PC-gestützten, vielkantigen Langzeitdatenaufnahme
- 16.30 Uhr** Rationelles Messen bei Sicherheitstests von Kraftfahrzeugen  
Quo vadis Magnetbandtechnik?

## Dienstag, 8. September 1992

- 9.00 Uhr** Meßdatenerfassung und -auswertung bei der Fahrzeug-Dauerlauf-erprobung  
Geräuschbewertung mittels Fuzzy-Klassifikation
- 9.30 Uhr** Erfassen und Verarbeiten von Meßdaten mit einem vernetzten Rechnersystem  
Entwicklung von Auswertesystemen mit Fuzzy-Logik-Elementen
- 10.00 Uhr** Einsatz mobiler Signalverarbeitungssysteme in der Fahrzeugmeßtechnik  
Einsatz von Fuzzy-Logik bei der Steuerung und Regelung von Prüfeinrichtungen
- 11.00 Uhr** Hardware in the Loop - Eine Methode zur effizienten Antilockierverfahren (ABV)-Entwicklung  
Einsatz semantischer Netze in der automatischen Bildanalyse
- 11.30 Uhr** Von der Anforderungsanalyse zum objektorientierten Entwurf  
Ein CASE-System zur Erzeugung von Überwachungs- und Diagnose systemen für technische Anlagen - Nutzung von Fuzzy-Techniken
- 12.00 Uhr** Der Endfunktionstest als Beitrag zur Qualitäts- und Funktionsprüfung in der Montage von Verbrennungsmotoren  
Strukturierte Interpretation von Meßwerten mit Fuzzy-Logik

- 13.30 Uhr** Ein praktischer Weg zur Integration von Feldmeßgeräten in industrielle Netzwerke  
Meßsysteme an Werkzeugmaschinen
- 14.00 Uhr** Standardisierte Sensor-Schnittstellen durch OFIBUS-Profile  
Entwicklung und Einsatz von Sensoren für die schiffbauliche Schweißtechnik
- 14.30 Uhr** Leistungsvergleich von Bussystemen der Sensor-Aktorebene  
Automatisiertes Raster-Tunnel-Mikroskop zur Fertigungsunterstützung
- 15.30 Uhr** Messen und Regeln mit CAN-vernetztem, modularem Steuersystem  
Steigern der Bediensicherheit von Meßverstärkern durch aufnehmergebundene Speicherung von Geräte-Einstellparametern
- 16.00 Uhr** Kommunikation und Abtastung mit seriellen Bussystemen  
Eine neuartige Transformation mit Vorteilen gegenüber der Fourier-Transformation
- 16.30 Uhr** DIN-Meßbus - Realisierung in der Praxis  
IEC-Bus gesteuerte Präzisionskapazitätsdekade in viertoriger Anschlußweise

## Mittwoch, 9. September 1992

- 9.00 Uhr** Merkmalgewinnung für die Getriebe-diagnose aus Körperschall-signalen  
Neuronales Netz zur Bestimmung der Feststoffverteilung in einer Flüssigkeits-Feststoffströmung
- 9.30 Uhr** Vorausschauende Instandhaltung durch rechnerunterstützte Maschinen-Modellierung von Ultraschall-Wandlern für Durchfluß- und Dichte-Messungsüberwachung
- 10.00 Uhr** Zustandsüberwachung und Fehlerfrühdia gnose an Maschinen  
Clamp-on-Durchflußmessung unter extremen Bedingungen
- 11.00 Uhr** Maschinenüberwachung zur Schadensfrüherkennung mit Hilfe von Standardverfahren  
Gas Sensoren Array und Mustererkennung mit verschiedenen Klassifikatoren
- 11.30 Uhr** Ein Konzept für rechnergestützte Prüfstände  
Optische In-situ Messung von Ruß und Staub
- 12.00 Uhr** Neue Wege in der Prüfstandtechnik  
Kalibrierstrategien für in Mikrosensorsysteme integrierte Temperatursensoren
- 13.30 Uhr** Spezielle Möglichkeiten der Verarbeitung dynamischer Signale beim Einsatz von Standard-Software-Paketen  
Manufacturing Message Specification (MMS) in der Meßtechnik und Qualitätssicherung
- 14.00 Uhr** Meßdatenerfassungs- und Auswertungssoftware für Turbo-Pascal-Programmierer  
Safety Monitoring und automatische Qualitätssicherung
- 14.30 Uhr** Ein innovatives Konzept zur praxisorientierten Softwareerstellung in der Meßtechnik und seine Anwendung  
Beurteilung des Schwingungsverhaltens mechanischer Strukturen zur Qualitätsprüfung mit Hilfe von Standard-PCs
- 15.30 Uhr** Wohin mit Windows beim Messen?  
Vibrationstest in der Weltraumforschung
- 16.00 Uhr** Datenerfassung und Instrumentensteuerung unter MS-Windows  
Anwendung des delta-ANALYSERS
- 16.30 Uhr** Meßdatenerfassung und -verarbeitung unter RMX-Windows  
Automatische in-line Inspektion und Bilddatenkompression



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

## Wer sagt denn, daß leistungsfähige LCR-Meßgeräte teuer sein müssen?

Bei einem Grundpreis von nur DM 7.869,- zzgl. MwSt. vereint das HP 4263A LCR-Meter benötigte Leistungsfähigkeit und gewünschte Flexibilität.

Es mißt 11 der wichtigsten Impedanzparameter (siehe Tabelle) und bietet außerdem optional umfangreiche Transformator-Meßfunktionen (Option 001 für DM 1.356,- zzgl. MwSt.).

HP-IB sowie eine leistungsfähige Handlerschnittstelle für automatischen Komponententest sind Standard.

Flexibilität durch über 15 als Zubehör erhältliche Testadapter ist nur eine der Stärken des HP 4263A. Neben dem günstigen Preis bietet es Ihnen eine Grundgenauigkeit von 0,1 %, automatische Kontaktüberprüfung, Fehlerkorrektur sowie eine Meßgeschwindigkeit von bis zu 40 Messungen/Sek.

### HP 4263A LCR-Meter

#### Impedanzparameter:

$|Z|$ ,  $R$ ,  $X$ ,  $|Y|$ ,  $G$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $L$ ,  $D$ ,  $Q$ ,  $\theta$

#### Transformormessungen (Option 001):

Windungsverhältnis, Gleichspannungswiderstand, Gegeninduktanz

#### Meßfrequenzen:

100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz

#### Schnittstellen (Standard):

HP-IB (IEEE - 488), Handlerschnittstelle

#### Grundgenauigkeit:

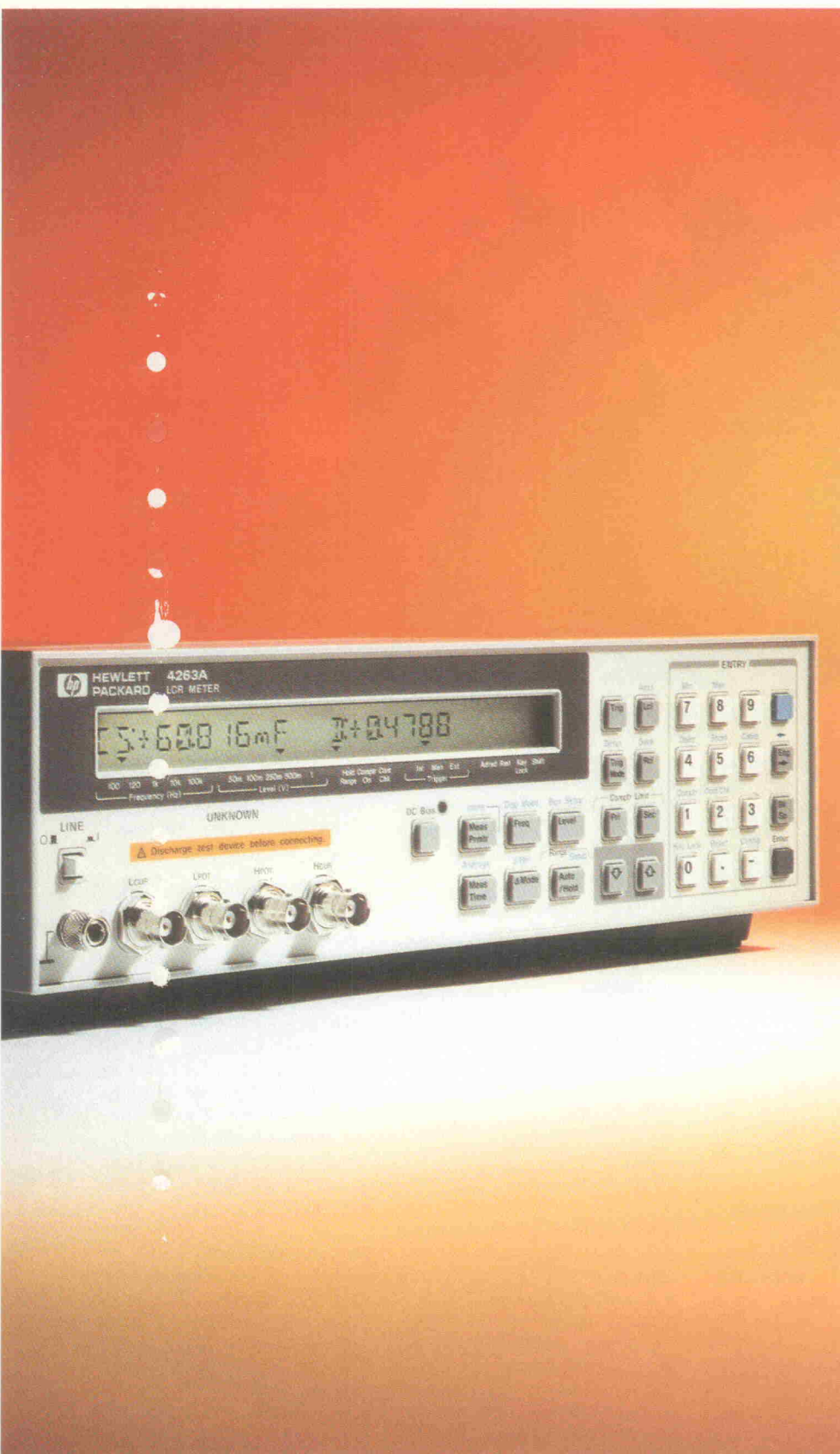
0,1 %

Wenn Sie ein HP 4263A Testgerät oder ausführliches Informationsmaterial anfordern möchten, dann benutzen Sie beiliegende Antwortpostkarte oder rufen Sie uns an: HP Direkt, Tel. 0 70 31/14-63 33 (Österreich 02 22/25 00-3 01, Schweiz 0 57/31 22 85).

Ideen werden schneller Wirklichkeit.



**HEWLETT  
PACKARD**





# Über den Wolken ...

## Test: ECAD-Software Eagle 2.6

**Gerd Evers**

Die wesentliche Neuheit von Eagle 2.6 ist der 100 %-Autorouter. Rip up and Retry ist die Zauberformel, bei frei wählbarem Plazierungs-Raster von 1 mil und kleinstem Routing-Raster von 4 mil. Darf man der Werbung Glauben schenken, so kann der Anwender noch effektiver arbeiten, der neue Autorouter läßt nun keine Wünsche mehr offen.



**B**ereits im Dezember 1990 war Eagle ein Kandidat unter vielen beim Elrad-CAD-Test. Das Fazit damals: 'Der Erfolg eines solchen Programms hängt natürlich in erster Linie von dessen Leistungsfähigkeit ab, und dabei kann sich Eagle durchaus mit Systemen höherer Preisklassen messen.' Kritik bekam jedoch der Autorouter mit seinem Default-Rastermaß von 0,05 Zoll. Wehe, wenn die Plazierung auch nur eines Pads außerhalb dieser Vorgabe lag wie SUB-D-Stecker, Centronics-adapter oder Transistoren im TO3-Gehäuse.

Über die Zeit hat Eagle sich in Deutschland zu einem weit verbreiteten preiswerten Elektronik-CAD-Paket entwickelt. Doch die Konkurrenz schläft nicht. Auch sie wollen den CAD-Einsteiger für sich gewinnen. Viele Software-Hersteller drängen mit Low-Cost-Produkten auf den Markt: oft abgespeckte Versionen von sehr

mächtigen ECAD-Systemen. Daran müssen Eagle und damit auch der neue Autorouter sich heute messen lassen.

### Alles beim alten

Die Firma Cad Soft liefert Eagle 2.6 in gepackter Form auf den gewohnten drei dezent blauen Disketten. Die Vorgehensweise bei der Installation der Version 2.6 hat sich gegenüber der alten Version nicht geändert. Editor und Schaltplanmodul sollten nach dem Entpacken voll funktionsfähig sein, sofern der Dongel an der parallelen Schnittstelle steckt.

Beim Aufruf des Autorouters meldet sich das System mit dem Hinweis 'Software Protection Key not enabled' und der Autorouter steigt aus. Die erste Vermutung, daß der alte Dongel seine Schuldigkeit getan hat und durch einen neuen ersetzt werden muß, ist unbegründet. Bei der Auslieferung des Up-

dates legt Cad Soft die registrierte Dongel-Nummer zugrunde und vergibt eine zusätzliche Enable-Nummer.

Der Dongel ist ein leidiges Thema beim Einsatz von Eagle 2.6, wie auch vieler anderer CAD-Systeme. Es ist vollkommen klar, daß ein Softwarehersteller sein Produkt wie auch immer gegen unbefugte Benutzung schützen muß. Ob es jedoch ein Dongel sein muß, ist fraglich. Manche Ausgabe-geräte – vor allem solche älteren Datums – ziehen im ausgeschalteten Zustand alle Eingänge auf Masse. Und schon gibt es Probleme.

Der Layout-Editor wartet mit zahlreichen Änderungen auf: neue Befehle, erweiterte Funktionen und eine umstrukturierte Layer-Definition. Dem überarbeiteten Handbuch ist zu entnehmen, daß der Einbau des neuen Multilayer- und SMD-fähigen Autorouters eine Neu-



definition der Layer erforderte. Hier muß der eingefahrene Eagle-Anwender umdenken und sich an eine Vielzahl neuer Bezeichnungen gewöhnen. Die vertrauten Namen wie SOLDER und COMPONENT existieren nicht mehr.

Dafür gibt es jetzt den Oberbegriff TOP statt COMPONENT und BOTTOM statt SOLDER. Zu TOP und BOTTOM existieren nunmehr entsprechende Untermengen, die aus den Grundbezeichnungen resultieren. So bedeutet zum Beispiel die neue Bezeichnung 'tPlace' wie top placeplan Bestückungsdruck oben oder 'bRestrict' wie bottom restrict Sperrflächen für Leiterbahnen unten.

## Multi-Layer

Aufgrund der großen Anzahl der vordefinierten Layer hat man die Grenze für selbstdefinierte Layer auf 100 erhöht. Bei der Anpassung älterer Eagle-Versionen an die Version 2.6 stellt das Programm bereits vorhandene Dateien beim Laden automatisch auf die neue Layer-Struktur um. Stößt die Software dabei auf selbstdefinierte Layer, fordert sie den Anwender auf, in der neuen Datei LAYERS.NEW einen entsprechenden Ersatz-Layer zu definieren.

Bei der großen Zahl der im Popup-Menü eingeblendeten Layer läuft der Anwender Gefahr, die Übersicht zu verlieren. Deshalb ist die implementierte Option, nur mit denjenigen Layern zu arbeiten, die tatsächlich zur Entwicklung einer speziellen Platine benötigt werden, sehr zu begrüßen.

Zu Beginn mag die radikale Umgestaltung der Layer-Definitionen verwirrend und teilweise

nicht ganz einfach durchschaubar sein. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß man sich rasch an die neue Umgebung gewöhnt und das Gefühl hat, daß dem Entwickler ein größerer persönlicher Freiraum bei der Board-Entwicklung eingeräumt wird.

Im folgenden die wesentlichen neuen Befehle und Funktionen: HOLE (Bohrungen im HOLE-Layer) erlaubt das Setzen von Bohrungen, die nicht durchkontaktiert werden sollen.

Eine recht gute Option ist die Einführung von SELECT-RADIUS, die beim Selektieren nahe beieinanderliegender Objekte zum Tragen kommt. Im Handbuch ist zu lesen, daß Eagle innerhalb dieses Radius liegende Objekte der Reihe nach zum Selektieren vorschlägt und der Anwender sich mit der rechten Maus-Taste von Element zu Element weiterhangeln kann. Mit der linken ist man in der Lage, sich für das hell dargestellte Objekt zu entscheiden.

Eine weitere Neuheit betrifft den Text-Editor: gemeint ist die seit langem überfällige Möglichkeit zur Einstellung der Strichbreite für Texte. Der bei alten Zeichnungen fest eingestellte Wert von 8 % der Texthöhe hat schon manchen Ärger und eventuelle Unkosten verursacht, wenn mitzuätzliche Texte wie Firmenemblem, Platinenname oder Versorgungsbezeichnungen plötzlich in Feinstleitertechnik vorlagen.

## Bus-Error

Die Schaltplanerstellung als Voraussetzung für die anschließende Board-Entwicklung ist von elementarer Bedeutung, unabhängig davon, ob von Hand oder automatisch geroutet wird. Tritt hier

ein Fehler auf, setzt er sich durch die gesamte weitere Entwicklung bis zur fertigen Platine fort. Aus diesem Grunde sind Fehler, die von der Software herrühren, in keinem Fall akzeptabel.

Ein so gelagertes Problem zeigten die älteren Versionen bei der Verdrahtung von Pins an einen Bus mit Hilfe des NET-Befehls. Normalerweise sollte es gleichgültig sein, ob die Verdrahtung vom Pin zum Bus oder umgekehrt erfolgt. Bei der Verdrahtung von Netzen mit Hilfe der BUS-Option bei der Verdrahtungsrichtung vom PIN zum BUS generierte Eagle früher keine elektrische Verbindung.

In der Version 2.6 ist dieser Fehler behoben. Die korrekte Anbindung von Pins zum Bus läßt sich mit dem SHOW- oder dem NAME-Befehl kontrollieren. Die Übertragung des Stromlaufplans zum Board mit dem BOARD-Befehl betätigt: Eagle überträgt alle Netze korrekt in Luftlinien.

Trotzdem sollte der Layouter Schaltplan und Netzliste unbedingt kontrollieren. Eine blinde Umsetzung eines Stromlaufplans zum Board kann zu fatalen Folgen führen.

## Versuch's noch einmal

Dem Autorouter (Bilder 1 und 2) gehört der besondere Augenmerk dieses Berichts. Er ist vollständig neu und erlaubt dem Anwender nun endlich ein frei definierbares Plazierungsraster bis zu 1 mil und ein Routingraster bis zu 4 mil. Die Einengung auf 0,05 inch ist nicht mehr gegeben. Es lassen sich jetzt konventionelle und SMD-Bauelemente bei beliebiger Routing-Fläche verarbeiten, sofern genügend Speicher vorhanden ist. Hierbei wer-

den EMS und die Harddisk als Routing-Speicher verwendet.

Es lassen sich 16 Signal-Layer mit einstellbarer Vorzugsrichtung und bis zu 14 Versorgungslayer gleichzeitig routen. In jedem Entwicklungsstadium der Entflechtung ist es möglich, zwischen manuellem und automatischem Routen zu wechseln. Der Route-Vorgang läßt sich mittels der ESC-Taste unterbrechen.

Der Anwender kann die Routing-Strategie generell durch Parameter steuern und dadurch den Routing-Prozeß optimieren. Diese Optimierung bezieht sich im wesentlichen auf die Minimierung der Vias und die Glättung der Leiterbahnverläufe.

Der Autorouter arbeitet nach dem Rip-up-and-Retry-Algorithmus: Der Router entfernt bereits verlegte Verbindungen, um Platz für neue zu schaffen und zu einem höheren Entflechtungsgrad zu gelangen. Fest vorverlegte Leiterbahnen läßt er unverändert.

Bei jedem Lauf erzeugt der Autorouter eine Protokolldatei FILENAME.PRO mit Strategie-, Signal-, Speicher-, Zeitinformationen und anderes mehr. Diese Informationen geben Aufschluß über das Ergebnis der eingeschlagenen Route-Strategie und Hinweise darauf, wie oder ob die Strategie eventuell zu verändern ist, um optimale Ergebnisse im Rahmen der Möglichkeiten zu erzielen.

## Allgemeine und spezielle Probleme von Autoroutern

Diese Aussagen – dem Handbuch entnommen – versprechen dem Anwender vielfältige individuelle Einflußmöglichkeiten

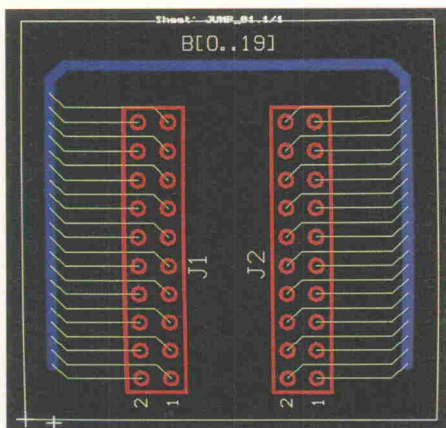
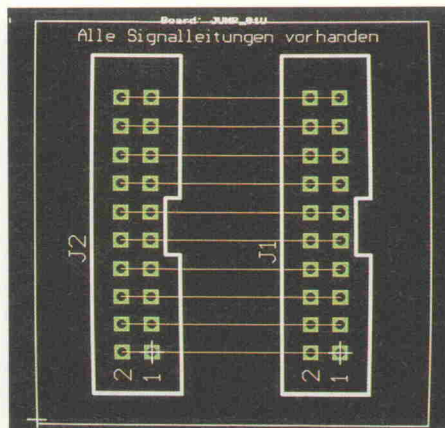
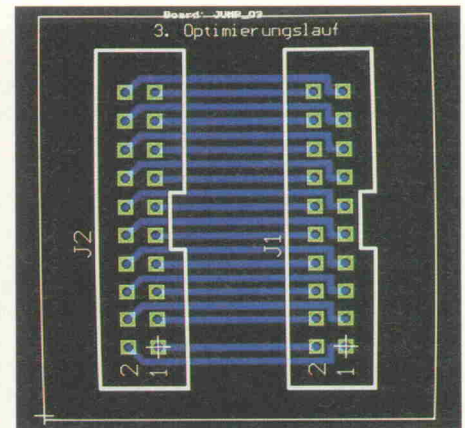


Bild 1. Der Eagle-100 %-Router: vom Schaltplan zum Board.

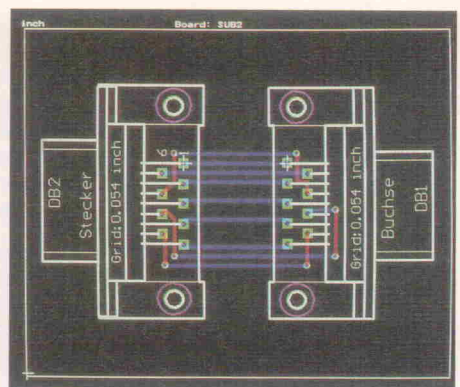
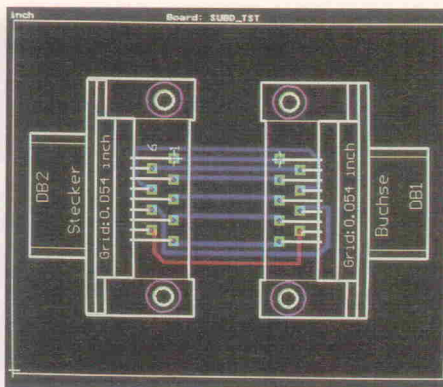
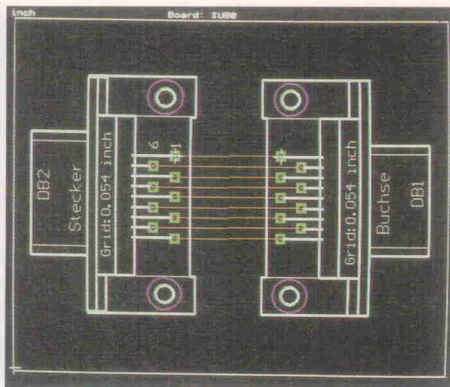


Der SHOW-Befehl bestätigt: alle Verbindungen korrekt.



Das Route-Ergebnis nach drei Optimierungsläufen mit Default-Parametern.





**Bild 2.** Das Routen von Sub-D-Steckern ist keine triviale Angelegenheit. Die Pads liegen nicht im Default-Raster. Links das von Hand layoutete Ergebnis. Mitte und rechts zwei Autorouter-Versuche.

auf die Routing-Strategie. Beim näheren Hinschauen relativiert sich jedoch dieser Eindruck. Jede Veränderung der Default-Werte will gut überlegt sein und erfordert einiges an Erfahrungen. Wie sich zeigt, ist auch der Einfluß der Rechner-Konfiguration nicht trivial.

Eine Platine komplexeren Ausmaßes kann oft nur dann zu 100 % entflochten werden, wenn 'unendlich' viel Zeit zur Verfügung steht. Halbiert der Anwender beispielsweise das Routing-Raster vom Default-Wert 0,05 inch auf 0,025 inch, um Platz für mehr Leiterbahnen zu schaffen, kann die Entflechtungszeit steil ansteigen, wenn der Layouter dem Programm nicht ausreichend Speicher zur Verfügung stellt.

Reichen EMS und RAM-Disk nicht aus, lagert Eagle den Routingspeicher auf die Festplatte aus. Die Folge ist: die Bearbeitungszeit steigt auf das 20... 50fache an. Der Anwender kann den benötigten Speicher selbst berechnen: Zahl der Rasterpunkte  $\times$  Zahl der Signallayer  $\times$  2 (Byte).

Eine Einflußnahme auf die Geschwindigkeit durch Änderung entsprechender Steuerparameter wie etwa die Beeinflussung der Rip-up-Tiefe ist gering und sollte nach Angaben der Firma Cad Soft auch nicht erfolgen.

Die gesamte Steuerung des Autorouters bezüglich der Qualität des Entflechtungsergebnisses beschränkt sich letztlich auf die Minimierung der Vias durch Änderung des sogenannten Kostenfaktors.

Eine 'Glättung' der Leiterbahnverläufe durch Änderung der eventuell in Frage kommenden

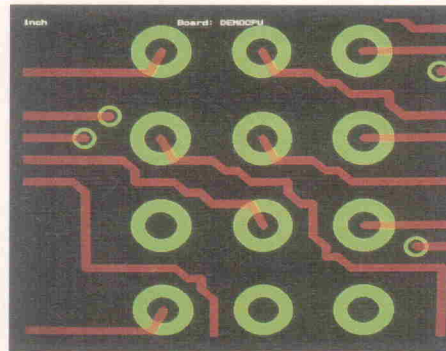
Parameter Bus-Impact und/oder Hugging läßt sich nur schwer nachvollziehen (Bild 3). Dem Handbuch ist zu entnehmen, daß die Default-Werte der Kostenfaktoren bis auf die erwähnten Via-Kosten ohnehin so gewählt sind, daß sie der Erfahrung nach die besten Ergebnisse liefern und deshalb nicht geändert werden sollten.

## Bus-Routing

Als Enttäuschung muß der im Autorouter-Modul implementierte Bus-Router empfunden werden. Bei dem Begriff BUS denkt der Entwickler von Rechner-Platinen an die geordnete Verlegung elektrisch gleichwertiger und somit zusammengehörender Leiterbahnen (Datenbus, Adreßbus, Steuerbus ...). Bei der Verlegung sollte nach Möglichkeit eine einheitliche Länge der Leiterbahnen angestrebt werden, um Hardware-Laufzeitprobleme zu unterdrücken.

Die Erwartung, daß der Anwender dem Programm diese zusammengehörenden Signale übergeben kann, wird nicht erfüllt. Die hier beschriebene Vorstellung hat mit dem Bus-Router von Eagle 2.6 nichts zu tun.

Der Eagle-Bus-Router überprüft lediglich die Verbindung von Pads gleicher Höhe, um diese auf direktem Wege zu verbinden. Wird hierbei der Kostenfaktor 'cfHugging' ungünstig gesetzt – das können auch die Defaultwerte sein –, dann liegen diese parallel verlaufenden Leitungen mit zum Teil total unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften auf engstem Abstand und können sich entspre-



**Bild 3.** Ohne nachträgliche Bearbeitung kommt wohl kein Autorouter-Layout aus. Unnötige Knicks müssen von Hand geglättet werden.

chend optimal gegenseitig stören (Bild 4).

Dem Handbuch ist in diesem Zusammenhang zu entnehmen, daß man dem Bus-Router nur aktivieren sollte, wenn auf der Platine Bus-Strukturen der Eagle-Definition vorhanden sind.

Während des Routens gibt der Autorouter den Stand des aktuellen Routing-Ergebnisses auf dem Bildschirm aus. Dieses ist eine an sich sehr sinnvolle Maßnahme. Daß der Text jedoch rabiat in das gerade bearbeitete Layout hineingeschrieben wird, wodurch das Entziffern des Textes zur Qual wird, und die Zerstörung des Bildaufbaus geradezu wehtut, muß wirklich nicht sein.

Dieser Vorwurf bezieht sich ebenfalls auch auf andere Statusanzeigen, wie zum Beispiel beim SHOW-Befehl. Dieser Mangel hätte mit der Version 2.6 beseitigt sein sollen.

Derjenige, der erwartet, daß ein Autorouter eine perfekte Platine ohne eigenes Zutun liefert, muß enttäuscht werden. Aber das gilt für jeden Autorouter. Der Layouter muß nach wie vor seine Vorstellungen von der Platine selber einbringen und zahlreiche Überlegungen investieren. Tut er das, dann ist der Autorouter eine wertvolle Hilfe, die dem Entwickler sehr viel Routinearbeit abnehmen kann.

So in etwa steht es im Handbuch geschrieben, und diese Aussage kann aus eigener Erfahrung nur unterstrichen werden. Die Entwicklung einer professionellen Platine setzt auch bei der Arbeit mit Eagle 2.6 einen Fachmann voraus.

## Die Bibliotheken

Die von CAD Soft zu Eagle 2.6 mitgelieferten Bibliotheken sollten unbedingt hinsichtlich ihrer Effizienz und Benutzerfreundlichkeit überarbeitet werden. Mit der neu vorgestellten Bibliothek ANALOG.LBR sowie den alten Bibliotheken 74499.LBR (Standard ICs) läßt sich problemlos arbeiten, wenn bei der Entwicklungsarbeit entsprechende Datenbücher zur Verfügung stehen.

Das Arbeiten mit den diskreten Bauteilen und den Packages der entsprechenden Bibliotheken kann hingegen zu einer Nervensache werden. Die Bezeichnung der Schaltsymbole und die Zuordnung der Geometrie der Bauteile sind teilweise unbrauchbar und tragen – auch mit Eagle 2.6 – nicht zur Erleichterung der Arbeit bei.

Was fehlt, ist eine ausführliche Bibliotheksdokumentation mit entsprechenden Inhaltslisten, Abbildungen der elektrischen Symbole, der Gehäuse ... Dann kann der Anwender gezielt aus-



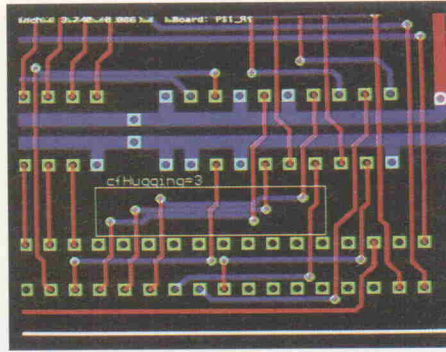
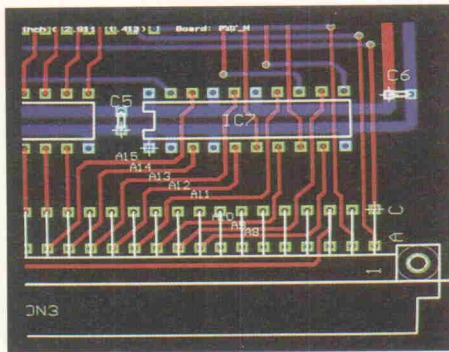


Bild 4. Busrouting von Hand (links) und die gleiche Stelle mit dem Eagle-Busrouter (rechts).

wählen; die Suche nach dem richtigen Baustein reduziert sich auf ein Minimum.

## Fazit

Eagle 2.6 ist trotz der gezeigten Kritikpunkte bei seinem auch heute noch guten Preis/Leistungsverhältnis ein Entwicklungswerkzeug, mit dem sich solide arbeiten läßt. Die Schwächen des Autorouters sollte man nicht überbewerten; er arbeitet sauber und zuverlässig und kann dem Layouter sicherlich viel Routinearbeit abnehmen. Stellt sich allgemein die Frage, wie sinnvoll der Einsatz von Low-Cost-Routern ist.

Jedes vom Autorouter entflochtene Layout erfordert eine Nachbearbeitung, die je nach der Komplexität des Projekts mehr oder weniger aufwendig ist. In einigen Fällen wird es besser sein, wenn man von vorn herein manuell entflechtet.

Wie seine Vorläufer ist auch Eagle 2.6 jedoch nur dann ein Einfach Anzuwendender Grafik Layout Editor, solange der Anwender nicht zu sehr in die Tiefe geht, wie zum Beispiel an die Entwicklung eigener Bibliotheken.

Was auch Eagle 2.6 fehlt, ist das, was heutzutage unter dem Begriff 'Anwenderfreundliche

Benutzeroberfläche' verstanden wird. Ein komfortables Filehandling, die Möglichkeit zum Aufruf bereits verwendeter Befehlssequenzen (History), dieses und anderes mehr sollte zum Standard eines guten Softwareproduktes gehören.

Da das Arbeiten mit dem Autorouter unter Umständen extrem rechenintensiv ist, sollte Cad Soft an einer echten OS/2-Version von Eagle arbeiten – gemeint ist nicht Eagle in der DOS-Box unter OS/2. In diesem Zusammenhang ließen sich mit Sicherheit die beim Arbeiten mit Eagle 2.6 aufgefallenen Programmierunebenheiten (Runtime-Probleme, Reallokations-

probleme beim Laden und Verlassen großer Bibliotheken) aufdecken und beheben.

Cad Soft Computer GmbH  
Rosenweg 42  
W-8261 Pleiskirchen  
Tel.: 0 86 35/8 10  
Fax: 0 86 35/9 20

## Preise

Layout-Editor	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	1077 DM
Demoversion	25 DM

alle Preise inklusive Mehrwertsteuer

## Information + Wissen



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

ct magazin für  
computer  
technik

Multiuser  
Multitasking  
Magazin

ELRAD  
Magazin für Elektronik und elektronische Technikanwendungen

Anzeige

# Boardmaker

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

Von Dipl.-Ing.(FH) Ralf Göbel

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

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

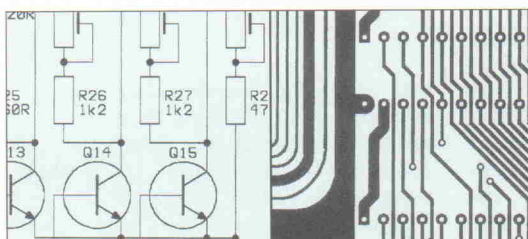
Die Gründe für diesen überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und die leichte

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

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

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

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



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

## Boardmaker-Pakete

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

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

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



**Kostenlos bestellen:**  
**0130/84 66 88**



# MultiPort

**Universalport für den IBM PC,  
analog und digital auf einer Karte**

**H. Hufenbecher**

Dieser Artikel beschreibt eine einfache Einsteckkarte für PCs, die über 24 frei programmierbare digitale Ports verfügt und darüber hinaus acht analoge Ein- und vier analoge Ausgänge aufweist. Für unterschiedliche Applikationen steht ein Lochrasterfeld zur Verfügung, auf dem man nach Bedarf die Karte erweitern oder anpassen kann.



**D**er Versuch, Daten unterschiedlicher Art in den PC einlesen oder ausgeben zu wollen, scheitert oft an der Verfügbarkeit einer geeigneten Schnittstelle. Für einfache Anwendungen kann man auch den Druckerausgang verwenden. Zur Not lassen sich über diesen Weg auch Daten einlesen, aber wenn man zu den acht Datenbits auch noch Steuersignale braucht, oder wenn man Analogwerte erfassen oder gar ausgeben möchte, geht dem 'einfachen' PC bald die Luft aus. Hier ist eine Lösung:

Eine kurze Einsteckkarte beherbergt neben dem weit verbreiteten Portbaustein 82 C 55 einen 8-Bit-ADC sowie einen 8-Bit-DAC. Sie paßt auch noch in einen XT, hat also nicht die Überhöhe einer AT-Karte. Die PIO verfügt über drei 8-Bit-Ports, die – je nach Kontrollwort – als Ein- oder Ausgänge fungieren oder teilweise als

Steuersignale für die beiden dann verbliebenen Ports dienen. Alle 24 Leitungen sind mit Pull-up-Widerständen versehen.

Der eingesetzte Analog-Digitalwandler (ADC) verfügt über einen integrierten Track-and-Hold-Verstärker, einen vorgeschalteten Analog-Multiplexer mit acht Eingängen sowie eine Referenzspannungsquelle. Für die Dauer der A/D-Wandlung von maximal 2,4  $\mu$ s fordert die Karte vom Rechner Waitstates an, was bei geringstem Software-Aufwand eine hohe Datenerfassungsrate ermöglicht.

Den dritten Teil der Interfacekarte bildet ein DAC mit ebenfalls 8 Bit Auflösung, jedoch mit nur vier Ausgängen. Die maximal auflösbare Eingangsspannung liegt beim ADC bei +2,5 V; die Ausgangsspannung des DAC kann wahlweise bis zu +2,5 V oder +5,0 V reichen.

Zur Erweiterung der Bereiche kann man auf einem Lochrasterfeld Ein- oder Ausgangsverstärker nachrüsten. Hier können natürlich auch Schaltungen untergebracht werden, die Sensor-signale – etwa von Temperatur- oder Drucksensoren – vorverstärken oder wandeln. Für den DAC-Bereich von +5,0 V ist eine zusätzliche Referenzspannungsquelle vom Typ REF 02 oder MAX 673 vorgesehen, die auch eine temperaturabhängige Spannung von 2,1 mV/K abgibt – interessant für jeden, der gern wissen möchte, wie warm es in seinem PC wird.

Alle digitalen Ports, zwei analoge Eingänge sowie ein analoger Ausgang liegen an der 37poligen-Steckerleiste auf dem rückwärtigen Abdeckblech. Die Analog-Ein- und -Ausgänge befinden sich auf einem dem Lochrasterfeld nahen Pfostenstecker, der mit Flachbandkabel auch leicht auf eine zusätzliche Steckerleiste herausgeführt werden kann, wie es bei einigen PC-Gehäusen ja bereits vorgesehen ist. Alle drei genannten Schaltungsteile arbeiten weitgehend unabhängig voneinander. Dies ermöglicht es, nur Teile davon zu bestücken, wenn beispielsweise kein Bedarf an digitalen Ports oder einem Analog-Ausgang besteht. Natürlich läßt sich die Platine dann auch später noch vollständig bestücken. Die Adreßdekodierung, Wait-state-Logik und der Datenpuffer sind zwar für alle Schaltungsteile erforderlich, aber unabhängig vom bestückten Funktionsumfang.

In Bild 1 ist die komplette Schaltung wiedergegeben, mit Ausnahme des PALs, dessen Innenleben in Bild 2 als Stromlaufplan dargestellt ist.

Auf der Leiterplatte sind zwei Einbauplätze für das PAL IC10 vorgesehen. IC10A kann mit einem herkömmlichen DIL-Gehäuse bestückt werden oder IC10B mit einem 20poligen PLCC-Gehäuse – je nachdem,

**Bild 1. Falls nicht – oder noch nicht – alle Funktionen des MultiPorts benötigt werden, läßt sich natürlich auch das AD-Wandler-IC5, der DAC IC6 oder der I/O-Baustein (IC3) einsparen.**







Funktion	Adresse	Zugriffsart
Port A des 8255	320H	In/Out
Port B des 8255	321H	In/Out
Port C des 8255	322H	In/Out
Kontrollwort des 8255	323H	In/Out
D/A-C Kanal 1	328H + 32CH	Out
D/A-C Kanal 2	329H + 32DH	Out
D/A-C Kanal 3	32AH + 32EH	Out
D/A-C Kanal 4	32BH + 32FH	Out
A/D-C Kanal 1	328H	In
A/D-C Kanal 2	329H	In
A/D-C Kanal 3	32AH	In
A/D-C Kanal 4	32BH	In
A/D-C Kanal 5	32CH	In
A/D-C Kanal 6	32DH	In
A/D-C Kanal 7	32EH	In
A/D-C Kanal 8	32FH	In

**Tabelle 1.** Über die hier angegebenen Adressen lassen sich die Register der Ports beziehungsweise Wandler lesen/beschreiben.

Jumper	Bezeichnung	Einstellung
JP2	Wait_Sel	1-2: +1 Clock – ca. 225 ns 3-4: +3 Clock – ca. 475 ns 5-6: +5 Clock – ca. 725 ns ohne: +6 Clock – ca. 850 ns
JP3	Ref_Sel	1-2: DAC-Ref = +2,5 V 2-3: DAC Ref = +5,0 V

**Tabelle 2.** Zur Anpassung an den Rechner und zur Einstellung des Ausgangsspannungs-Bereichs müssen die Jumper 2 und 3 entsprechend gesteckt sein.

Pin	Bezeichnung	Pin	Bezeichnung
1	Analog-Eingang Kanal 1	2	Analog Ground
3	Analog-Eingang Kanal 2	4	Analog-Ausgang Kanal 1
5	Analog-Eingang Kanal 3	6	Analog Ground
7	Analog-Eingang Kanal 4	8	Analog-Ausgang Kanal 2
9	Analog-Eingang Kanal 5	10	Analog Ground
11	Analog-Eingang Kanal 6	12	Analog-Ausgang Kanal 3
13	Analog-Eingang Kanal 7	14	Analog Ground
15	Analog-Eingang Kanal 8	16	Analog-Ausgang Kanal 4

**Tabelle 3.** Alle Analogfunktionen liegen auf dem lochraster-nahen Anschluß JP4.

Pin	Bezeichnung	Pin	Bezeichnung
1	Analog Ground	2	Analog-Ausgang Kanal 4
3	Analog-Eingang Kanal 7	4	Analog Ground
5	nicht benutzt	6	Digital Ground
7	Port B, Bit 0	8	Port B, Bit 1
9	Port B, Bit 2	10	Port B, Bit 3
11	Port B, Bit 4	12	Port B, Bit 5
13	Port B, Bit 6	14	Port B, Bit 7
15	Port C, Bit 0	16	Port C, Bit 1
17	Port C, Bit 7	18	Port C, Bit 6
19	Digital Ground	20	Analog Ground
21	Analog Ground	22	Analog-Eingang Kanal 8
23	Analog Ground	24	nicht benutzt
25	Digital Ground	26	Port A, Bit 0
27	Port A, Bit 1	28	Port A, Bit 2
29	Port A, Bit 3	30	Port A, Bit 4
31	Port A, Bit 5	32	Port A, Bit 6
33	Port A, Bit 7	34	Port C, Bit 2
35	Port C, Bit 5	36	Port C, Bit 4
37	Port C, Bit 3		

**Tabelle 4.** Sämtliche Ports sowie zwei Analog-Eingänge und ein -Ausgang liegen auf dem rückseitigen Sub-D-37-Stecker.

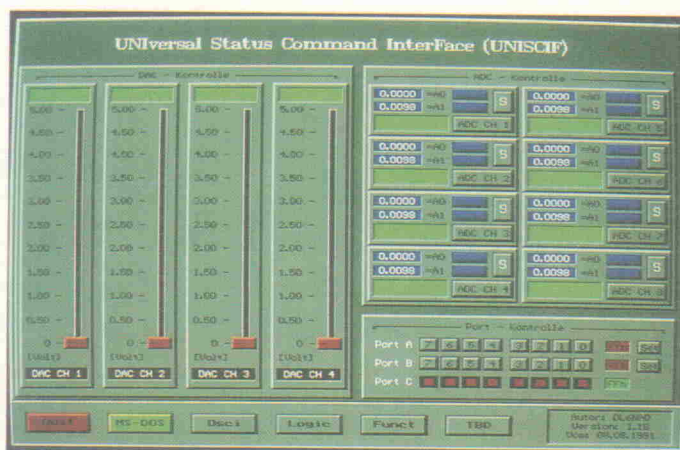
welche Bauform verfügbar und/oder programmierbar ist. Für die DIL-Ausführung kann man auch ein EPLD (Erasable Programmable Logic Device) einsetzen. Der passende Typ ist auch im Stromlaufplan zu finden. Die weiteren Betrachtungen beziehen sich jedoch auf den Einsatz eines PALs.

Unabhängig von der Bauform des PALs hat es die Aufgabe, die Adreßdekodierung vorzunehmen. Dafür stehen ihm alle für die Portbelegung relevanten Adressen zur Verfügung. Es bildet zusammen mit dem 8-Bit-Schieberegister IC8 den Wait-stategenerator. Tabelle 1 gibt die Portadressen der einzelnen Module wieder. Während der Adressierung des ADCs wird als Ready-Signalisierung der entsprechende Ausgang des Wandlers herangezogen; das PAL reicht ihn praktisch direkt an die PC-Steckerleiste weiter, wenn der ADC adressiert ist. Bei allen anderen Zugriffen wird das Schieberegister IC8 von Load in die Funktion Shift umgeschaltet.

Je nach JumperEinstellung von JP2 wird jetzt eine logische 0 mit dem I/O-Clock durch das Register geschoben. Erscheint nach n Clocks diese 0 am Ausgang (QH), signalisiert das PAL dem PC, daß der aktuelle Zugriff beendet werden kann. Die

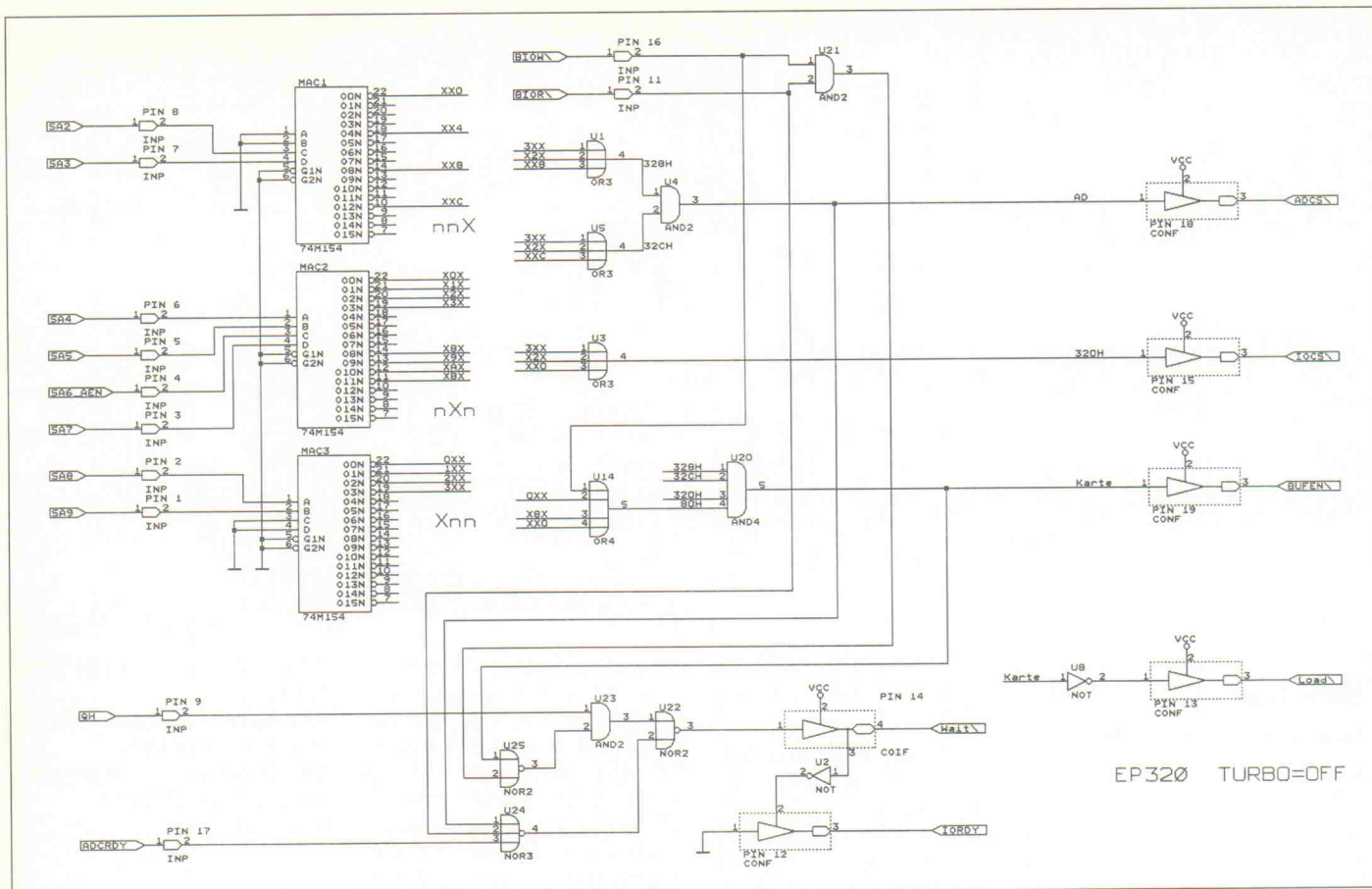
Dauer dieser Wartezeit hängt vom PC-Clock an Pin B20 der Steckerleiste J1 und der Jumperposition ab. Die längste Pause erfolgt ohne Brücke, dann liegt nur der serielle Eingang des Schieberegisters auf 0 und nach weiteren acht Schiebepunkten wechselt der Ausgangspegel. Für eine Optimierung kann man diesen Vorgang auch über den Meßpunkt MP3 auf einem Scope verfolgen oder notfalls durch sukzessive Approximation ermitteln.

Neben der Hauptaufgabe des PALs, die entsprechenden Chip-Select-Signale (CS) zu erzeugen, muß das PAL auch den Datenpuffer IC1 öffnen. Die Datenrichtung wird mit dem gepufferten /IOR umgeschaltet (DIRECTION). Der Treiberbaustein IC2 soll lediglich die Steuersignale und die unteren Adressen puffern, um die Busbelastung des PC niedrig zu halten. Für eigene Erweiterungen sind noch zwei Schaltungsteile zu erwähnen: Mit den acht Löt-punkten von JP5 stehen alle acht Datenbits gepuffert zur Verfügung, und an den Meß-punkten MP10 und MP11 liegt ein mit dem CS der gesamten Karte über IC9C und IC9D verknüpft Read- und Write-Signal. Dekodiert IC10 andere oder weitere Adressen, kann mit diesen beiden Signalen die



Die Oberfläche der Betriebssoftware 'Uniscif' bietet vier 'Schiebepotis' zur Einstellung der Ausgangsspannungen (0...2,5 V oder 0...5 V), acht an die Analog-Eingänge gekoppelte 'Multimeter', zwei Bytes Out und ein Byte In. Dabei sind die Analog-Anzeigen nach der ersten Betätigung aktiv. Jedes Multimeter zeigt den Wert  $Y = A_0 + A_1 \times \text{Datenbyte}$ , wobei  $A_0$  und  $A_1$  mit der Maus 'gezogen' werden können, indem man zunächst das rechts liegende blaue Feld mit der linken Maustaste anklickt. Ist beim Ziehen zusätzlich 'Shift' gedrückt, lassen sich große Bereiche schnell durchfahren. Ein Klick auf die 'S'-Taste stellt wieder die 0...2,5-V-Standard-Einstellung her. Neben der Maus ist eine VGA-Grafikkarte mit Analog-Ausgang Voraussetzung zum Betrieb von Uniscif.





**Bild 2. Das hier als Schaltung wiedergegebene Innenleben des PALs zeigt seine Funktion wohl anschaulicher als ein Listing.**

Karte noch erweitert werden. Da der DAC leider nur über einen Write-Eingang und keinen zusätzlichen CS-Eingang verfügt, verknüpft IC9A das CS für IC6 mit dem eigentlichen Write des PC.

Zwischen den beiden Referenzquellen für den DAC läßt sich mit einem Jumper (JP3) auswählen. Zur Verfügung steht die Referenz des ADCs oder, wenn dieser nicht bestückt ist, die Referenzspannungsquelle IC7. Je nach Jumperstellung liegt im ersten Fall der volle Bereich des Analog-Ausgangs bei 0...+2,5 V, im zweiten Fall – mit der separaten Referenz – bei 0...+5,0 V.

Die in Tabelle 2 wiedergegebenen Zugriffszeiten sind gültig für ein System mit bei 8 MHz getaktetem IO-Bus. Von der Einstellung an JP2 unabhängig

ist die Wandlerzeit des ADCs. Im Musteraufbau lag sie bei rund 1,5 µs.

Alle analogen Ein- und Ausgänge sind, wie gesagt, auf der Stiftleiste JP4 zusammengefaßt. Vor den Analog-Eingängen sind einfache RC-Entstörfilter angeordnet. Je nach Anforderung kann man die Kondensatoren C9 bis C16 oder R-NET1 umdimensionieren. Bestückt man anstelle der Kondensatoren Widerstände, so erhält man zusammen mit dem Netzwerk einen Spannungsteiler zur Meßbereichserweiterung des ADCs. Der im Schaltbild angegebene Typ hat eine Genauigkeit von  $\pm 1$  LSB. Alternativ läßt sich auch die genauere Ausführung MAX 158 ACPI einsetzen.

Die Anforderungen an die Software sind für die Schaltungszüge ADC und DAC denkbar einfach; ein OUT beziehungsweise IN reicht aus. Eine Initialisierung ist hier – im Gegensatz zum Portbaustein IC3 – nicht erforderlich. Der benötigt, je nach Anforderung an die eigentlichen Ports, zuerst ein entsprechendes Kontrollwort, das an die Adresse 323H zu schreiben ist. Um dieses Kontrollwort zu ermitteln, sei auf das Datenblatt des 8255 verwiesen. Hat man sich in den Datenblättern

oder anderen, beispielsweise Elrad-Veröffentlichungen erst mal bis zum richtigen Kontrollwort durchgekämpft, ist die ganze Sache kein Problem mehr, und die Karte läßt sich spielend in jeder beliebigen Programmiersprache zwischen Assembler und BASIC einbinden.

Der Übersichtlichkeit halber ist in Tabelle 4 auch noch die Pinbelegung des 37poligen Steckers wiedergegeben. Beim Anschluß dieser Steckerleiste ist darauf zu achten, die analoge

und die digitale Masse (Ground) nicht zu verbinden, da der Wandler sonst eventuell nur eine auf drei oder vier Bit genaue Auflösung erreicht.

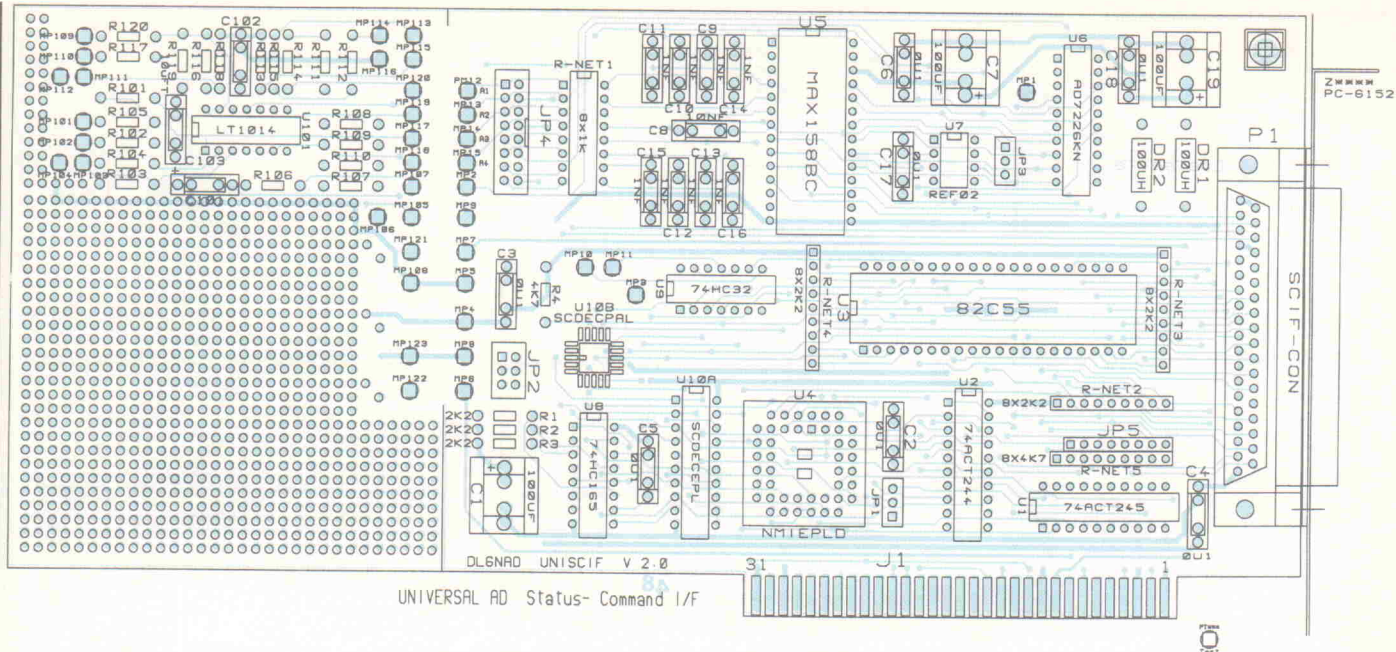
Für weitere Informationen zu den Wandlern oder zur Referenzspannungsquelle sei hier noch auf die Datenblätter von Maxim und Analog Devices verwiesen. Die unterschiedlichen Typenbezeichnungen sind im Schaltbild vermerkt.

Unter der Bezeichnung AD 7828 KN ist auch ein ähnlicher ADC

Name	Bezeichnung	Funktion
MP 1	SP	Starpoint (Ground)
MP 2	TEMP	Temperaturspannung von IC7
MP 3	WAIT	Waitstate-Signal für PC
MP 4	+5 V	+5-V-Versorgung vom PC
MP 5	GND	Ground vom PC
MP 6	-12 V	-12-V-Versorgung vom PC
MP 7	+12 V	+12-V-Versorgung vom PC
MP 8	AGND	Analog-Ground
MP 9	REF	über JP 3 ausgewählte Referenzspannung
MP 10	CSW\	Chip Select für Erweiterungen (OUT)
MP 11	CSR\	Chip Select für Erweiterungen (IN)
MP 12	ADC A1	ADC-Eingang Kanal 1
MP 13	ADC A2	ADC-Eingang Kanal 2
MP 14	ADC A3	ADC-Eingang Kanal 3
MP 15	ADC A4	ADC-Einagng Kanal 4

**Tabelle 5. Zum Austesten eigener Lochraster-Belegungen sind die hier definierten Meßpunkte eine gute Hilfe.**





## Stückliste

### Multiport

Widerstände:

R1,2,3	2k2
R4	4k7
R101...120	siehe Bild 4
R-NET1	8 x 1k/DIL16
R-NET2...4	8 x 2k2/SIP9
R-NET5	8 x 4k7/SIP9

Kondensatoren, Spulen:

C1,7,19	100µ/16V
C2,...,6,C17,C18	100n
C8	10n
C9...16	1n
C20,21	100n
C101,102	siehe Bild 4
C103	10µ/25V/Tant
DR1	100µ
DR2	100µ/max. 5R

Halbleiter:

IC1	74 ACT 245
IC2	74 ACT 244
IC3	82 C 55
IC5	MAX 158 BCPI
IC6	AD 7226 KN
IC7	REF 02/MAX 673 CPA/ MAX 675 CPA
IC8	74 HC 165
IC9	74 HC 32
IC101	LT 1014
IC10A	EP 320 DC-2
IC10B	PAL 16 L 8 ALJC

Sonstiges:

JP1,JP3	Pfostenleiste 3 x 1
JP2	Pfostenleiste 3 x 2
JP4	Pfostenleiste 8 x 2
JP5	Pfostenleiste 8 x 1
P1	DB 37 F

Platine 'Multiport', Jumper,  
Option: Software 'Uniscif'

erhältlich, der jedoch über keine interne Referenzspannungsquelle verfügt.

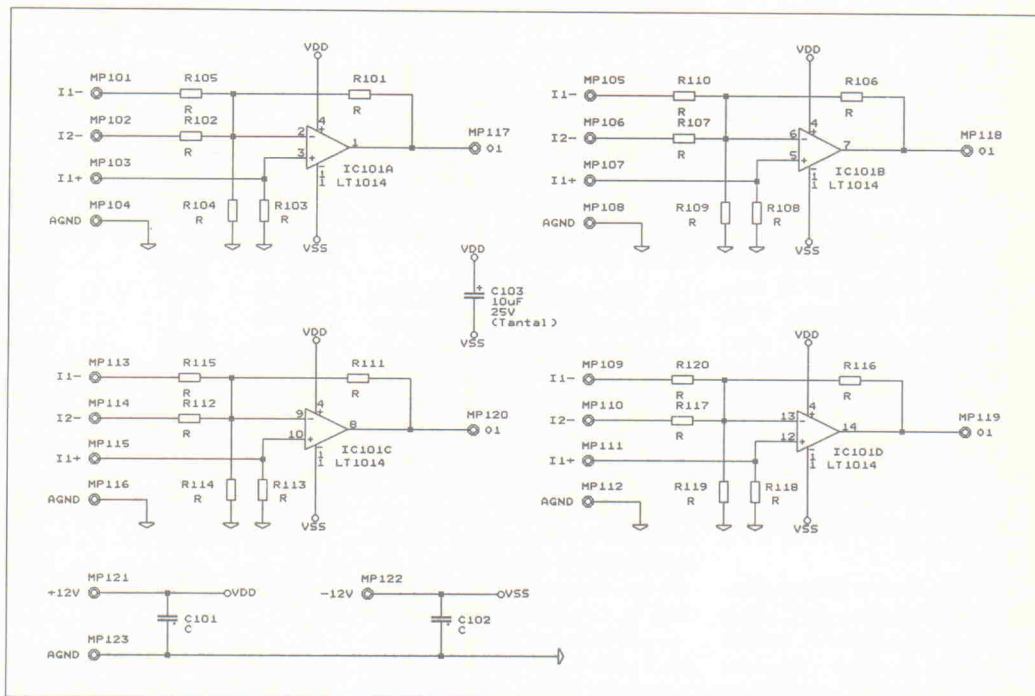
Noch ein paar Worte zum Aufbau: Die Platine, deren Bestückungsplan in Bild 3 wiedergegeben ist, sollte sich problemlos bestücken und in Betrieb nehmen lassen. Für die Kondensatoren wurde eine universelle Bauform definiert, die mehrere Rastermaße und Bauformen zulässt. Eine Ausnahme bildet der Abblockkondensator C21: er wurde als SMD-Kondensator auf der Lötseite unter IC3 realisiert. Vorgesehen sind 100 nF mit der Bauform 1210.

Für eine weitere Vereinfachung wurde im Bereich oberhalb des Lochrasters eine Vorentflech-

tung vorgenommen. Wie Bild 4 zeigt, wurden dafür vier Operationsverstärkerschaltungen aufgelöst, die, je nach Beschaltung beziehungsweise Bestückung, einen großen Teil aller eventuell anfallenden Anpassungsschaltungen abdecken können. Da der vorgeschlagene Operationsverstärker LT 1014 für unsymmetrische Versorgungsspannung ausgelegt ist, kann man anstelle von -12 V auch 0 V als negative Versorgung anlegen. Bei aller Dimensionierung sollte man jedoch darauf achten, die maximal zugelassenen Grenzen für den ADC-Eingang einzuhalten; auf eine großartige Absicherung wurde aus Aufwandsgründen verzichtet.

**Bild 3.** Vor dem Einbau von IC4 ist der Abblockkondensator C20 einzusetzen; SMD-Kondensator C21 dagegen wird auf der Lötseite bestückt.

**Bild 4.** Die im Bestückungsplan bereits eingetragenen Bauteile mit 100ter-Nummern dienen dem individuellen Aufbau von Vorverstärkern.



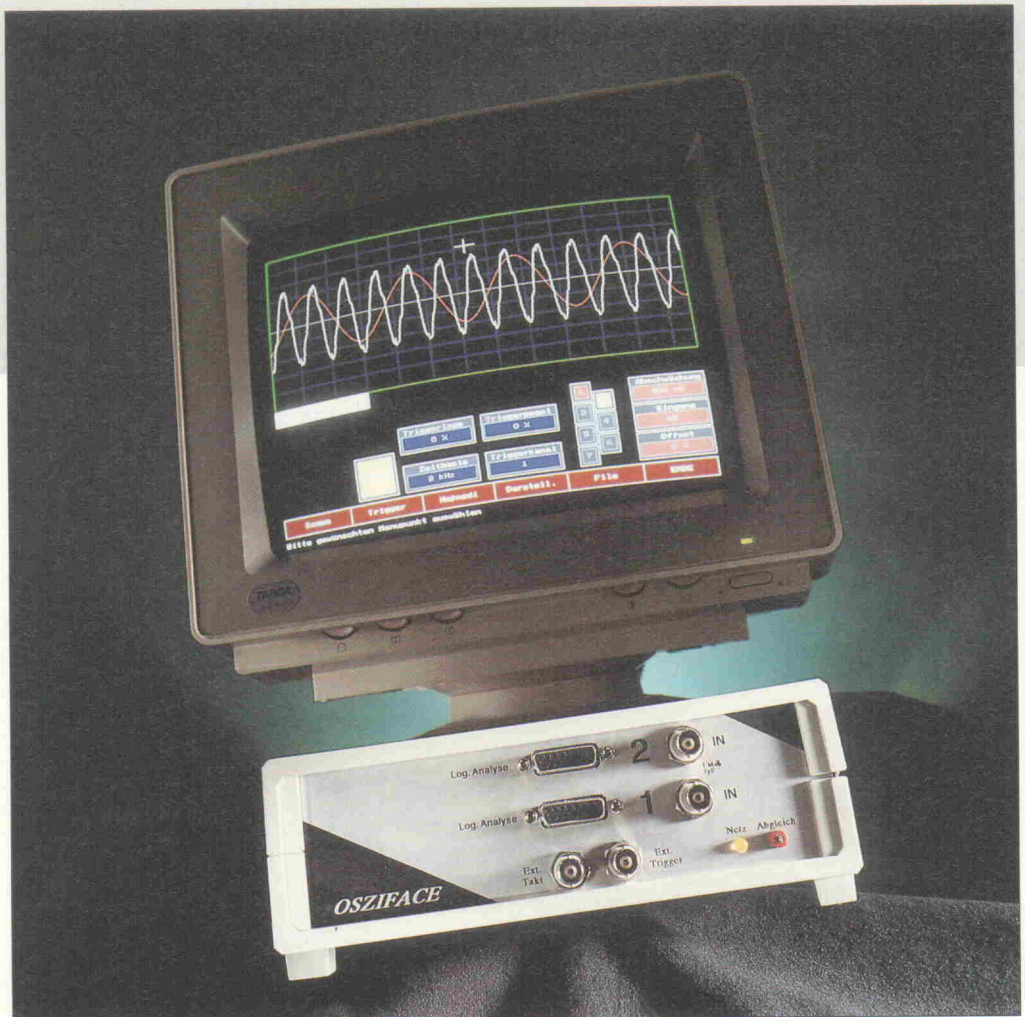


# Osziface (1)

Modulares DSO für PCs, Ataris und Macs

Johannes Seiwert,  
Klaus-Peter Pohl

Ein Entwicklungstrend digitaler Speicheroszilloskope geht dahin, die benötigte Rechner-Hardware oder zumindest Teile davon nicht mehr selbst zu konstruieren, sondern auf die Standard-Ware 'PC-Hardware' zurückzugreifen. Verlagert man nun nicht die 'Intelligenz' in das Scope, sondern die Meßwerterfassung aus dem Rechnergehäuse, so läßt sich diese – eine Standard-Schnittstelle und die notwendige Software vorausgesetzt – auch an unterschiedlichen Rechnern betreiben. Et voilà: Osziface bietet bis zu sieben Scope-Kanäle bei 40 MS/s – maximal sogar 80 MS/s für PCs, Ataris und Macs.



**D**as hier beschriebene Gerät ermöglicht es, einen Computer in einen leistungsfähigen Transientenrecorder, ein digitales Speicheroszilloskop zu verwandeln. Auch Logikanalyse ist mit dem Gerät möglich.

Wie das Blochsichtbild 1 zeigt, ermöglicht innerhalb von Osziface ein Bus den Anschluß von insgesamt sieben Funktionsgruppen wie Scope-Kanälen oder anderer Karten. Für den DSO-Betrieb sind mindestens drei Karten erforderlich:

- Eine Steuerungs-Platine mit Mikrocontroller, Zeitbasis, Triggerlogik und Rechner-Schnittstelle,
- 1...7 A/D-/Logikanalyse-Karten – mittels weiterer Adreß-

dekodierung ist auch eine größere Anzahl von Funktionskarten möglich, – ein Netzteil-Modul.

Da Osziface mit dem steuernden und als Anzeige dienenden Host-Rechner über eine RS-232 kommuniziert, ist es ebenso universell wie einfach an jeden Computer anschließbar. Software ist zur Zeit für IBM (Kompatible), Atari und Mac – im folgenden generell PC genannt – verfügbar.

Ein 8031-Mikrocontroller auf der Rechnerkarte vermittelt zwischen dem Computer der Wahl und dem Oszifacebus. Die Übertragungsrate zum PC läßt sich bis 57 kBaud – bei Bedarf in einem speziellen Modus

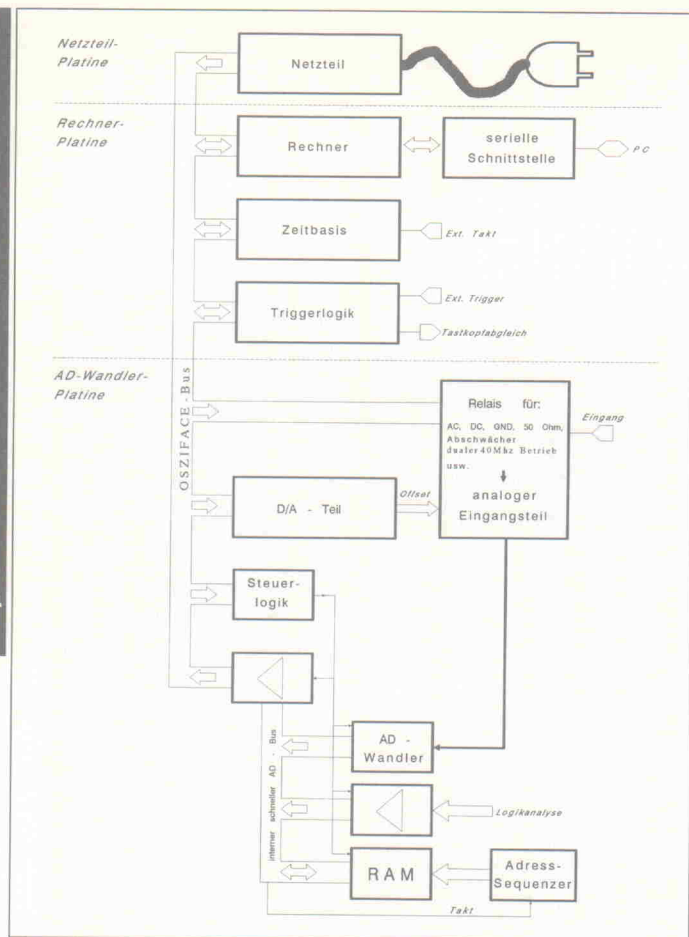
des Mikrocontrollers sogar über 300 kBaud – einstellen.

Für den Betrieb als digitales Speicheroszilloskop benötigt der Mikrocontroller nur ein kurzes Monitor-Programm, dem sich der zweite Teil des Artikels widmen wird. Zu seinen Aufgaben zählt:

- Einstellung der Übertragungsrate,
- Lesen und Schreiben von Daten an den Ports des Mikrocontrollers,
- Blockübertragung zur schnellen Meßdaten-Übertragung,
- Unterstützung der Zeitbasis für lange Abtastzeiten.

Dank des Konzeptes mit eigenem Steuerrechner sind unter





**Bild 1. Alle Platinen sind über den geräteeigenen Bus miteinander verbunden. Über eine RS-232 läßt sich Osziface – derzeit – an IBM-, Atari- oder Macintosh-Rechner koppeln.**

anderem eine Programmierung der Meßdatenverarbeitung innerhalb des Controllers, ein separater Betrieb ohne PC und der direkte Anschluß eines Modems möglich.

Bild 2 zeigt nun den leicht nachvollziehbaren Aufbau der analogen Eingangsstufe. Bei eventuellen Änderungen ist darauf zu achten, daß die einzelnen Sicherheitsvorkehrungen nicht ausgehebelt werden.

Mit Rücksicht auf den späteren Einsatz schnellerer A/D-Wandler und der Verwendung als Sampling-Oszilloskop ist eine Mindestbandbreite des Analogteils größer als die Eingangsbandbreite des A/D-Wandlers von momentan 12 MHz anzustreben. Um Übersprechen aus

dem Digitalteil bei hohen Frequenzen sowie Rauschen zu mindern, sollte dieser Wert auch nicht unnötig weit überschritten werden. Weitere Entwicklungsziele lauteten:

- einfacher Abgleich,
- Einstellung aller Parameter über den PC (...),
- Sicherheit gegen Fehlbedienung,
- geringe Kosten,
- Verwendung handelsüblicher Bauelemente.

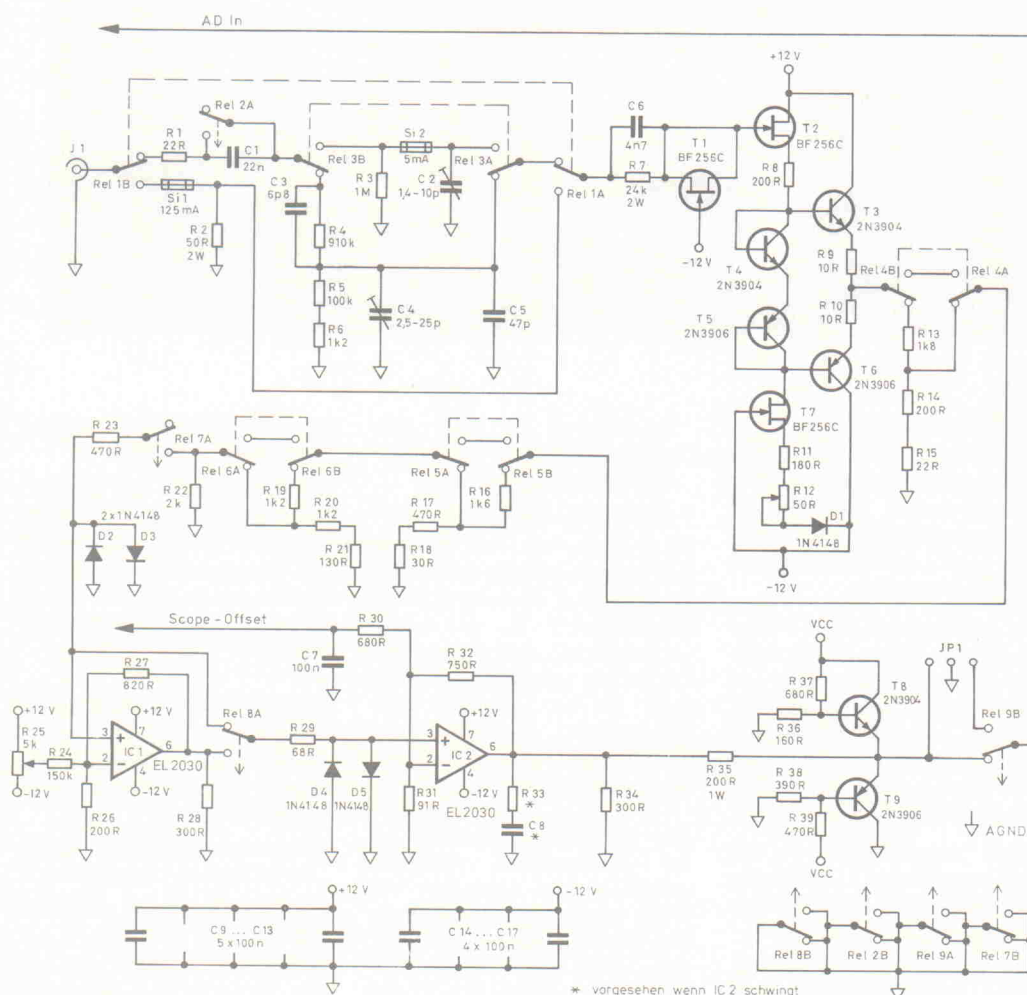
Zudem wurden die folgenden Forderungen erfüllt:

- Ersetzen aller Schalter im Eingangsteil durch Relais,
- Verwendung von Operationsverstärkern statt Transistorverstärkern,
- die Mehrzahl der üblichen 7...11 Trimmer in der Eingangsstufe sollten verschwinden,
- zuschaltbarer 50-Ohm-Shunt,
- niedrige Eingangskapazität.

## Auf den Wegen des Meßsignals ...

Für die Betrachtung ist es sinnvoll, dem Weg des an J1 anliegenden Meßsignals zu folgen. Relais 1 schaltet zwischen einer Eingangsimpedanz von 1 M $\Omega$  und 50  $\Omega$  um. Übrigens sind die Relais in allen Plänen in ihrer Passiv-Stellung eingezeichnet.

Trotz intensiver Bemühungen geht's nach Murphy einmal schief, und der Eingang ist bei Messungen an höheren Spannungen auf 50  $\Omega$  geschaltet. Um den 50- $\Omega$ -Shunt R2 und die Signalquelle vor größeren Zerstörungen zu schützen, ist die Sicherung F1 vorgesehen: Mit einer Eingangsleerlaufspannung von 10 V – das scheint eine sinnvolle Begrenzung am 50- $\Omega$ -Eingang – ergibt sich eine Spannung von 5 V über R2 bei einem Strom von 100 mA; für eine 125-mA-Sicherung ergibt sich die maximale Verlustlei-



**Bild 2. Dank des hinter dem Buffer liegenden niederohmig ausgeführten 1-2-5-Teilers sind im Analogteil nur zwei Abgleichpunkte erforderlich.**



stung von R2 zu 780 mW, aus Sicherheitsgründen findet ein 2-W-Typ Verwendung.

Bei einem gewählten Eingangswiderstand von 1 M $\Omega$  gelangt das Signal über R1 zunächst an den AC/DC-Umschalter K2/C1 und dann, je nach Stellung von K3, entweder an den mit C3 und Trimmer C4 frequenzkompensierten 1/10-Teiler R4...6 oder direkt an den 1-M $\Omega$ -Eingang R3. C2 sorgt dabei für eine ebenso große Eingangskapazität wie im "Teilerfall". Dadurch belastet Osziface die Quelle unabhängig von der Stellung von Relais 3 immer gleichmäßig.

Die N-Kanal-JFETs T1 und 2 schützen den nachfolgenden Buffer zusammen mit R7 und F2 vor zu hohen Eingangsspannungen:

Um den Eingang des Buffers zu schützen, ist für Signale negativer als -12 V der Transistor T1 vorgesehen. Die Sperrschicht des BF 256 C ist – wie bei allen JFETs – ein PN-Übergang. Dieser leitet, wenn der GATE-Anschluß etwa 0,7 V positiver ist als die verbundenen DRAIN/

SOURCE-Anschlüsse. Um den Transistor vor der Zerstörung durch zu hohe Ströme zu schützen, müssen diese begrenzt werden. Der maximal erlaubte Strom  $I_{GSS}$  (nicht zu verwechseln mit dem maximalen Gate-Source-Sperrstrom  $-I_{GSS}$ ) ist aus den Datenblättern nicht zu entnehmen. Versuche zeigten, daß der BF 256 C einen Strom von 400 mA bei einer Erwärmung um etwa 10 °C auf Dauer klaglos übersteht. Hiermit ergibt sich ein dynamischer Bereich zwischen Sperr- und maximalem Durchlaßstrom; im Normalbetrieb belastet der hohe Isolationswiderstand das Meßsignal nicht wesentlich.

Signale am Buffereingang, die größer als +12V sind, klemmt T2 entsprechend nach +12 V. Hierfür braucht allerdings kein zusätzlicher Transistor vorgesehen zu werden, T2 gehört ohnedies zum Buffer.

Im Sicherungsfall begrenzt der 2-W-Metalloxydschicht-Widerstand R7 den Strom durch die Transistoren; Standard-Drahtwiderstände kommen wegen ihrer hohen Induktivität nicht in Frage. Soll die Schaltung bis zu

1 $\times$ Ib	2 $\times$ Ib	2,75 $\times$ Ib	4 $\times$ Ib	10 $\times$ Ib
> 4 h	< 5 s	< 300 ms	< 30 ms	< 4 ms

**Tabelle 1. Ansprechverhalten flinker (!) Mikro-Sicherungen [8] für Vielfache des Nennstromes Ib.**

einer Eingangsspannung von 200 V geschützt sein, errechnet sich für R7 bei einer zulässigen Verlustleistung von 1,5 W ein Wert von 24 k $\Omega$ . C6 kompensiert dabei den Bandbreitenverlust, den R7 gemeinsam mit den Schaltungskapazitäten verursacht.

Für Spannungen über 200 V ist die 5-mA-Sicherung F2 vorgesehen. Hier sei auf das in Tabelle 1 wiedergegebene Ansprechverhalten der Sicherungen F1 und F2 hingewiesen, der zulässige Dauerstrom sollte danach maximal 0,7  $\times$  Ib erreichen dürfen.

Als nächstes durchläuft das Signal den mit T2...6 aufgebauten Impedanzwandler. T7 ist als Konstantstromquelle geschaltet. Ändert sich der Widerstand von T2 unter dem Einfluß des Meßsignals, werden die Transistoren T3 und T6 angesteuert. T4 und

T5 sind als Dioden geschaltet und bilden die Basisvorspannungsquelle von T3 und T6. Um die Temperaturdrift zu minimieren, sind T2/T7, T3/T4 und T5/T6 auf der Leiterplatte paarweise platziert und mit Hilfe von Schrumpfschlauch thermisch zu koppeln. Trotzdem tritt, bis das Gerät nach etwa fünf Minuten seine Betriebstemperatur erreicht hat, in den unteren mV-Bereichen eine spürbare Temperaturdrift auf.

Im Eingangsspannungsbereich von  $\pm 1$  mV bis  $\pm 5$  V arbeitet der Buffer mit hinreichender Genauigkeit, nur bei größeren Eingangsspannungen wird der 10/1-Teiler mit K3 zugeschaltet. Da nur an diesem Teiler hochohmige Signale anliegen (können), ist auch nur er frequenzkompensiert, was neben dem Abgleich auch das Layout

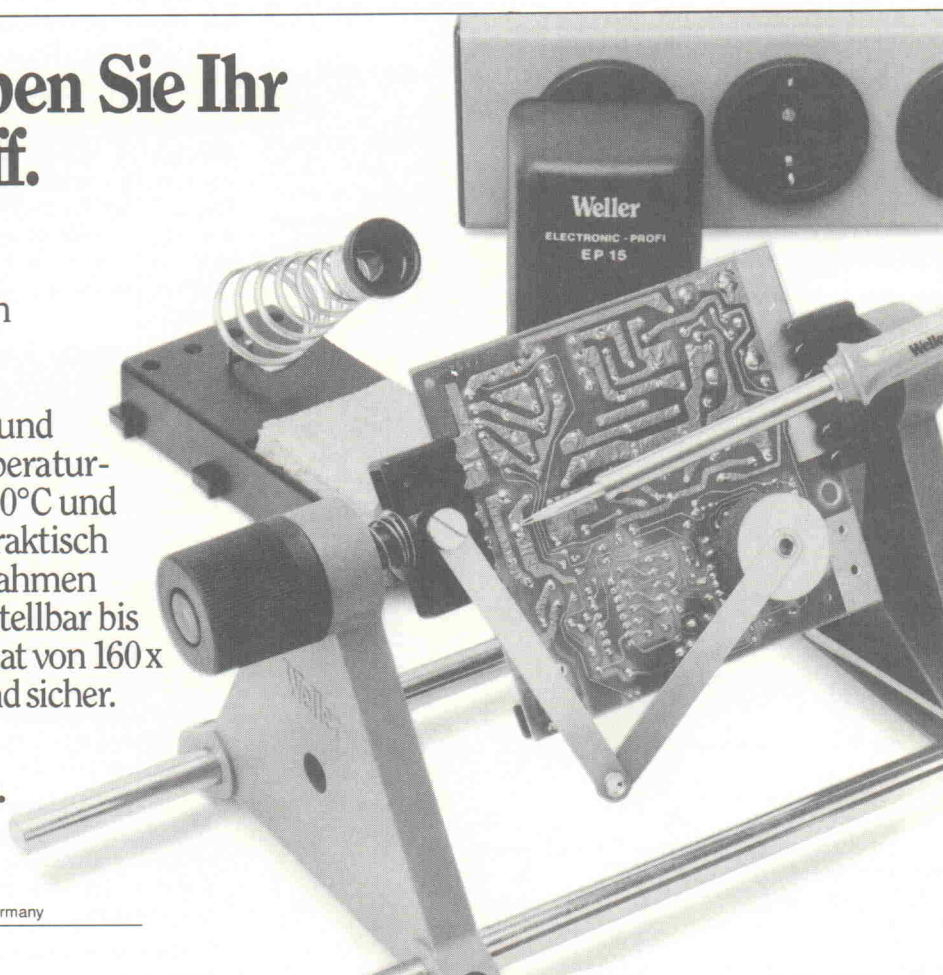
## Mit Weller® haben Sie Ihr Hobby im Griff.

Der komplette Weller Lötplatz besteht aus dem Lötwerkzeug EP 15 und dem Bestückungsrahmen für Leiterplatten ESF-120. Der Mini-Lötkolben hat 15 Watt und bewältigt spielend drei Temperatureinstellungen von 270°C, 320°C und 370°C. Vielseitig und sehr praktisch zeigt sich der Bestückungsrahmen von seiner besten Seite. Verstellbar bis zum doppelten Europaformat von 160 x 235 mm, dabei beweglich und sicher.

**Original Weller®.**  
**Einfach eine Klasse besser.**

**COOPER**  
CooperTools

Cooper Tools GmbH.  
Carl-Benz-Str. 2  
Postfach 1351  
7122 Besigheim 3, Germany





und sonst notwendige Abschirmmaßnahmen vereinfacht.

Auf den Buffer folgen drei Abschwächerstufen für die gewohnte 1-2-5-Teilung. Dank der Aufteilung der einzelnen Teilerwiderstände R13...22 belastet die Kette den Buffer immer mit 2 k $\Omega$ , wofür der Buffer mit einem stabilen Arbeitspunkt dankt. Der Wert von 2 k $\Omega$  stellt einen günstigen Kompromiß zwischen geringem Stromverbrauch, großem Störabstand und kleinem Widerstands-Rauschen dar.

An den Schutzdioden D2 und D3 steht im Normalfall eine Spannung von 2...200 mV. Da der A/D-Wandler nur Eingangsspannungen im Bereich 0...+2 V schadlos auflösen vermag, muß das Signal verstärkt und mit einem entsprechenden Offset versehen werden. Im Bereich 2...20 mV sorgt der dann mittels K8 eingekoppelte OP IC1 für einen Zehnfach-Boost, während IC2 in jedem Fall mit eben dieser Verstärkung arbeitet. Diese Verstärkungs-Aufteilung minimiert Fehler durch unterschiedliches Groß- und Kleinsignalverhalten und verringert Rauschen und Temperaturdrift.

IC2 arbeitet ferner als Treiber für den A/D-Wandler und addiert (subtrahiert) vom Meßsignal den Skope-Offset, den die Offset- und Referenzschaltung über R30 liefert. Für den statischen Offset von IC1 ist das Potentiometer R25 zuständig.

## Der Scope-Offset

Bei den Verstärkern IC1 und IC2 handelt es sich um Strom-

rückkopplungsverstärker (Currentfeedback-OPs). Hier gibt es kein Verstärkungsbandbreitenprodukt, vielmehr ist die Bandbreite über einen weiten Verstärkungsbereich annähernd konstant. Bandbreitenbestimmend ist jedoch unter anderem die Höhe des Rückkopplungswiderstandes. Aus den Angaben des Datenbuchs [9] ergibt sich für R32 ein günstiger Wert von 750  $\Omega$ . Die Berechnung von Stromrückkopplungsverstärkern erfolgt analog der Berechnung konventioneller Operationsverstärker. Fließen alle Ströme in den Knoten am invertierenden Eingang, gilt

$$-U_e/R31 + (U_{off} - U_a)/R30 + (U_a - U_a)/R32 = 0 \text{ A}$$

mit:

$U_e$ : Eingangsspannung am nichtinvertierenden Eingang,

$U_a$ : Ausgangsspannung,

$U_{off}$ : Offsetspannung an R30.

Daraus folgt:

$$U_e \times (R30 \times R32 + R31 \times R32 + R31 \times R30) = U_{off} \times R32 \times R31 + U_a \times R30 \times R31 \quad (\text{a})$$

Mit  $U_a/U_e = 10,25$  statt 10, da der Scope-Offset nicht die Idealverstärkung von 1, sondern von 0,975 aufweist, und  $U_{off} = 0 \text{ V}$  folgt aus (a)

$$9,25 = (R30 \times R32 + R31 \times R30) / R30 \times R31 \quad (\text{b})$$

Der Scope-Offset kann maximal  $\pm 9 \text{ V}$  annehmen. Um damit  $\pm 5$  Bildschirmbereiche zu überdecken, muß eine Offsetänderung von  $U_{off} = (9/5) \text{ V}$  einer Änderung der Verstärkerstufen-Ausgangsspannung von  $U_a = 2 \text{ V}$  entsprechen. Es gilt mit (a):

$$U_a/U_{off} = 2 \text{ V} \times 5/9 \text{ V} = R32/R30;$$

da  $R32 = 750 \Omega$  ist, ergibt sich für  $R30$  675  $\Omega$  (680  $\Omega$ ).  $R30$  und  $R32$  in (b) eingesetzt ergibt  $R31 = 90,91 \Omega$  (91  $\Omega$ ).

R23 schränkt die Bandbreite der Schaltung auch bei größeren Werten im Bereich bis 30 MHz nicht merklich ein. So wird unter Berücksichtigung der maximalen Verlustleistung bei Übersteuerung des Buffers ein Widerstand von  $R23 = 470 \Omega / 1 \text{ W}$  gewählt.

Ein sehr heikles Thema ist, daß der OP IC2 in der zweistufigen Schaltung stark zu Schwingungen neigt. R29 senkt zusammen mit der Eingangskapazität von IC2 diese Schwingneigung. Er sollte nahe Pin 3 platziert sein und einen Wert zwischen 10  $\Omega$  und 50  $\Omega$  aufweisen [5]. Die doppelt vorhandene Diodensicherung begrenzt das Ausgangssignal von IC2 auf 7 V.

Die mit T8 und T9 realisierte Sicherung (siehe auch Elrad 5/91 [4]) schützt den A/D-Wandler vor Spannungen größer seiner Versorgungsspannung und kleiner 0 V. Diese Sicherungsvariante bekommt den Vorzug gegenüber Dioden, da nur so die angegebenen maximal zulässigen Eingangswerte für den A/D-Wandler einzuhalten sind, ohne das Meßsignal insbesondere bei hohen Frequenzen zu beeinflussen. R35 begrenzt den maximalen Strom. Bei der Wahl dieses Widerstandes ist zu berücksichtigen, daß auch er die Bandbreite bei falscher Auslegung stark einschränkt.

Als letztes Relais folgt Relais K9. Mit seiner Hilfe kann das Eingangssignal eines weiteren Kanals, angekoppelt via JP1, dem A/D-Wandler statt des aufbereiteten eigenen Signals zugeführt werden: In dieser speziellen Oszifaces-Variante des Zwei-auf-ein-Kanal-Betriebs tasten beide Wandler das Signal 180° phasenverschoben ab und verdoppeln so die maximale Samplerate auf 80 MS/s.

Einige wichtige Punkte zum gewählten Layout des Analogteils sollen erwähnt werden:

- kurze Leiterbahnen von der Eingangsbuchse bis zur Bufferstufe, um in diesem hochohmigen Teil Einstreuungen zu vermeiden,
- Abschirmmaßnahmen für den Analogteil,

**Bild 4. Oszifaces Analogteil endet an Pin 19 von IC10. Über den Datenbus D0...7 schreiben einerseits der ADC oder Logikeingang-Buffer IC9 in das RAM IC8, andererseits kann der Controller über DA0...7 und IC12 auf D0...7 – und damit den Speicher – zugreifen.**

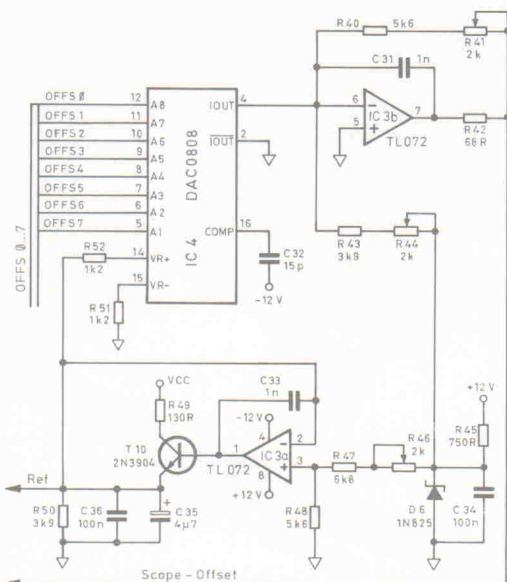
- niederohmiger Masselayer,
- keine (!) getrennte Analog-Digitalmasse.

## Referenz und Offset

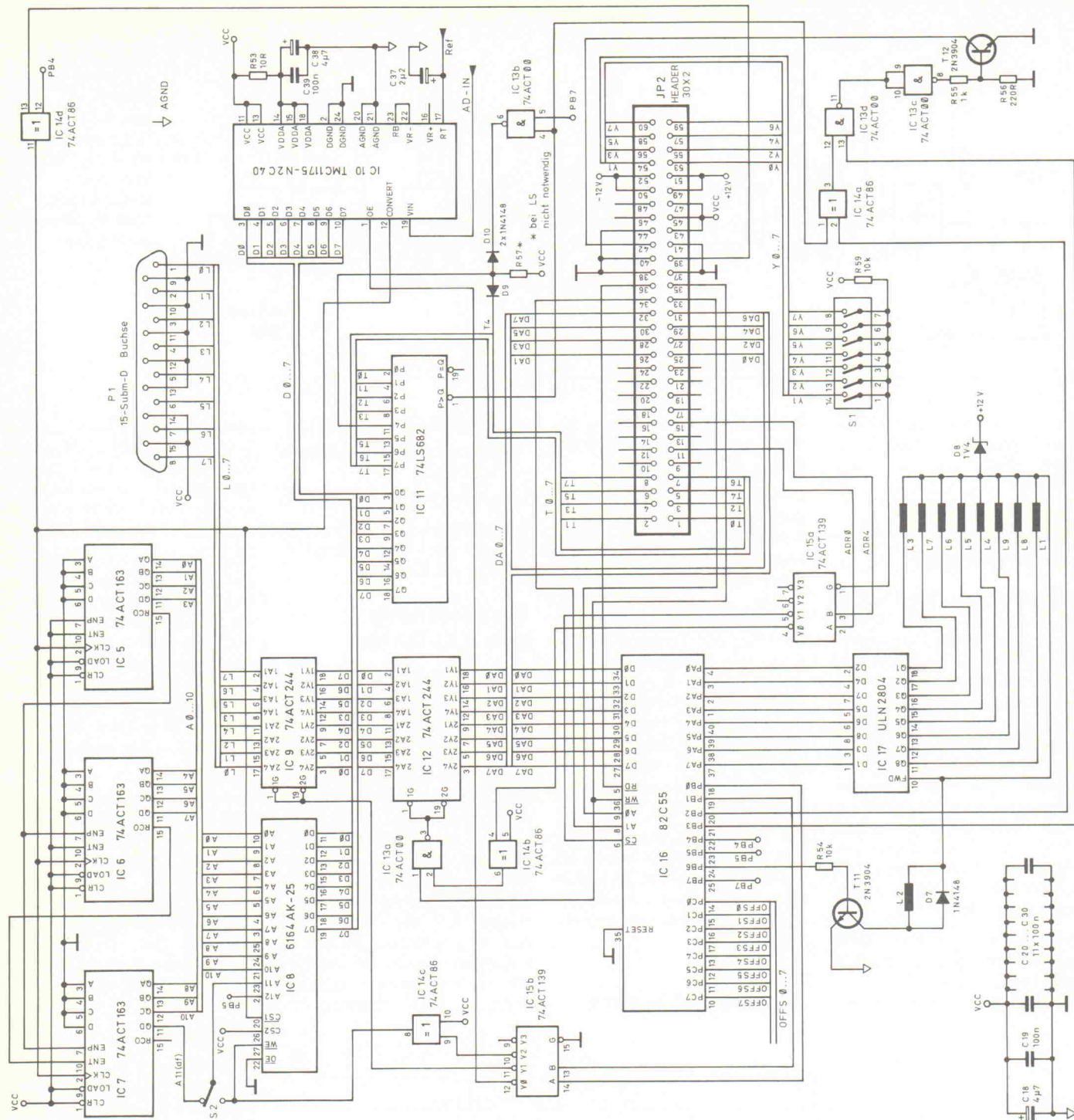
Um mit einem A/D-Wandler genau messen zu können, benötigt dieser eine exakte und temperaturstabile Referenzspannung. Die Stabilität über dem Betriebsbereich muß deutlich unter der 8-Bit-Auflösung des A/D-Wandlers liegen, was bei der verwendeten 6,2-V-Z-Diode 1 N 825 – siehe Bild 3 – auch der Fall ist. Um den differentiellen Widerstand klein zu halten, liegt ihr  $I_F$  bei 7,5 mA, was wiederum zu einer Eigenerwärmung von etwa 20 °C führt. Hinter dem Treiber IC3a/T10 steht die zuvor mit dem Spannungsteiler R46...48 abgeglichene Referenzspannung niederohmig an.

IC 4, ein 8-Bit-D/A-Wandler vom Typ DAC 0808, erzeugt den zuvor bereits erwähnten Scope-Offsetwert. Dieser Wandler erhält seine Referenz in Form eines Stroms mit Hilfe des Widerstands R52 aus der Referenzspannungsquelle des A/D-Wandlers. Den Offset stellt das Datum an OFFS0...7 ein. OP3B ist nun mit drei Aufgaben beauftragt: erstens muß er den Ausgangsstrom des DACs in eine geeignete Scope-Offset-Spannung wandeln, zweitens kann jedoch der Ausgangsstrom des DACs nur positiv sein; OP3B muß also zusätzlich einen Kompensationsstrom von  $I_{Out,max}/2$  subtrahieren. Schließlich benötigt noch der A/D-Wandler einen positiven Offset. Die letztgenannten Verschiebungen lassen sich unter Anwendung des Überlagerungssatzes mit Trimmer R44 einstellen; für die Verstärkungseinstellung ist R41 vorgesehen. Eine Verschiebung der Meßkurve im Bild ist in beiden Richtungen –

**Bild 3. Mittels des hier eingesetzten DACs läßt sich die 'Strahlage' einstellen. Als Referenz benutzt er dieselbe gepufferte Spannung wie der 'Haupt'-Wandler.**







## MODULARES AUTOMATISCHES TEST SYSTEM

# MATS

MessComp  
Wiesbaden  
7.9.92  
Halle 9  
Stand 947

## MEGALAB

Geschäftsbereich der  
Megatron AG & Co

PC-gestützte  
Meßtechnik  
Oszilloskope  
Programmierbare  
Labornetzgeräte  
Elektronische  
Meßgeräte

### PC-gestütztes Messen mit MATS

- ✓ einfache Installation
- ✓ flexible Konfiguration
- ✓ mobiler Einsatz
- ✓ attraktiver Preis

Bis zu 16 Module anschließbar (RS232):

-Digitalmultimeter

-Relais-Multiplexer

-Signalgenerator

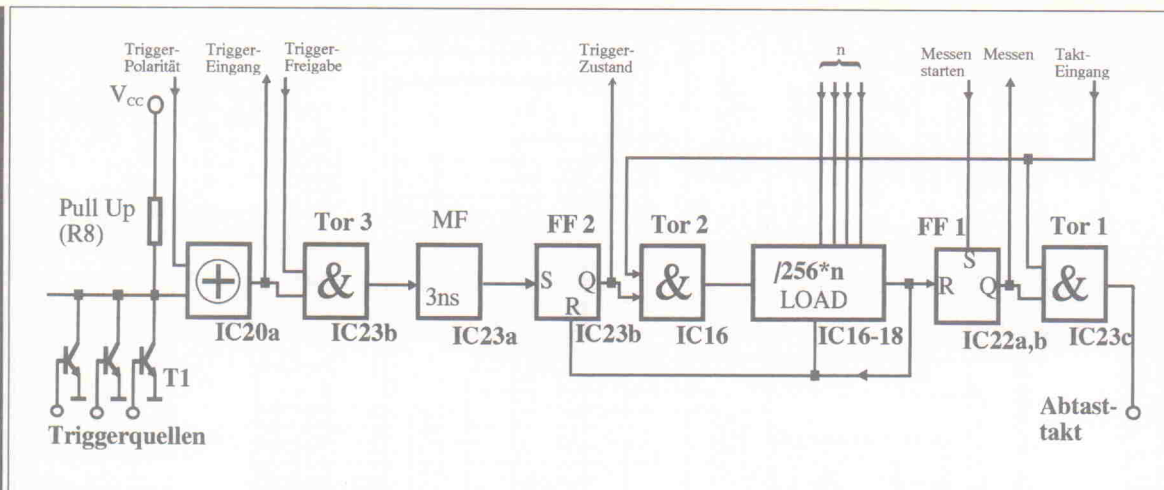
-DC-Kalibrator

-Universalzähler

Ideal für Service, Prüffeld, Qualitätssicherung,  
Ausbildung und Labor. Komfortable Bedienung  
durch modernste Software mit graphischer  
Benutzeroberfläche. Individuell konfigurierbar  
und ohne Eingriff in den PC anzuschließen.

Bitte fordern Sie unser Gesamtprogramm an oder rufen Sie uns an, wir beraten Sie gerne. Händleranfragen willkommen  
**MEGALAB Meßtechnik** - Hermann-Oberth-Str.7 - 8011 Putzbrunn/München - Tel. 089 / 460 94 218 - Fax 089 / 460 94 215





**Bild 5. Das ausgeklügelte Prinzip der Triggerlogik erlaubt es, den 4 K-Datenspeicher in 16 verschiedene Vor- und Nachtriggerkonfigurationen aufzuteilen.**

je nach Eingabe eines Offsetwerts größer oder kleiner des 'Null-Offsets' von 128 – möglich.

## Steuerung der A/D-Karte

In Bild 4 ist der Digitalteil der A/D-Karte dargestellt. Die in Pegel und Offset angepaßten Analog-Signale gelangen hier an den A/D-Wandler IC10. Dieser Wandler verfügt über eine integrierte Track & Hold-Stufe, er benötigt eine Wandlungszeit von 25 ns. Dabei erfolgt die Wandlung in zwei Schritten: Nach einer Vier-Bit-Wandlung wird deren Ergebnis analog vom Eingangssignal abgezogen. Ein zweiter Flash-Wandler stellt danach auch die untere Hälfte des Datums bereit.

Den Abtasttakt liefert die Rechnerkarte über den Anschluß 39 des Osziface-Bus. Mittels des EXOR-Gatters IC14d kann der

Takt für die oben erwähnte 80-MS/s-Abtastung mit zwei A/D-Karten invertiert werden.

Gewissermaßen als 'Abfallprodukt' bietet Osziface die Möglichkeit, pro A/D-Kanal anstelle eines Analogwerts acht Logikpegel aufzuzeichnen. Hierzu werden an Stelle der A/D-Wandler-Daten die acht Logikbits über den Treiber IC9 zum RAM-IC3 durchgeschaltet; die Ausgänge des Wandlers sind dann mittels OE in den Tristate-Zustand versetzt. Um die zu untersuchende Schaltung nicht zu belasten, ist ein Meßkopf mit geschützten hochohmigen Treibern zu verwenden.

Die Datenflußrichtung in dem AD-Bus wird durch zwei vom Rechner vorgegebene Steuerbits und einen Decoder bestimmt. Über den AD-Bus sind verbunden:

- A/D-Wandler,
- Logikanalyse-Treiber IC9,

- das schnelle RAM (25 ns),
- Komparator für die (digitale) Triggerung,
- Treiber zum Osziface-Bus

Schreibberechtigt kann der A/D-Wandler, der Logikeingangstreiber oder das RAM sein.

## Adressierung des A/D-RAMs

Die Absolut-Adresse des A/D-RAMs ist für die Auswertung völlig belanglos. Programmäßig ist nur eine virtuelle Adresse, die mit dem Auslesetakt gezählt wird, von Interesse. Diese Mimik ist nicht nur Bauteile sparend, sondern auch für den Pretrigger des Gerätes günstig: Während einer laufenden Messung beschreibt der A/D-Wandler beziehungsweise der Logik-Buffer IC9 das RAM. Die Adresse gibt hier der mit IC5...7 aufgebaute Zähler, der mit dem Abtast-/Auslesetakt getaktet wird, vor. Diese Schaltung ent-

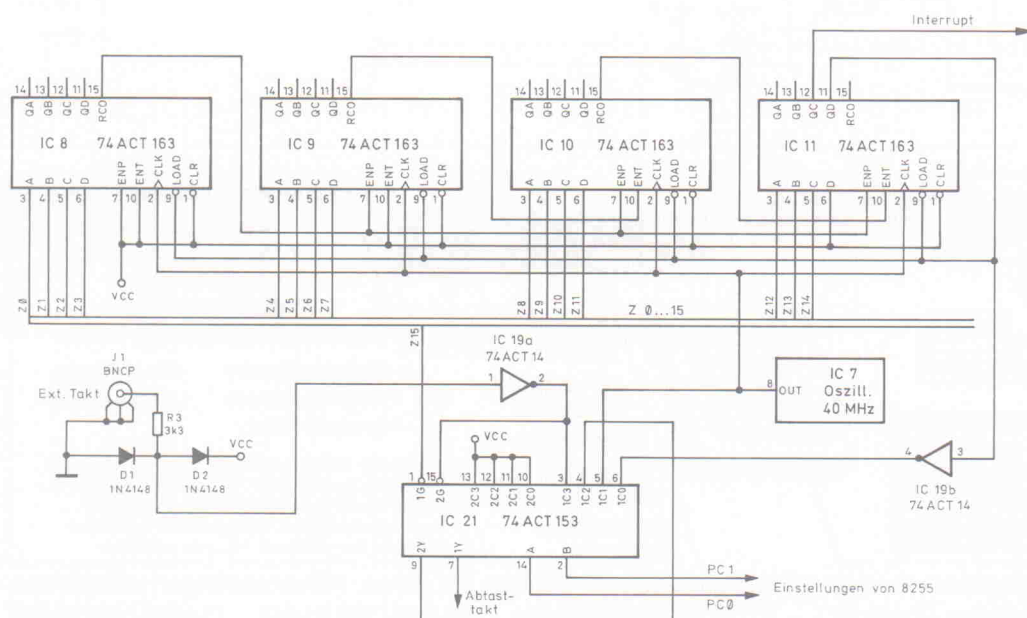
spricht acht parallelen, im Ring betriebenen Schieberegistern. Nach Erfüllung einer Triggerbedingung gibt die Rechnerkarte nur die noch benötigten, festgelegten 'Nach-Trigger'-Takte aus.

Zum Auslesen der Meßwerte aus dem RAM wird die Übertragungsrichtung in dem schnellen AD-Bus von der Richtung A/D-Wandler zu RAM auf die Richtung RAM zu Gerätebus (-treiber) umgeschaltet. An der Adreßerzeugung ändert sich nur, daß der (Abtast-)Takt nun besser mit Auslesetakt bezeichnet ist.

Der erste ausgelesene Meßwert ist der älteste, da er auf den zuletzt eingelesenen folgt, ihm weist der Rechner die virtuelle Adresse 0 zu. Beim nächsten Takt wird die Speicherzelle mit der virtuellen Adresse 1 angesprochen. Nach dem 4096sten Takt hat die Rechnerkarte alle Meßwerte übernommen.

## Trigger

Als wichtiger Bestandteil der gesamten Triggerung ist auf jeden Fall der mit IC11 aufgebaute digitale Triggerkomparator zu nennen: Hierbei handelt es sich um einen Acht-Bit-Digital-Vergleicher vom Typ 74 LS 682. Während die Eingangsvariable 'Q' am AD-Bus lauscht, speist die Rechnerkarte



**Bild 6. Dank der Fähigkeit des Zeitbasis-Teilers, einen Interrupt auszulösen, lassen sich beliebig langsame Abtastraten programmieren.**



den Wert 'Triggerpegel' in den Eingang 'P' ein. Sobald das Eingangsdatum den vorgegebenen Triggerpegel unterschreitet, wechselt der 'P-größer-Q'-Ausgang von High nach Low. Mit IC14A besteht nun die Möglichkeit, das Triggersignal wahlweise zu invertieren und somit auch auf eine steigende Flanke zu triggern. Über IC13D läßt sich der Trigger ferner sperren, um im Mehrkanal-Betrieb gezielt einen Triggerkanal auswählen zu können. T12 schließlich liegt mit seinem offenen Kollektor direkt am Osziface-Bus. Über dieses Wired-Or kann jede einzelne A/D-Karte oder auch mehrere ein Triggersignal zum Rechner absetzen.

## Ein digitales Trigger-Filter

Über die Bauteile D9, D10, IC 13B und R57 ist eine positive Rückkopplung – oder Hysterese – für IC11 aufgebaut. Dazu müssen allerdings die Pegel von Trigger-Vorgabe T4 und PB7 einige Bedingungen erfüllen: Ohne das Filter ist PB7 low, der Ausgang von IC13B low und Eingang P4 von IC11 ist gleich der Leitung T4. Bei aktiver Hysterese müssen die beiden Steuerleitungen auf High liegen, um dem Gatter IC13B die Steuerung zu ermöglichen. Bei einer angenommenen Triggerpegel-Vorgabe von 128 und Q>P zieht IC13B den Eingang P3 auf Low. Nach Durchschreiten

des Triggerpegels dagegen adiert die Logik den Wert 16 zu der Vorgabe – der neue Triggerpegel ist nunmehr auf 144 gesetzt. Somit sind kleine Spikes nicht mehr in der Lage, den Trigger auszulösen.

## Die Rechnerkarte bietet komplexe Triggerbedingungen

Während einer Messung versorgt die Rechnerkarte die angeschlossenen A/D-Wandler mit dem Abtasttakt; nach einem Abtast-Zyklus sperrt das in Bild 5 gezeigte Tor 1 diesen Takt. Für den jeweiligen Zustand des Gatters wiederum ist Flipflop 1 zuständig: zu Beginn

einer Meßreihe setzt der Controller es. Ein Triggersignal setzt auch den Ausgang von Flipflop 2, Tor 2 reicht jetzt den Abtasttakt auf den programmierbaren 12-Bit-Zähler.

Sobald der Zähler den Wert F00 erreicht hat, setzt er Flipflop 1 (und Flipflop 2) zurück, wodurch Tor 1 sperrt – und die aktuelle Meßreihe beendet wird. Wie Bild 6 zu entnehmen ist, sind nur die oberen vier Bits des Zählers einstellbar. Hieraus ergeben sich jedoch mit 16 ausreichend viele verschiedenen Vor-/Nachtriggerrückstellungen der Meßfolge. Wird beispielsweise ein hexadezimaler Zählwert von E00 vorgegeben, so erhält man in der Aufzeichnung 3840 Werte

## Von EMUFs & EPACs

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

## FÜR PCs & STs

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

## Für PALs & GALs & EPROMs & BPROMs

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

## BasiControl

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

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

## EMUF-734

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

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

198,— DM

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

## MC-TOOLS

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

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

## ALL-03A der neue Allesbrenner

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

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

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

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

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

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

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

Bestellen Sie: ALL-03A 1498,— DM

## UCASM – univers.. Werkzeug

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

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

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

UCASM V.6.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für (fast) alle 8-Bit CPUs/Controller.  
2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

## SCOTTY 08

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

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

## ModuStep

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

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

89,— DM

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

89,— DM

## MOPS 11

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

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

## NEU

MOPS 2.1 – Der neue MOPS11 mit I/O-Teil – also para./ser./AD/DA/etc. Vorgestellt in ELRAD 8/92.

MOPS2 LP Leerplatine	69,— DM
MOPS2 BS1 = MOPS-BS1 aber mit 2.1 Platine	220,— DM
MOPS2 BS2 = MOPS-BS2 aber mit 2.1 Platine	300,— DM
MOPS2 OP1 Teilesatz: 68C681, xtal, 232, Fassungen	70,— DM
MOPS2 OP2 Teilesatz: 2 x REED-Relais, Benöt. OP1	25,— DM
MOPS2 OP3 Teilesatz: CMOS-6522, Fassung	25,— DM
MOPS2 OP4 Teilesatz: 1 x 7569	50,— DM

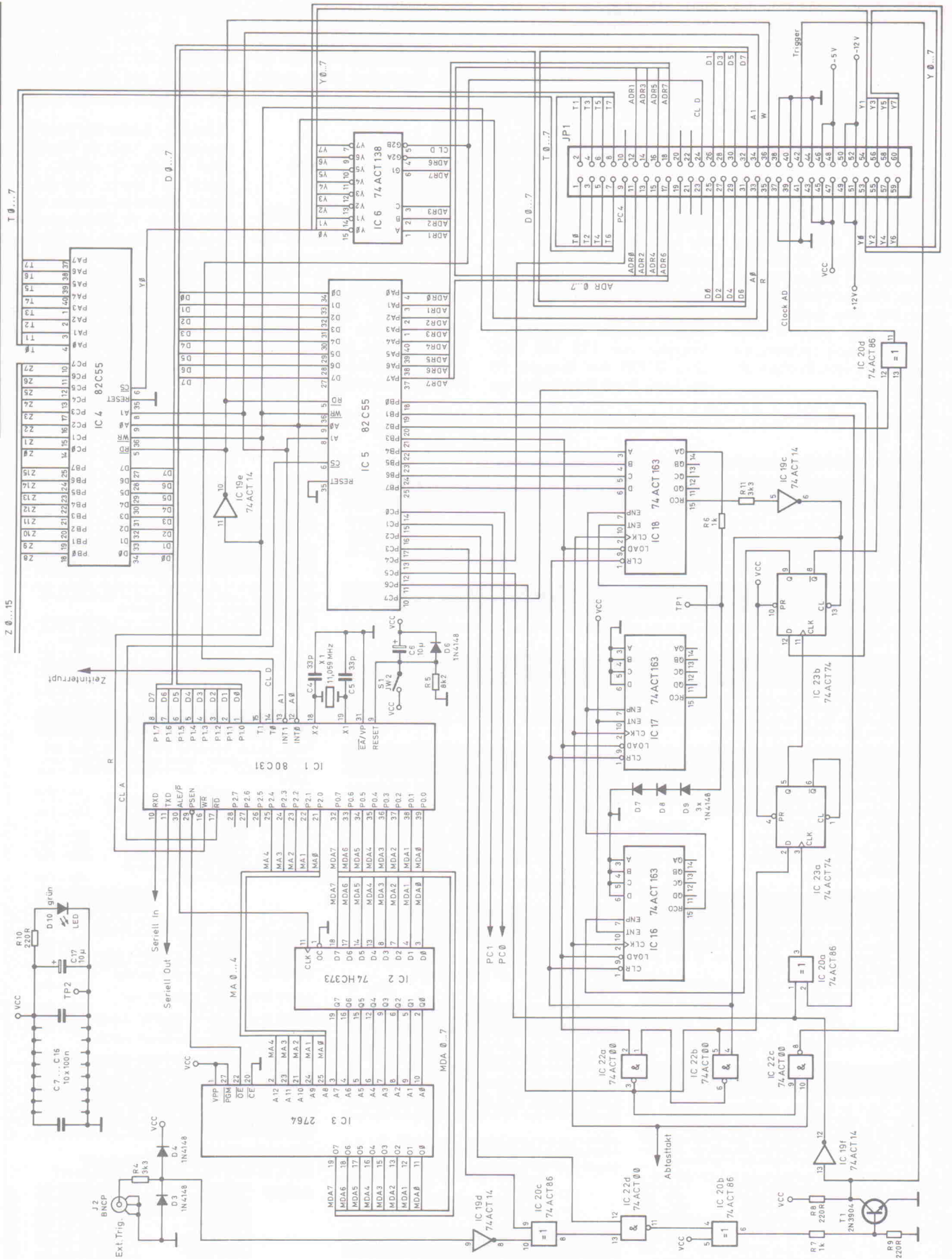
Weitere Lieferformen in „Von EMUFs & EPACs“

# ELEKTRONIK LADEN

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

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





**Bild 7. Auf der Rechnerkarte stellen die ICs 16...18 den in Bild 5 dargestellten Trigger-Counter.**



vor und 256 Werte nach dem Trigger. Ist der Zählwert hingegen 000, so bleiben 256 Werte vor dem Trigger erhalten.

Am Eingang der Triggerlogik liegen die offenen Kollektoren der A/D-Wandlertarten und des – wieder auf der Rechnerkarte beheimateten – externen Triggers. Dank des EXOR-Gatters kann hier nochmals die Triggerflanke gewählt werden. Im Mehrkanalbetrieb lassen sich dank dieser Verknüpfung komplexere Triggerbedingungen schaffen. Zwei Baugruppen der Triggereinheit sind noch nicht erläutert: Über Tor 3 kann der Rechner Triggersignale sperren, was für die Pretriggerung notwendig ist, um die Speicherkette wenigstens einmal 'volllaufen' zu lassen. Das Monoflop schließlich formt 'saubere' Impulse für Flipflop 2.

### Zeitbasis

Als Taktsignale stellt Multiplexer IC21 vier verschiedene Quellen zur Auswahl:

– ein externer Takt (TTL-Pegel, geschützter Eingang),

- denselben Takt invertiert,
- 40 MHz aus dem quarzstabilen Fertigoszillator IC7,
- Takt aus einem programmierbaren Teiler, an dem die 40 MHz des Fertigoszillators anliegen.

Der programmierbare Teiler erzeugt alle Abtastfrequenzen der internen Zeitbasis – mit Ausnahme der maximalen Abtastfrequenz von 40 MHz. Kernstück des programmierbaren Teilers sind die Zähler-ICs 9...12.

Zur Festlegung der Abtastfrequenz gibt der Rechner über IC4 ein 15-Bit-Wort an die Zählerkette aus, Bit 16 ist immer '1'. Ein Low am MSB des Zählers (QD von IC11) verursacht ein erneutes Laden des Vorgabe-Wertes; am gleichen Ausgang steht auch der Abtasttakt. Um auch lange Messungen durchführen zu können, besteht die Möglichkeit, die Multiplexer-Steuerleitung Z15 auf High zu legen und somit den Abtasttakt auszublenden. Der Zeitzähler selbst arbeitet wie zuvor weiter. Nur in dieser Betriebsart ist der Controller-Interrupt T1 enabled – er dient zur Schleifenzählung und wird von dem

15. Bit des Zählers (QC von IC11) ausgelöst. Nach beliebig vielen (und in Grenzen beliebig langen) Durchläufen der Teilerkette gibt der Controller den Takt wieder frei. Somit sind – ebenfalls beliebig – lange Abtastzyklen realisierbar.

Die an der Zeitbasis eingestellte Frequenz ergibt sich aus der Formel:

$$f_{\text{out}} = 40 \text{ MHz} / (2^{16} + 1) \\ \text{– Vorgabewert,}$$

wobei Bit 16 immer 1 ist. Für Einzelmessungen und insbesondere zum Auslesen der Meßwerte können Abtast- und Auslesetakt direkt vom Mikrocontroller unter Umgehung der Triggerlogik auf den Takteingang der A/D-Karten geleitet werden. Diese Takte koppelt der Controller über IC20D ein.

### Ohne 8255 keine Einstellungen

Für Einstellungen werden ICs vom Typ 8255 benutzt, die sich sowohl im Platzbedarf günstig wie auch für die softwaremäßige Anwendung und in der Hard-

warebeschaltung besonders geeignet erweisen. Wenn im Text von Einstellungen vom Mikrocontroller die Rede war, so sind meist Einstellungen vom Mikrocontroller auf einem Ausgabelatch eines 8255 gemeint.

Die nächste Folge wird sich – neben einigen noch fehlenden Hardware-Details – der Oszilloscope-Software widmen.

### Literatur

- [1] Intel, 8-bit Embedded Controllers 1990
- [2] Maxim, 1992 New Releases Data Book (Analog Design Guide Book 1)
- [3] NEC, Memory Products, Databook 1990
- [4] PC-Scope, Elrad 5/92
- [5] National Semiconductor, Linear Applications Handbook 1986
- [6] Tietze/Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag 3. Auflage
- [7] Datenblatt der Firma TRW, TMC1175 (Monolithic CMOS A/D Converter)
- [8] Datenblatt der Fa. Wickmann, Kleinsicherungen G2 Liste 92
- [9] 1992 Databook ELANTEC
- [10] Multifunktions-Scopes, Elrad 8/92

# ISYSTEM

Intelligente Lösungen für Ihre Probleme

Deutschland:

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

Österreich:

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

Slowenien:

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

Der Spezialist für Hard- und Software-Entwicklungswerkzeuge

## Emulatoren - Compiler - Assembler

- |                          |                               |                        |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| * Z8 - Z8CCP             | * 8031 - 8051 - ...           | * 6805 - ...           |
| * Z80 - Z180 - Z84C13/15 | * 80C535 - 80C537 - ...       | * 6809 - 6802          |
| * HD64180 - HD647180     | * 80C552 - 80C752 - ...       | * 68HC11 - ...         |
| * TMPZ84C013/15          | * 80C88 - 80C86               | * 68HC16 - 68331 - ... |
| * 8085                   | * 80C188 - 80C186<br>EA/EB/XL | * 68000 - 68008        |
| * Z280                   | * V25 - V35 - V53 - ...       | * 68010 - 68302 - ...  |

■ In-Circuit-Emulatoren

■ Logikanalyse

■ Programmer

■ Elektronik-CAD/CAM

■ EPROM-Simulation

■ Adapter - Konverter



# Könner am Slot

## Acht PC-Multifunktionskarten im Test

**Marcus Prochaska  
Hartmut Rogge**

Acht Anbieter von Multifunktionskarten haben der Elrad-Redaktion je eine Karte aus ihrer Angebotspalette zum Test überlassen. Die Kandidaten liefern einen guten Überblick über das derzeitige Leistungs- und Preisspektrum des Marktes.



**D**ie 812-PG ist die Weiterentwicklung des Vorgängermodells 812 (Test Elrad 5/90), wobei das PG für 'Programmable Gain' steht. Weitere Neuerung ist der zusätzliche jumperbare Ausgangsspannungsbereich im D/A-Teil ( $2 \times \text{HDAC7541}$ ) von 0 V... 10 V, der neben dem 0...5-V-Kanal zur Verfügung steht. Zusätzliche Bereiche stehen wie gehabt bereit, wenn eine externe Referenz eingesetzt wird.

### Advantech PCL-812-PG

Für die Analogumsetzungen ist wie schon bei der 812 ein HADC574 zuständig, die programmierbare Vorverstärkung der insgesamt 16 nur massebezogen zu messenden Eingangssignale übernimmt der programmierbare Vorverstärker AD526 von Analog Devices.

Eine der vorgesehenen maximalen Eingangsspannungsbereiche beträgt  $\pm 10$  V. Er darf aber nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, daß die Versorgungsspannungen des Rechners größer  $\pm 12$  V sind. Eine Einschränkung, die auf den Verzicht eines DC/DC-Wandlers zurückzuführen ist.

Als weitere Funktionsbaugruppen stehen dem Anwender zwei 8-Bit-Ports für digitale Steuerungsaufgaben zur Verfügung. Frequenz- und Zeitmessungen erledigt auf der Advantech-Karte ein 8253.

Das englische Handbuch ist zwar knapp gehalten, beschreibt aber alles, was die Hardware-Konfiguration und den Einsatz der mitgelieferten Software-Treiber betrifft.

Mit 995,- DM ist die 812-PG die preiswerteste Karte im Achterfeld. Für sein Geld bekommt

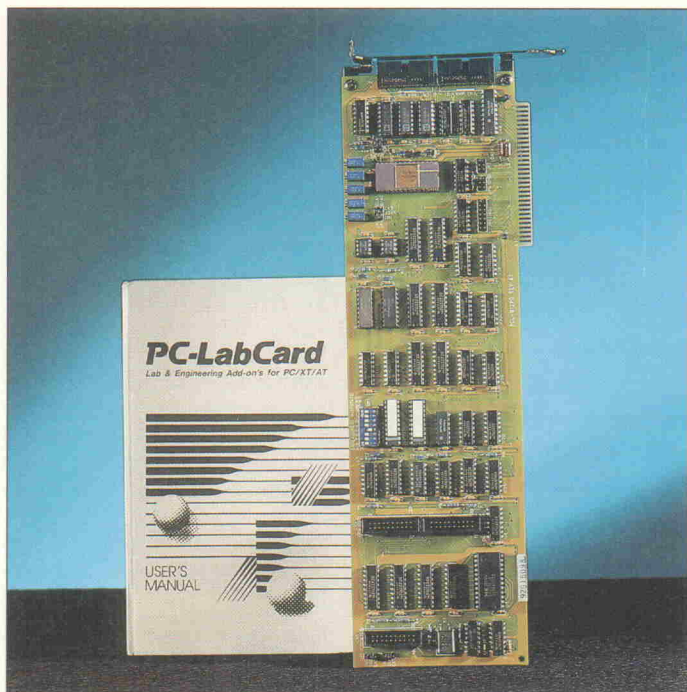
man eine solide Multifunktions-Hardware, bei der man sich eigentlich nur einen DC/DC-Wandler und Differenzeingänge wünscht.

Die deutsche Vertriebsfirma Spectra bietet für die 812-PG als vollständige Anwendungssoftware das Standardprogramm Labtech Notebook an.

### Data Translation DT 2831-G

Drei wesentliche Punkte heben die 2831-G von ihren hier vorgestellten 'Mitbewerber'-Karten ab. Ad eins: Sie ist die einzige Karte des Feldes, die vollständig ohne Jumper (mit Ausnahme der Basis-Adressen-Einstellung) und mechanische Abgleichelemente auskommt. Zweitens ist sie von den multifunktionalen Karten mit einer maximalen Umsetzgeschwindigkeit des A/D-Teils von





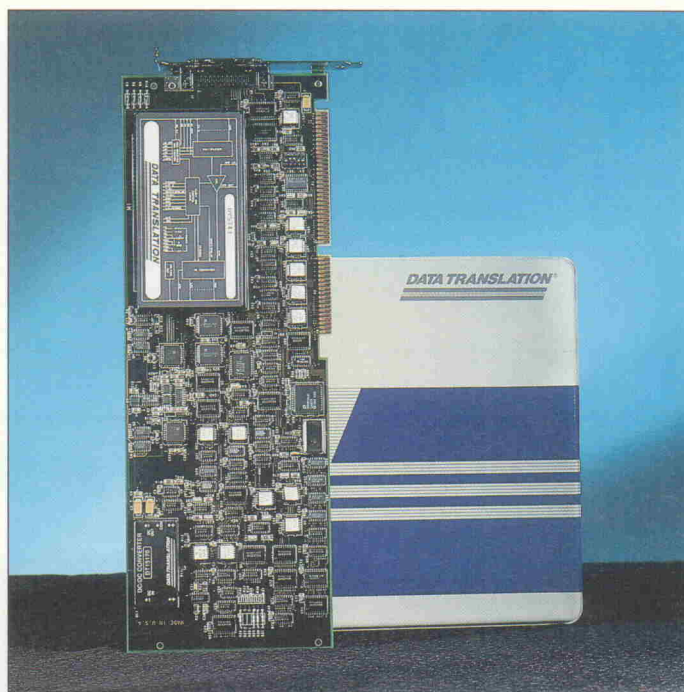
Mit einem Verkaufspreis von 995,- DM war die Advantech-Karte PCL-815-PG die preiswerteste der Achtergruppe – trotzdem aber kein billiger Jakob.

Bakkers BE 493 firmiert eigentlich unter der Bezeichnung Transientenrecorder, ist aber mit seiner Abtastrate von 1 MHz ebenso für die kontinuierliche Erfassung hochfrequenter Signale geeignet.

250 kSamples/s die schnellste und drittens: Sie ist im gleichen Feld auch die teuerste – 6196,- DM plus Mehrwertsteuer.

In diesem Betrag enthalten ist ein Software-Toolkit, das alle gängigen Hochsprachentreiber und Testprogramme enthält sowie auf Wunsch auch eine Windows-Treiberbibliothek.

Die 2831-G ist fast vollständig in SM-Technologie gefertigt. Für den analogen Eingangsbereich setzt DT ein gekapseltes Modul ein, das den Multiplexer, den programmierbaren Vorver-



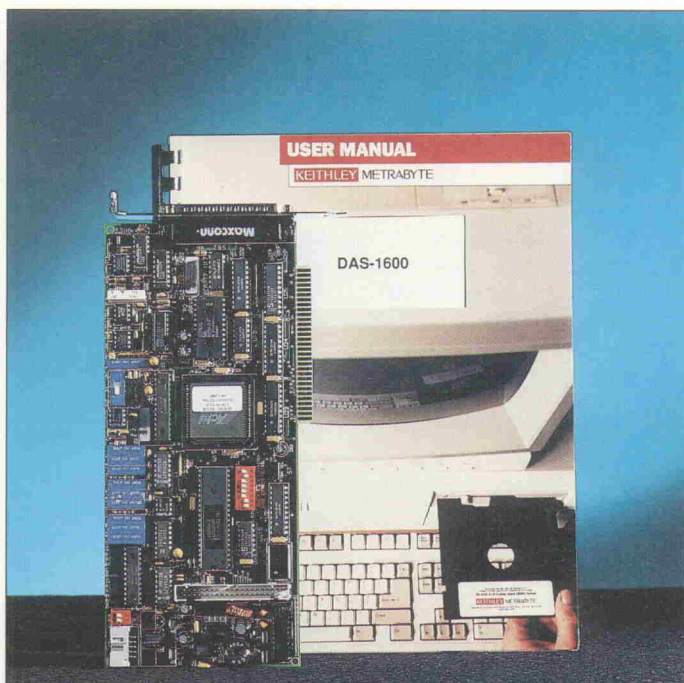
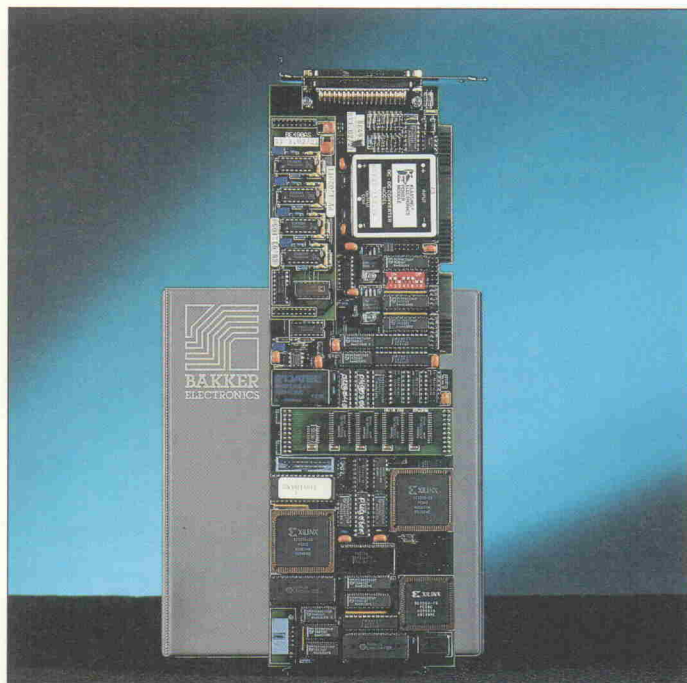
stärker und den A/D-Wandler enthält. Für Zählerfunktionen stehen zwei der fünf 16-Bit-Timer des eingesetzten AM 9513A zur Verfügung.

Mit der 2kanaligen Analogausgabe ist je ein AD667 betraut, ihr Ausgangsspannungsbereich reicht in der unipolaren Einstellung von 0 V...10 V im Bipolarmodus von -10 V... +10 V.

Leckerbissen dieser Karte ist neben den fehlenden mechanischen Abgleichelementen die 512 Einträge umfassende Channel-Gain-List. Letztgenannte erlaubt die Festlegung einer Se-

Der Mercedes im Achterfeld: Die Data Translation DT 2831-G ist vollständig programmierbar.

Zu einem Preis von 1790,- DM kann man mit der DAS-1602 bei Keithley eine Multifunktionskarte der oberen Leistungsklasse erwerben.





quenz, mit der die Eingangskanäle eingelesen werden, sowie die Programmierung der jeweils notwendigen Verstärkung. Die Sequenz muß dabei nicht unbedingt aufeinanderfolgende Kanäle beinhalten, sondern kann auch verwürfelt sein.

Die Kalibrierung erfolgt über Control/Status-Register für den

Null- und Verstärkungsabgleich im A/D-Zweig sowie die korrekte Full-Scale-Einstellung der D/A-Wandler. Data Translation bedient sich bei der Kalibrierprozedur den gewohnten Abläufen beim Hantieren mit Trimmern: Die entsprechenden Register werden zum Beispiel durch Beschreiben in einer 100er Programmschleife 'auf 0' gedreht.

Ein 50er Durchlauf mit einem anderen Registerwert dreht das 'Poti' in Mittenstellung.

Das sehr umfangreiche englische Handbuch beschäftigt sich entsprechend der Kartenkonzeption hauptsächlich mit der Programmierung.

Als Anwendersoftware, die alle Features der 2831-G nutzt,

empfiehlt der Hersteller das Programm Global Lab.

## Bakker Electronics BE 493

Wenn es um PC-Karten des Herstellers Bakker Electronics geht, heißt die Meßaufgabe in der Regel Transienten-Analyse. So fällt die BE 493 in dieser Reihe der Karten aus dem Rahmen. Sie bietet acht softwareselektierbare Differenzeingänge für die Spannungsbe-  
reiche  $\pm 10\text{ V}$ ,  $\pm 1\text{ V}$ ,  $\pm 0,1\text{ V}$  und  $\pm 0,01\text{ V}$ , die jeweils mit einem separaten Sample-und-Hold-Baustein ausgerüstet sind. Messungen ohne Zeitversatz sind für die Bakker-Karte also kein Problem.

Gemeinhin sind Transienten kurzlebige Ereignisse und erfordern deshalb neben breitbandigen Eingangsverstärkern (hier 250 kHz) auch hohe Abtastraten und ausgefeilte Triggermöglichkeiten. Beschränkt man sich auf einen Kanal, kann die BE 493 laut Hersteller bis zu 1 000 000 Messungen pro Sekunde durchführen. Ein 128 kWorte großer Meßwertspeicher sorgt dafür, daß eine derart hohe Abtastrate auch technisch umgesetzt werden kann, das heißt, daß man die Daten auch auf die Platte bekommt.

Für die gezielte Aufnahme spezieller Signalabschnitte steht ein Triggermodul zur Verfügung. Es erlaubt die Einstellung von zwei Schwellwerten pro Kanal, sowie Pre- und Posttrigger.

Das englische Handbuch zur BE 493 enthält neben der vollständigen Hard- und Software-Beschreibung auch Abschnitte, die unter das Motto fallen 'Wie funktioniert's?'. Zum Beispiel ein Ringspeicher. Als Kritikpunkt muß die mangelnde Druckqualität des Manuals genannt werden. Einige Jumper-Bezeichnungen sind nur zu erahnen.

Als vollständige Anwendungssoftware stehen die Pakete Signalys und das Windows-Programm-Team zur Verfügung.

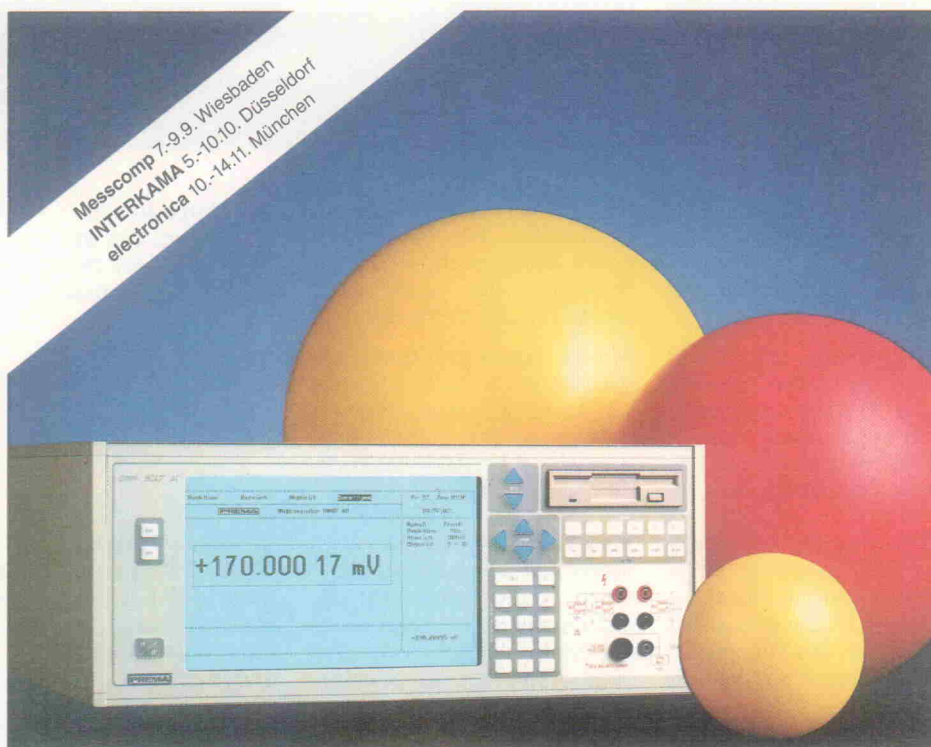
## Keithley DAS-1602

In der Regel können im I/O-Bereich eines PC mehrere Slot-Karten parallel betrieben werden. Einstellbare Basisadressen, Interrupt- und DMA-Kanäle

## PREMA Meßcomputer 8047 AT

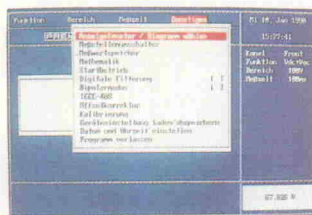
PREMA®

Messcomp 7-9.9. Wiesbaden  
INTERKAMA 5-10.10. Düsseldorf  
electronica 10.-14.11. München



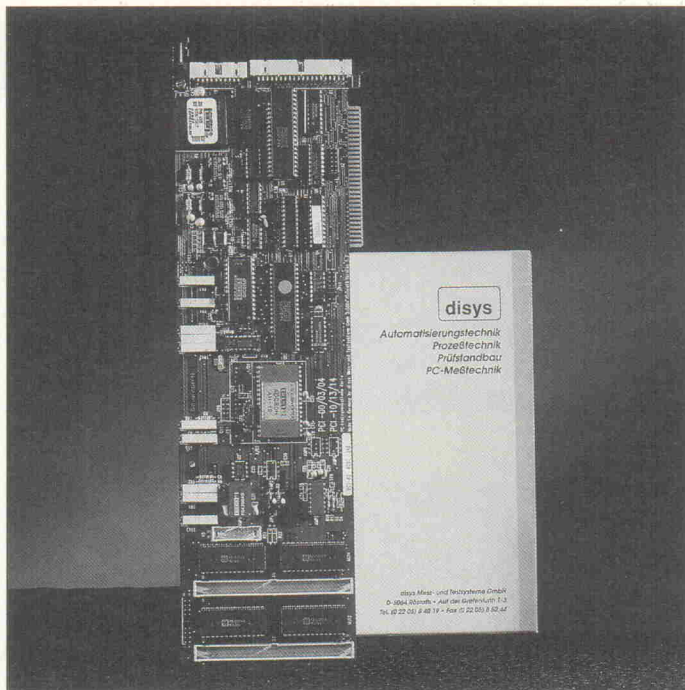
## Präzise Messen, Speichern und Auswerten

- 7 1/2-stelliges Multimeter und PC in Einem
- Komplettes Datenerfassungssystem durch Integration eines AT-Rechners
- Einfache Bedienung, Menüsteuerung mit Fenstertechnik
- Flexibel einsetzbar, ohne externe Peripherie
- hochauflösender LCD-Bildschirm
- Speichern der Meßdaten und Geräteeinstellungen auf interner Festplatte
- Diskettenlaufwerk für den Datentransfer und zum Laden eigener Software
- 4-poliger 20-Kanal-Meßstellenumschalter als Option



PREMA Präzisionselektronik GmbH · Geschäftsbereich Meßgeräte  
Robert-Bosch-Straße 6 · D-6500 Mainz 42 · Tel.: (0 61 31) 50 62 - 0 · Fax: (0 61 31) 50 62 22

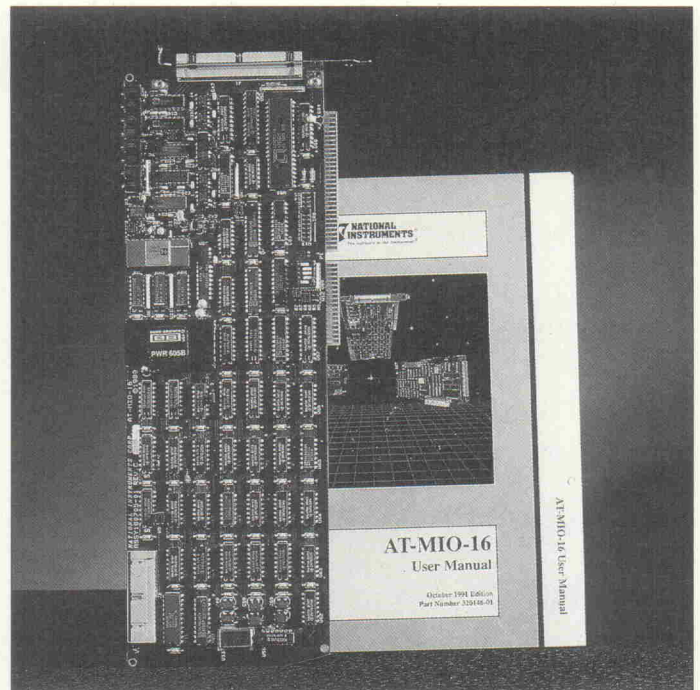




Die PCI-03 wurde von Disys speziell für den Einsatz im industriellen Steuerungsbereich entwickelt. Mit maximal 64 massebezogenen Analogeingängen und 16 über Multiplexer gesteuerte programmierbare Stromausgänge ist sie für dieses Einsatzgebiet gut ausgerüstet.

sorgen für einen kollisionsfreien Logik-Betrieb. Ein wenig beachteter Faktor ist aber die Spannungs- und Stromversorgung. In einem 'gut' bestückten Rechner ist die Leistungsgrenze des Netzteils schnell erreicht.

Beim Parallelbetrieb mehrerer DAS-1602 wird man diesbezüglich keine Schwierigkeiten haben. Mit einem Strombedarf von 800 mA im 5-V- und 40 mA im 12-V-Zweig ist die Keithley-Karte anscheinend die genügsamste der acht (nicht alle Karten waren spezifiziert).

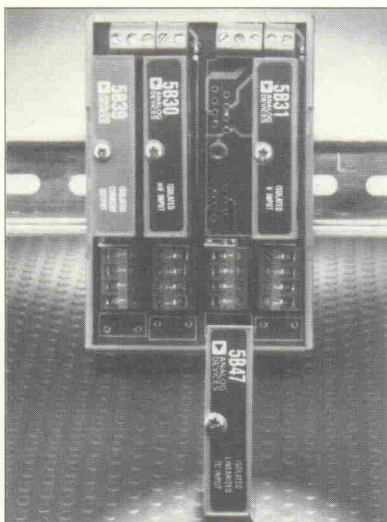


Dabei hat sie für einen Preis von 1790,- DM Leistungsmerkmale der Oberklasse: 100 kSamples/s Erfassungsgeschwindigkeit, 8 differenzielle beziehungsweise 16 massebezogene Analogeingänge (programmierbare Verstärkung 2, 4, 8) und 2 D/A-Kanäle mit Ausgangsspannungen von 0 V... 10 V, 0 V... 5 V,  $\pm 10$  V und  $\pm 5$  V.

Des weiteren bietet die Keithley-Karte neben den 24 Bit des obligatorischen 8255 zusätzlich vier weitere digitale Ein- beziehungsweise Ausgänge. Die drei 16-Bit-Zähler eines 82C54-2

Das AT-MIO-16-Board von National Instruments in der hier gezeigten Version L9 bringt es im 1-Kanal-Betrieb selbst bei den Verstärkungsfaktoren 2, 4 und 8 auf eine Wandlungsgeschwindigkeit von 100 kSamples/s.

## ANALOG DEVICES



## Trennverstärker vom Profi

Analog Devices ist der weltweit führende Hersteller von Trennverstärkern und bietet galvanisch trennende Meßverstärker für nahezu alle Sensoren. Schraub-/steckbare Module der Serie 3B, 5B und 7B mit analogem Eingang und galvanisch getrennten analogem Ausgang. Die Genauigkeit beträgt 1 Promille oder besser — **Präzision vom Profi.**

Die 6B Serie unterstützt analoge Sensoren und liefert am Modulausgang ein digital seriell, galvanisch getrenntes RS-485 Signal mit 16 Bit Auflösung.

**Genauigkeit in rauher Umgebung — kein Problem mit Modulen vom Profi.**

**C M E**  
COMPUMESS  
ELEKTRONIK GmbH  
Vertrieb elektronischer Messtechnik,  
Systeme und Computer

### Technische Büros:

Berlin	Tel.: (0 30) 8 01 15 32	Fax: (0 30) 8 01 36 52
Frankfurt	Tel.: (0 62 23) 4 91 70	Fax: (0 62 23) 4 92 28
Hamburg	Tel.: (0 48 51) 45 80	Fax: (0 48 51) 33 01
Stuttgart	Tel.: (0 71 23) 3 47 54	Fax: (0 71 23) 3 38 27
Wuppertal	Tel.: (0 20 2) 6 4 54 60	Fax: (0 20 2) 6 4 44 39

### Zentrale

Carl-von-Linde-Straße 25  
D-8046 Garching  
Tel.: (0 89) 32 00 95 52  
(0 89) 32 00 95 56  
Fax: (0 89) 32 00 95 53

**Rufen Sie uns an und fordern Sie ausführliche Unterlagen an.**



# Multifunktionskarten

	<b>PCL-812-PG</b>	<b>DT2831-G</b>	<b>BE 493</b>
<b>Hersteller</b>	Advantech	Data Translation	Bakker Electronics
<b>Vertrieb</b>	Spectra GmbH	Data Translation GmbH	Synotech GmbH
	Karlsruher Str. 11/1 7022 Echterdingen Tel.: 07 11/79 80 37 Fax: 07 11/79 35 69	Postfach 1233 7120 Bietigheim-Bissingen Tel.: 0 71 42/5 40 25 Fax: 0 71 42/6 40 42	Franzosenberg 9 5172 Linnich Tel.: 0 24 62/70 21 Fax: 0 24 62/70 25
<b>Preis (DM, zzgl. MwSt.)</b>	995,-	6196,-	8900,-
<b>A/D-Teil</b>			
Amplitudenauflösung (Bit)	12	12	12
Kanäle (DI/SE)	-/16	8/16	8/-
Eingangsspannungsbereiche (V)	±5      ±10 ±2,5      ±5 ±1,25      ±2,5 ±0,625      ±1,25 ±0,3125      ±0,625	0...10      ±1,25 0...5      ±5 0...2,5      ±2,5 0...1,25      ±1,25	±10 ±1 ±0,1 ±0,01
Verstärkung	1, 2, 4, 8, 16	1, 2, 4, 8	-
A/D-Typ	HADC574Z	Data-Translation-Modul	ADS-112MC
Umsetzgeschwindigkeit* (kSamples/s)	30	250	1000
<b>D/A-Teil</b>			
Auflösung	12	12	12
Kanalzahl	2	2	-
D/A-Typ	2 × HDAC7541Z	2 × AD667JP	-
Ausgangsspannungsbereiche (V)	0...5, 0...10	0...10, ±10	0...5, 0...10, ±5, ±10
<b>Digital-I/O</b>			
Anzahl Ein-/Ausgänge	16	8	-
<b>Timer</b>			
Timer-Typ	8253	AM9513AJC	-
Frequenzbereich	1/25 min...500 kHz	76,3 Hz...5 MHz	-
Zählerauflösung (Bit)	3 × 16	2 × 16	-
<b>Sonstiges</b>			
DMA (Kanalnummern)	1, 3	5, 6, 7	0, 1, 2, 3, 5, 6, 7
Spannungs-/Stromversorgung	5 V, max. 1 A +12 V, max. 100 mA -12 V, max. 20 mA	k. A.	5 V, 1,8 A
<b>Besonderheiten</b>	kein DC/DC-Wandler	Alle Funktionen und Einstellungen programmierbar	Transientenrecorder
<b>Lieferumfang</b>	Testsoftware, BASIC-, Pascal-, C-Treiber	Treiber-Toolkit, Windows-Bibliothek	Treiberbibliothek

\* Herstellerangaben, \*\* inkl. D/A-Modul PCI-20003M-4



**DAS-1602**

Keithley Metrabyt

**PCI-03**

Disys

**AT-MIO-16L-9**

National Instruments

**STE-6111 MF/H**

Stemmer

**PCI-20098C-2**

Intelligent Instrumentation

Keithley  
Instruments GmbH  
Landsberger Str. 65  
8034 Germering  
Tel.: 0 89/8 49 30 70  
Fax: 0 89/84 93 07 59

Disys GmbH  
Auf der Grefenfurth 1-3  
5064 Rösrath  
Tel.: 0 22 05/8 40 19  
Fax: 0 22 05/8 52 44

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

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

Intelligent  
Instrumentation GmbH  
Esslinger Str. 7  
7022 Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: 07 11/94 96 90  
Fax: 07 11/9 49 69 89

1790,-

2700,-

k. A.

2495,-

4290,-\*\*

12

12

12

12

12

8/16

32/64

8/16

8/16

8/16

0...10  
±10

0...10  
0...5 ±5  
±2,5

0...10  
±10  
±5

0...10  
±10  
±5

±10  
±5

1, 2, 4, 8

1, 10, 100, 1000

1, 10, 100, 500

1, 2, 4, 8

1, 10, 100, 200

ADS774JE

ADC80H

774K-5N

AD674JD

774K

100

30

100

66

100

12  
2  
DAC7802KP  
0...5, 0...10,  
±5, ±10

12  
1  
DAC811JP  
0...10, ±10,  
16 × 0...20 mA

12  
2  
DAC8222GP  
0...10, ±10

12  
-  
-  
-

12  
2  
2 × DAC811  
±5, 0...10, ±10,  
4...20 mA, 5...25 mA

4/4 + 24

20 + 2 Relais

8

16

16

82C54-2P  
1/h...2,5 MHz  
3 × 16

D71054C  
k. A.  
1 × 16

AM9513APC  
-6,9 MHz  
3 × 16

AM9513APC  
17,9/min...4 MHz  
2 × 16

ASIC  
0,002 Hz...2,67 MHz  
2 × 16

1, 3  
5 V, 800 mA  
12 V, 40 mA

-  
k. A.

5, 6, 7  
5 V, 1,6 A

-  
k. A.

1  
5 V, max. 1,84 A

deutsches Handbuch

RTSI-Bus

deutsches Handbuch

Schaltbilder im Handbuch

Beispielprogramme  
Testsoftware (VI)

Demosoftware

Beispiel- und Test-  
programme in BASIC

Treibersoftware



stehen dem Anwender zur freien Verfügung.

Im Software-Lieferumfang ist neben mehreren Hochsprachen-Demoprogrammen und Tools auch ein sehr schönes TSR-Programm namens VI enthalten, mit dem man nicht nur alle Funktionen der 1602 abprüfen, sondern auch kleinere Meßaufgaben 'on the fly' erledigen kann.

Für den umfassenden Einsatz der Karte bietet Keithley das Programm Easyest an.

## Disys PCI-03

Die Hardware aus dem Hause Disys stellt sich, betrachtet man die analogen Ein-/Ausgänge, als I/O-Wunder dar. Im Eingangsbereich – hier wurde ein Burr-Brown-Wandler vom Typ ADC80H mit S/H SHC5320 eingesetzt – hat man die Wahl zwischen 64 massebezogenen beziehungsweise 32 Differenzeingängen (DI). Ein programmierbarer Eingangsverstärker vom Typ PGA200 erlaubt Verstärkungsfaktoren von 10, 100 und 1000.

Weiter stehen, wenn man sich auf nur 16 DIs beschränkt, 16 Stromausgänge (0 mA...20 mA) bereit. Es handelt sich jeweils um das gemultiplexte Ausgangssignal eines Spannungs-/Stromwandlers, der seine Eingangsspannung vom Burr-Brown-D/A-Wandler DAC811 bezieht.

20 Bit Digital-I/O, zwei Umschalt-Relais und die Ein-/Ausgänge eines 16-Bit-Zählers vervollständigen die Funktionen der PCI-03.

Zur PCI-03 gibt es ein deutsches Handbuch, das sich über weite Strecken mit korrekten Jumper-Stellungen beschäftigt, aber auch dem Thema Abgleich seinen gebührenden Platz einräumt. Als vollständiges Anwendungsprogramm bietet der Hersteller DisiLab und Disy-Lab++, eine echtzeitfähige Windows-Software, an.

## National Instruments AT-MIO-16

National Instruments empfiehlt für den Einsatz ihrer Multifunk-

tionskarten die Entwicklungsumgebung LabWindows. Es beinhaltet nicht nur entsprechende Kartentreiber, sondern auch eine umfangreiche Unterprogrammsammlung, mit denen sich eigene Anwendungen wahlweise in BASIC oder C maßschneidern lassen.

Bei der Funktionsausstattung bleiben bei der AT-MIO kaum Wünsche offen: 8/16-Kanal-100-MSample/s-Analogeingänge, 3 × 16-Bit-Timer, zwei analoge Ausgangskanäle (0 V...10 V, ±10 V) sowie 8 digitale I/Os.

Ein besonderes Ausstattungsmerkmal der AT-MIO ist der RTSI-Bus. Sieben Triggerleitungen und die Systemclock können von mehreren mit RTSI ausgerüsteten National-Instrumentskarten genutzt werden. Beispielsweise könnte eine Karte alle A/D-Wandlungen einer Kartengruppe steuern.

Das gut gegliederte englische Handbuch enthält quasi als Handbuch im Handbuch das komplette Datenblatt des AMD-

Timers 9513. Bei der Komplexität des Bausteins und seiner Funktionenvielfalt sicher eine gute Idee.

## Stemmer STE-6111

Die Multifunktionskarte STE6111 in der uns vorliegenden Version MF/H von Stemmer PC-Systeme bietet neben programmierbar vorverstärkten Analogeingängen (1, 2, 4, 8 und digitaler Ein-/Ausgabe auch Timer/Counter-Funktionen, Frequenz Ausgabe sowie verschiedene – bei Bedarf auch externe – Triggermodi.

Die 16 digitalen Ein-/Ausgänge steuert ein 8255-Portbaustein. Mit dem AM9513 A, einem Timer-Chip der Firma AMD, stellt die Karte – je nach aktuellem Meßmodus – bis zu vier 16 Bit breite Zähler für die Nutzung durch den Programmierer zur Verfügung. Hiervon sind zwei als Frequenzgenerator oder Frequenzzähler an die Anschlüsse der Karte nach außen geführt. Auch alle anderen wesentlichen Signalein- und -ausgänge

## Für die Praxis

F. A. Wilson

### Elektronik in der Praxis

#### Band 1

$$I = \frac{U}{R + j\omega L} \quad \text{mit } \omega = 2\pi f$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{R + j\omega L}{1}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{LC}$$

Formeln und Rechenmethoden

Dieses speziell für den Arbeitsplatz eines Elektrikers zugeschnittene Handbuch beschäftigt sich primär mit der praxisgerechten Anwendung mathematischer Formeln, mit deren Hilfe wichtige elektrotechnische Zusammenhänge beschrieben werden. Zudem enthält es zahlreiche nützliche Tabellen und grafische Darstellungen. Hervorragend als Nachschlagewerk geeignet.

Broschur, 224 Seiten  
DM 32,-  
ISBN 3-922705-40-5

F. A. Wilson

### Elektronik in der Praxis

#### Band 2

$$L_1 C_{\text{Gesamt}} + L_2 C_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{Res}}^2}$$

$$L_1 C_{\text{Gesamt}} + L_2 C_1 = \frac{1}{4\pi^2 \left( \frac{1}{f_{\text{Res}}^2} - \frac{1}{f_{\text{Lad}}^2} \right)}$$

$$C_{\text{Gesamt}} = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{Res}}^2 L_1} - \frac{1}{4\pi^2 \left( \frac{1}{f_{\text{Res}}^2} - \frac{1}{f_{\text{Lad}}^2} \right) L_1}$$

Formeln und Rechenmethoden

Als Ergänzung zu Band 1 werden in diesem Buch weitere nützliche Formeln aus dem Gebiet der Elektronik vorgestellt. Auch hier gilt der Grundsatz, nur praxisbezogene Beispiele auszuwählen, in denen jeder Rechenschritt ausführlich erklärt wird. Eine Vielzahl einprägsamer Grafiken und hilfreicher Tabellen unterstützen die Textaussagen. Ein unbedingtes Muß für jeden Elektriker.

Festeinband, 110 Seiten  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-80-4

### LABOR BLÄTTER

#### DIGITALE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

#### Band 1

Ein Buch von elrad

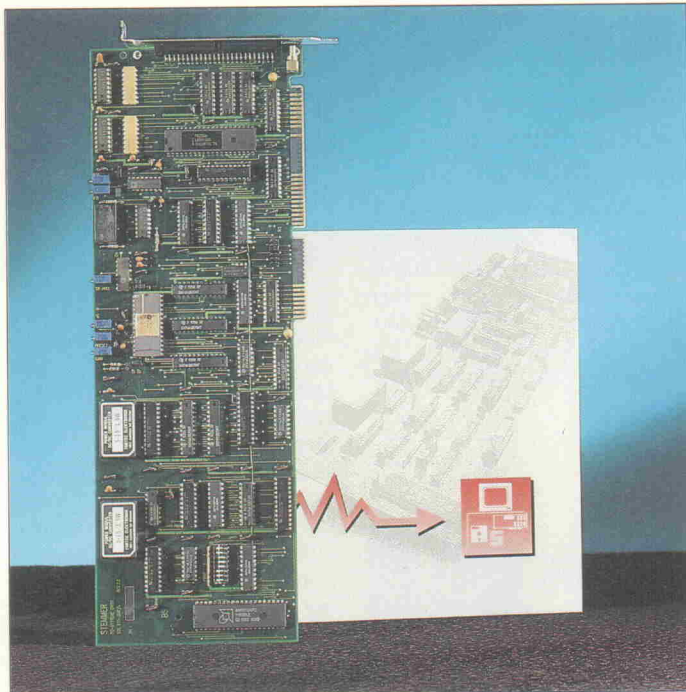
Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“ sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *elrad* veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortverzeichnis zur Verfügung.



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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich 90/2/2



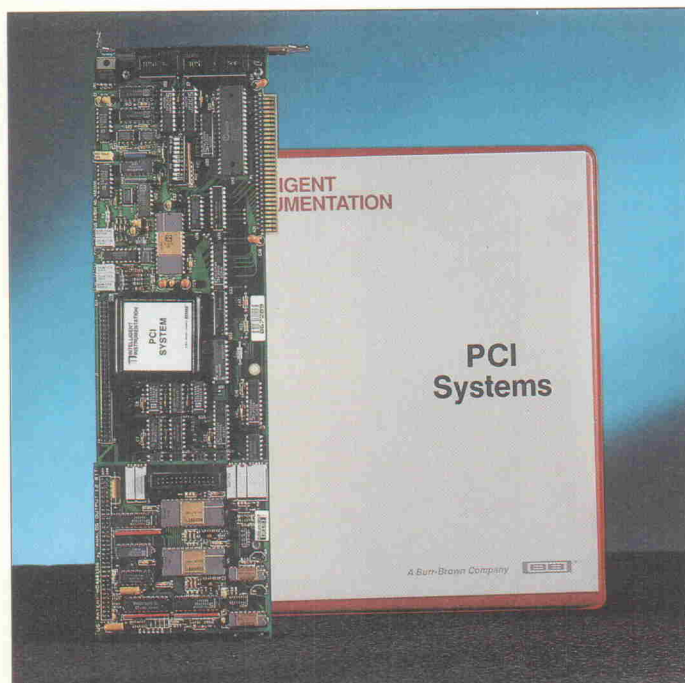


**Stemmers STE-6111** beinhaltet drei Funktionsbaugruppen: 12-Bit-A/D-Wandlersystem, 16-Bit-Digital-I/O sowie einen programmierbaren Timer/Counter-Block.

Analoge Ausgabekanäle sind bei Intelligent Instrumentations PCI20098C-2 auf einem gesonderten Steckmodul untergebracht.

sind über diesen 50poligen IDC-Pfostenverbinder zugänglich.

Die A/D-Wandlung übernimmt ein AD 674 von Analog Devices mit einer Auflösung von 12 Bit; sowohl im bipolaren als auch im unipolaren Betrieb. Dem Anwender stehen 16 einzelne Eingänge im 'single-ended mode' – also bei gemeinsamer analoger Masse – zur Verfügung. Als differenzielle Eingänge sind 8 Kanäle nutzbar. Das Timing einer Messung steuert wahlweise ein internes, externes oder ein per Anwen-



## **LEISTER** Kontaktloses Entlöten und Löten

mit dem neuen Leister Hot-Jet "S" ☐

- für SMD und bedrahtete Bauteile
- sekundenschnell und ESD geschützt
- Heisslufttemperatur elektronisch stufenlos regelbar
- Luftmenge elektronisch stufenlos einstellbar
- Leistung 460 W, Luft 10 - 60 l/min.
- 700 passende Entlötdüsen

NEU: Entlötdüse mit Temperaturmessgerät



NEU: Entlötdüse mit Absaugrohr

Preis: Sfr. 450,-  
Verkaufsstellen und ausführliche Informationen: **GE 191**

Karl Leister, Elektro-Gerätebau, CH-6056 Kägswil/Schweiz  
Tel. 00 41 41/66 00 77, Fax: 00 41 41/66 78 16, Telex: 0 45/866 404



# PSpice

Das Werkzeug für professionelle Digital- und Analogdesigner.

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

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

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH



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

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



derogramm generiertes Trigger-Signal. In einer Kanalverstärkungsliste werden bestimmte Verstärkungsfaktoren für jedes der analogen Eingangssignale festgelegt. Die STE6111 ist in zwei Versionen erhältlich, die sich durch die wählbare Verstärkung der internen Vorverstärker unterscheiden (1, 2, 4 und 8 oder 1, 10, 50 und 100).

Die Daten- und Kontrollregister der STE6111 sind unter 14

festen Speicheradressen, ausgehend von der Basisadresse, direkt zu setzen. Für die Kontrollregister der I/O-Ports, des Timer-Chips und des allgemeinen Funktionsstatus sind übrigens auch Lesezugriffe zulässig.

Das deutsche Handbuch ist knapp gehalten, dadurch aber sehr übersichtlich und durchaus ausreichend.

Für den professionellen Einsatz gibt es bei Stemmer die sehens-

werte Anwendungssoftware TurboLab.

## Intelligent Instrumentation PCI20098C-2

Konzeptionell unterscheidet sich das PCI-System von den Karten der anderen Anbieter in diesem Beitrag zum einen dadurch, daß sie nicht im I/O-Bereich, sondern über ein 1 KByte großes Speicherseg-

ment betrieben wird. Dieses Segment kann mit einem DIL-Schalter im RAM-Bereich von A000:0...EFC0:0 eingeblendet werden. Damit sind auch schon alle Schalterelemente der langen Karte, auf der neben dem PC-Interface dem DC/DC- und dem A/D-Wandler nebst Multiplexer noch die Timer-Baugruppe untergebracht sind, abgehakt. Alle Funktionen wie Wahl des Eingangsspannungsbereichs, Verstärkungsfaktoren und Kanalkonfigurationen sind programmierbar. Selbst die Interruptleitungen IRQ2...IRQ7 können per Software eingestellt werden. Der DMA-Betrieb ist durch den speicherorientierten Daten- und Befehlstransfer ohne Probleme möglich.

Intelligent Instrumentation verwendet, obwohl eine Burr-Brown-Tochter, einen Harris-Wandler vom Typ 774. Der vorgeschaltete Multiplexer kann wahlweise im 8-Kanal-Differenz- oder 16-Kanal-Single-ended-Modus betrieben werden.

Die Ein-/Ausgabe von TTL-Signalen erledigt auf der PCI20098C ein 8255-Portbaustein. Zwei 8-Bit-Kanäle stehen dem Anwender zur Verfügung.

D/A-Wandler bietet Intelligent Instrumentation auf Steckmodulen an, die über den sogenannten I<sup>2</sup>-Bus mit der Trägerkarte verbunden werden. Der Redaktion stand das Modul PCI20003M-4 zur Verfügung. Bei dieser Funktionseinheit wird das jumperlose Konzept der PCI20098C durchbrochen. Für die recht große Zahl der Konfigurationsmöglichkeiten ( $\pm 5$  V, 0...10 V,  $\pm 10$  V, 4 mA...20 mA, 5 mA...25 mA) sind reichlich Steckbrücken zu setzen.

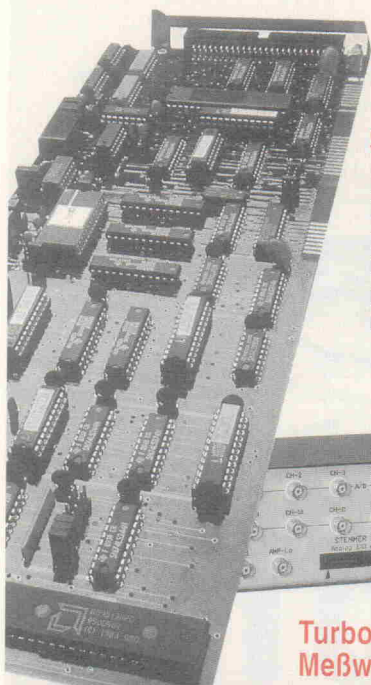
Besonders gefallen hat das umfangreiche Handbuch (englisch), nicht zuletzt deshalb, weil es die Schaltbilder der Karte und des D/A-Moduls enthielt.

### Literatur

[1] Georg Schnurer, 'Keine kann alles' - Sieben Multifunktionskarten im Test, Elrad 5/90, S 20 ff.

## Das Komplettpaket für PC-Messtechnik aus der Stemmer-Fertigung:

### Messen von Millivolt bis Volt mit dem PC



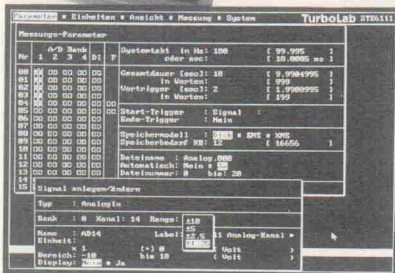
#### STE 6111 PC-Karte

- 16 SE/8DI Eingangskanäle
- 50 kHz Abtastfrequenz
- 12-Bit Auflösung
- 2x Counter/Timer
- Externer Triggereingang
- 16 programmierbare Digital-I/O-Kanäle

#### BNC-Box

- 16SE/8DI-Eingänge
- Einfacher, sicherer Anschluß
- Komfortable Handhabung

**TurboLab - Die Software für Meßwerterfassung, Analyse & Dokumentation**



- Einfache Bedienung durch Graphical User Interface, Pull-Down-Menüs und kontextsensitiven Hilfsmenüs
- Nutzt alle Hardwareigenschaften der STE 6111 optimal aus
- Umfangreiche Analysemöglichkeiten im Zeit- und Frequenzbereich
- Schnelle, repräsentative Ausdrücke auf Drucker, Plotter oder in Dateien

**STEMMER**  
PC-Systeme GmbH

Gutenbergstr.11 · 8039 Puchheim  
Tel. 089/809020 · Fax 089/80902-16

Besuchen Sie uns auf der MessComp Halle 3 / Stand 330

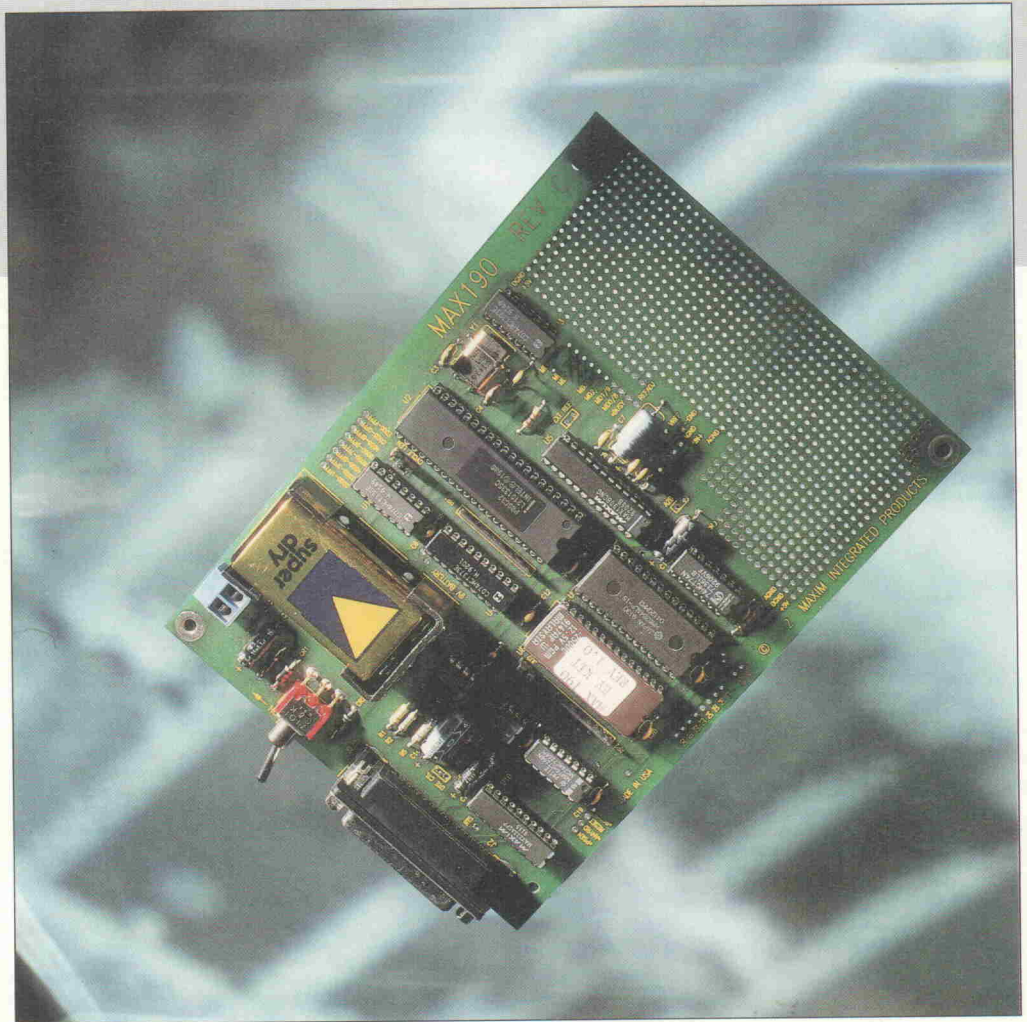


# Maxims 190er

Demoboard für den MAX190, einen neuen 12-Bit-A/D-Wandler

**Marcus Prochaska**

MAX190 heißt Maxims neuer 12-Bit-Analog/Digital-Umsetzer. Dieser ADC erreicht Wandlungszeiten von minimal 6  $\mu$ s. Die Werte für Signal/Rausch-Abstand und Linearität prädestinieren den Baustein für Anwendungen in der Nachrichten- und Meßtechnik, insbesondere auch in der stark expandierenden PC-Meßtechnik. Der Hersteller bietet dazu eine preiswerte Entwicklungsplatine an, die den MAX190 in der seriellen Interface-Betriebsweise demonstriert – parallel kann der 190er allerdings auch, und zwar zweifach.



**I**m Gegensatz zu vielen seiner Mitbewerber kommt der MAX190 mit nur einer Versorgungsspannung aus, die typisch 5 V beträgt; die Stromaufnahme erreicht maximal 5 mA. Angeboten wird das CMOS-IC im DIP-, SO- und Cerdip-Gehäuse. Die Anschlußbelegung des DIP-Gehäuses geht aus Bild 4 hervor.

Je nach Ausführung kostet der MAX190 als Einzelstück zwischen 40,- DM und 165,10 DM. Eine typische Version, der MAX190ACNG (DIP-Gehäuse,

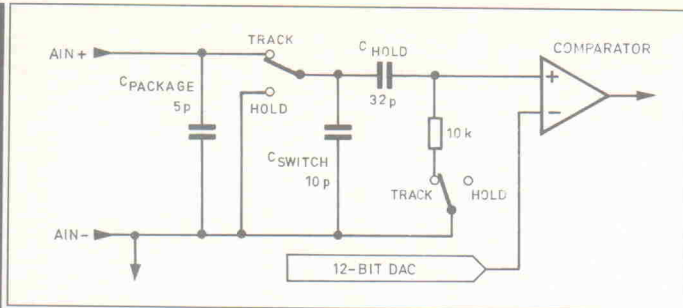
0 °C...+70 °C), wird für 50,80 DM angeboten (Preise jeweils zuzüglich MwSt.).

## Sukzessive zum Ziel

Der MAX190 arbeitet, wie die meisten derzeit angebotenen ADCs, nach dem Wägeverfahren (successive approximation). Dabei vergleicht ein Komparator das Eingangssignal mit der Ausgangsspannung eines DAC. Die Ausgangsspannung des Digital-Analog-Umsetzers entspricht dem rückgewandelten Ausgangssignal des ADCs.

Die Umsetzung beginnt mit dem Löschen des Annäherungsregisters, das im Prinzip in jedem nach dem Wägeverfahren arbeitenden ADC vorhanden ist. Anschließend wird das höchste Bit (MSB) gesetzt und geprüft. Je nach dem Ergebnis dieser Operation bleibt das Bit unverändert oder es wird zurückgesetzt. Alle folgenden Bits unterliegen der gleichen Behandlung, bis der Umsetzungsvorgang beendet ist; das Ergebnis steht jetzt im Ausgangsregister. Im allgemeinen ist ein Abtast-Halte-Glied vorgesehen, das die





**Bild 1. Das Prinzip der Eingangsschaltung: ein Pseudo-Differenzeingang.**

umzusetzende Spannung während der Digitalisierung konstant hält.

## Innenausstattung

In Abwandlung des beschriebenen Prinzips der sukzessiven Approximation hat Maxim die Eingangsschaltung des MAX190, wie in Bild 1 gezeigt, erweitert. Der Eingang ist als Pseudo-Differenzeingang ausgeführt. Hierbei trennt ein Schalter zu Beginn der Umsetzung das Eingangssignal an  $A_{IN+}$  von der Kapazität  $C_{switch}$ , an der nun  $A_{IN-}$  liegt. Nach der Umsetzung wird  $A_{IN+}$  wieder auf  $C_{switch}$  geschaltet, bis der nächste Quantisierungsvorgang beginnt.

Das Ergebnis des Umsetzungsvorgangs entspricht demnach der Differenz von  $A_{IN+}$  und  $A_{IN-}$ . Ist die Meßspannung unipolar, muß  $A_{IN-}$  mit Masse ( $A_{GND}$ ) verbunden werden.

Das Zusammenwirken aller Komponenten des MAX190 ist aus der Blockschaltung Bild 2 ersichtlich.

In Bild 3 ist der Signalverlauf an den Pins  $/CS$ ,  $/RD$  und  $/BUSY$  während des Umsetzungsvorgangs dargestellt. Zum Start der Datenwandlung müssen die Signale an HBEN,  $/CS$  und  $/RD$  logisch '0' sein. Sobald die Umsetzung startet, ist  $/BUSY$  low. Nach 13 Taktimpulsen geht  $/BUSY$  auf logisch '1', und das Resultat der Umsetzung steht im Tristate-Ausgangspuffer.

## 'Fahr-'verhalten

Beim Umsetzungsvorgang tritt beim Typ MAX190B – laut Datenblatt – ein INL-Fehler von maximal  $\pm 1$  LSB auf. Die 'Integral Non-Linearity' kann nicht abgeglichen werden. Sie beschreibt die Abweichung der integrierten realen Übertragungskennlinie von der idealen Kennlinie in Quantisierungsstufen (LSB).

Die differentielle Nichtlinearität (DNL) ist ein Fehler, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umsetzstufen auftritt. Er beträgt beim MAX190 maximal  $\pm 1$  LSB. Wenn der Fehler den Betrag  $+1$  oder  $-1$  hat, entspricht dies dem Ausfall einer Umsetzstufe (Missing Code).

Der Full-Scale-Error ist abhängig von der verwendeten MAX190-Variante. Er beträgt für den MAX190A  $\pm 2$  LSB, für den MAX190B  $\pm 3$  LSB. Der Full-Scale-Error gibt die Abweichung der Übertragungskennlinie bei Vollaussteuerung an.

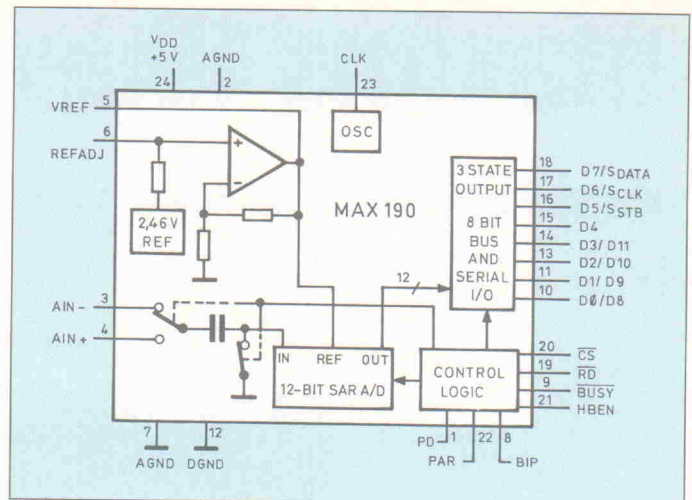
Ein weiteres Maß zur Charakterisierung von ADC ist der Offset; er entspricht einer Parallelverschiebung der Übertragungskennlinie. Der MAX190 weist einen Offset-Fehler von  $\pm 1$  LSB (Typ A) beziehungsweise  $\pm 2$  LSB (Typ B) auf. Full-Scale-Error und der Offset-Fehler sind in gewissen Grenzen abgleichbar.

Die mit dem MAX190 erreichbare Umsetzzeit ist schaltungsabhängig. Sie kann im optimalen Fall  $6 \mu s$  erreichen; ihr Maximalwert beträgt  $18 \mu s$ . Der Signal/Rausch-Abstand beträgt 70 dB, betrachtet für ein Eingangssignal von 1 kHz und bei einer Abtastrate von 76 kHz.

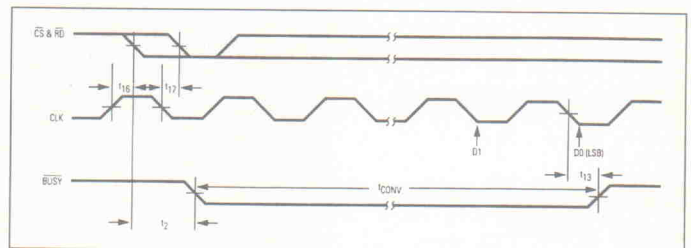
Zum Schutz des ICs sind Dioden in die Eingangsschaltung integriert, die bei zu hoher bzw. niedriger Spannung an  $A_{IN+}$  den Baustein vor Zerstörung bewahren. Die Spannung darf um maximal 0,3 V über der Speisespannung liegen, die typisch 5 V, maximal 7 V beträgt. Die Untergrenze für die Spannung an  $A_{IN+}$  ist mit  $-0,3$  V angegeben.

## Variable Spurbreite

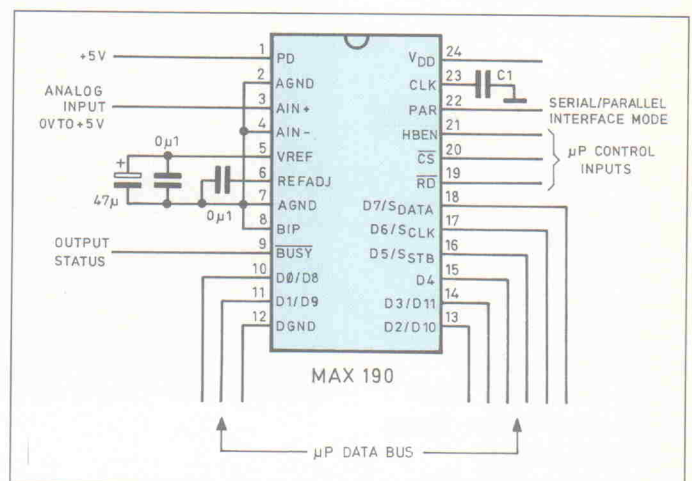
Der 190er beherrscht drei Interface-Betriebsarten. Zwei dieser Modi – Slow-Memory



**Bild 2. Die Funktionsgruppen im MAX190 mit interner, einstellbarer Referenzspannung. Das IC erzeugt selbst ein Taktsignal, läßt sich aber auch extern takten.**



**Bild 3. Signalverläufe von  $/CS$ ,  $/RD$  und  $/BUSY$  während der Umsetzung.**



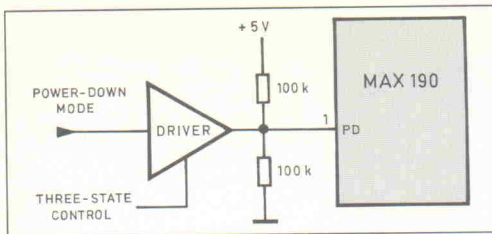
**Bild 4. Wenig externe Beschaltung. Manches, was bei anderen ADCs zum notwendigen Zubehör zählt, ist hier 'serienmäßig'.**

Mode und ROM Mode – dienen der parallelen Datenübertragung; im dritten Modus werden die Daten seriell übertragen.

Im Slow-Memory-Modus verhält sich das IC zu seiner Umgebung wie ein langsamer Speicher. PAR muß auf logisch '1' gesetzt werden. Wenn  $/RD$  und  $/CS$  '0' sind, beginnt der Umsetzungsvorgang. Wenn  $/BUSY$

nach Abschluß der Umsetzung high wird, sind die 8 LSBs an  $D7...D0$  verfügbar. Eine zweite Leseoperation mit HBEN auf '1' liefert die verbleibenden vier MSBs an  $D0/D8...D3/D11$ . Die Ausgänge  $D4...D7$  sind während der zweiten Leseoperation logisch '0'. Da HBEN high ist, kann nicht durch das Lesen der MSBs der Quantisierungsvorgang erneut gestartet werden.





**Bild 5.**  
**Treiber-**  
**schaltung für**  
**den Power-**  
**Down-Modus.**

Die zweite parallele Interface-Betriebsart ist der ROM Mode. In diesem Modus wird die Datenwandlung wie beim Slow-Memory Mode gestartet. Zu Beginn der Umsetzung stehen jedoch die 8 LSBs der letzten Umsetzung bereits am Ausgang. Wenn die Quantisierung abgeschlossen ist, stehen mit HBEN auf logisch '1' die vier 'neuen' MSBs am Ausgang bereit. Mit dem zweiten Leseschritt, der die 8 LSBs erfaßt, startet auch der nächste Umsetzungsvorgang.

Der Serial-Interface Mode ist die dritte Interface-Betriebsart. In diesem Modus ist der MAX190 kompatibel zu den bekannten seriellen Schnittstellen RS-232, MicroWire und SPI. Zur parallelen Datenübertragung muß PAR logisch '1' sein; die Einstellung der seriellen Betriebsart erfordert hier die '0'. Die Umsetzung startet mit /CS = '0'.

Der Ausgang  $S_{DATA}$ , der zwischen den Umsetzungen hochohmig ist, wird während der Ermittlung der MSBs logisch '0'. Wenn  $S_{STB}$  auf '1' geht, beginnt die Übertragung.

## Extras

Was den 190er von vielen seiner Konkurrenten unterscheidet, ist die leichte Handhabung. Er

benötigt weder externe Kapazitäten für seine Track/Hold-Schaltung noch andere zusätzliche Bausteine. Lediglich für Breitbandanwendungen (>100 Hz) ist vor dem Eingang ein externer Buffer erforderlich.

So ergibt sich die in Bild 4 dargestellte einfache Anwendungsschaltung. Um Problemen mit Aliasing-Effekten aus dem Weg zu gehen, sollte man jedoch eingangsseitig einen entsprechend dimensionierten Tiefpaß vorsehen.

Dank Power-Down Mode ist der MAX190 auch für Anwendungen geeignet, bei denen es auf einen möglichst geringen Energieverbrauch ankommt. Wenn PD low ist, wird der MAX190 zum Öko-Baustein, der seine Aktivitäten wieder aufnimmt, wenn man eine Lesoperation unter Nichtbeachtung seiner Ausgänge durchführt. Dabei sind HBEN auf '0', PD wieder auf '1' zu bringen. Bild 5 zeigt eine mögliche Variante der Sparschaltung.

## Kit

Das von Maxim angebotene Evaluation Kit ist für den Einsatz am PC vorgesehen. Die Verbindung zum Rechner wird über dessen serielle Schnittstelle hergestellt, folglich läßt die

Entwicklungsplatine nur die serielle Interface-Betriebsart des MAX190 zu.

Die Funktionsgruppen der Demoschaltung gehen aus Bild 6 hervor. Die Spannungsversorgung der Platine erfolgt per Netzgerät oder mit einer 9-V-Blockbatterie auf dem Board.

Das Evaluation Kit, komplett mit Platine, allen MAX-ICs, mit Mikroprozessor, RAM, ROM et cetera, ist zum Preis von 175,- DM zuzüglich MwSt. erhältlich. So preiswert war PC-Meßdatenerfassung wohl noch nie.

## Software

Zum Lieferumfang des Demoboards gehört neben einer kurzen Beschreibung auch eine Diskette, die den Sourcecode der Firmware und das Programm SERCOMM enthält, das zur Kommunikation mit dem MAX190 dient. SERCOMM ist ein schlichtes Terminalprogramm, das gut 27 KByte umfaßt. Nach dem Start fordert es den Benutzer auf, das Demoboard mit dem dort vorhandenen Schalter zu aktivieren. Die nächste vom Anwender geforderte Aktion ist das Eingeben eines Leerzeichens, das die Autobaud-Routine des Programms zur Bestimmung der eingestellten Baudrate benötigt. Die Baudrate kann dabei zwischen 300 und 9600 liegen und mit der Tastenkombination Ctrl + R eingestellt werden.

Das Zeichen ? bringt die Bedienungsanweisung ins Bild. Mit der Software lassen sich einzelne Meßwerte einlesen, aber auch die stetige Messung ist möglich,

wobei das Meßergebnis als Hexadezimalwert, im ASCII-Dezimalformat oder als Binärwert auf dem Bildschirm ausgegeben wird. Leider ist es nicht möglich, die ermittelten Meßwerte auf einem Datenträger zu sichern.

Darüber hinaus kann man mit SERCOMM den MAX190 für die uni- oder die bipolare Betriebsart konfigurieren. Im unipolaren Betrieb werden die Meßwerte als 'straight binary' kodiert, bei bipolarem Betrieb erfolgt die Ausgabe als Zweierkomplement.

Schließlich bietet die Software einen RAM-Test; die Meßwerte können in ein RAM geladen und dort auch wieder abgerufen werden.

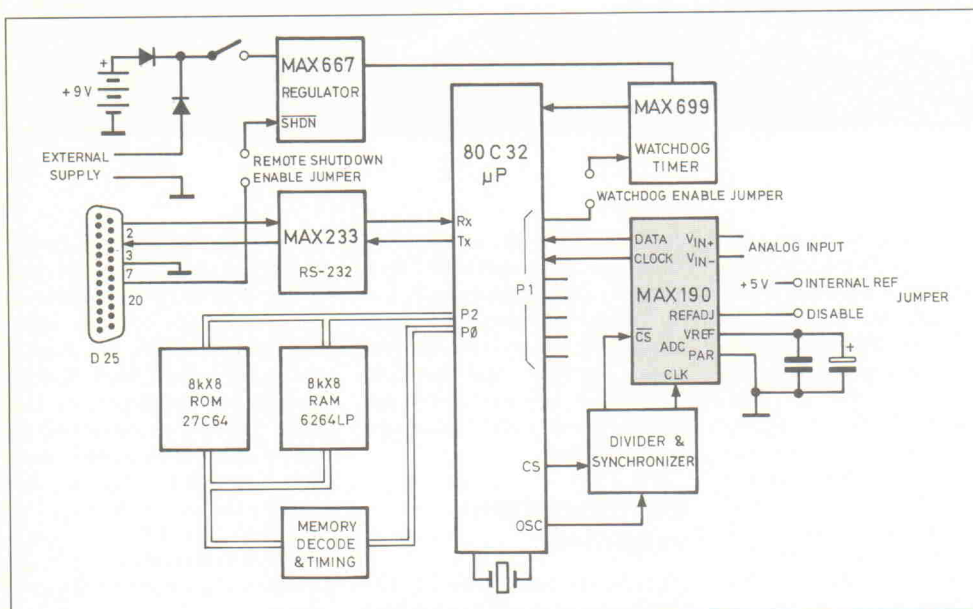
## Fazit

Der MAX190 ist ein Baustein, der sich durch eine besonders leichte Handhabung auszeichnet. Darüber hinaus bereichert er mit seinen Eigenschaften und Leistungsmerkmalen das ADC-Marktangebot, ohne jedoch revolutionäre Neuheiten zu zeigen.

Im Elrad-Labor erwiesen sich das Demoboard und das PD-Terminalprogramm 'Kermit' als unmittelbar 'kompatibel'. Ein solches Programm ist erforderlich, wenn die aufgezeichneten Meßwerte einer weiteren Verarbeitung, zum Beispiel für eigene DNL-, INL- oder FFT-Tests, zugeführt werden sollen.

Deutscher Distributor für das Maxim-Programm ist die

SE Spezial-Electronic  
Postfach 13 08  
W-3062 Bückeburg  
Tel.: 0 57 22/2 03-0  
Fax: 0 57 22/2 03-1 021



**Bild 6. Die**  
**Funktionseinheiten der**  
**Demoboard-Schaltung.**

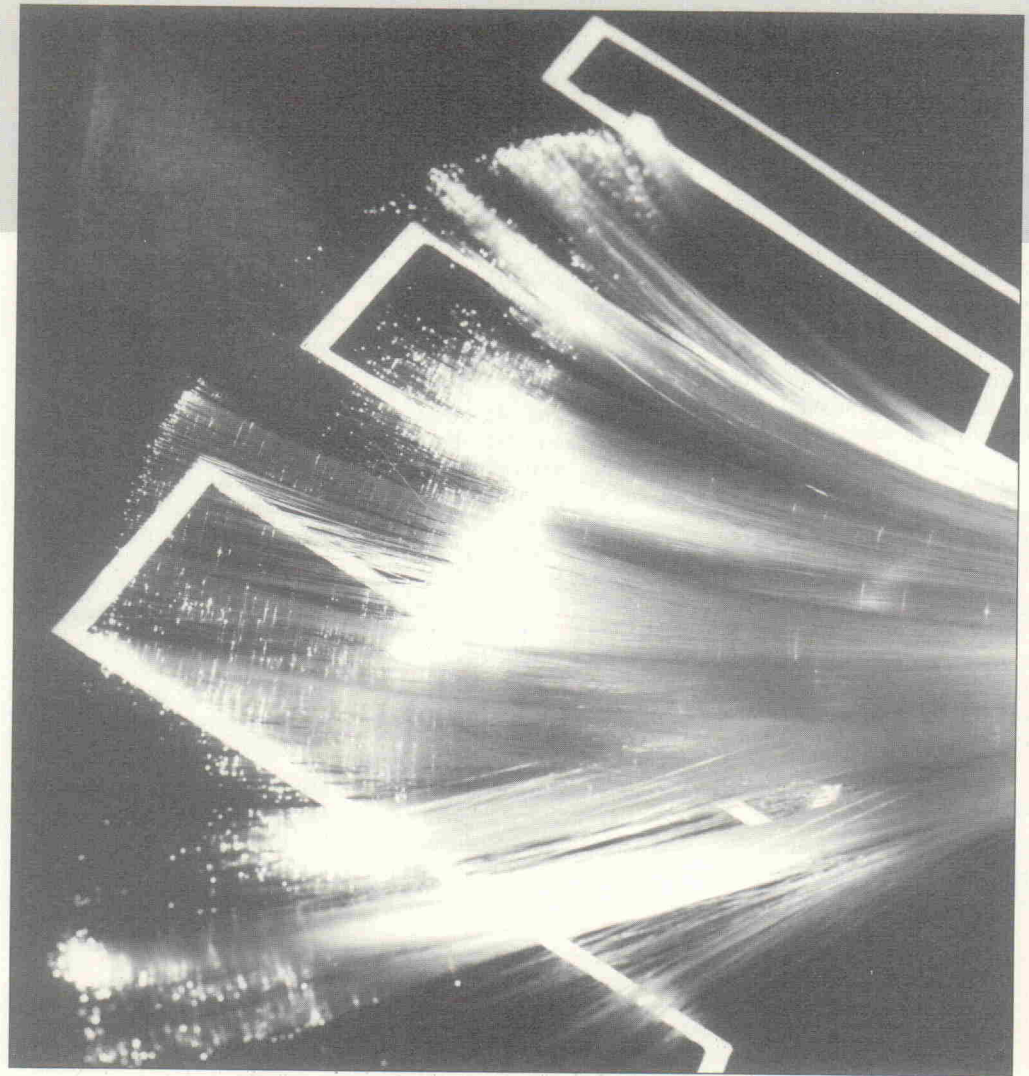


# Digitale Audiodaten-Schnittstelle

## Teil 1: Das Prinzip der digitalen Übertragung von Audiodaten

**Steffen Schmid**

Die zunehmende Verbreitung digitaler Audiogeräte – allen voran der CD-Spieler, aber auch DAT-Recorder und Empfänger für digitalen Satellitenrundfunk (DSR) – hat zur Entwicklung einer einheitlichen Schnittstelle unter der Bezeichnung IEC 958 beziehungsweise S/P-DIF geführt. Dieser Schnittstelle liegt ein ausgeklügeltes, international genormtes Übertragungsprotokoll zugrunde, das die synchrone Kopplung zweier Audiogeräte erlaubt, wobei die Datenübertragungsrate mehrere MBit/s beträgt.



**D**er vorliegende Beitrag beschreibt die verschiedenen Parameter der IEC-958-Schnittstelle: die Varianten der Schnittstelle, die Fehlerbehandlung, das Datenformat, die Modulation des Datenstroms, die Synchronisation, die Bedeutung der Steuerinformationen sowie das Funktionsprinzip des digitalen Kopierschutzes (SCMS). Den Abschluß dieses Artikels soll die Realisierung einer Decoderschaltung bilden, die die Entschlüsselung und Anzeige der

ankommenden Steuerdaten erlaubt. Im Zuge dieses Projekts werden auch prinzipielle Lösungsmöglichkeiten zu den folgenden Themenkreisen besprochen: optische und koaxiale Ein- und Ausgangsstufen, Takt-rückgewinnung und Demodulation der Daten.

### Schnittstellenvarianten

Digitalton-Schnittstellen existieren in optischer und in koaxialer

Form; das Datenformat beider Formen ist kompatibel. Die optische Übertragung geschieht mit sichtbarem, rotem Licht (660 nm) mit Hilfe von Kunststoff-Lichtleitern über Entfernungen von üblicherweise maximal 5 m. Mit geeigneten Sender-Empfänger-Kombinationen kann man diese Distanz aber um den Faktor 10 steigern. Die optische Übertragung kennt keinerlei Potentialprobleme, ein Grund, sie der koaxialen vorzuziehen.



Die koaxiale Übertragung geschieht im Heimbereich über unsymmetrische Leitungen mit einem Spitze-Spitze-Pegel von 0,5 V an einem Lastwiderstand von 75  $\Omega$ . Zur Verhinderung von Erdschleifen wird an einem Ende der Übertragungsstrecke eine galvanische Trennung mittels Übertrager empfohlen.

Mit Ausnahme der nur im Studiobereich gebräuchlichen koaxial-symmetrischen Übertragung sind alle Schnittstellenvarianten auf die Verbindung zweier Geräte beschränkt. Die Verteilung eines Sendesignals auf mehrere Empfänger erfordert daher stets aktive Elemente zur Signalregeneration. Im optischen Fall ist dies durch den Aufbau der Übertragungsstrecke bedingt (Strahlteiler für Kunststoff-Lichtleiter sind nicht verfügbar), im koaxialen Fall begrenzt die Leistung des Leistungstreibers die Zahl der Empfänger.

### Fehlerbehandlung

Von der CD kennt man leistungsfähige Fehlerkorrekturmechanismen [3], die auf der

Speicherung von Redundanz (Stichwort: Cross-Interleaved Reed-Solomon-Code) beruhen. Solcherlei Luxus ist für die hier besprochene Digitalton-Schnittstelle nicht leistbar, da sonst Datenraten zustande kämen, die eine kostengünstige Übertragung nicht mehr erlauben würden.

Durch das Fehlen fast jeglicher Redundanz wird die Digitalton-Schnittstelle allerdings – zumindest theoretisch – sehr anfällig gegen Übertragungsfehler. In der Praxis sind diese glücklicherweise noch nicht bekannt geworden, es sei denn, man überschreitet die maximale Übertragungsstrecke.

### Datenformat

Die Übertragung der Daten erfolgt seriell, wobei Daten und Takt ineinander verwoben sind. Die Daten sind auf mehreren Ebenen strukturiert und führen periodische Synchronisationsinformationen mit. Die eigentlichen Audiodaten sind in Steuerdaten eingebettet. Die Bitrate ist quarzstabilisiert und kann – abhängig von der Frequenz, mit

der das sendende Gerät die Audiosignale abtastet – drei Werte annehmen, die in Tabelle 2 zusammengefaßt sind.

Wie in Bild 1 dargestellt, ist der kontinuierliche Datenfluß in Blöcke zu 12 288 Bit strukturiert, wobei jeder Block aus 192 Rahmen (Frames) zu je 64 Bit besteht. Ein Frame enthält je einen Abtastwert des linken und des rechten Kanals, wodurch er in zwei Subframes unterteilt ist.

### Subframe

Die ersten vier Bits eines Subframes bilden eine Präambel, eine unverwechselbare Kennung, die der Synchronisation von sendendem und empfangendem Gerät dient. Die Form der Präambel stellt das primäre Kennzeichen dafür dar, welchem Audiokanal die übertragenen Daten zuzuordnen sind. Darüber hinaus zeigt sie den Beginn eines neuen Blocks an. Ein Block beginnt immer mit einem 'linken' Subframe.

Nach der Präambel folgen die eigentlichen Audiodaten in Form eines 24-Bit-Wortes,

wobei das LSB als erstes übertragen wird. Da heute verfügbare Geräte mit maximal 16 Bit abtasten, sind die ersten 8 Bit des Samples auf Null gesetzt.

Als nächstes folgt das Validity-Bit (V), das die Gültigkeit des vorangehenden Abtastwerts bestimmt (0 = gültig, 1 = ungültig). Die Norm gestattet, dieses Bit dauernd auf Null zu setzen, wovon Geräte des Consumerbereichs im Zuge der Reduzierung des Aufwands bei der Signalverarbeitung ausgiebig Gebrauch machen. Obwohl also die Möglichkeit besteht, das Aussetzen der Fehlerkorrekturmechanismen über die Schnittstelle mitzuteilen, nutzt dies kaum ein Gerät aus.

An drittletzter Stelle folgt das User Data Bit (U), das für die serielle Übertragung von Zusatzinformationen vorgesehen ist. Dies können beispielsweise Informationen zur Langzeitsynchronisation sein, vorausgesetzt, der Empfänger kann derartige Daten verwerten. Oder aber es werden Informationen aus dem Subcode-Bereich der CD übertragen, wofür sogar

## 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



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

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon



eine Formatfestlegung existiert. All dies besitzt für den Anwender jedoch keinen Informationswert.

Ganz anders verhält es sich mit dem Channel Status Bit (C). Es überträgt unverzichtbare Steuerinformationen über Kanalzahl, Emphasis, Abtastfrequenz, Art des sendenden Geräts und – last but not least – den digitalen Kopierschutz. An dieser Aufzählung läßt sich bereits die Bedeutung des Kanalstatusbits abschätzen, weshalb sich ein großer Teil dieses Beitrags mit ihm beschäftigt.

Abgeschlossen wird jeder Subframe von einem Paritätsbit (P), dessen Sinn und Zweck außer in der Fehlererkennung auch in der Vereinfachung der Modulation des Datenstroms liegt. Auch hierzu später mehr.

## Modulation der Daten

Würde man die oben beschriebenen Daten in unmodulierter Form übertragen, hätte dies verschiedene Nachteile, insbesondere Schwierigkeiten bei der Taktrückgewinnung, Polungs-

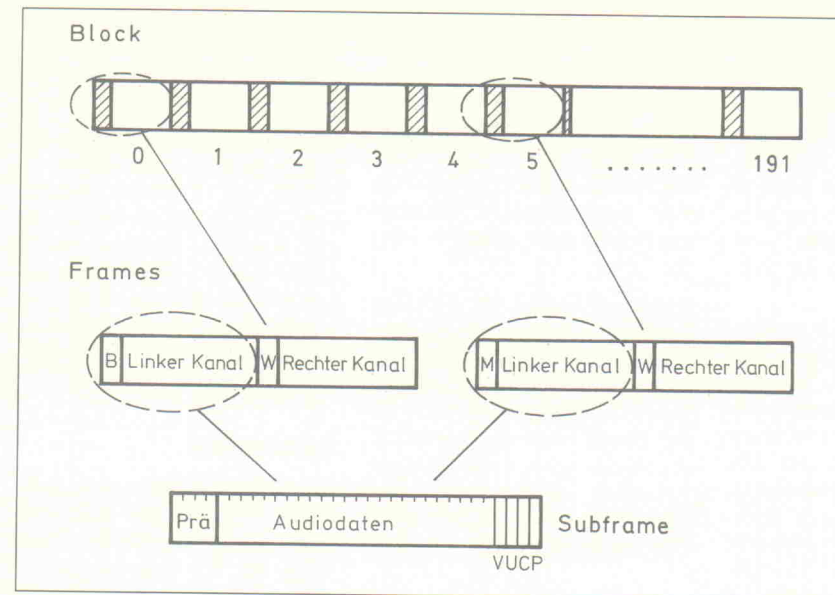


Bild 1. Die Struktur der übertragenen Daten.

abhängigkeit der Schnittstelle, Schwankungen im Gleichspannungsmittelwert, die die Verstärkungsregelung auf der Empfangsseite behindern und anderes mehr.

Deshalb erfolgt die Übertragung der Daten mit Hilfe der sogenannten Biphase-Mark-Modulation. Wie aus Bild 2 ersichtlich, teilt man dazu den Datenstrom

in Bitzellen ein. Eine solche Bitzelle ist diejenige Zeitspanne, die für die Übertragung eines Bits benötigt wird. Der Beginn einer Bitzelle wird durch einen Pegelwechsel angezeigt. Ist innerhalb der Zelle eine Eins zu übertragen, findet in ihrer Mitte ein weiterer Pegelwechsel statt, während dieser bei der Übertragung einer Null fehlt. Dabei spielt die Richtung

des Pegelwechsels (1–0 oder 0–1) keine Rolle, so daß die Schnittstelle polaritätsunabhängig und verpolungssicher arbeitet.

Die Demodulation der Daten erfolgt mit Hilfe einer getakteten Logik, die die beiden Hälften einer Bitzelle miteinander vergleicht und daraus die Daten wiedergewinnt. Auch hier spie-

# GROSSER ELRAD - WEGWEISER AUF DISKETTE

## Für Abonnenten zum Vorzugspreis

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

Vierzehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei  
zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

### Bestellcoupon

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

#### Rechnertyp/Diskettenformat:

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

☐ 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 Original-  
disketten mit einreichen.

Datum/Unterschrift

(Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



- Serielle, unidirektionale Datenübertragung;
- ein Sender, ein Empfänger;
- koaxiale oder optische Übertragung;
- Datenübertragungsrate 2,048 MBit/s...3,072 MBit/s;
- keine Übertragung von Redundanz- oder Fehlerkorrekturinformationen;
- Daten und Takt durch Biphase-Modulation ineinander verwoben;
- periodische Synchronisation.

**Tabelle 1. Kennzeichen der Schnittstelle.**

len die absoluten Pegel keine Rolle, es kommt nur auf die Gleichheit oder Ungleichheit beider Hälften der Bitzelle an.

## Synchronisation

Typisches Kennzeichen der Biphase-Modulation ist das Auftreten eines Pegelwechsels nach spätestens einer Bitzelle. Diesen Umstand macht man sich bei der Synchronisation der Datenübertragung zunutze, indem Bitmuster eingewoben werden, die diesen Grundsatz verletzen und deshalb durch einen regulären Datenstrom nicht erzeugt sein können. Diese in Bild 3 dargestellten Präambeln bestehen aus vier Bitzellen, wobei am Übergang von der ersten zur zweiten und von der zweiten zur dritten Zelle kein Pegelwechsel erfolgt.

Es sind drei Präambeln zu unterscheiden:

B – linker Kanal und Blockanfang;

M – linker Kanal, aber kein Blockanfang;

W – rechter Kanal.

Im Zuge der beschriebenen Modulation erhält das Paritätsbit eine weitere Bedeutung: Da es für die Erkennung der Präambeln hinderlich ist, wenn ihre Polarität von Mal zu Mal wechselt, wird am Ende eines jeden Subframes ein Bit eingeschoben, das die Zahl der in den Bitzellen 4 bis 31 enthaltenen Pegelwechsel auf eine gerade Zahl bringt. Die Zahl der Pegelwechsel in den vom Paritätsbit nicht erfaßten Bitzellen 0 bis 3, der Präambel also, ist stets gerade, nämlich vier. Dadurch ist ge-

Bitrate	Abtastfrequenz	Anwendung
2,048 MBit/s	32 kHz	DSR, DAT-Longplay
2,8224 MBit/s	44,1 kHz	CD
3,072 MBit/s	48 kHz	DAT

**Tabelle 2. Bitraten und Abtastfrequenzen.**

währleistet, daß jeder Subframe mit einem Pegelwechsel in derselben Richtung startet. Obwohl also die verwendete Modulationsart polaritätsunabhängig arbeitet, ist man bestrebt, die beim Start einer Datenübertragung gewählte Polarität beizubehalten.

## Channel Status Bit

Wie bereits erwähnt, werden nahezu alle Steuerinformatio-

Anzeige

nen, die für die korrekte Auswertung der Audiodaten erforderlich sind, über das 30. Bit jedes Subframes, das sogenannte Channel Status Bit, übertragen. Die übertragene Information wiederholt sich in jedem Block, also nach 192 Kanalstatusbits pro Audiokanal, wobei die Daten der beiden Kanäle auf weiten Strecken identisch sind. Es ist daher in den meisten Fällen ausreichend, nur einen

der beiden Kanäle zu betrachten.

Die Channel Status Bits erhalten eine fortlaufende Numerierung, die identisch ist mit der Nummer des Rahmens, in dem das betreffende Bit übertragen wird.

Die Norm [1, 2] definiert dabei zwei Formate des Kanalstatus, eines für Rundfunkstudiogebrauch und eines für Allge-  
meingebrauch. Man unterscheidet sie anhand des Werts des Channel Status Bits Nr. 0. Ist dieses auf Null gesetzt, liegt das Allge-  
meingebrauchsformat vor, und nur dieses soll Gegenstand der Betrachtung sein. Bei ihm sind nur die Statusbits Nr. 1 bis 29 mit Information belegt. Ihre Bedeutung ist in Tabelle 3 zusammengefaßt sowie in den

# Sabine FBX Feedback-Killer

Für Sänger, denen der Monitor nicht laut genug ist!

Für Bands, die in kleinen oder halligen Räumen spielen!

Für Akustik-Gitarristen auf der Bühne!

Für Theater, Hallen und Konferenzen!



## Sabine FBX-900

Jetzt 9 Filter! Frei definierbar, ob festliegend oder "dynamisch".  
Filter-Arbeitsbereich 50 - 15000 Hz!  
Kaum Verfälschung des Originalsignals durch minimale Filterbreite (1/10 Oktave)!  
Wirksamer als ein normaler EQ durch 20dB Absenkung der Feedback-Frequenz!  
Typische Zugriffszeit ca. 0,4 Sek., noch bevor das Feedback richtig auffällt!  
Vollautomatische Funktion, ohne "Einpfeifen"!  
Einfach wie ein EQ vor eine Endstufe oder in einen Insert zu schalten!  
Symmetrischer und unsymmetrischer Ein- und Ausgang, nominal +6dBu!

Mit diesen Features ist der Sabine FBX-900 für professionellen Einsatz unbedingt zu empfehlen!  
Und nur **DM 1.650,-** (empfohlener Verkaufspreis)!

Wie resümierte der "Production Partner" in Heft 6/91 im Test des Vorgängers FBX-M?  
"Eine optimale und dazu automatische Unterdrückung der Rückkopplung ... effektiv und unauffällig."

**PRODUKTIV  
GROSSHANDEL**

Antesten im Fachhandel  
oder kostenlos Infomaterial  
anfordern beim Exklusivvertrieb:

Gildestraße 53 - D-4530 Ibbenbüren 1



nächsten Abschnitten beschrieben. Sind dabei Binärcodes genannt, steht das LSB immer links.

## Kanalzahl und Emphasis

Das Statusbit Nr. 1 läßt Spielraum für zukünftig zu normende Formate: 4 Tonkanäle, digitale Daten und anderes. Nur wenn es auf Null gesetzt ist, liegen 2-Kanal-Audiodaten vor. Die Statusbits 3 bis 5 legen fest, ob die Quelle Emphasis (Vorentzerrung) verwendet oder nicht. In Verwendung sind die Kombinationen '000' (keine Emphasis) und '100' (Emphasis 50/15 µs). Der Gedanke der Vorentzerrung stammt noch aus den Zeiten der Schallplatte, wo er den Fremdspannungsabstand durch Höhenanhebung bei der Aufnahme und Höhenabsenkung bei der Wiedergabe verbesserte. Im Bereich der digitalen Audiotechnik ist durch die Weiterentwicklung der D/A-Wandlertechnologie die Bedeutung der Emphasis in letzter Zeit glücklicherweise stark zurückgegangen.

Die sich anschließenden Statusbits 6 und 7 definieren einen Modus, der die Bedeutung der folgenden Statusbits bestimmt. Zur Zeit existiert nur Modus 0.

## Kategoriecode

Mit Statusbit Nr. 8 beginnt der sogenannte Kategoriecode, der das sendende Gerät identifiziert und 7 Bit umfaßt. Er gestattet es, im empfangenden Gerät zu erkennen, von welchem Medium die Toninformationen stammen. Damit sind sowohl weitgehende Kontroll- und Schutzmechanismen realisierbar als auch eine automatische Quellenerkennung. Dies spielt beispielsweise eine Rolle bei der digitalen Compact-Cassette (DCC), weil dort Datenreduktionsalgorithmen angewendet werden: Hier ist zu verhindern, daß die von einer DC-Kassette im Wiedergabebetrieb stammenden Audiodaten bei der Aufnahme durch einen zweiten DCC-Recorder ein weiteres Mal der Datenreduktion unterworfen werden.

Alle definierten Werte des Kategoriecodes hier aufzuzählen, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Bitfol-

Statusbit-Nr.	Information	Genormte Werte und Bedeutungen	
0	Formatfestlegung	0	Allgemeingebrauch
		1	Rundfunkstudiogebrauch
<b>Für das Allgemeingebrauchsformat gilt:</b>			
1	Kanalzahl	0	2 Tonkanäle
		1	4 Tonkanäle/digitale Daten (reserviert)
2	Urheberrechtsschutz	0	Schutz beansprucht
		1	kein Schutz beansprucht
3...5	Emphasis	000	keine Emphasis
		100	Emphasis 50/15 µs
		010, 110	reserviert für andere Entzerrungen
6...7	Modus	00	Mode 0 (weitere Modi noch nicht definiert)
<b>Für Mode 0 gilt:</b>			
8...14	Kategoriecode	1000000	CD
		1001000	magneto-optische Disk (MOD)
		1100000	DAT
		1100001	DCC
		0011000	DSR (Europa)
		01100XX	A/D-Wandler
		0100100	digitales Mischpult
		101XXXX	digitale Musikinstrumente
			Weitere Quellen sind genormt.
15	Generationskennzeichen	0	Original bei CD, MOD und DSR, Digitalkopie bei allen anderen Geräten
		1	Digitalkopie bei CD, MOD und DSR, Original bei allen anderen Geräten
16...19	Quellennummer	0000	unbestimmt
		1000...1111	binär kodierte Nummer
20...23	Tonkanalnummer	0000	unbestimmt
		1000...1111	binär kodierte Nummer
24...27	Abtastfrequenz	0000	44,1 kHz
		0100	48 kHz
		1100	32 kHz
28...29	Genauigkeit der Abtastfrequenz	10	Stufe I (50 ppm)
		00	Stufe II (1000 ppm)
		01	Stufe III (vorgeschlagen: 12,5 %)

Tabelle 3. Bedeutung der Kanalstatusbits.

gen mit ihren Bedeutungen ist in Tabelle 3 enthalten.

## Quellen- und Kanalnummern

Die Statusbits 16 bis 19 erlauben die Übertragung einer Quellennummer, was aber im Normalfall nicht genutzt wird. Mit den Bits 20 bis 23 kodiert man die Nummer des im aktuellen Subframe übertragenen Tonkanals als Binärzahl. Dies ist die einzige Stelle, an der sich Kanalstatus von 'rechtem' und 'linkem' Subframe unterscheiden. Hier muß man auch die Aussage relativieren, daß die Präambel eines jeden Subframes den darin übertragenen Tonkanal festlegt. Genauer gesagt ist es so, daß diese Festlegung nur dann gilt, wenn die Bits 20 bis 23 keine Kanalnummer ('0000' = unbestimmt) enthalten.

## Abtastfrequenzen

Mit dem Statusbit Nr. 24 schließlich beginnen die Infor-

mationen über die Abtastfrequenz der Audiodaten. Obwohl bereits aus der Datenrate der Schnittstelle die Abtastfrequenz hervorgeht, ist eine explizite Übertragung dieser Information sinnvoll, weil die Schnittstelle ja keinerlei Fehlerkorrekturinformation übermittelt. Durch Vergleich der von der Demodulationsschaltung erkannten Taktfrequenz mit der betreffenden Statusinformation ist wenigstens erkennbar, ob die Demodulation der Daten gelungen

ist. Die Kodierung der Frequenz in den Statusbits 24 bis 27 erfolgt dabei auf diese Weise:

'0000' = 44,1 kHz,  
'0100' = 48 kHz und  
'1100' = 32 kHz.

Den Abschluß der Kanalstatusinformation bilden die beiden Bits Nr. 28 und 29, die die Genauigkeit des Abtasttaktes angeben. Diese Information ist zwar insofern interessant, als es immens großer Pufferspeicher bedürfte, um Signale mit schwan-

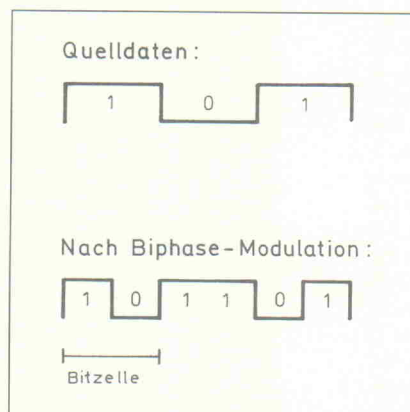
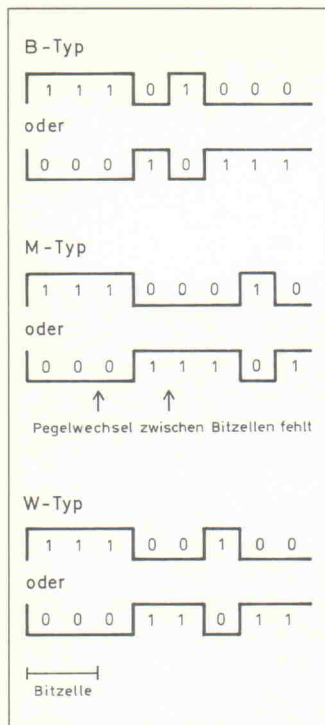


Bild 2. Prinzip der Biphase-Modulation.





**Bild 3. Man unterscheidet drei Präambel-Typen.**

Als Kompromißformel fand man schließlich einen Kopierschutz, der das einmalige Kopieren digitaler Quellen erlaubt, das dadurch entstandene zweite Original jedoch als solches kennzeichnet und von diesem keine weitere Digitalkopie zuläßt: SCMS war geboren.

Das Übertragen des Kopierschutzcodes erfolgt ebenfalls im Channel Status Bit. Er ist aufgeteilt in das Urheberrechtsbit (Statusbit Nr. 2) und das Generationskennzeichen (Statusbit Nr. 15). Das Urheberrechtsbit bestimmt, ob für das vorliegende Tonmaterial überhaupt Urheberrechtsschutz beansprucht wird (Bit 2 = 0) oder ob das Material ohne Einschränkung kopiert werden darf (Bit 2 = 1). Das Generationskennzeichen unterscheidet ein zweites Original – die Kopie – von einem ersten Original und legt damit fest, ob eine einmalige Kopie möglich ist oder nicht. Dabei ist jedoch die Zuordnung, welcher Wert für ein zweites Original steht, abhängig vom Kategorie-code.

Sind die Kopierschutzbits während einer Übertragung nicht stabil, sondern kippen mit einer niedrigen Frequenz zwischen 'Kopieren erlaubt' und 'Kopieren untersagt' hin und her, muß das aufzeichnende Gerät normgemäß die Aufnahme unterbinden.

Soviel zum prinzipiellen Aufbau der Digitalton-Schnittstelle. Der folgende Teil dieses Beitrags beschreibt die Schaltungstechnik zum Auswerten der mit den Audiodaten übermittelten Steuerinformationen, wobei der Kanalstatus die Hauptrolle übernimmt.

#### Literatur

- [1] DIN EN 60 958, Digitalton-Schnittstelle, Beuth Verlag, Berlin, Mai 1991
- [2] DIN IEC 84 (CO) 126, Digitalton-Schnittstelle, Änderung 1 (Entwurf), Beuth Verlag, Berlin, Februar 1992
- [3] Jos Verstraten, Das CD-System, Elrad 7-8/89...2/90

kender Taktfrequenz (und damit schwankender Datenrate) zu verarbeiten, doch darüber hinaus besitzt sie geringe praktische Bedeutung, da alle auf dem Markt befindlichen Geräte mit quarzstabilisierter Taktfrequenz arbeiten.

## Kopierschutz

Der digitale Kopierschutz ist bei DAT-Recordern unter der Bezeichnung SCMS (Serial Copy Management System) bekannt. Er ist das Ergebnis eines langwierigen Prozesses, in dem sich die widerstreitenden Interessen von Tonträger- und Geräteindustrie zeigen: Da das digitale Kopieren den aus Anwendersicht unbestreitbaren Vorteil aufweist, keine Kopie im herkömmlichen Sinne, sondern ein zweites Original zu erzeugen, betrieb die Tonträgerindustrie beim Erscheinen des DAT-Recorders die Einführung eines Kopierschutzes, um digitale Kopien von der CD vollständig zu unterbinden. Die Geräteindustrie andererseits – soviel darf man wohl unterstellen – hätte das Fehlen eines Kopierschutzes eher positiv bewertet, wäre dies doch ein gewichtiges Verkaufsargument für den teuren DAT-Recorder gewesen. Nachdem die Tonträgerindustrie jedoch die Oberhand behalten hatte, war der ersten Generation der DAT-Recorder ohne digitale Kopiermöglichkeit auch nur ein Mauerblümchendasein beschieden.

## CARSTON SECOND HAND ELECTRONIC

Markt der guten  
Gelegenheiten

### Netzüberwachungs- und Analysegeräte

	Netto/DM
<b>Dranetz</b>	
658 Netzstörungenanalysator	34.900,-
<b>Liebert-Franklin</b>	
3600 AT Netzstörungenanalysator	3.000,-
<b>BMI</b>	
4800 Netzüberwachungsgerät	9.800,-
<b>Rhode &amp; Schwarz</b>	
SWM Wobbelsender/Synthesizer	54.000,-
EB 100 Miniport Empfänger	12.000,-
PCA 5/B10/11/12/13 Prozesskontroller	14.500,-
<b>Seba Dynatronix</b>	
FLS 10/50 Leitungssuchgerät	1.500,-
FM 610 E Leitungssuchgerät	1.000,-

### Registriergeräte

(Schreiber, Bandgeräte, Transientenrecorder)

<b>ABB</b>	
SE 460-06/721 6-Kanal-Schreiber incl. Einschübe	5.000,-
<b>Gould</b>	
TA 550 3-Kanal-Thermoschnellschreiber	2.900,-
RS 3600 6-Kanal Thermoschreiber	4.800,-
RS 3800 8-Kanal Tinte Schnellschreiber	8.000,-
ES 2000 Elektrostatisches Schreibersystem	20.000,-
TA 2000 Thermoschreiber	12.000,-
<b>Graphtec</b>	
MC 6800 8H 8-Kanal Schreiber	6.000,-
WR 3101 4H Thermo Schnellschreiber	4.900,-
WR 3500 8H Thermo Schnellschreiber	5.000,-
<b>Philips</b>	
PM 8237A 30-Kanal-Hybridrecorder	2.500,-
<b>TEAC</b>	
RD-111T PCM Data-Recorder	5.000,-
XR 7000 VHS Bandmaschine	51.000,-
RD 61D Magnetbandgerät	3.500,-
<b>Yokogawa</b>	
3081-40 30-Kanal Hybridrecorder	3.900,-
HR 2300 Hybridrecorder	11.500,-
3056-32 3-Kanal-Kompensationsschreiber	2.500,-

### Programmiergeräte und Entwicklungssysteme (SPS, PROMs, Mikroprozessor)

<b>Micropress</b>	
ROM 3000 Programmiergerät	1.600,-
<b>Siemens</b>	
PG 685 Programmiergerät Turbo	7.800,-
PG 750 Programmiergerät	9.500,-

### Labormeiß- und Hochfrequenztechnik, Kommunikation und Logikanalyse

<b>Philips</b>	
PM 3266 Analog Speicheroszilloskop	4.900,-
PM 3295 400MHz Oszilloskop	5.500,-
<b>Tektronix</b>	
222 Mini Oszilloskop	3.000,-
2214 Digitalspeicheroszilloskop	6.500,-
2245 Oszilloskop	4.750,-
2445 100MHz 4-Kanal Oszilloskop	4.200,-
Tek 2230 Oszilloskop	6.900,-

### Rechner und Peripherie

<b>Compaq</b>	
Deskpro 386/20E/40 Computer	1.500,-
Deskpro 386/33/320 Computer	7.500,-
113645-01 4MB Speichererweiterung	500,-
<b>NEC</b>	
P6 plus 24-Nadel Drucker	550,-

Besuchen Sie uns  
auf der MESSCOMP  
Stand 922

**carston**  
ELECTRONICS

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 (06151) 29 88 50/51 · Telefax (06151) 29 88 55**

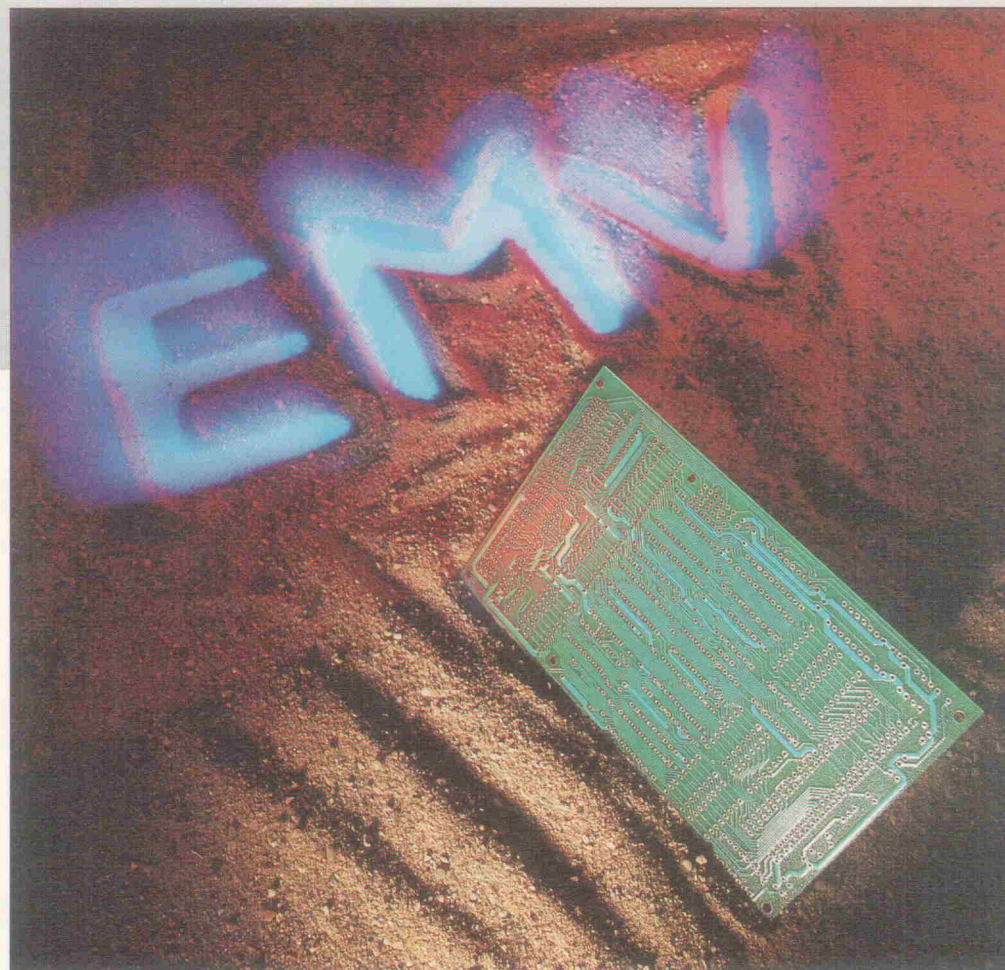


# Strahlenschutz

## EMV-Aspekte beim Leiterplattendesign

**Roland Dreyer**

Es muß nicht gleich eine Anklage wegen fahrlässiger Tötung sein. Aber ernsthafte Probleme können Gerätehersteller schon bekommen, wenn Sie nicht auf das Störverhalten ihrer Elektronik-Produkte achten. Immer schnellere Digitalschaltungen können nicht nur mit dem Herzschrittmacher eines Anwenders, sondern auch mit dem Gesetz in Konflikt geraten, wenn EMV-Aspekte nicht schon vom ersten Entwurfsschritt und ganz besonders beim Leiterplattendesign beachtet werden.



**D**ie Geschichte mit dem Herzschrittmacher ist nicht an den Haaren herbeigezogen. Probleme gibt es, wenn die körpereigenen Impulse zwar vorhanden, aber von der sensiblen Schrittmachersensorik nicht mehr erkannt werden können, weil ihr Träger gerade in der Störkeule seines 80586er Notebooks (75 MHz Takt) sitzt. Dann geht der Schrittmacher auf Nummer Sicher und aktiviert das Herz mit Puls 70. Im Bio-Notfall ist das wunderbar, aber der durchaus eigenaktive Herzmuskel unseres PC-Users kommt fürchterlich ins Flattern, wenn er nun zweifach mit verschiedenem Takt angeregt wird.

Damit dem Verbraucher derlei Ungemach erspart bleibt, hat die Europäische Gemeinschaft die harsche Richtlinie 89/336/

EWG erlassen, die bald auch bei uns nationales Recht wird. Sie regelt die Vergabe des künftigen 'CE'-Funkschutzzeichens, ohne das Elektronik europaweit künftig nicht mehr vermarktet werden darf.

### Keine EMV ohne Maxwell

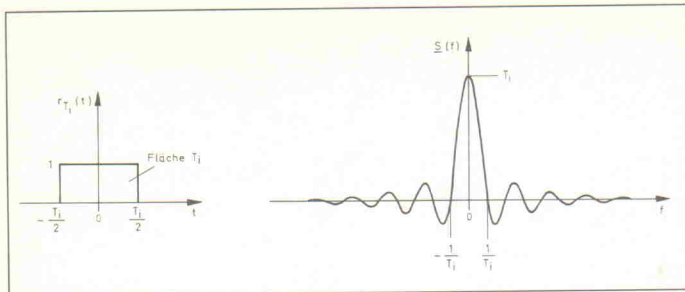
Das naive Modell des Informatikers, in einem Rechner würden gemäß den Regeln der Booleschen Algebra nur logische Nullen und Einsen verarbeitet, die als Spannungspegel auf Leitungen meßbar sind, zerschellt an den Flanken, mit denen eben diese Pegel steigen und fallen. Dieses poetische Bild hat einen streng physikalischen Rahmen. Die Flankensteilheit der Signale in einer digitalen Schaltung ist

mithin der maßgebliche Faktor für ihr analoges Störpotential.

Die Erklärung dafür liefert die Signaltheorie, derzufolge jede Zeitfunktion auch als Summe harmonischer Schwingungen angesehen werden kann. So gesehen, ist die Digitaltechnik nur ein Sonderfall der Analogtechnik. Auch Digitalentwickler müssen die analogen Gesetzmäßigkeiten genauso gut im Kopf haben wie ihre Kollegen von der analogen Front.

Das Instrument, mit dessen Hilfe sich ein zeitabhängiges Signal in die Frequenzdomäne transformieren läßt, ist in der Theorie die Fourier-Transformation, in der Praxis der Spektrum-Analysator. So hat eine periodische Pulsfolge mit der Pulsdauer  $t_0$  und einem ideal steilen Puls der





**Bild 1. Zeitfunktion und Spektraldichtefunktion eines einzelnen Rechteckimpulses.**

Breite  $T$  (mit  $t \ll T$ ) ein Linienspektrum aus diskreten Frequenzen im Abstand  $1/T$ , deren Amplituden mit steigender Frequenz abnehmen.

Die Einhüllende dieser Linienspektren hat die Form einer  $\sin x/x$ -Funktion, besteht also aus einem Hauptmaximum im Ursprung und unendlich vielen gleichbreiten Nebenmaxima, deren Energieanteil aber steil mit der Ordnungszahl abfällt (Bild 1). Die Breite des Hauptmaximums, das den Löwenanteil der Energie umfaßt, ist definiert durch die erste Nullstelle der Hüllkurve bei der Frequenz  $1/T$ . Daraus ergibt sich die erste, recht grobe Faustformel: Je schmaler ein Impuls ist, desto breiter ist sein Spektrum.

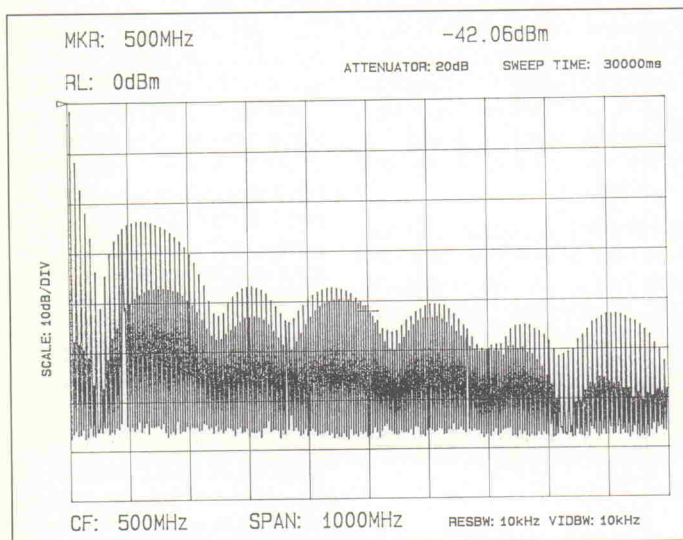
Eine exaktere Annäherung an die physikalische Realität im Frequenzbereich liefert das Transformationspapier der VDE 0847; in dieser DIN findet man übrigens eine ganze Menge interessanter EMV-Meßtips. Mit Hilfe dieses auch für Nicht-Ingenieure verständlichen Diagramms läßt sich sehr schnell die spektrale Amplitudendichte

in V/Hz oder Vs abschätzen, mit der ein trapezförmiger Impuls der Höhe  $U$ , der mittleren Breite  $t$  und der Flankenanstiegszeit  $\tau$  aufwarten kann.

Wählt man eine doppelt logarithmische Darstellung der Frequenz- und der Amplitudenachse, so verläuft die Einhüllende zunächst von  $f_0 = 0$  bis zur Frequenz  $f_1 = 1/(\pi \tau)$  horizontal auf der Dichte  $A = 2U\tau$ , dann fällt sie zunächst mit 20 dB/Oktave bis zur Frequenz  $f_2 = 1/(\pi t)$  und dann weiter mit 40 dB/Oktave. Setzt man hier die Zeitparameter etwa einer schnellen ECL-Familie (ECL 100K) mit  $\tau = 0,8$  ns und  $t = 0,7$  ns ein, wird klar, daß eine derart schnelle Logik Frequenzen bis zum Gigahertz-Bereich erzeugen kann.

### Bis weit in den GHz-Bereich ...

Daß es sich hier nicht um Gruselmärchen handelt, läßt sich meßtechnisch verifizieren, sofern man über einen Spektrumanalyzer entsprechender Bandbreite verfügt. Professor Christian Dirks, der sich an der FH



**Bild 2. Dieser ECL-Gatterausgang enthält Frequenzkomponenten, die weit in den Gigahertz-Bereich hineinreichen.**

Furtwangen mit diesen Problemen befaßt, hat bei verschiedenen Logikfamilien und Rechnerschaltungen die meßtechnische Probe aufs Exempel gemacht.

Seine gemessenen Spektren machen Schauern. Nicht nur auf den Gatterausgängen, sondern auch auf der Versorgungsspannung tummeln sich satte Störspitzen, die bis weit in den Gigahertz-Bereich gar nicht daran denken, mit zweistelligen dB-Werten pro Oktave abzufallen. Im Gegenteil, manchmal geht der Spuk auf der Spannungsversorgung oberhalb von 50 MHz erst richtig los (Bild 2).

Man erinnert sich nicht zu unrecht an die Geschichte von Dr. Jekyll und Mr. Hyde, wenn man sich vergegenwärtigt, daß ein biederer Zweipol wie etwa ein Kondensator bei sehr hohen Frequenzen sein zweites Gesicht zeigt und zum komplexen Vierpol wird, dessen Eigenschaften mit jedem Millimeter Anschlußdraht mehr oder weniger variieren.

Und schlimmer noch: Auch so unverdächtige Bauteile wie Leiterplatten entwickeln ein Eigenleben, das nicht nur unter EMV-Gesichtspunkten, sondern bereits für die Schaltungsfunktion selbst gefährlich werden kann.

Es sind beileibe nicht nur die Konstrukteure schneller PCs, die über der EMV-Problematik ins Straucheln kommen. Überall dort, wo analoge Prozesse digitalisiert werden, ist EMV ein zentrales Thema. Im EMV-Bereich ist praktisch nichts unmöglich. Jeder EMV-Meßpraktiker weiß von Geräten, die scheinbar friedlich arbeiten und nur alle 15 Minuten kurzzeitig zum HF-speienden Drachen werden.

### Wenn die Leiterbahn zum Vierpol wird

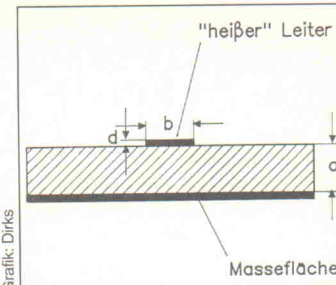
Praktisch orientierte Hochschulabsolventen sind gut beraten, ihr Herleitungstrauma endlich aufzuarbeiten. Und die grundlegenden Zusammenhänge sind oft von biblischer Schlichtheit. Typisch dafür sei die Laufzeit pro Längeneinheit einer Leitung:

$$\tau^* = \sqrt{L^* \times C^*}$$

oder der Wellenwiderstand

$$Z = \sqrt{\frac{L^*}{C^*}}$$

mit  $L^*$  und  $C^*$  als Induktivitäts- beziehungsweise Kapazitätsbelag in H/m und F/m genannt.



**Bild 3. Das Prinzip der Microstrip-Leitung.**

Dann merkt man sich, daß im Grenzfall Luft die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v$  gleich der Lichtgeschwindigkeit  $c$  und somit

$$\tau_c^* = \frac{1}{c} = \sqrt{\mu_0 \times \epsilon_0} = 3,3 \text{ ns/m}$$

ist, weiter, daß der Kapazitätsbelag typischer Leitungen  $C^* = 50 \dots 100 \text{ pF/m}$  und der Induktivitätsbelag  $L^* = 0,5 \dots 2 \text{ µH/m}$  beträgt, woraus Laufzeitwerte von  $\tau^* = 5 \dots 12 \text{ ns/m} = 1,5 \dots 3,6 \times \tau_c$  folgen.

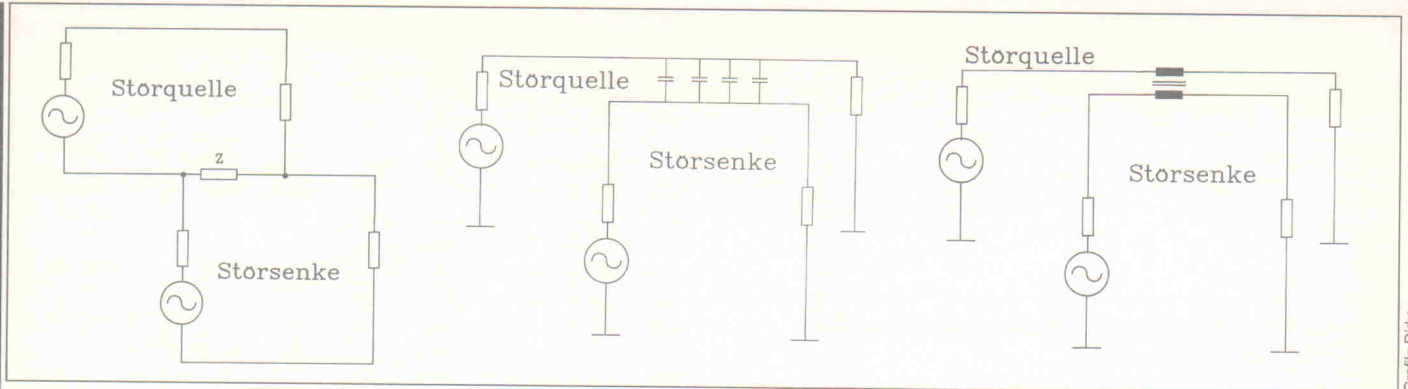
Daß die Wellenlänge  $\lambda = 1/(\tau^* \times f)$  ist, dürfte noch gegenwärtig sein.

Schon läßt sich eine der wichtigsten Abschätzungen vornehmen, die bei der EMV-Analyse anfallen: Der Vergleich von Leitungslängen oder Abständen mit der Wellenlänge. Sind sie größer als ein Zehntel der Wellenlänge der höchsten Frequenzkomponente, wird es kompliziert. Dann liegt eine dynamische (ortsabhängige) Signalverteilung auf dem Leitersegment vor.

Bei breitbandigen Impulssignalen ist eine zweite Abschätzung praktischer. Ist die Signallaufzeit in einem Leitungsssegment größer als die Anstiegszeit des Signals, wird die Leitung zum Wellenleiter und muß in ihrer Impedanz kontrolliert werden. In schnellen Digitalschaltungen mit hohen Taktraten sind Leiterbahnen im Zweifelsfall immer Vierpole, die die gleiche Aufmerksamkeit verdienen wie ein Kondensator.

Die Quintessenz der Leitungstheorie besagt, daß eine Leitung, deren Länge in der Größenordnung der Wellenlänge der auf ihr übertragenen Signale liegt, möglichst an beiden Enden mit ihrem (frequenzunabhängigen) Wellenwiderstand  $Z$  abgeschlossen werden sollte. Andernfalls kommt es an den Stoßstellen, an denen zwei verschiedene Impedanzen aufeinandertreffen, zu Reflexionen,





**Bild 4. Das Prinzip der galvanischen Kopplung (links): Mehrere Stromkreise haben eine gemeinsame Pfadimpedanz, etwa im Masserückleiter oder in der  $V_{cc}$ -Leitung. Eine kapazitive Kopplung (Mitte) entsteht zwischen parallelgeführten Leiterbahnen. Abhilfe: Schirmbahnen dazwischenlegen oder die Parallelführung kritischer Stromkreise weitgehend vermeiden. Eine induktive Kopplung (rechts) findet eher zwischen den Bauteilen auf der Leiterbahn statt.**

die bei Digitalsignalen unter Umständen sogar zu logischen Signalverfälschungen führen können und auch unter dem EMV-Aspekt unerwünscht sind. Für den Reflexionsfaktor  $r$  gilt:

$$r = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

Handelt es sich bei dem Wellenleiter um eine Leiterbahn, so können Stoßstellen auch in der Bahn selbst durch Inhomogenitäten oder Verzweigungen auftreten. Die Berechnung des Wellenwiderstands ist analytisch alles andere als einfach (Bild 3); für den Hausgebrauch sollte man die Faustformeln für die wichtigsten Grenzfälle oder aber ein entsprechendes Software-Tool parat haben. Für eine Leiterbahn der Breite  $b$  und der Dicke  $d$  (alle Angaben in cm), die auf einem Substrat der Stärke  $a$  und der Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon$  läuft, die auf der Gegenseite eine ganzflächige Massekaschierung hat, errechnet sich beispielsweise der Wellenwiderstand (unabhängig von der Frequenz) nach [1] zu:

$$Z = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1,4}} \times \ln \frac{6a}{0,8b + d}$$

Praktisch realisierbar sind bei Leiterbahnen  $Z$ -Werte von 30...120  $\Omega$ . Auch Luft ist in

diesem Sinne ein Wellenleiter, für den sich eine Impedanz von  $Z = 377 \Omega$  berechnen läßt.

## Die unberechenbaren Wege der Hochfrequenz

Das grundsätzliche Vorgehen beim EMV-gemäßen Leiterplattendesign orientiert sich an dem elementaren nachrichtentechnischen Modell von Störquelle, Störpfad und Störsenke. So muß zuerst versucht werden, die Störemission an der Quelle von vornherein zu minimieren. Der unvermeidbare Teil der Quellenstörerenergie muß dann auf dem Weg über den Störpfad möglichst weitgehend abgefangen werden. Schließlich bleibt in der dritten Stufe nur noch, die Störempfänglichkeit der Störsenke zu erhöhen.

Die Erfahrung zeigt, daß entsprechende Maßnahmen von Stufe zu Stufe teurer und aufwendiger werden. Allerdings muß man sich über den funktionalen Charakter dieser Modellelemente im klaren sein: Auch ein Nutzsignal kann Störquelle und damit unvermeidbar sein.

Die Störminderungsmaßnahmen an der Quelle sind weitgehend Sache des Schaltungsentwicklers, der beispielsweise keine schnelleren und somit störraktiveren Bausteine einplant, als für die vorgesehene Aufgabe erforderlich ist. Die Hauptverantwortung bei der Störvermeidung trägt der Konstrukteur, der die Leiterplatte entwirft und den mechanischen Aufbau der Schaltung konzipiert. Allerdings kann die EMV-Verantwortung keinesfalls auf seine Schultern abgewälzt werden.

Für das Verständnis der Störpfadproblematik muß man sich die verschiedenen Kopplungsmechanismen vergegenwärtigen, über die eine Energieübertragung stattfinden kann (Bild 4).

Hier lassen sich vier grundlegenden Kategorien unterscheiden:

- die galvanische Kopplung über gemeinsame Leitungswege,
- die kapazitive Kopplung über elektrostatische Felder (Influenz),
- die induktive Kopplung über magnetische Felder (Induktion),
- die elektromagnetische Kopplung über elektromagnetische Felder und Wellen.

Eine galvanische Kopplung liegt immer dann vor, wenn sich zwei oder mehr Stromkreise die gleichen Leitungswege teilen; typischerweise sind das die Spannungsversorgungen und die Masserückleiter. Je größer die gemeinsam benutzte Impedanz ist, desto stärker ist die Signalüberkopplung. Das Problem verschärft sich bei hohen Frequenzen, weil hier neben dem ohmschen Gleichstromwiderstand noch komplexe Größen wirksam werden.

Aber selbst der Gleichstromfall verdient hier Erwähnung. Der Glaube, der Widerstand einer Leiterbahn könne durch eine zusätzlich aufgetragene Schicht Lötzinn nennenswert gesenkt werden, ist ebenso weit verbreitet wie naiv. Lötzinn hat je nach Bleigehalt einen 7...10fach höheren spezifischen Widerstand als Kupfer.

Bei hohen Frequenzen sorgt zum einen der Skin-Effekt dafür, daß zunehmend nur die Oberfläche der Leiterbahn, unbeschadet ihrer Stärke, als Leiter zur Verfügung steht. Die Eindringtiefe, bei der die Strömdichte auf ein Drittel des Maximalwerts abgesunken ist, kann bei Kupfer mit

$$\delta = \frac{66}{\sqrt{f}} \text{ [mm]}$$

angegeben werden. Bei üblichen Leiterbahnen macht sich der Skin-Effekt schon ab etwa 30...40 MHz bemerkbar.

Für digitale Schaltungen noch viel bedeutsamer ist die induktive Impedanzkomponente. Wenn man die Eigeninduktivität einer Leiterbahn mit  $1 \mu\text{H/m}$  ansetzt, dann ergibt die Rechnung mit

$$U_i = L \times \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

schnell, daß eine steile Flanke am Ausgang eines Leitungstreibers schon auf kurzen Leiterbahnlängen einen ganz erheblichen Spannungsimpuls erzeugt, der natürlich im Fall eines gemeinsam genutzten Leiterteils voll in den anderen Stromkreisen wirksam wird. Rechnerisches Beispiel: 100 mA Stromanstieg binnen 5 ns auf 10 cm Leiterbahn ergeben einen Impuls mit 2 V, der zum Beispiel bei flankendetektierenden Schaltern ganz ordentlich Verwirrung stiften kann.

Damit wird auch verständlich, warum Abblockkondensatoren möglichst dicht an den Versorgungsspannungsanschlüssen eines ICs angebracht werden müssen und die Induktivität ihrer eigenen Anschlußdrähte so gering wie nur möglich sein muß (Bild 5).

Um galvanische Kopplungen auf einer Leiterplatte möglichst gering zu halten, gilt also der Grundsatz, Stromkreise möglichst getrennt zu führen und unvermeidbare gemeinsame Pfadimpedanzen so klein wie möglich zu halten. Die naheliegende Idee einer streng sternförmigen Rückleiterführung für jeden Kreis vermeidet zwar galvanische Kopplungen, kann aber in schnellen Schaltungen den Teufel mit dem Beelzebub austreiben, weil sie andere Kopplungsarten begünstigt.

Einen Kompromiß stellt die Unterteilung des Systems in hierarchische Ebenen dar, bei der jede Hierarchiestufe einen eigenen Sternknoten für die Erdung hat. Störsignale zwischen diesen Erdungsternpunkten beeinflussen



<p><b>ALL-03A</b> Universal-Programmiergerät</p> <p>E(E)PROM, BPROM, PAL, GAL, PEEL EPLD, Memory-Test, Mikroprozessoren 8748/51-, Z8-Serie, IC-Test (CMOS/TTL) und vieles mehr</p> <p><b>DM 1498.-</b></p> <p>inkl. Vollversion GAL-Software GDS 1.4</p> <p>80 verschiedene Adapter u. Sockel erhältlich, z.B.: Gang-Sockel, MACH 110/210, Split-Sockel Eproms, SIP/SIM-Tester, PLCC-Adapter u.ä.</p> <p><b>AHLERS</b> EDV SYSTEME GmbH</p>	<p><b>V'NICE-51</b> In-Circuit-Emulator für <math>\mu P</math> 8031/51</p> <p>leistungsfähiger Echtzeit-Emulator zum Programmieren und Testen von Schaltungen mit dem Mikrokontroller 8051/31</p> <p>ohne Programmier DM 2278.-</p> <p>mit Programmier DM 2793.-</p> <p>- Logik Analysator 32 Kanäle 100 MHz DM 3980.- - 8 MB Eprommer für 1 bis 8 Eproms Preis auf Anfrage - Eprom-Emulator bis 512 kbit DM 689.- - Löschgerät in reicher Auswahl von 5-200 EPROM's</p>	<p><b>EPP-1 / EPP-2</b></p> <p>ab sofort auch Software für ATARI</p> <p>- programmiert EPROMs von 16 bis 512 kbit - eingebautes Netzgerät (230V) - Anschluß an RS232-Schnittstelle - für beliebige Rechner - solides Alu-Profilgehäuse - inkl. Netzkabel und Software für IBM-komp.</p> <p>EPP-2 jetzt mit 19200 baud</p> <p><b>EPP_1 298.- DM</b> <b>EPP_2 498.- DM</b></p>
---	--	--

Mozartstr.23, 8052 Moosburg, 08761/4245, FAX 1485

dann nur die Signale, die von einer Hierarchieebene zu einer anderen führen.

Die Leiterplattenerde sollte möglichst nahe bei den empfindlichsten Funktionsgruppen und auch möglichst dicht bei ihrer Ableitung (Stecker) zu liegen kommen. Kollidiert diese Designregel mit dem Gebot, Leitungswege möglichst kurz zu halten, kann man sich mit einer Unterteilung der Masse Rückleitung in einen stark und einen schwach strombelasteten Zweig helfen.

Daß analoge und digitale Funktionsgruppen eigene Wege haben müssen, dürfte bekannt sein. Im Multilayer kann dies bedeuten, neben der strombelasteten Bezugs- oder Masse noch eine getrennte, geerdete Schirmfläche vorzusehen. Auf die Veranschaulichung dieser Flächen wird weiter unten eingegangen.

## Hin- und Rückleiter müssen stets zusammenbleiben

Das Verständnis der nichtgalvanischen Kopplungen setzt Kenntnisse der HF-Technik voraus. Für Gleichstrom- und NF-Elektroniker ist es nicht selbstverständlich, daß der Energiefluß nicht im Leiter selbst, sondern in dem ihn umgebenden Dielektrikum erfolgt (Bild 6). Mit dem Modell der Feldlinien kann man sich aber recht einfach auch die prinzipiellen Lösungsansätze zur Minimierung kapazitiver und induktiver Kopplungen klarmachen.

Das elektrische und magnetische Feld eines freistehenden Leiters

reicht unendlich weit in den umgebenden Raum hinein. Eine Gegenelektrode bündelt die elektrischen Feldlinien um so besser, je höher die Dielektrizitätskonstante des Zwischenraums ist. Magnetische Feldlinien konzentrieren sich bevorzugt in Materialien mit hoher Permeabilität. Das Prinzip der Störpfadunterbrechung besteht darin, möglichst wenige Linien des elektrischen Feldes eines Leiters auf den Leitern anderer Stromkreise landen zu lassen. Bei der induktiven Kopplungsminderung geht es darum, die Feldlindendichte im Bereich des störempfindlichen Leiterkreises möglichst gering zu halten.

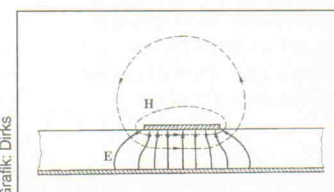
Auf der Leiterplattebene ist die kapazitive Kopplung sehr viel häufiger anzutreffen; eine induktive Kopplung findet dagegen eher zwischen den Bauelementen statt. Vergewegenwärtigt man sich die kapazitive

Kopplung im Ersatzschaltbild, so sieht man, daß die Koppelkapazität um so verhängnisvoller wirkt, je höher die Impedanz der Störquelle und der Störselektrode ist (Bild 7).

Dieses Netzwerkmodell korrespondiert mit dem Feldlinienmodell. Je mehr Feldlinien im Massekondensator gebündelt werden, desto weniger können in der Koppelkapazität auf dem Nachbarleiter landen. Eine ganz praktische Konsequenz daraus fordert, unbenutzte Gattereingänge niemals offen zu lassen (hohe Impedanz), sondern über einen Widerstand von 1...10 k $\Omega$  an Masse oder  $V_{cc}$  zu legen.

## Streifenleiter kanalisieren die Feldenergie

Aus dem Feldlinienmodell folgt die Grundregel, daß jeder Leiter

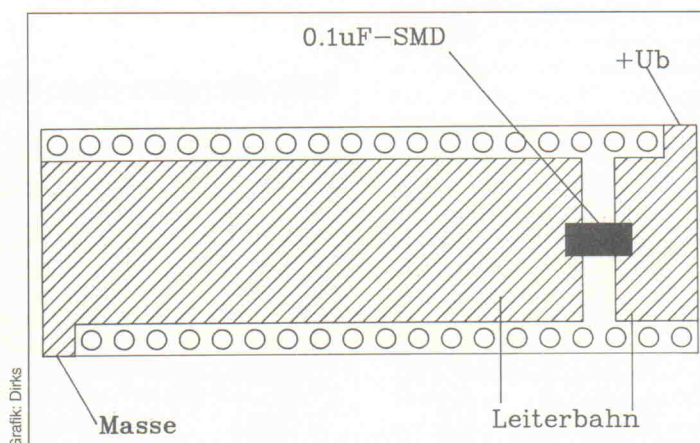


**Bild 6. Die Energie steckt im Dielektrikum! Das müssen sich Leiterplattendesigner stets vor Augen halten und auf eine gute Bündelung der elektrischen Feldlinien zwischen Hin- und Rückleiter achten. Sonst reicht das Störfeld unendlich weit in den Raum hinein.**

so dicht wie möglich bei seinem Rückleiter geführt werden muß. Überträgt man das Prinzip des Bandkabels auf die Leiterplatte, so erhält man den Microstrip oder die Streifenleitung (Bild 3). Die Bündelung der Feldenergie zwischen beiden Elektroden gelingt um so besser, je geringer ihr Abstand und je höher das des Dielektrikums  $\epsilon_r$  ist.

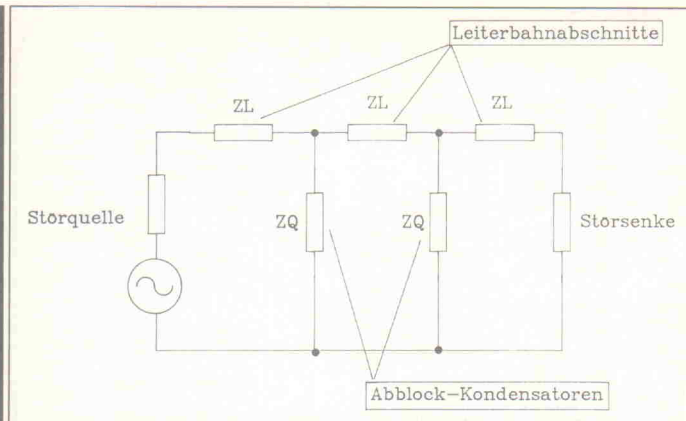
Daß die nahe und parallele Führung von Leiter und Rückleiter auch die induktive Kopplung mindert, weil die Dichte der magnetischen Feldlinien auf Grund der Teilkompensation der Felder von Hin- und Rückleiter dann quadratisch zum Kehrwert des Abstands (also mit  $1/r^2$  und nicht mehr nur linear mit  $1/r$ , wie beim Einzelleiter) fällt, sei hier nur am Rande angemerkt.

Die abschirmende Wirkung des Rückleiters kann man sich auch indirekt zunutze machen, indem man zwischen zwei durch Signalüberkopplung gefährdeten Leiterbahnen eine Massebahn



**Bild 5. Der Abblockkondensator an den Versorgungsanschlüssen eines ICs macht nur Sinn, wenn die Induktivität seiner Anschlußleitungen möglichst klein bleibt.**





Grafik: Dirks

**Bild 7. Das Prinzip der Abblockung der Versorgungsspannung: Der Signalabfall an der Impedanz des Leiterbahn-segments, oft durch die induktive Komponente dominiert, wird in den Querkondensatoren abgeleitet, bevor er die Störsenke erreicht.**

führt oder kritische Signalwege grundsätzlich ähnlich einer Microstrip- oder Koaxial-Struktur zwischen zwei geerdeten Massebahnen führt.

Diese Schirmbahnen erfüllen ihren Zweck als elektrostatischer Feldlinienbänderer auch dann, wenn sie gleichstromlos sind, also nur an einem Ende eine Masseverbindung haben. Um den Durchgriff des Störfeldes möglichst gering zu halten, sollten diese Schirmbahnen etwa dreimal so breit sein wie die Signalleitung.

In komplexen Layouts, besonders in Multilayern, ist die visuelle Parallelitätskontrolle nicht mehr durchführbar. Hier sind Software-Tools, wie das Impedanzanalyseprogramm Cadelec (Vertrieb: Tecnotron, Weißensberg) eine unverzichtbare Hilfe. Aus den Routingdaten des ECAD-Programms PADS-PCB kann Cadelec sofort bestimmen, inwieweit ein bestimmter Signalfad innerhalb eines definierbaren Abstands länger als vom Anwender vorgegeben mit anderen Leiterbahnsegmenten parallel läuft und somit überkoppeln könnte. Die genau bezeichneten kritischen Segmente und Signalfade können dann vom Layouter auf Grund des Schaltplans auf ihre aktive oder passive Überkopplungsgefahr geprüft und Korrekturen im Layout vorgenommen werden, bevor die Platine geätzt wird.

Für den in schnellen Digital-schaltungen meist gegebenen Fall, daß die Leitungslänge groß gegenüber der Wellenlänge beziehungsweise die Signalan-stiegszeit in der Größenordnung der Pfadlaufzeit ist, tritt die elektromagnetische Kopplung in zwei Formen auf. Bei kurzem Abstand spricht man von einer Wellenstörbeeinflussung (quasi-stationäre Kopplung), bei großen Abständen von Strahlungskopplung (dynamische Kopplung). Der Abstand  $0,8 \lambda$  stellt auch die Grenze zwischen Nahfeld und Fernfeld dar. Die Strahlungsproblematik wird uns noch beim Kapitel über Schirmung begegnen.

Für das Leiterplattendesign ist der bereits erwähnte Aspekt wichtiger, demzufolge eine elektrisch lange Leitung mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen werden muß, um Reflexionen zu vermeiden; diese Reflexionen können bei binären Signalen zu logischen Verfälschungen führen. Das Reflexionsproblem wird darüber hinaus auch durch Stichleitungen verschärft, die vom Signalfad abzweigen. In der Digitaltechnik kann zudem die Signallaufzeit in der Leiterbahn bei zeitkritischen Signalen zum Problem werden. Dabei ist nicht immer der Minimalwert angestrebt. Manchmal kann eine bestimmte Verzögerung durchaus wünschenswert sein.

Das stellt den Designer vor die Aufgabe, sowohl die Impedanzen als auch die Signallaufzeiten der kritischen Signalwege zu kennen. Beide Größen hängen von der Geometrie der Leiterbahn sowie der Stärke und der Dielektrizitätskonstanten des Platinenmaterials zusammen. Die Prüfung von Stichen, die sich beim Routen zwangsläufig ergeben, hinsichtlich ihrer Länge hat gleichermaßen funktionale Bedeutung für die Funktionssicherheit einer Schaltung.

Ein langer Stich, bei dem die Laufzeitverzögerung auf seiner Länge größer ist als die halbe Signalansteigszeit, muß ebenfalls korrekt abgeschlossen werden. Ein kurzer Stich liegt vor, wenn dieses Zeitkriterium nicht erfüllt ist. Kurze Stiche verhalten sich wie punktförmig verteilte Kapazitäten und führen zum Verschleifen der Impulsflanken. Das Ideal einer völlig verzweigungsfreien Leitung ('daisy chain') läßt sich in der Praxis nicht immer realisieren.

## Die Impedanzanalyse hat Rückwirkungen auf das Schaltungsdesign

Die Kenntnis dieser Pfadkapazitäten kann auch Rückwirkungen für das Schaltungsdesign haben, wenn es beispielsweise um die Auslegung eines CMOS-Bus geht. Ist die Grenzbelastung eines CMOS-Bausteins durch die angeschlossenen Gattereingänge voll ausgereizt, kann die 'vergesene' Pfadkapazität das Signal unzulässig deformieren. Die Kenntnis der Pfadimpedanz ist auch eine Voraussetzung für den Einsatz analoger Schaltungs-Simulationsprogramme.

Auf der anderen Seite läßt sich die kritische Leiterbahnlänge auch schaltungstechnisch vergrößern, indem man einfach das Signal durch ein RC-Glied am Treiberausgang 'entschärft'. Das ist natürlich nur zulässig, wenn die angeschlossenen Eingänge nicht auf die maximale Flankensteilheit angewiesen sind. Mit  $22 \Omega$  und  $47 \text{ pF}$  hat man eine gute Ausgangsbasis für eigene Experimente. Aber aufgepaßt! Die Kapazität sitzt direkt am Treiberausgang gegen

Masse, der Serienwiderstand sitzt hinter diesem Knoten und bindet den Leiter an die Ausgangsimpedanz des Treibers an.

Das Gebot, kritische Leiterbahnen mit ihrem Wellenwiderstand durch einen ohmschen Widerstand gegen Masse oder  $V_{cc}$  abzuschließen, kann natürlich bei den relativ niedrigen Impedanzen ( $50 \dots 150 \Omega$ ) zu Problemen mit der Strombelastbarkeit des Treibers führen. Hier sei an den Thevenin-Abschluß (Bild 8) erinnert, bei dem der Abschluß von beispielsweise  $50 \Omega$  durch je einen Widerstand  $R_1$  mit  $120 \Omega$  gegen  $V_{cc}$  und  $R_2$  mit  $200 \Omega$  gegen Masse erreicht wird. Die Widerstands-Aufteilung zwischen  $R_1$  und  $R_2$  ist hier für ECL-Logik gewählt und kann bei anderen Logikfamilien variieren. HF-mäßig kommt man durch diesen Trick ebenso zum Ziel, erspart sich aber die hohe Gleichstrombelastung bei statischen H- beziehungsweise L-Pegeln.

In allen drei Fällen, bei der Impedanzanalyse, der Laufzeitüberprüfung und der Verzweigungsprüfung, leistet das Programm Cadelec große Hilfe. Jeder ausgewählte Signalfad wird allein auf Grund der Routing-Daten daraufhin überprüft, ob er vorgegebene Grenzwerte überschreitet. Das interaktive Programm gibt auch sofort Auskunft, wie sich die Veränderung bestimmter Parameter (etwa der Dielektrizitätskonstanten oder der Stärke des Layer-Materials) auswirkt.

Anstelle der Überprüfung einzelner Signalfade kann Cadelec auch eine Globalanalyse ('whole board violations') durchführen; bei absehbar unkritischen Layouts spart man dadurch viel Zeit,

## EMV-Normen und -Richtlinien

### Zivile Normen:

DIN VDE 0839	Allgemeine Grundlagen
DIN VDE 0843	EMV von MSR-Einrichtungen der industriellen Prozeßtechnik
DIN VDE 0846	Meßgeräte zur Beurteilung der EMV
DIN VDE 0847	Meßverfahren zur Beurteilung der EMV
DIN VDE 0871	Funkentstörung
DIN VDE 0878	EMV in der Fernmeldetechnik
DIN VDE 0879	EMV in Fahrzeugen

### Verteidigungsgeräte-Normen:

(Normenstelle für Elektrotechnik der Bundeswehr)

VG 95372	Übersicht EMV
VG 95370	EMV in Systemen
VG 95373	EMV in Geräten

### NATO-Normen:

MIL-STD 461.463	Electromagnetic Emission and Susceptibility
-----------------	---



wird aber dennoch präzise auf kritische Leiterbahnsegmente hingewiesen. Es können tatsächlich schon vor dem Ätzen die meisten jener Probleme festgestellt werden, die sonst erst beim Austesten des fertig bestückten Prototyps ans Licht kommen und dann einen komplett neuen Fertigungsgang erzwingen.

In unmittelbarer Nähe eines Felderzeugers liegen räumlich starre, stationäre Feldstrukturen vor, man spricht vom quasistationären Nahfeld, das je nach Art des felderzeugenden Elements (Stab- oder Rahmenantenne) quasistatisch elektrisch oder quasistatisch magnetisch ist. In größerem Abstand gibt es ein sich ausbreitendes elektromagnetisches Wellenfeld, das Fernfeld. Die magnetische Feldkomponente  $H$  und die elektrische Feldkomponente  $E$  sind über den Feldwellenwiderstand miteinander gekoppelt und bilden eine Transversale Elektromagnetische oder TEM-Welle.

Im Nahfeldbereich erfolgt eine Impedanztransformation von der Leitungsimpedanz auf die Impedanz des Fernfeldes. Da Leiterbahnen im Regelfall eine kleinere Impedanz als Luft haben, wirken sie als Stromstrahler. Die magnetische Feldkomponente dominiert zwar, fällt aber mit einer höheren Potenz von  $1/r$  ab als die  $E$ -Komponente. Dabei geht der Energieüberschuß vom  $H$ -Feld ins  $E$ -Feld über.

Im Nahfeld lassen sich die elektromagnetischen Beeinflussungen mit den Modellvorstellungen der kapazitiven beziehungsweise induktiven Kopplung (Netzwerktheorie) behandeln.

Dagegen müssen im Fernfeld theoretische Betrachtungen mittels der Maxwell'schen Gleichungen angesetzt werden. Besitzen die Leiterstrukturen jedoch große Längs- und kleine Querabmessungen, kann man die Strahlungskopplung dennoch mit den Modellen der Netzwerktheorie gut abdecken.

Der Praktiker muß sich nicht unbedingt mit diesen theoretischen Erwägungen herumplagen. Aber ein paar Formeln sollte er dennoch gegenwärtig haben. So etwa jene für die abgestrahlte Leistung  $P_s$  einer Rahmenantenne der Fläche  $F$ , durch die der Antennenstrom  $I$  fließt:

$$P_s = \frac{160\pi^4 \times I^2 \times F^2}{\lambda^4}$$

Sie zeigt, daß sich die EMV-Problematik mit der vierten Potenz der Frequenz verschärft. Je schneller also eine Schaltung ist, desto mehr ist man gut beraten, auf großflächige stromführende Masseleitungen zu verzichten und für die Schirmung stromlose Schirmflächen heranzuziehen. Eine Rahmenantenne entsteht auch durch die mit Abstand geführten Masse- und  $V_{cc}$ -Leitungen. Hier sei nochmals an die Regel erinnert, Hin- und Rückleiter so dicht wie nur möglich zusammenzulegen.

### Das Babinetsche Verhängnis der negativen Antenne

Zu den heimtückischsten Störstrahlungsquellen gehören die sogenannten *negativen Antennen*. Das nach seinem Entdek-

ker benannte Babinetsche Prinzip beschreibt einen fulminant wichtigen Grundsatz der Antennentheorie. Es besagt, daß ein stromdurchflossener Leiter bei jeder Behinderung beziehungsweise Unterbrechung seines Stromflusses strahlt; diese Änderung in der Stromrichtung strahlt genauso wie eine Leitung, die die gleiche Form aufweist wie der stromunterbrechende Bereich. Die HF-Techniker sprechen daher von einer negativen oder einer Schlitz-Antenne, die natürlich nicht nur wegen der Abstrahlung, sondern auch wegen ihrer Einstrahlempfänglichkeit bedenklich ist.

An das Babinetsche Prinzip muß auch gedacht werden, wenn man stromführende Masseflächen aus löttechnischen Gründen nicht vollflächig, sondern netzartig ausführt, und auch bei aus Schirmungsgründen vermaschten Masse- und  $V_{cc}$ -Leiterbahnen. Die kritische Grenze für die längste Diagonale  $d$  liegt bereits bei  $1/20 \dots 1/50$  der Wellenlänge; die Abstrahlung sinkt quadratisch mit  $1/d^2$ . Ganz gemein sind auch Abschirmbleche, die nur an zwei Punkten angelötet sind und dazwischen einen auch nur haarfeinen Spalt etwa zu einem anderen Abschirmblech haben; die Spaltbreite hat nur einen geringen Einfluß auf die Abstrahlleistung.

### EMV-Schulungskurse sind Zukunftsinvestitionen

Wer sich als Schaltungsentwickler oder Leiterplattendesigner teures Lehrgeld mit EMV-Problemen ersparen will, tut gut daran, sich in entsprechenden Seminaren weiterzubilden. Erfahrene Experten wie Professor Dirks von der FH Furtwangen besitzen ein unschätzbares Praxiswissen und geben es gerne und mit großem didaktischem Geschick weiter. Auskunft über seine EMV-Seminare bekommt man unter seiner Fax-Nr. 07 71/ 55 74.

#### Literatur

- [1] Georg Durcansky: *EMV-gerechtes Gerätedesign*. Franzis Verlag, München 1991.
- [2] *Elektromagnetische Verträglichkeit. Tagungsband der Fachmesse EMV'92*. VDE-Verlag Frankfurt 1992.
- [3] Christian Dirks: *Unterlagen zum Seminar 'EMV von Leiterplatten in der Praxis'*. Manuskriptdruck 1992.

Grafik: Dirks

## GEBRAUCHTE MESSGERÄTE

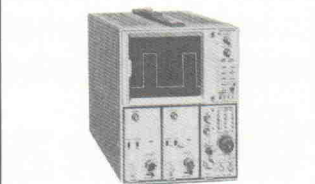
Tektronix 465 Oscilloscope  
2 x 100 MHz DM 1498,—



Tektronix 184 Zeitmarkengenerator  
1 ns — 5 s DM 298,—



Tektronix 7603 Oscilloscope  
4 x 100 MHz. Einblendung der Parameter DM 2280,—

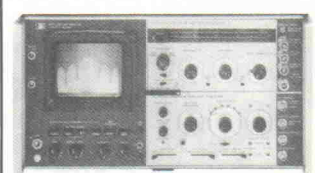


o. a. Gerät auch mit Spectrum  
Analyzer 7L12 lieferbar.  
100 kHz — 1,8 GHz DM 8900,—

Hewlett Packard 182C  
Oscilloscope 4 x 100 MHz DM 1900,—  
Oscilloscope 2 x 100 MHz DM 1700,—



Hewlett Packard 141T Spectrum  
Analyzer 10 MHz — 18 GHz DM 7950,—

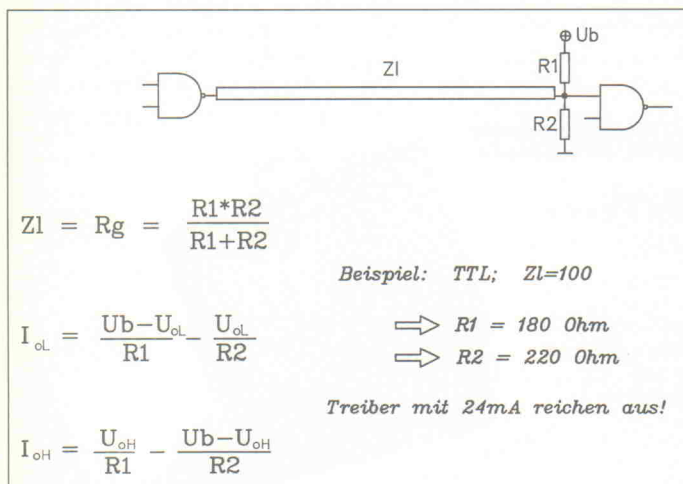


Tastköpfe DC-250 MHz DM 59,—

FARNELL L30E Netzteil  
0 — 30 V / 0 — 5 A DM 198,—

Weitere Angebote sowie Meßzubehör  
finden Sie in unserem Katalog.  
Kostenlos anfordern.

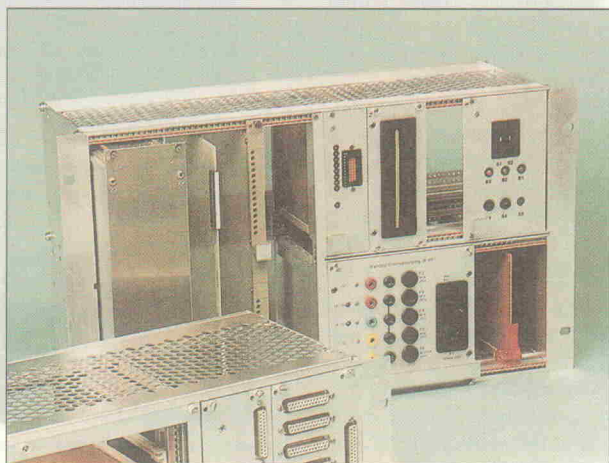
**HTB ELEKTRONIK**  
Alter Apeler Weg 5  
2858 Schiffdorf  
Tel.: 0 47 06/70 44 · Fax: 70 49



**Bild 8.** Die Thevenin-Terminierung schließt Gatterausgänge korrekt mit ihrem Wellenwiderstand ab, vermeidet aber die hohe Strombelastung eines einzelnen Abschlußwiderstands gegen Masse.



# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



**Gegen die Ausbildungslücke zwischen herkömmlicher Digitaltechnik und Mikrocomputer:**

## ‘Übungen zur Mikrocomputertechnik’

Die Feltron Elektronik-Zeissler, dem Elektroniker eher als Gehäusehersteller bekannt, liefert auch Ausbildungs- und Prüfungsmaterialien für die industriellen elektrotechnischen Berufe. Zusammen mit dem Beuth Verlag hat Feltron jetzt ‘Hardware-Baugruppen für Übungen zur Mikrocomputertechnik’ mit umfangreichem Begleitmaterial herausgebracht. Die Übungsreihe soll ‘die Lücke zwischen der herkömmlichen Digitaltechnikausbildung und einer speziellen Mikrocomputerschulung schließen.’

Sowohl diese Übungsreihe als auch alle anderen Materialien für die Ausbildung und die Zwischen- und Abschlußprüfungen sind auf die neuen Ausbildungsverordnungen zugeschnitten, und zwar für die folgende Berufe: Elektromaschinenmonteur, Energieelektroniker (Anlagentechnik, Betriebstechnik), Industrieelektroniker (Produktionstechnik, Gerätetechnik) und Kommunikationselektroniker (Informationstechnik, Telekommunikationstechnik, Funktechnik). Die Bauteilsätze und die schriftlichen Unterlagen für die Übungsreihen sind vom Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin (bibb) gemeinsam mit vielen Firmen der Elektronikindustrie entwickelt und umfangreich erprobt worden.

Die von Feltron lieferbaren bibb-Ausbildungsmittel gliedern sich in

- Stromversorgungsschaltungen
- Analogschaltungen
- Grundlagen der Regelungstechnik
- Digitalschaltungen
- Grundlagen der Digitaltechnik
- Schaltungen der Energieelektronik
- Baugruppensystem ‘Digitales Messen’
- Baugruppensystem ‘Digitale Steuerungstechnik’
- Baugruppensystem ‘Energieelektronik’
- Baugruppensystem ‘Funkempfangstechnik’

In diese Reihe fallen auch die erwähnten ‘Hardware-Baugruppen für Übungen zur Mikrocomputertechnik’, die als kompletter Satz einschließlich der Platinen DM 515,20 kosten, zuzüglich 3,5 % Verpackung, Porto und MwSt. Vom Beuth Verlag sind dazu neben dem Übungsheft unter anderem ein

‘Ausbilderteil’, ein Buch ‘Einführung in die Mikrocomputertechnik’ und ein knapp 20minütiges Video ‘So arbeitet ein Mikrocomputer’ (VHS oder U-matic, jeweils DM 170,-) erhältlich.

Der aktuelle Katalog mit Hinweisen auf weitere Feltron-Produkte, zum Beispiel den Fachbuch-Katalog ‘Buch Disk’, eine Diskette für Literaturrecherchen mit über 11 000 Titeln (Schutzgebühr DM 17,50), kann kostenlos angefordert werden.

Feltron Elektronik - Zeissler  
Postfach 1263  
W-5210 Troisdorf 1  
Tel.: 0 22 41/48 67-0  
Fax: 0 22 41/40 42 41

## Firmenseminare

### Fuzzy Logic

Die Inform GmbH, Aachen bietet ein eintägiges Seminar und einen zweitägigen Workshop an:

Eintägiges Seminar:

– Grundlagen der Fuzzy Set Theorie – Anwendungsgebiete Fuzzy Logic, Fuzzy Expertensysteme und Fuzzy Datenanalyse – Praktische Anwendung und Potentiale der Fuzzy Logic Control – Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Fuzzy-Systeme – Abschlußdiskussion mit allen Referenten

Workshop:

– Fuzzy Logic ‘Know-how’-Labor – Einführung in die Fuzzy-Werkbank – Steuerung einer Laufkatze am Realmodell – Precompiler-basierte Entwicklung einer Kesselregelung in Gruppen – Regelung dynamischer Systeme am Beispiel (Gruppenarbeit) – Optimierung von Fuzzy-Reglern – Online-Entwicklung am Beispiel eines

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training

## Elektronik wird transparent...

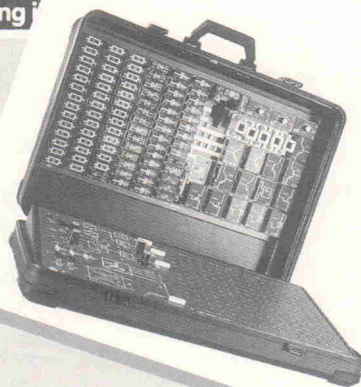
...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik** · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik. Wir informieren Sie gern näher.



**SystemTechnik**

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 1017 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 02 01-4 27 77, Fax 02 01-41 06 83



Wir sehen uns zur INTERKAMA '92, Düsseldorf, 05. bis 10. Oktober 1992, Halle 9, Stand 9 G 83



## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Das  
**Haus der Technik e.V.**  
Hollestr. 1  
W-4300 Essen 1  
veranstaltet folgende Seminare:

21. - 24. 09. 92  
Sem.-Nr.: S-10-716-074-2  
**Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 1890,-  
Nichtmitglieder: DM 1980,-

21. - 24. 09. 92  
Sem.-Nr.: S-10-717-075-2  
**EMV-gerechtes Gerätedesign**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 1890,-  
Nichtmitglieder: DM 1970,-  
Ort: Jülich

28. 09. 92  
Sem.-Nr.: S-10-721-075-2  
**Fuzzy Logic**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 640,-  
Nichtmitglieder: DM 675,-

28. 09. + 29. 09. 92  
Sem.-Nr.: F-10-730-012-2  
**Meßdatenerfassung und -verarbeitung mit dem PC**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 860,-  
Nichtmitglieder: DM 890,-

28. 09. + 29. 09. 92  
Sem.-Nr.: S-10-722-075-2  
**Optische Übertragungstechnik**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 980,-  
Nichtmitglieder: DM 1040,-

Das  
**OTTI-Technologie-Kolleg**  
D.-Martin-Luther-Str. 10  
W-8400 Regensburg  
gibt folgende Veranstaltungen bekannt:

**Finite-Element-Methode für Anwender**  
23. 09. - 25. 09. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 1390,-  
Nichtmitglieder: DM 1490,-

**Regensburger Solartage**  
17. 09. + 18. 09. 92  
Teilnahmegebühr  
(beide Tage):  
Mitglieder: DM 400,-  
Nichtmitglieder: DM 490,-  
Nur Photovoltaik 17. 09.:  
Mitglieder: DM 230,-  
Nichtmitglieder DM 280,-

**Elektromagnetische Verträglichkeit I**  
22. - 24. 09. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 850,-  
Nichtmitglieder: DM 950,-

**Getaktete Stromversorgungen**  
28. 09. + 29. 09. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 780,-  
Nichtmitglieder: DM 880,-

**Nutzung von Fachinformationsdatenbanken**  
28. 09. - 02. 10. 92  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 1853,-  
Nichtmitglieder: DM 1950,-

Die  
**Technische Akademie Esslingen**  
Postfach 1269  
W-7302 Ostfildern  
bietet folgende Seminare an:

16. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15604/98.271  
**CAD-unterstützte technische Dokumentation in der Elektrotechnik/Elektronik**  
Teilnahmegebühr: DM 400,-

16. - 18. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15609.1/73.387  
**Entwurf aktiver RC-Filter, Teil I + II**  
Teilnahmegebühr: sfr 945,-  
Ort: Sarnen

16. - 18. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15610/73.359  
**Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik**  
Teilnahmegebühr: sfr 806,-  
Ort: Sarnen

17. + 18. 09. 92  
Sem.-Nr.: 15619/98.313  
**Serielle Kommunikation im unteren Feldbusbereich**  
Teilnahmegebühr: DM 750,-

semiaktiven Fahrwerks (Gruppenarbeit)

Seminartermine (in München):  
08. 09. 92 und 09. 11. 92

Workshoptermine (alle in Aachen):

31. 08. + 01. 09. 92  
21. + 22. 09. 92  
19. + 20. 10. 92  
23. + 24. 11. 92  
07. + 08. 12. 92

Die Gruppenarbeit erfolgt in Zweiergruppen, die Online-Entwicklung (an jeweils zwei Rechnern) in Vierergruppen. Gelegenheit zu Diskussionen und Einzelgesprächen mit den Referenten ist bei allen Veranstaltungen gegeben. Der Teilnehmerbeitrag von DM 640,- für das eintägige Seminar beziehungsweise von DM 1420,- für den zweitägigen Workshop (jeweils zzgl. MwSt.) schließt ausführliche Seminarunterlagen, Softwaremanuals (Workshop) sowie Mittagessen und Getränke ein.

Inform GmbH Aachen  
Abt. Fuzzy-Schulungen  
Pascalstr. 23  
D-5100 Aachen  
Tel.: 0 24 08/94 56-1 80  
Fax: 0 24 08/60 90

## Elektro-Smog

EMVU – ElektroMagnetische Verträglichkeit Umwelt. Zu diesem Thema findet vom 22. bis 24. September in Köln ein Fachkongress statt. Die drei neuen Mobilfunknetze D1, D2 und E1 und neue private Programmsender haben eine lawinenartige Zunahme von Funksendeanlagen zur Folge. Die Betreiber der Anlagen – Telekom, Sendeanstalten sowie Betreiber im Mobilfunk, Richtfunk und Bündelfunk – sehen sich einer wachsenden Besorgnis der Bevölkerung vor dem Elektro-Smog gegenüber.

Der dreitägige Fiba-Kongress geht umfassend auf das Problem der elektromagnetischen Strahlenbelastung für die Umwelt ein und läßt alle Beteiligten zu Wort kommen: Netzbetreiber, Bürgerinitiativen, Lizenzgeber, Hersteller, Mediziner, Juristen, Forscher. Die Tageskarte kostet DM 900,-, der Gesamtkongress DM 2400,-

Fiba – Internationale Kongresse und Seminare  
Athosstraße 18  
W-8000 München 90  
Tel.: 0 89/6 42 30 36  
Fax: 0 89/64 50 13

# MEL-Sport



**Neue Dimensionen**  
in der mobilen  
**Meßdatenerfassung**

**Konfiguration und Datenspeicherung über wechselbare Memory Cards**

- ☐ Speicherkapazität 128 KB bis 2 MB
- ☐ 16 analoge Eingänge mit 12 Bit
- ☐ Abtastrate bis 10 kHz
- ☐ Aufsteckplatinen zur Signalanpassung
- ☐ Komfortable PC-Utility
- ☐ extrem klein und leicht
- ☐ netzunabhängiger Betrieb

**Noch im Programm**

- ☐ Memory-Card Drives
- ☐ Interfaces für EPSON Hand-Helds
- ☐ Meßgeräte für Automotive-Applikation



Monkestraße 58, D-7024 Filderstadt  
Tel. 0 711/77 30 71-73, Fax 0 711/77 66 66





6. Kongreßmesse  
für industrielle  
Meßtechnik

07.-09. September 1992  
Rhein-Main-Hallen  
Wiesbaden

## Die Messe für die Meßtechnik

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

## Die Ausstellung

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

## Der Kongreß

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

## Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller wieder Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben.

**Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (05033) 7057.**

Bitte senden an:



Wilhelm-Suhr-Straße 14  
D-3055 Hagenburg



Ich bin interessiert als: ☐ Kongreßteilnehmer  
☐ Ausstellungsbesucher  
☐ Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Unterlagen zu.

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

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

Adresse \_\_\_\_\_

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

## Lehrgänge, Kurse, Seminare

18. + 19. 09. 92

Sem.-Nr.: 15625/99.037

**Technical English**

Teilnahmegebühr: DM 915,-

21.-23. 09. 92

Sem.-Nr. 15641/44.139

**Messung geometrischer**

**Größen mit optoelektronischen Verfahren**

Teilnahmegebühr: DM 395,-

23. 09. 92

Sem.-Nr.: 15650/98.326

**Elektromagnetische Schirmung**

Teilnahmegebühr: DM 400,-

23. - 25. 09. 92

Sem.-Nr.: 15657/73.360

**Netzwerk-Analyseprogramm SPICE**

Teilnahmegebühr: DM 767,-

23. - 25. 09. 92

Sem.-Nr.: 15658/73.322

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**

Teilnahmegebühr: DM 769,-

30. 09. - 02. 10. 92

Sem.-Nr.: 15705/71.320

**Personen- und Sachschutz vor ungewollten Wirkungen der Elektrizität**

Teilnahmegebühr: DM 768,-

30. 09. - 02. 10. 92

Sem.-Nr.: 15706/70.165

**Einführung in die Elektronik**

Teilnahmegebühr: DM 725,-

30. 09. - 02. 10. 92

Sem.-Nr.: 15712/43.139

**Selbstbau IEC-Bus-gesteuerter Meßplätze**

Teilnahmegebühr: DM 730,-

30. 09. - 02. 10. 92

Sem.-Nr.: 15713/71.339

**Herstellung komplexer Leiterplatten**

Teilnahmegebühr: DM 770,-

30. 09. - 02. 10. 92

Sem.-Nr.: 15717/41.336

**Meßtechnik am Kraftfahrzeug – mobil und stationär**

Teilnahmegebühr: DM 775,-

07. - 09. 10. 92

Sem.-Nr.: 15768/71.305

**Operationsverstärker**

Teilnahmegebühr: sfr 835,-

Ort: Sarnen

08. + 09. 10. 92

Sem.-Nr.: 15776/29.206

**Anwendungssichere technische Dokumentation**

Teilnahmegebühr: DM 750,-

13. + 14. 10. 92

Sem.-Nr.: 15810/74.213

**Feldbussysteme**

Teilnahmegebühr: DM 630,-

14. - 16. 10. 92

Sem.-Nr.: 15822/73.323

**Nachrichtenübertragung mit Lichtwellenleitern (LWL)**

Teilnahmegebühr: DM 767,-

Die

**Technische Akademie Wuppertal e.V.**

Hubertusallee

W-5600 Wuppertal

veranstaltet folgende Seminare:

21. - 22. 09. 92

Sem.-Nr.: 511245282

**Der IEC-Bus**

Teilnahmegebühr: DM 760,-

23. - 25. 09. 92

Sem.-Nr.: 511255272

**Meßtechnik-Praktikum mit PC**

Teilnahmegebühr: DM 1140,-

24. - 25. 09. 92

Sem.-Nr.: 011545322

**Nutzungsmöglichkeiten der Sonnenenergie**

Teilnahmegebühr: DM 595,-

Ort: Freiburg

28. - 30. 09. 92

Sem.-Nr.: 811255282

**Meßdatenerfassung mit dem Personalcomputer**

Teilnahmegebühr: DM 925,-

Ort: Nürnberg

30. 09. - 01. 10. 92

Sem.-Nr.: 811255432

**Messen, Steuern, Regeln und Simulieren mit dem PC**

Teilnahmegebühr: DM 755,-

Ort: Nürnberg

30. 09. 92

Sem.-Nr.: 811245102

**Elektromagnetische Schirmung**

Teilnahmegebühr: DM 380,-

Ort: Nürnberg

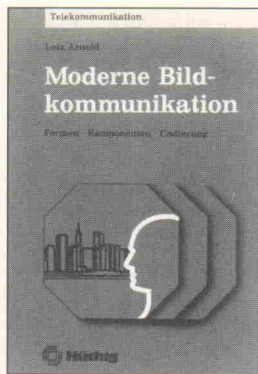
14. 10. 92

Sem.-Nr.: 511215322

**CAE in der Elektrotechnik**

Teilnahmegebühr: DM 360,-

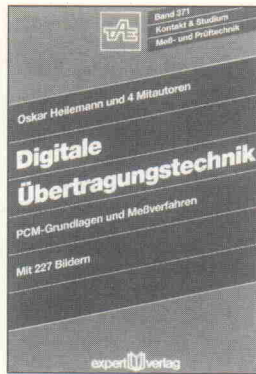




## Moderne Bildkommunikation

Unter dem Begriff der Bildkommunikation werden in diesem Buch die Prozesse der Aufnahme, Übertragung, Speicherung, Verarbeitung und Wiedergabe von Bildern zusammengefaßt. Es gliedert sich in drei Hauptabschnitte. Neben der derzeitigen und künftigen Bedeutung des Mediums Bild an sich werden die verschiedenen Bildkommunikationsdienste und -formen sowie ihre technischen Grundlagen erläutert. Das Spektrum reicht von den einzelnen Entwicklungslinien des Fernsehens – digitales Fernsehen, MAC, HDTV – über das Bildtelefon, die Faksimiletechnik bis hin zu vielen neuen Erscheinungsformen und Einsatzmöglichkeiten. Als Kernproblem aller digitalen Formen der Bildkommunikation wird auch die Kodierung der Bilddaten behandelt, mit der moderne Bilddienste, wie das Bildtelefon, überhaupt erst möglich sind. Das Buch richtet sich sowohl an Ingenieure der Nachrichtentechnik, als auch an Studenten und Anwender. HD

Lutz Arnold  
Moderne  
Bildkommunikation  
Heidelberg 1992  
Hüthig Verlag  
257 Seiten  
DM 79,-  
ISBN 3-7785-2017-2



## Digitale Übertragungstechnik

Die schnellen technologischen Fortschritte der jüngsten Zeit, besonders auf dem Gebiet der Mikroelektronik, haben neue Wege in der Nachrichtentechnik ermöglicht. In diesem Themenband der Lehr- und Fachbuchreihe 'Kontakt & Studium' des Expert Verlages werden Kenntnisse über das Verfahren der Pulsmodulation und über die Systemtechnik vermittelt. Einen Schwerpunkt bilden die Leitungsausrüstung für die Übertragung von Digitalsignalen und die entsprechenden Richtfunktssysteme. In drei Kapiteln wird ausführlich die notwendige Meßtechnik behandelt, von den Meßaufgaben an Multiplexeinrichtungen und digitalen Übertragungsstrecken bis hin zur Jittermeßtechnik, der ein eigenes Kapitel gewidmet wurde. Das Buch eignet sich für ein effektives Selbststudium. Obwohl die Herausgeber meinen, daß es auch als Nachschlagewerk wertvolle Dienste leisten kann, bleibt festzustellen, daß das Sachregister mit zwei Seiten etwas mager ausgefallen ist. HD

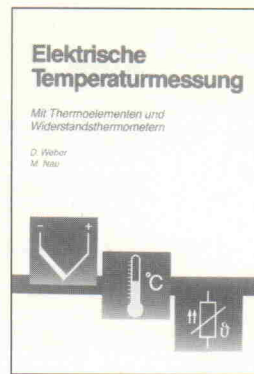
Oskar Heilemann  
Digitale  
Übertragungstechnik  
Lehningen 1992  
Expert Verlag  
261 Seiten  
DM 79,-  
ISBN 3-8169-0768-7



## Lichtwellenleiter-Praxis

Von einem Praktiker für Praktiker geschrieben, denen Integralgleichungen ein Greuel sind, die sich aber beruflich mit dem Thema Lichtwellenleiter befassen wollen, so beschreibt der Autor seine Absicht mit diesem neuen Band in der Praxisbuch-Reihe des Franzis-Verlages. Es vermittelt die wichtigsten Grundlagen für den Umgang mit den Komponenten und Systemen der Lichtwellenleitertechnik. Sehr ausführlich wird auf die Auswahl und Handhabung von LWL-Kabeln und das Montieren von LWL-Steckern eingegangen. Dabei kommen auch die verschiedenen Spleißmethoden und das Vermessen der LWL-Stecker nicht zu kurz. 339 Abbildungen und 11 Tabellen vermitteln dem Leser einen guten Überblick. Hervorzuheben ist der umfassende Anhang mit einer Übersicht aller gängigen LWL-Steckverbindungen mit Foto, schematischer Darstellung und technischen Daten. Ein Lexikon am Ende des Buches gibt Auskunft über die wichtigsten gebräuchlichen Fachbegriffe in Deutsch und Englisch. HD

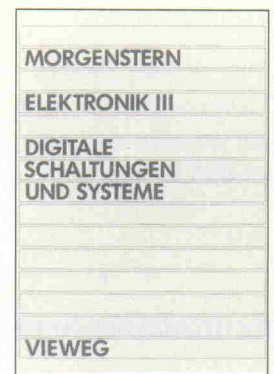
Hans-Peter Hubmann  
Lichtwellenleiter-Praxis  
München 1992  
Franzis-Verlag  
187 Seiten  
DM 49,-  
ISBN 3-7723-5922-1



## Elektrische Temperaturmessung

Elektrische Temperatursensoren sind aus der heutigen Automatisierungs-, Fertigungs- und Konsumtechnik nicht mehr wegzudenken. Deshalb ist es für den Anwender und Entwickler um so wichtiger geworden, aus der Vielzahl der angebotenen Sensoren den für seinen Anwendungsfall geeigneten herauszufinden. Die Firmendokumentation von Jumo führt in die Grundlagen der Temperatursensoren ein und bietet einen guten Überblick über die verschiedenen Arten von Thermoelementen. In mehreren Kapiteln werden die Normung, der elektrische Anschluß, die Toleranz und die Bauformen beschrieben. Die Autoren gehen dabei auch auf die unterschiedlichen Armaturen für elektrische Thermometer und ihre Klassifizierung nach DIN ein. Ebenfalls werden Kalibrierung und Eichung beschrieben. Ein ausführlicher Tabellen- und Diagrammenreihen nach DIN und IEC macht das Buch zu einem wertvollen Leitfad, sowohl für den erfahrenen Praktiker als auch für den Neuling auf dem Gebiet der elektrischen Temperaturmessung. HD

Dieter Weber  
Matthias Nau  
Elektrische  
Temperaturmessung  
Fulda 1991  
M. K. Juchheim  
Schutzgebühr DM 5,-



## Elektronik III

Jetzt liegt auch der dritte und letzte Band der Buchreihe Elektronik des Vieweg-Verlages vor. Der Autor geht insbesondere auf digitale Schaltungen und Systeme ein und wendet sich an Studierende der Nachrichtentechnik und der Technischen Informatik. Eine Auswahl wichtiger digitaler Schaltungen führt in die digitale Schaltungstechnik ein. Dabei werden unter anderem Grenzwerte und das dynamische Verhalten von Schaltnetzen und Schaltungen beschrieben. Die diskrete Signalverarbeitung wird am Beispiel von Analog/Digital-Umsetzern, Digital/Analog-Umsetzern und Abtast-Halte-Gliedern dargestellt. Zwei Kapitel über digitale Filter und programmierbare logische Schaltungen ergänzen die Übersicht über wichtige digitale Schaltungsvarianten. Grundlagen digitaler Rechenautomaten und ein umfassendes Kapitel über Mikrocomputer runden das Buch ab. In diesem Abschnitt wurde mit Bedacht ein einfacher 8-Bit-Mikroprozessor gewählt, der im Aufbau und in der Wirkungsweise relativ einfach und übersichtlich ist, da sich anhand dieses Beispiels die Problemstellungen leicht erfassen lassen. HD

Bodo Morgenstern  
Elektronik III  
Braunschweig/  
Wiesbaden 1992  
Verlag Vieweg  
393 Seiten  
DM 48,-  
ISBN 3-528-03366-5



## 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

## TELEFAX Direkt-Kontakt

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

### 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.

## ELRAD Direkt-Kontakt

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

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

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

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

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

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

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

**JETZT KANN JEDER SICH  
SPITZENKLASSE LEISTEN!**

**ULTIMATE** Motherboard 80486/25  
8K cache, 4 Mb RAM

**825.-**

inkl. MwSt./  
Versand

486/33 mit 256K Cache 4Mb RAM, 0-Wait State  
DM 1395,- inkl. MwSt./Versand

486/50 mit 256K Cache 4Mb RAM, mit ICECAP  
DM 1995,- inkl. MwSt./Versand

## VOM KONZEPT ZUR PLATINE IN EINEM TAG

### ULTICAP

**SCHEMATIC CAPTURE**  
4500+ Bibliothekssymbole: IEEE und IEC

**Echtzeit Design-Regeln-Test**  
verhindert logische Fehler

**Einzigartige Auto-Wire-**  
Funktion, Snap-to-Pin und  
Auto-Junction-Funktion  
sparen viel Zeit

Backannotation: (Pin-/Gatter-  
tausch, Komponenten-"Renum-  
bering") von PCB-CAD, DXF  
und frei definierbare Netzlisten

Voll funktionsfähiges Evaluation  
System inkl. Handbücher  
und technischem Support  
**DM 295.-** inkl. MwSt und Versand

Challenges Evaluation System bietet  
alle ULTICAP und ULTIBOARD Features  
Details siehe Rückseite

### ULTIBOARD

**COMPUTER AIDED PCB DESIGN**

**Echtzeit Platzierungshilfen wie:**  
Platzierungsvektoren, Histogramme,  
Direct Reconnect garantieren optimale  
Komponentenplatzierung

**Einzigartiger Echtzeit  
Design Regeln Test**  
verhindert Kurzschlüsse  
und Abstandsverletzungen  
Trace-Shoving schiebt Lei-  
terbahngruppen zur Seite  
Autorouting von Netzen/  
Komponenten/Fenster  
Auto Polygon-fill & update

Ausgabe auf  
Foto/Pen-Plotter  
(Laser-) Printer

The European quality alternative  
**ULTIBOARD = PRODUKTIVITÄT**



## 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

Firma  
Straße/Postfach  
PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

## 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

Firma  
Straße/Postfach  
PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

\_\_\_\_\_ 199\_\_

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

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters

## BESTELLKARTE

Hiermit bestelle(n) ich/wir:

<b>ULTIMATE</b>	Motherboard 486/25 4Mb RAM, 8K cache	825,-
	Motherboard 486/33 4Mb RAM, 256K cache	1395,-
	Motherboard 486/50 4Mb RAM, 256K cache	1995,-
<b>ULTIMATE</b>	Personal Workstation 486/50/DX	5350,-
	486/50 4Mb RAM 256K cache (Siehe oben); Western Digital 125 Mb cached Hard disk < 14 ms, 3.5" & 5.25" Floppydrives; 14" Monitor (Hohe Qualität) 1024 x 768 non-interlaced; ET-4000 Video (Option: G2000 Windows S3-accelerator) 2 serial/1 parallel Port; Logitech serial mouse; MS/DOS 5.0 & WINDOWS 3.1 (original Microsoft Handbücher)	
<b>ULTIMATE</b>	Personal Workstation 486/33/DX	4750,-
	Personal Workstation 486/25/SX	4180,-
<b>ULTIMATE</b>	G-2000 Graphics Engine	690,-
	17" flatscreen Farbmonitor MF 8317	2695,-

Firma: \_\_\_\_\_  
Name: \_\_\_\_\_  
Strasse: \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort: \_\_\_\_\_  
Tel: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Bitte senden an: **ULTIMATE Technology GmbH** • Carl-Strehl-Str. 6, 3550 Marburg  
Tel. (06421) 25080 • Fax (06421) 21945 • Das Porto zahlen wir für Sie  
**Alle Preise verstehen sich in DM. INKLUSIVE 14% Mehrwert Steuer und Versandkosten.**

Bitte wählen Sie Ihr Gehäuse,  
Desktop ..... Low profile (flach) ..... Mini-Tower

Personal Workstation OPTIONEN (nur als Aufpreis)

<b>ULTIMATE</b>	G-2000 (statt ET-4000)	500,-
<b>ULTIMATE</b>	17" (statt 14") Farbmonitor	1500,-
	125 Mb Colorado tape streamer	500,-
	8Mb (statt 4 Mb) DRAM + 210Mb Hard disk	1000,-

**ULTIMATE** PCB-Design & Schematic  
Capture Evaluation-System (Alle Features! ;  
inkl. Handbücher; Kapazität 350 Pins)

**intel inside**  
12 Monate Garantie. Unlimitierter technischer Support von einem in 1973 gegründeten multinationalen europäischen Unternehmen. Lokale Abgaben (nicht ECU) und/oder Verkaufssteuern müssen hinzugerechnet werden. ULTBอร์ด, ULTIcap und ULTIMate sind (eingetragene) Warenzeichen von ULTIMate Technology BV/Ltd(GmbH/Corp. Das Intel Inside logo ist ein eingetragenes Warenzeichen der Intel Corporation. Alle Warenzeichen sind den jeweils genannten Firmen.

Wie möchten Sie Bezahlen:

- ☐ per Nachnahme (+ DM 7,50)  
☐ Überwiesen auf Dresdner Bank  
Echterdingen BLZ 60080000, Konto 33 222 7000  
☐ Rechnung: 30 Tage Netto (für qualifizierte Firmen)  
☐ American Express ☐ Eurocard/MC ☐ VISA  
Nr.: \_\_\_\_\_  
Gültig bis: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_



**Personal Workstation 486-50**  
Qualität ohne Kompromisse Die schnellste CPU,  
Harddisk und Video (Details siehe Bestellkarte)

**5350,-** inkl. MwSt./  
Versand

**ULTIMATE Technology GmbH.**  
Carl-Strehl-Str. 6, 3550 Marburg  
Tel. (06421) 25080, Fax (06421) 21945



ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

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.

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Abgesandt am \_\_\_\_\_ 199\_\_

Bemerkungen \_\_\_\_\_

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

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorkzahlung

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

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 kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40) 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) \_\_\_\_\_

☐ Gegen Rechnung \_\_\_\_\_

Konto-Nr. \_\_\_\_\_ Geldinstitut: \_\_\_\_\_

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

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

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

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

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

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

DM \_\_\_\_\_

4,25 ( 7,10) \_\_\_\_\_

8,50 (14,20) \_\_\_\_\_

12,75 (21,30) \_\_\_\_\_

17,— (28,40) \_\_\_\_\_

21,25 (35,50) \_\_\_\_\_

25,50 (42,60) \_\_\_\_\_

29,75 (49,70) \_\_\_\_\_

34,— (56,80) \_\_\_\_\_

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



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

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab. ☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.

Konto-Nr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

☐ Scheck liegt bei.

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



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

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

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft 199

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

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

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

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

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

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

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

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

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

### eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

1991

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

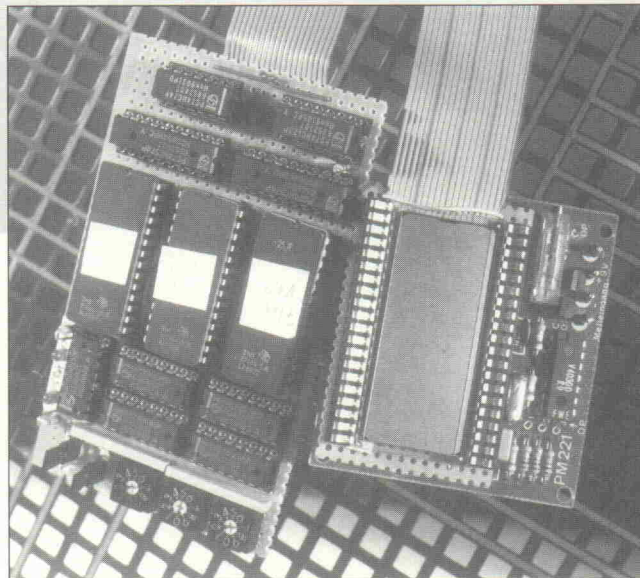


# Schalt-Interface für Digitalvoltmeter

## ICL 71x6-DVMs schalten Netzspannung

Gregor Kleine

Digitale Panelmeter mit dem Intersil-IC ICL 7106 haben als Low-Cost-Anzeigen weite Verbreitung gefunden. Ein prinzipieller Nachteil dieser Familie besteht aber darin, daß die Anzeigen nicht schnittstellenfähig sind – sie zeigen den gemessenen Wert und sonst nichts. Häufig ist es aber nötig, abhängig vom Meßwert Schaltvorgänge auszulösen. Dieser Schaltungsvorschlag zeigt eine Erweiterungsschaltung, die ein einfaches Nachrüsten vorhandener Panelmeter gestattet.



**D**iese Schaltung dient dazu, abhängig vom Anzeigewert eines beliebigen Meßgerätes mit den weit verbreiteten Digital-Voltmeter-ICs ICL 7106, ICL 7116, ICL 7126 oder ICL 7136 die Netzspannung zu schalten. Dabei wird der Schwellwert mit BCD-Kodierschaltern eingestellt. Es stehen zwei Steckdosen zur Verfügung, von denen die eine beim Überschreiten der Schwelle ein-, die andere jedoch ausgeschaltet wird.

### Zwischengeschaltet

Die Erweiterung wird an die LCD-Anzeige des ICL 71x6-Meßgerätes angeschlossen. Damit brauchen keine Eingriffe in den Analogteil des jeweiligen Meßgerätes vorgenommen zu werden. Die Latches IC1...IC3 speichern den Zustand bestimmter Segmentausgänge, wobei IC12a dafür sorgt, daß dies etwa jeweils 5 ms nach der abfallenden Flanke des Backplane-Rechtecksignals geschieht. An den Ausgängen der Latches liegen damit die entsprechenden Bits dauerhaft vor, wobei auch das

Vorzeichen mit ausgewertet wird. Zur Umsetzung in BCD-Zahlen werden entsprechend programmierte EPROMs (IC4a, IC5a, IC6a) verwendet, da ein Vergleich zwischen Anzeigewert und Schwellenwert nur auf BCD-Ebene erfolgen kann.

Die Ausgänge D0...D4 der EPROMs gehen auf die 4-Bit-Vergleicher IC7...IC10, wobei der Vergleichswert mit den BCD-Kodierschaltern S1...S5 eingestellt wird. Da sich die Größer- und Kleinerbeziehungen bei negativem Vorzeichen umkehren ( $5 > 2$ , aber  $-5 < -2$ ), sorgt ein Multiplexer (IC11) für eine Vertauschung der Vergleicherausgänge, falls Anzeige und Schwelle negativ sind. Falls einer der beiden Werte negativ und der andere positiv ist, wird auf fest verdrahtete Eingänge umgeschaltet, da der Vergleich beider Beträge zu falschen Ergebnissen führen kann (z. B.  $-7 < 3$ ). Die Ausgänge des Multiplexers steuern einen Relais-treiber (T1) und zwei Leuchtdioden (D2, D3), die anzeigen, welche der beiden Steckdosen eingeschaltet ist.

Als Netzteil, das auch das ICL 71x6-Meßgerät mit versorgt, wird eine Applikation mit je einem positiven und einem negativen 5-V-Festspannungsregler eingesetzt. Dabei ist zu beachten, daß die 71x6-DVM-Schaltung nicht mit Masse sondern nur mit +5V und mit -5V verbunden werden darf! Dies ist deshalb notwendig, weil die LCD-Anzeige mit Rechtecksignalen angesteuert wird, die sich auf die positive Versorgungsspannung des ICL 71x6 beziehen.

### Hinweise zur Dimensionierung

Je nach Anwendungsfall muß das Relais so dimensioniert werden, daß es die vorkommenden Leistungen verarbeiten kann. Falls

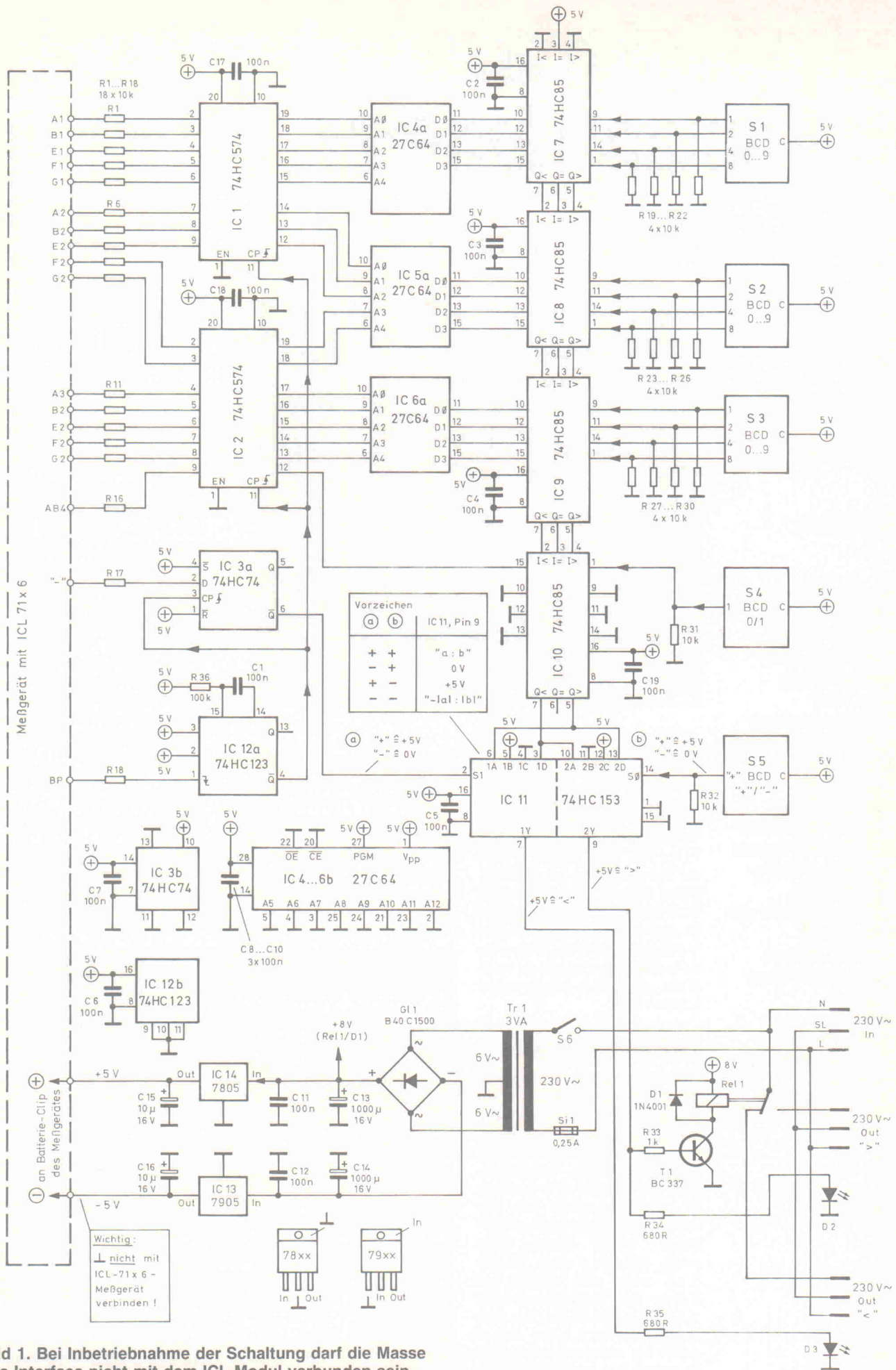
### EPROM-Inhalt

Ziffer	7-Segment g f e b a	EPROM-Adresse (hex)	EPROM-Daten D3 D2 D1 D0	hex
0	0 1 1 1 1	000F	0 0 0 0	0
1	0 0 0 1 0	0002	0 0 0 1	1
2	1 0 1 1 1	0017	0 0 1 0	2
3	1 0 0 1 1	0013	0 0 1 1	3
4	1 1 0 1 0	001A	0 1 0 0	4
5	1 1 0 0 1	0019	0 1 0 1	5
6	1 1 1 0 1	001D	0 1 1 0	6
7	0 0 0 1 1	0003	0 1 1 1	7
8	1 1 1 1 1	001F	1 0 0 0	8
9	1 1 0 1 1	001B	1 0 0 1	9

nach Adressen geordnet (xx = beliebig, vorzugsweise FFh)

Adresse	Daten
0000h xxh xxh 01h	07h xxh xxh xxh xxh
0008h xxh xxh xxh	xxh xxh xxh xxh 00h
0010h xxh xxh xxh	03h xxh xxh xxh 02h
0018h xxh 05h 04h	09h xxh 06h xxh 08h





**Bild 1. Bei Inbetriebnahme der Schaltung darf die Masse des Interface nicht mit dem ICL-Modul verbunden sein.**



## Stückliste

### Halbleiter

B1	B40C1500, (o. ä.)
D1	1N4001
D2,3	LED, rot (o. ä.)
T1	BC337 (o. ä.)
IC1,2	74 HCT 547
IC3	74 HCT 74
IC4...6	27C64 (EPROM)
IC7...10	74 HCT 85
IC11	74 HCT 153
IC12	74 HCT 123
IC13	7905
IC14	7805

### Widerstände

R1...32	10k
R33	1k
R34,35	680R
R36	100k

### Kondensatoren

C1...12	100µF
C13,14	1000µF/16V
C15,16	10µF/16V, Tantal

### Sonstiges

Tr1	3VA, 2x6V (o. ä.)
Si	0,25A träge

### Platine

### Gehäuse

### Netzkabel

### Sicherungshalter

S1...3	BCD-Kodierschalter 0...9 z. B. CHERRY T55-102AM
S4	dto. 0/1 z. B. CHERRY T55-192AM
S5	dto. +/- z. B. CHERRY T55-94AM (dazu werden die Seitenteile CHERRY 609.0801 und 609.0799 benötigt)
S6	Netzschalter 2 Steckdosen
Re1	Hochlastrelais (siehe Text)

ein Relais mit mehr als einem Umschaltkontakt verwendet wird, können die übrigen Kontakte zum Schalten von Niederspannungsleitungen zum Beispiel auf einen Lüsterklemmblock herausgeführt werden.

## Erweiterungsmöglichkeiten

Um weitere Schaltpunkte zu bekommen, kann die Schaltung auf einfache Weise erweitert werden: Es braucht lediglich für

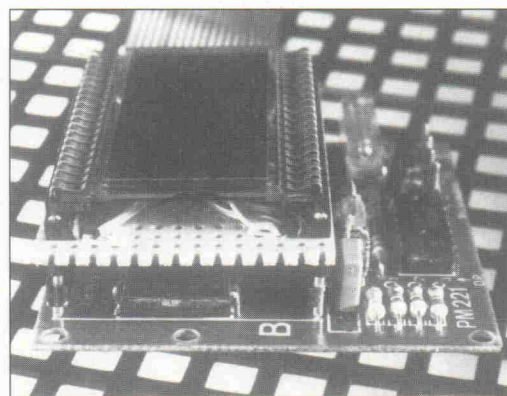
jede weitere Schaltschwelle der Schaltungsteil mit IC7...IC11 und S1...S5, sowie die Relais-Stufe neu aufgebaut zu werden. Die Eingänge werden dann einfach in der ursprünglichen Schaltung parallelgeschaltet.

## Aufbauhinweise

Falls die LCD-Anzeige des verwendeten Meßgerätes gesteckt ist, kann man eine 40polige Adapterplatine für den Anschluß eines 19poligen Flachbandkabels anfertigen. Die Verbindung nach +5V kann eventuell über einen NC-Kontakt des Displays geschlossen werden. Ein ähnli-

cher Adapter kann bei steckbarem ICL 71x6 verwendet werden. Notfalls lötet man die Leitungen an die Pins des ICL 71x6 an.

Der Schaltungsaufwand kann um ein EPROM 27C64 reduziert werden, wenn statt jeweils 5 Adreßleitungen 10 Leitungen verwendet werden. Dies bedeutet aber, daß nicht nur 10 sondern 100 Speicherzellen programmiert und vor allem getestet werden müssen. Da die Fehlerfreiheit von nur 10 Zellen einfacher sichergestellt werden kann, wurde hier ein drittes EPROM investiert.



**Bild 2.** Hier ist sehr schön die hand-verdrahtete Lochrasterplatine als Zwischensockel unter der Anzeige zu sehen.

## Das bringen

## Änderungen vorbehalten



**Heft 10/92**  
ab 17. September  
am Kiosk

## Medien-Massen

Ob Präsentation von Firmenbilanzen, Tennisgucken im Windows-Window oder die Erstellung von interaktiven Lernprogrammen – Computer und Video gibt's in immer besserer 'Mischtechnik', die den Überblick über das Angebot ständig schwieriger macht.

## Verkannter Adel

Bei Kindern ist's die Prozentrechnung, bei Programmierern die Graphentheorie: fällt das Reizwort, blockiert das Hirn. Diesen armen Menschen bleiben dann für immer die erstaunlichen Vorzüge der höchst einfachen und vor allem intuitiv anwendbaren leistungsfähigen 'Graphenpraxis' verschlossen.



**Heft 9/92**  
ab 27. August  
am Kiosk

## Optisch bis 1 Gigabyte

Vielfältig und nicht immer genormt ist das Angebot an magneto-optischen Laufwerken – 3,5"- und 5 1/4"-Medien, Speicherkapazitäten zwischen 128 MB und 1 GByte, WORM-Kompatibilität angedacht oder realisiert.

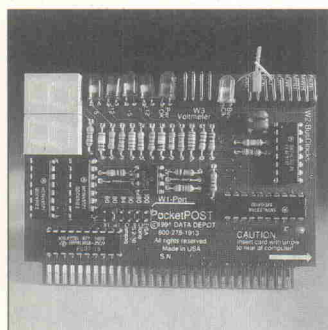
## Datenvisualisierung

Farbenfrohe Bilder auf dem Computer-Bildschirm sind keine Zukunftsvision mehr. Um Daten schneller und effektiver zu visualisieren, bieten Firmen spezielle Software für unterschiedliche Anwendungsbereiche an. Der erste Teil einer dreiteiligen Serie klärt über Grundlagen der Datenvisualisierung auf. Teil 2 und 3 werden einen Überblick über die Produktlandschaft geben.



## Desktop-Multiprocessing

Mit der SPARCstation 10 will Sun Microsystems neue Maßstäbe im Preis/Performance-Verhältnis setzen. Multiprocessing, ISDN on board und CD-ROM-fähige Audioverarbeitung sind nur einige der Features, die wir in einem ersten Test zu sehen bekamen.



## PC kaputt

Der Schrecken jedes PC-Benutzers: er schaltet den Rechner ein und es tut sich – nichts; allenfalls ertönt ein ominöses Gepiepse. Zur Diagnose solcher kranken Systeme sind inzwischen einige PC-Karten und Test-Programmpakete auf dem Markt. c't zeigt, was sie tatsächlich vermögen.

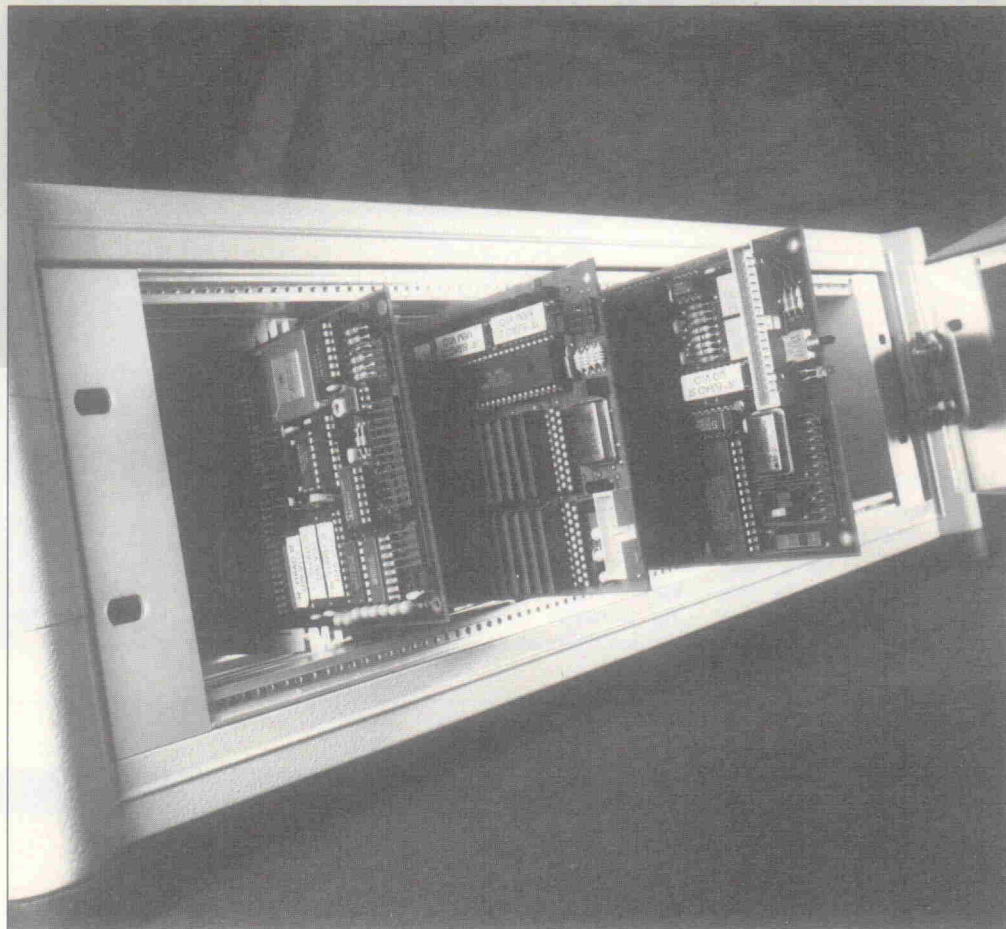


# 19-Zoll-Atari: Das Rückgrat

## Teil 4: Backplane und Aufbauhinweise

**Carsten Fabich**

Der vierte Teil des Projekts verbindet die ersten drei Karten des 19-Zoll-Atari elektrisch und mechanisch. Die Backplane bildet das Rückgrat der Schaltung und schließt damit vorerst den (Strom-)Kreis dieser Serie.



**M**it einer Standard-Backplane könnte man bei unserem Projekt nicht viel anfangen. Die auf drei Karten verteilten Bauelemente des Atari erfordern eine individuelle Verdrahtung. Die 96 Kontakte einer handelsüblichen Backplane in 1:1-Verdrahtung reichen für die große Anzahl von Signalen nicht aus. Aus diesem Grund darf man die Karten auf den ersten drei Steckplätzen nicht vertauschen. Jede Karte gehört an ihren Platz: Die CPU-Karte auf Platz eins, die RAM-Karte auf Platz zwei und die TOS-Karte auf Platz drei. Ein versehentliches Vertauschen der Steckplätze sollte daher vermieden werden.

### Platz da!

Steckplatz vier und fünf – für zukünftige Erweiterungen – sind identisch belegt. Die AB-

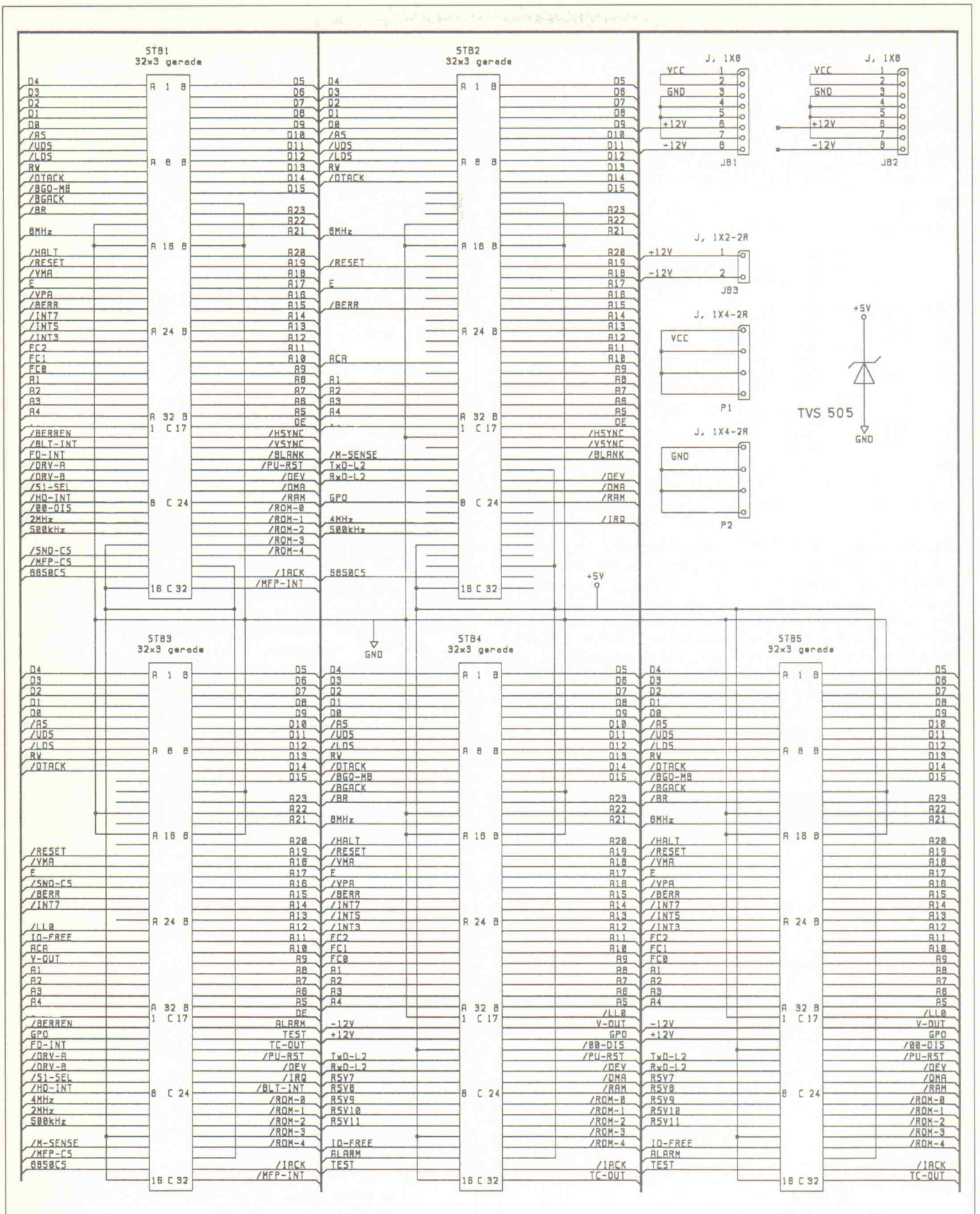
Reihe der VG-Leiste entspricht dem Mega-Bus. Sofern Karten für diesen internen Bus des Mega ST mechanisch auf der Backplane Platz finden, laufen sie auch im 19-Zoll-Atari. Auf der C-Reihe befinden sich weitere wichtige Steuerleitungen sowie Spannungen. V-OUT ist die batteriegepufferte Versorgungsspannung, die RTC und statisches RAM auf der TOS-Karte versorgt. Die mit 'RSVx' gekennzeichneten Leitungen verbinden Steckplatz 4 und 5 und sind als Reserve für künftige Projekte gedacht.

### Power in ...

JB1 und JB2 finden zur Stromversorgung zusätzlicher Hardware Verwendung. Die Belegung der ersten sechs Pins entspricht dem Steckverbinder für Hardware-Erweiterungen in

Mega-STs. An JB3 können dem Rechner zusätzlich  $\pm 12$  V zugeführt werden. Die Spannungen sind für den Betrieb des 19-Zoll-Atari nicht notwendig, wenn Disketten- oder Festplattenlaufwerke in Single-Supply-Technik zum Einsatz kommen (nur 5-V-Versorgungsspannung). Für Erweiterungen, die 12-V-Versorgung benötigen, steht diese an den Steckplätzen vier und fünf sowie den Steckern JB1 und JB2 zur Verfügung, sofern sie in JB3 eingespeist werden. Die Stromaufnahme der drei Karten beträgt bei voller Bestückung (mit 14 MByte RAM, FPU, Blitter etc.) circa 3 A. Mit einem 3,5"-Floppy-Laufwerk und einer 2,5"-Festplatte (beide in Single Supply) bestückt, dürfte ein Netzteil mit 5 V/5 A ausreichen. Im Hinblick auf künftige Erweiterungen sollte man das Netzteil nicht zu schottisch di-





mensionieren: Eine VME-Bus-Backplane und verschiedene Erweiterungskarten lassen sich im geräumigen 19"-Gehäuse ja auch unterbringen. D-S dient als Überspannungsschutzdiode und verhindert, daß gefährliche

Spannungsspitzen die teuren ICs gefährden.

### ... Power on!

Für die Inbetriebnahme empfiehlt es sich, alle optionalen

Bauelemente des Rechners (siehe auch Blockschaltbild) vorerst nicht zu bestücken. Bei voller RAM-Bestückung ist auf jeden Fall eine Kühlung angeraten. Ansonsten ist es von den thermischen Verhältnissen im

**Fast 500 Kontakte suchen Anschluß am Adreß-, Daten- und Steuerbus.**



## GAL Listing U39

```
%ID
U39

%TYP
GAL16V8

%PINS
/R0 /R1 /R2 /R3 /R4 A23 A22 A21 A20 GND
A19 A18 B1 FC /ROMCS /RAMCS /PORT /AS NC VCC

%GLEICHUNGEN

ROMCS = B1 * FC * R0 ' ROM-0 '
+ B1 * FC * R1 ' ROM-1 '
+ B1 * FC * R2 ' ROM-2 '
+ B1 * /FC * A23 * A22 * A21 * /A20 * /A19 * /A18 ' E0-E3 '
+ B1 * /FC * /A23 * /A22 * /A21 * /A20 * R2 ' 0-7 ' ;

RAMCS = AS * /B1 * /PORT * FC * R0 ' ROM-0 '
+ AS * /B1 * /PORT * FC * R1 ' ROM-1 '
+ AS * /B1 * /PORT * FC * R2 ' ROM-2 '
+ AS * /B1 * /PORT * /FC * R2 *
/A23 * /A22 * /A21 * /A20 ' 0-7 '
+ AS * /B1 * /PORT * /FC *
A23 * A22 * A21 * /A20 * /A19 * /A18 ' E0-E3 '
+ AS * B1 *
A23 * A22 * A21 * /A20 * /A19 * A18 ' E4-E7 '
+ AS * PORT * R3 ' ROM-Port '
+ AS * PORT * R4 ;

%ENDE
```

Gehäuse abhängig, ob ein Lüfter benötigt wird. Läuft der Rechner nicht an, sollten als erstes die Atari-spezifischen Bausteine (Glue, MMU, Shifter, DMA) auf korrekte Funktion überprüft werden. Am besten setzen Sie den kompletten Satz in einen funktionierenden Rechner ein. Da der ST seit 1985 auf dem Markt ist, gibt es schon ein paar Re-Designs der Custom-

chips. Geringste Unterschiede im Timing stellen die Funktion des gesamten Rechners in Frage. Die beste Lösung ist, den kompletten Chipsatz der kundenspezifischen Bausteine aus einem gebrauchten aber funktionierenden ST zu entnehmen. Ansonsten lassen Sie sich vom Lieferanten versichern, daß die Chips miteinander arbeiten.

## GAL-Listing U44

```
%ID
U44

%TYP
GAL20V8

%PINS
/AS /RST /E0 /DEV A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 GND
A7 A8 /DTACK /BERREN WDI DTEN /RAMCS /ROMCS WDI NC NC VCC

%GLEICHUNGEN

WDEN = WDI * /RST
+ DEV * A15 * /A14 * A13 * A12 * /A11 * A10 * /A9 ; '
FFB4XX '

WDI = DEV * A15 * /A14 * A13 * A12 * /A11 * A10 * A9 ; '
FFB6XX '

WDI.OE = WDI ;

DTACK.OE = DTEN ;

DTACK = AS ;

DTEN = AS * RAMCS
+ AS * ROMCS * E0
+ DEV * A15 * /A14 * A13 * A12
+ DEV * A15 * A14 * /A13 * /A12 ;

BERREN = /BERREN * DEV * A15 * /A14 * A13 * A12 * A11 ' SET=FFB8XX '
+ BERREN * /DEV ' RES=FFCXXX '
+ BERREN * /A15
+ BERREN * /A14
+ BERREN * A13
+ BERREN * A12
+ RST ;

%ENDE
```

## GAL-Listing U41

```
%ID
U41

%TYP
GAL20V8

%PINS
/UDS /LDS /VMA RW /DEV A15 A14 A13 A12 A11 A10
A7 A9 /FPCS A6 A5 /RST /RTRD /RTWR /RTCS /FPDS A8

%GLEICHUNGEN

FPCS = DEV * A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * /A10 * A9 * /A8
* /A7 * A6 * /A5 * /RST ;

FPDS = UDS * LDS * /RST ;

RTCS = DEV * A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * /A9 * /A8
* /A7 * /A6 * A5 * LDS * VMA * /RST ;

RTRD = RTCS * RW ;

RTWR = RTCS * /RW ;

%ENDE
```

Als nächstes überprüft man mit dem Oszilloskop, ob alle notwendigen Systemtakte an den ICs anliegen. Wenn Oszillatoren in Metallgehäusen auf einzelnen IC-Kontakten zum Einsatz kommen, darauf achten, daß sich Gehäuseboden und Pin nicht kurzschließen. Besser ist es, den Oszillator einzulöten oder gleich die Kunststoffausführung einzusetzen. Falls der Rechner sich durch bloßes Teilaustauschen nicht in Betrieb setzen läßt, ist jetzt präzise Kenntnis der CPU und ihres Zusammenspiels mit der Atari-Hardware gefragt. Dem 68000-Profi eröffnen sich durch Blick auf /DTACK, /AS und /HALT erste wertvolle Hinweise.

Obwohl der Aufbau unseres Projekts nur bombenfesten Hardware-Spezialisten nahegelegt wird, gibt es im Normalfall keine ernsthaften Probleme. Die ersten Serienplatten liefen im Labor nach der Bestückung auf Anhieb. In den nächsten Ausgaben der Elrad wird das Projekt weiterverfolgt. Eine Karte mit SCSI-Adapter und Tastatur-Interface ist schon in Arbeit. Diese Karte realisiert den Anschluß handelsüblicher PC-Tastaturen und SCSI-Festplattenlaufwerke. Für die Zukunft ist ein VME-Bus-Adapter geplant. Eine Brückenkarte verbindet dann den fünften Steckplatz des 19"-ST mit einer VME-Bus-Backplane.

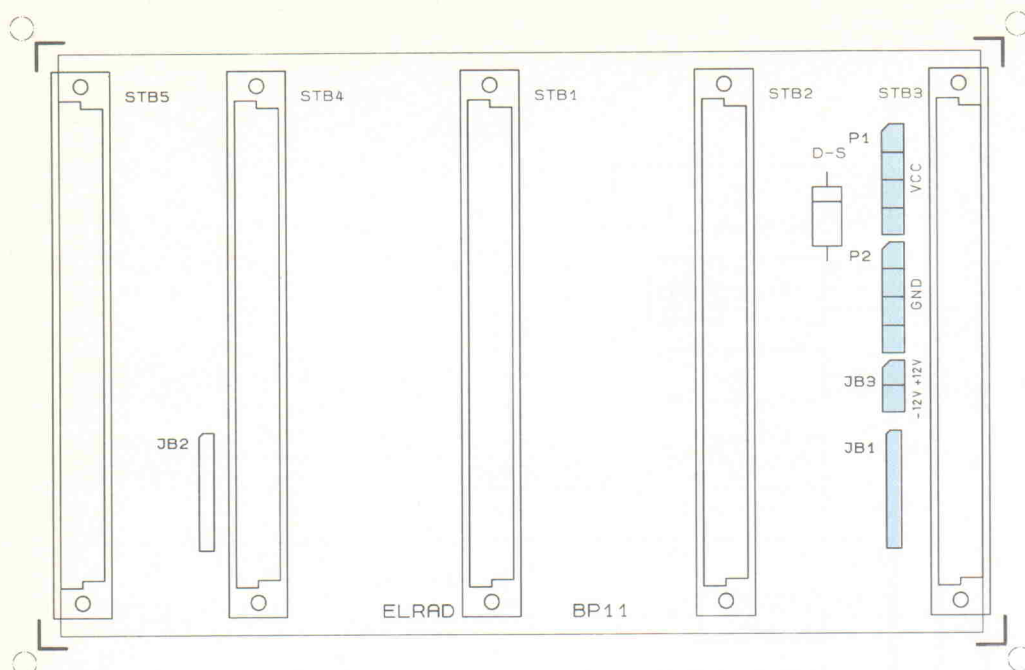
JP 28	● 1-2	U37/38 als ROM-Port
	offen	U37/38 als RAM

JP 29	● 1-2	Watch-Dog triggerbar
	offen	Watch-Dog gesperrt

## RAM-Sockel U37/U38

	64 KByte Eprom 27C512	128 KByte Eprom 27C 1001	128 KByte RAM
Jp 30	offen offen	● 1-2	● 2-3
Jp 31	offen offen	● 1-2	● 2-3
Jp 32	● 1-2	● 1-2	● 2-3





Eine Bestückung der Klemmen (blau) auf der Platinenrückseite erleichtert den Anschluß der Stromversorgung.

## Stückliste

### Backplane

STB1...STB5	VG-Federleiste Bauform C, 96polig, gerade
D-S	TVS 505 Schutzdiode
JB1,JB2	8polige Pfosten- reihe, RM 2,54
JB3	2polige Schraub- klemme, RM 5
P1,P2	4polige Schraub- klemmen, RM 5

## Nachträge

Bei einem Projekt dieser Komplexität kommt es immer wieder zu kleinen Unstimmigkeiten in Stückliste oder Schaltplan. Schwierigkeiten dieser Art fallen erst auf, wenn eine an der Entwicklung unbeteiligte Person nach den Anleitungen im Heft Serienplatinen bestückt und austestet. Hier die Ergebnisse der Testaufbauten:

### Karte 1

- U15: 16 MHz-Oszillator, DIL 14 oder DIL 8 in Metall oder Plastik
- D1: LED rot, 3 mm
- R20: 330R
- R21: 4k7
- R22: 1kO
- C1,C15: 10µF, 6,3V, Tantal
- C2..C14, C16..C18: 100nF, ker., RM1
- PLCC-Fassungen: Die zwei umlaufenden Pinreihen sind zueinander versetzt. Verwechslung mit der häufigeren Bauform (Kontakte im rechtwinkligen Raster) möglich.
- JP2 ist das 3 x 3 Jumperfeld neben U15, im Bestückungsplan mit J2,J7,J8 bezeichnet. Die Orientierung der Jumper ist im Plan um 90° verdreht. Pin 1 zeigt in Richtung ACSI-Stecker J3. Die Pinreihe für FD0 liegt nahe U15.

### Karte 2

- R47: entfällt.
- C27...C50: 100nF, ker., RM1
- Zip-Chip-Fassungen: Statt der Spezialfassungen passen je RAM auch 2 Stück 10polige SIL-Fassungen (gedrehte Kontakte).
- L14...L18: ersatzweise Stück Silberdraht mit Ferritperle. Falls U28 in Metallausführung eingesetzt wird, die Drosseln L16...L18 auf der Lötseite der Platine bestücken.
- L19: Spezialdrosseln für Tastaturschnittstelle. Ersatzweise vier einzelne Drosseln 10 µH oder Drahtbrücke.
- PLCC-Fassungen: siehe oben.

### Karte 3

- Q7: BC 558
- U37,U38: SRAM 431000, EPROM 27C512 oder 27C1001
- C78 (39 pF für den Uhrenquarz) liegt direkt unter CX1 und der Blockkondensator C86 nahe U48 (Verwechslungsgefahr).

- R83 4K7, liegt über R75 (zusätzlicher Pullup-Widerstand für die Busy-Leitung der Druckerschnittstelle).
- X1 kann liegend montiert werden. Mit Klebeband isolieren und fixieren.
- CX1 Pinabstand 5 mm
- U42: Mathecoprozessor in PGA-Ausführung (Pin Grid Array), zum Beispiel MC 68881 RC 16.
- Pin 18 von U39 (vormals A17) für eindeutige Selektierung von ROM und SRAM mit /AS verbunden.
- Pin 11 von U39 liegt auf GND.
- Pin 23 von U44 liegt auf GND.
- Pin 1 von J14 sowie JP30 bis JP32 zeigen Richtung VG-Leiste.
- J14 legt für Eigenentwicklungen das R/W-Signal der CPU auf Pin 38 des ROM-Ports. Im Normalfall steckt der Jumper aber in Position 2-3 (GND an Pin 38 des ROM-Ports).
- Pin 3 von JP31 ist R/W der CPU
- /RAM-CS wird zur Sicherung des RAM-Inhalts über CEIN/CEOUT des Watchdog an U37/U38 geführt.

## Beschaffungsprobleme?

Schon nach der Veröffentlichung der ersten Karte dieses Projekts hagelte es in der Redaktion Anfragen nach Bezugsquellen für Bauteile. Im redaktionellen Teil der Elrad ist es uns nicht erlaubt, die Adressen der Lieferanten zu nennen. Daher hier einige Hinweise für Ersatzmöglichkeiten einzelner Bauteile:

- RCR1, RCR2: Für den Prototypen wurden die Filter aus ST-Platinen ausgelötet. Für die Serie war vorgesehen, die speziellen Atari-Drosseln gegen leichter zu beschaffende Filter auszutauschen. Für den Endverbraucher sind diese SMD-RCR-Glieder leider ebenfalls schlecht erhältlich. Ersatzweise kann man einfache SMD-R-Netzwerke einsetzen (8fach, mittig auf die Pads plaziert), oder die Signalleitungen mit 33-Ω-Widerständen brücken. Bis circa 30 cm Kabellänge am Shugartbus kann man es auch mit einfachen Drahtbrücken als Ersatz versuchen. Bei unkritischen Laufwerken stellt der Wegfall der Filter kein Problem dar.
- D1...D12: auch BAS 20
- D15: auch 1N4148
- U33: Yamaha YM 2149: auch General Instruments AY-3-8910, wird allgemein als Atari-Soundchip gehandelt.
- C65, C66: 30 pF keramisch



# Atari im Überblick

Das Blockschaltbild ist entsprechend der drei Karten des Projekts in CPU-, RAM- und TOS-Karte aufgeteilt. Die Backplane mit ihrem Adreß-, Daten- und Steuerbus verbindet die einzelnen Komponenten. Rechts befinden sich die Schnittstellen zur Außenwelt.

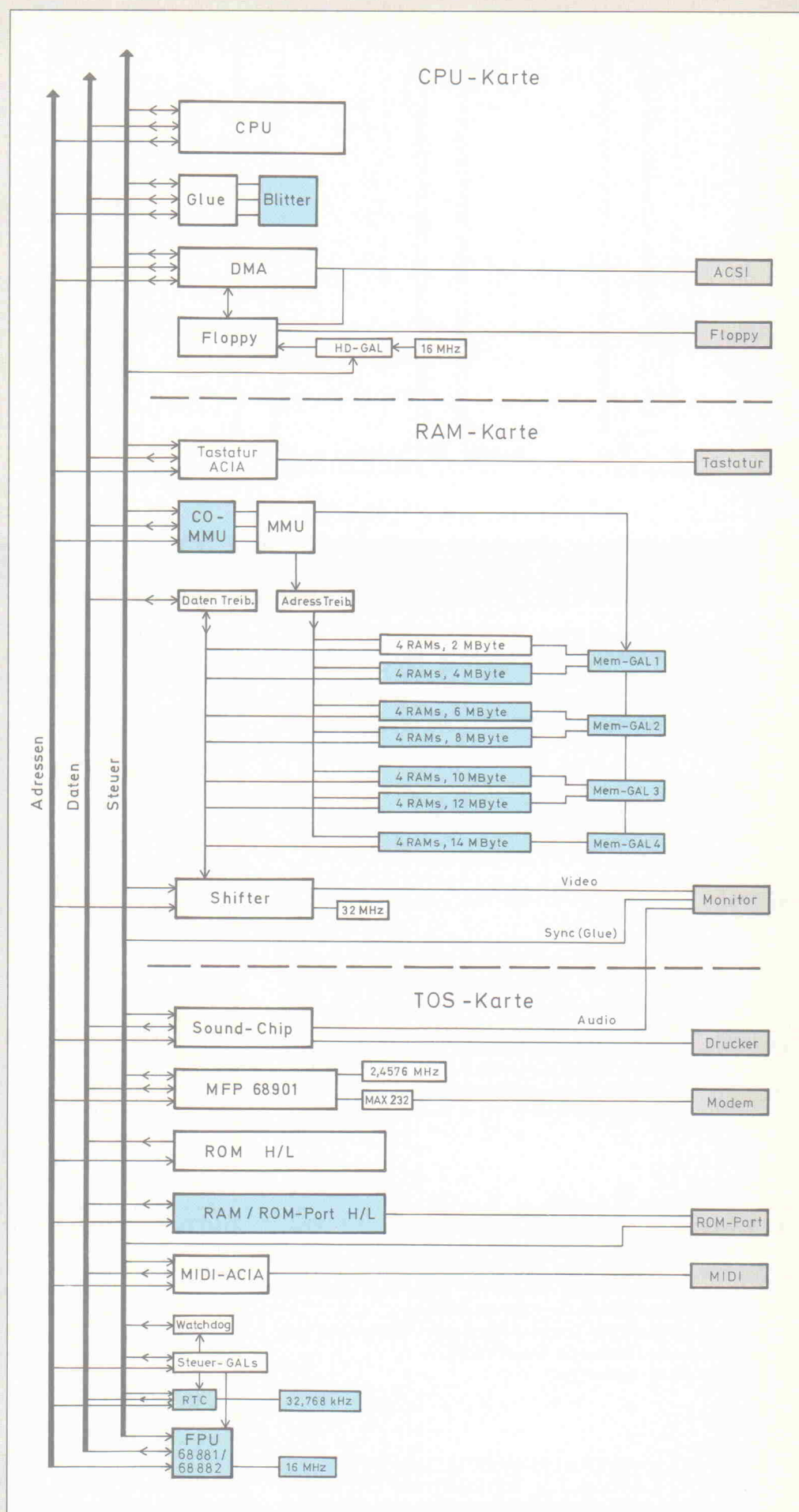
Die CPU bildet zwar das Hirn der Schaltung, aber ohne den Customchip Glue würde jeder Reset-Versuch sofort in einem Halt-Zustand resultieren. Der Glue selektiert die Peripheriebausteine und erzeugt Quittungssignale für den asynchronen Bus der CPU und die Interrupt-Signale.

Für schnellen Datentransfer mit dem Massenspeicher ist der DMA – ein weiterer Customchip – zuständig. Er erledigt seine Arbeit im direkten Speicherzugriff ohne weiteres Zutun der CPU und füttert Festplattenschnittstelle sowie Floppy-Controller mit Daten. Der Floppy-Controller wird im 19-Zoll-Atari mit 8 oder 16 MHz betrieben, um den Anschluß von HD-Laufwerken mit 1,44 MByte zu ermöglichen.

Die Atari-MMU bedient den separaten RAM-Bus. Sie erzeugt auch die Refresh-Signale für das dynamische RAM. Bei Speicherausbau über 4 MByte übernimmt die Co-MMU diese Aufgabe. Der Shifter – als letzter essentieller Customchip für die Erzeugung des Videosignals zuständig – hängt direkt am RAM-Bus und greift im Wechsel mit der CPU auf das RAM zu.

Der MFP 68901 (Multi Function Peripheral) gehört zur 68000-Familie. Er ist ein wahres Multitalent und kontrolliert im ST-Design Interrupts, Systemtimer, und serielle Schnittstelle. Der Soundchip stellt Datenleitungen für die Druckerschnittstelle zur Verfügung und erzeugt das 'wohlklingende' Ping bei Fehlbedienung des Atari.

**Blau unterlegte Blöcke kann man optional bestücken.**





# Integrierte Schaltregler für direkten Netzbetrieb

## Grundlagen und Applikationen

**Die neuen Schaltregler der Reihe PWR-SMP erlauben den Aufbau primärgetakteter Schaltregler für direkten Netzbetrieb mit nur einem integrierten Baustein ohne zusätzlichen Leistungsschalter.**

Hersteller dieser Schaltregler für direkten Netzbetrieb ist die Firma Power Integrations Inc. Speziell für den europäischen Raum sind die beiden Bausteine PWR-SMP 210 und PWR-SMP 400 vorgesehen. Mit dem SMP 210 läßt sich ein 10-W-Wandler realisieren, dessen Eingangsspannung bei 220 V liegt. Der SMP 400 arbeitet mit einer Eingangsspannung von 48 V, die maximale Leistung liegt hier bei 5 W. Der Einsatz des SMP 400 liegt vorwiegend im Bereich der Telekommunikation.

Neben diesen Schaltreglern enthält die PWR-SMP-Reihe noch die Typen SMP 3, SMP 110 und SMP 120. Diese Bauelemente sind für eine Eingangsspannung von 110 V konzipiert und weisen Ausgangsleistungen von 3 W (SMP 3), 10 W (SMP 110) und 20 W (SMP 120) auf. Aufgrund der Eingangsspannung von nur 110 V sind diese Regler jedoch für den europäischen Raum eher uninteressant.

Der interne Aufbau eines SMP-Schaltreglers ist in Bild 1 wiedergegeben. Sowohl der SMP 210 als auch der SMP 110 werden im 16poligen DIL-Gehäuse angeboten. Die Pinbelegung ist in Bild 2 dargestellt, sie ist für sämtliche Bauelemente dieser Reihe gleich. Auch der interne Aufbau sowie das Arbeitsprinzip sind bei allen Reglern identisch; Unterschiede existieren lediglich im Leistungsteil (Ausgangstreiber und Leistungsschalter

in Bild 1). Als Leistungsschalter ist ein MOSFET integriert, der Aufbau der Steuerung entspricht prinzipiell dem üblichen Standard, wie man ihn von Ansteuerbauelementen beziehungsweise von Schaltreglern für kleinere Eingangsspannungen her kennt. Dank der Integration des Steuerteils, des Treibers sowie auch des Leistungsschalters

auf einem Chip läßt sich mit nur wenigen externen Bauelementen ein sehr kompaktes und mit einer Leistung von 10 W beim SMP 210 ein durchaus leistungsstarkes Schaltnetzteil aufbauen. Der hohe Integrationsgrad senkt die Produktionskosten, und eine hohe maximale Schaltfrequenz von bis zu 850 kHz reduziert den Aufwand an Siebmitteln.

Der integrierte MOSFET zeichnet sich durch eine relativ zur Chipfläche hohe maximale Sperrspannung aus. Der Einschaltwiderstand  $R_{DS(on)}$  von 25  $\Omega$  bei einer Chiptemperatur von 25 °C für den SMP 210 ist, wenn man die geringe Chipfläche und die maximale Sperrspannung von 800 V berücksichtigt, durchaus als gering zu bewerten. Allerdings steigt der Widerstand  $R_{DS(on)}$  – wie bei jedem MOSFET – mit zunehmender Chiptemperatur an. Bei einer Temperatur von beispielsweise 115 °C weist er einen Wert von rund 50  $\Omega$  auf. Bild 3 zeigt den Zusammenhang zwischen der Sperrschichttemperatur und der zulässigen Verlustleistung.

Steigt die Sperrschichttemperatur auf höhere Werte als 115 °C an, so befindet sich der Schaltregler am Rande der Zerstörungsgrenze. Bei

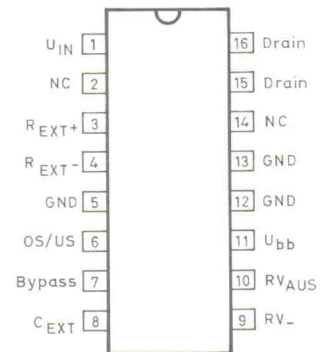


Bild 2. Pinbelegung der netzbetriebenen Regler SMP 210 und SMP 400.

150 °C ist dann die Grenze erreicht; bei dieser Temperatur bricht die Sperrschicht durch, und das Bauelement wird irreparabel zerstört. Bild 4 zeigt den Zusammenhang zwischen der erlaubten Verlustleistung und der Sperrschichttemperatur  $T_j$ . Wie zu erkennen ist, beträgt die maximal zulässige Verlustleistung bei 25 °C 2,5 W, bei 100 °C sind es gerade einmal 0,5 W. Da der Wert des Einschaltwiderstands  $R_{DS(on)}$  entsprechend Bild 3 zu hohen Temperaturen hin ebenfalls ansteigt, ist hier höchste Vorsicht geboten

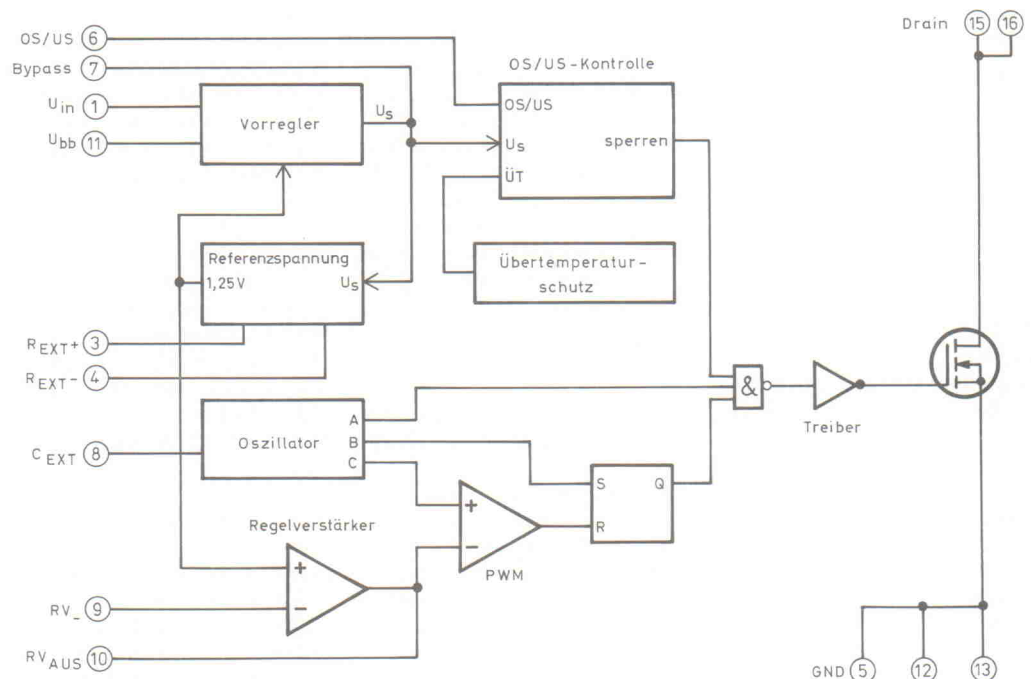


Bild 1. Interne Funktionsblöcke der integrierten Schaltkreise SMP 210 und SMP 400.



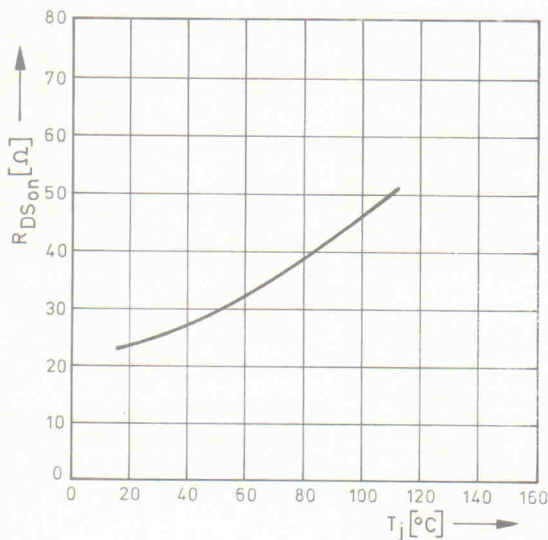


Bild 3. Verlauf des Einschaltwiderstands in Abhängigkeit von der Temperatur.

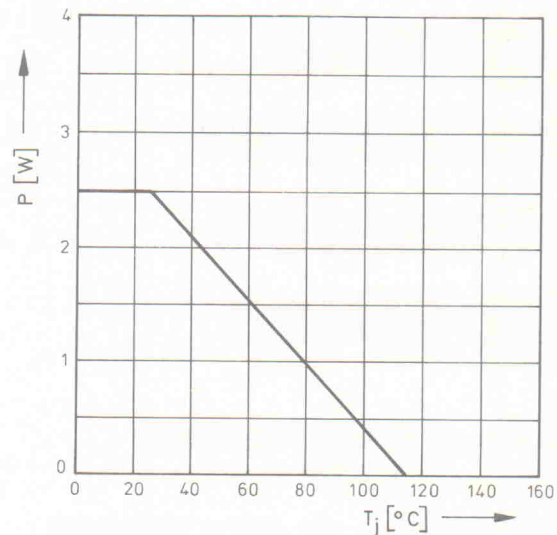


Bild 4. Maximale Verlustleistung in Abhängigkeit von der Sperrschichttemperatur des Reglers.

(ausreichende Kühlung!). Alles in allem lassen sich aber mit diesen Reglern durchaus kompakte und leistungsfähige Schaltnetzteile aufbauen. Das Problem der Kühlung läßt sich, wie später noch deutlich wird, ebenfalls kostengünstig lösen. Vorweg die wichtigsten Merkmale der Schaltregler aus der PWM-SMP-Reihe:

- sehr hoher Eingangsspannungsbereich;
- trotz geringer Chipfläche relativ kleiner Einschaltwiderstand  $R_{DS(on)}$ ;
- geringe Eingangskapazität des internen MOSFETs;
- Reduzierung der am Gate erforderlichen Steuerspannung.

Die beiden letztgenannten Punkte wurden bis jetzt noch nicht angesprochen. Durch eine Reduzierung der Eingangskapazität des internen MOSFETs und durch eine Absenkung der für die volle Durchsteuerung nötigen Gatespannung ist eine mindestens um Faktor 10 kleinere Steuerleistung des Treibers im Vergleich zum diskreten MOSFET nötig, um den Transistor sicher zu schalten. Diskrete MOSFETs beispielsweise aus der BUZ-Reihe benötigen eine Gatespannung von mindestens 10 V zur vollen Durchsteuerung. Hingegen ist der interne MOSFET der SMP-Schaltregler bereits bei einer Gatespannung von nur 5 V voll durchgesteuert. Was dies bedeutet, zeigen die folgenden Überlegungen.

Die Steuerleistung eines MOSFETs wird hauptsächlich durch die Energie bestimmt, die zum Umladen der Eingangskapazität nötig ist. Damit ergibt sich die Steuerleistung aus dem Produkt der Energie  $W_C$  und der Arbeitsfrequenz  $f$ :

$$P = W_C \cdot f \quad [1]$$

Die Größe  $W_C$  steht für die im Kondensator (Eingangskapazität des MOSFETs) gespeicherte Energie. Wie man der Gleichung entnehmen kann, sinkt die nötige Steuerleistung  $P$  bei kleineren Arbeitsfrequenzen  $f$ . Dies steht jedoch im Widerspruch zu der Forderung, den Aufwand an Siebmitteln durch Wahl einer hohen Arbeitsfrequenz zu reduzieren. Die Lösung des Problems kann also nur in einer Verringerung des  $W_C$ -Wertes liegen. Für die in einem Kondensator gespeicherte Energie gilt dabei folgender Zusammenhang:

$$W_C = 1/2 \cdot C \cdot U^2 \quad [2]$$

Die Größe  $C$  steht hier für die Eingangskapazität des MOSFETs, mit  $U$  ist die Gatespannung bezeichnet.

Dieser Ausdruck zeigt deutlich, daß der Betrag der Energie  $W_C$  proportional zur Eingangskapazität  $C$  des MOSFETs ist, jedoch mit dem Quadrat der Gatespannung ansteigt. Es ist demnach viel effektiver, die Gatespannung herabzusetzen, als die Eingangskapazität zu verringern. Sollte letzteres zusätzlich gelingen, so ist dies selbstverständlich nicht als Nachteil anzusehen. Aus

der Reduzierung der nötigen Steuerspannung am Gate und der Senkung der Eingangskapazität resultiert eine beachtliche Einsparung der Steuerleistung.

Die Eingangskapazität des SMP-internen MOSFETs ist im Gegensatz zu der eines diskreten MOSFETs um etwa Faktor 3 kleiner. Zusätzlich hat man die erforderliche Gatespannung von 10 V auf 5 V reduziert, also um den Faktor 2. Da hier jedoch das Quadrat entscheidend ist, ist allein durch die Spannungsreduzierung die für ein volles Durchschalten nötige Steuerleistung um den Faktor 4 kleiner. Zusammen mit der Verringerung der Eingangskapazität um den Faktor 3 ergibt sich alles in allem eine um den Faktor 12 geringere Steuerleistung. Erst durch diese beachtliche Reduzierung der Steuerleistung war es möglich, sowohl den Treiber als auch den Leistungstransistor in einem IC zu integrieren, ohne daß die Verlustleistung auf einen für den Chip nicht mehr akzeptablen Wert (Wärmeabfuhr) ansteigt.

Neben der Senkung der Steuerleistung hat die Reduzierung der Eingangskapazität noch den angenehmen Effekt einer wesentlich höheren maximalen Schaltfrequenz des MOSFETs und somit auch des kompletten Bauelements. Die Einbeziehungsweise Ausschaltzeit des internen MOSFETs liegt im Bereich von 100 ns. Dies ist ebenfalls

bedeutend weniger, als man es von diskreten MOSFETs her kennt. Somit konnte man die Schaltfrequenz auf maximal 850 kHz erhöhen, obwohl dies zum heutigen Zeitpunkt aufgrund der zur Verfügung stehenden Siebelemente (Kondensatoren, Spulen, Ferrite) noch nicht wirtschaftlich zu nutzen ist.

Zurück zum Steuerteil. Dieses enthält sämtliche Funktionsblöcke, die man für einen Schaltregler benötigt:

- interner Spannungsregler mit  $U_{in max} = 500$  V und  $U_{bb} = 8,2$  V;
- Sägezahnoszillator;
- Übertemperaturschutz;
- Über- und Unterspannungskontrolle;
- Referenzspannungsquelle;
- Pulsbreitenmodulator mit Regelverstärker;
- Schutzlogik.

### Interner Spannungsregler

Bei direktem Netzbetrieb ohne Netztransformator ist es immer ein Problem, die relativ hohe Netzspannung verlustarm auf die geringe Arbeitsspannung zu bringen. In den Schaltkreisen der SMP-Reihe übernimmt ein Vorregler diese Aufgabe. Er stellt die Spannung  $U_{bb}$  zur Verfügung, aus der die Versorgungsspannung für die einzelnen Kompo-



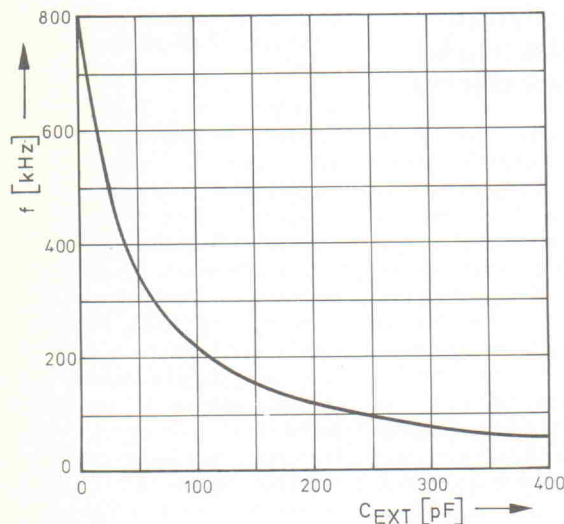


Bild 5. Oszillatorfrequenz in Abhängigkeit von der Kapazität des externen Kondensators.

nenen des Kontrollblocks sowie die Spannung für den Gatetreiber gewonnen wird. In diesem Block befinden sich ebenfalls ein – bedeutend leistungsschwächerer – MOSFET, eine Ruhestromquelle sowie ein Regelverstärker. Damit handelt es sich um einen kompletten internen Spannungsregler. Die Spannung  $U_{bb}$  hält ein interner Regelkreis auf 8,5 V. Aus dieser Spannung gewinnt man dann die eigentliche Versorgungsspannung  $U_s$ . Diese Spannung ist an dem Punkt 'Bypass' herausgeführt, in der Praxis sollte man sie dort mit einem Kondensator abblocken.

Da dieser Schaltungsteil den gesamten Betriebsstrom für die Steuerelektronik liefern muß, ist die entstehende Verlustleistung nicht un-

bedeutend – immerhin darf die Eingangsspannung  $U_{in}$  beim SMP 210 bis zu 500 V betragen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, daß der interne Vorregler zum Erzeugen der Spannung  $U_{bb}$  den benötigten Strom nur während der Anlaufphase liefert. Die Regelung der Spannung  $U_s$  ist aufgrund der im Verhältnis zur Spannung  $U_{in}$  doch wesentlich kleineren Spannung  $U_{bb}$  nicht mehr so kritisch. Um diesen Schaltungsteil nach erfolgter Anlaufphase zu entlasten, schließt man den Spannungskreis für die Rückführung am Punkt  $U_{bb}$  (Pin 11) an. Hat die Spannung im Rückführungskreis den Wert 8,25 V überschritten, so wird intern der gesamte Vorreglerblock abgeschaltet. Selbstverständlich muß der Rückführungskreis so bemessen sein, daß in der Wicklung eine entsprechend hohe Spannung induziert wird; allerdings darf man keinen höheren Wert als 11 V erreichen. Bei einer korrekten Dimensionierung wird nach der nur wenige  $\mu$ s andauernden Anlaufphase die Energie für den Steuerblock aus dem Rückführungskreis entnommen – dadurch sinken die Verluste zusätzlich.

### Sägezahnoszillator

Der Oszillator schwingt auch ohne externe Kapazität  $C_{EXT}$ , in diesem Fall mit seiner maximalen Arbeitsfrequenz von 850 kHz. Diese Arbeitsfrequenz ist jedoch auch heute noch für viele Anwendungsfälle viel zu hoch. Aus diesem Grund

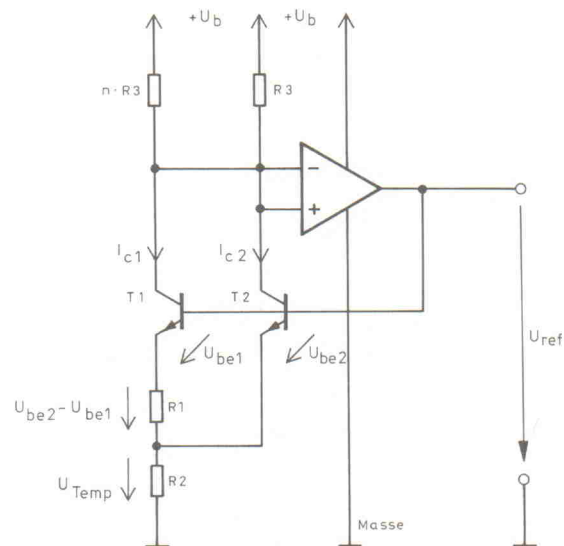


Bild 7. Prinzipschaltung einer Bandgap-Referenz.

kann man von Pin 8 nach Masse einen externen Kondensator  $C_{EXT}$  anschließen, der die Arbeitsfrequenz in Abhängigkeit von seiner Kapazität entsprechend Bild 5 reduziert.

Die Aufgabe dieses Funktionsblockes besteht jedoch nicht allein im Erzeugen der Sägezahnspannung, die über Ausgang C zum Pulsweitenmodulator gelangt. Zusätzlich steht am Ausgang A ein Signal zur Festlegung des Tastverhältnisses bereit, zudem liefert Ausgang B die benötigten Synchronisationsimpulse. Das Tastverhältnis liegt ohne externen Kondensator im Bereich zwischen 0 % und 40 %, mit einem externen Kondensator von 100 pF überstreicht man den Bereich 0 %...50 %. Die genannte Dimensionierung von  $C_{EXT}$  führt zu einer Arbeitsfrequenz von 200 kHz. Ein Tastverhältnis von mehr als 50 % ist mit diesem IC aber nicht erreichbar; aufgrund des Wandlerprinzips darf man diesen Wert sozusagen nicht überschreiten.

### Übertemperaturschutz

Der Übertemperaturschutz ist als sehr präzise arbeitende, analoge Schaltungseinheit aufgebaut. Erreicht der Baustein eine Chiptemperatur von 135 °C, so sperrt der Leistungsschalter. Eine Hysterese von 45 °C stellt sicher, daß sich kein instabiler Betriebszustand einstellt. Nach erfolgter Abschaltung

arbeitet der Baustein also erst dann wieder, wenn die Chiptemperatur auf einen Wert unter 90 °C gesunken ist.

### Über- und Unterspannungskontrolle (OS/US)

Die OS/US-Funktionseinheit überwacht die Eingangsspannung und schaltet bei Über- beziehungsweise Unterspannung den Leistungsschalter ab. In Bild 6 sind die entscheidenden Komponenten dieser Schaltungseinheit wiedergegeben. Maßgebend für das Aus- und Einschalten ist die Spannung  $U_f$  zwischen Pin 6 und Masse. Der zulässige Bereich für die Spannung  $U_f$  liegt zwischen 0,34 V und 1,25 V, nach dem Unter- beziehungsweise Überschreiten dieser Grenzen schaltet der Funktionsblock ab. Eine Hysterese von 0,05 V sorgt auch hier für eine stabile Arbeitsweise. Somit liegen die Einschaltpegel bei 0,39 V beziehungsweise 1,20 V.

Die Spannung  $U_f$  leitet der aus R1 und R2 bestehende Spannungsteiler aus der Eingangsspannung  $U_{in}$  ab. Mit  $R1 = 1 \text{ M}\Omega$  und  $R2 = 2,87 \text{ k}\Omega$  reicht der Eingangsspannungsbereich von  $U_{in, \min} = 100 \text{ V}$  bis  $U_{in, \max} = 400 \text{ V}$ . Liegt die Spannung  $U_{in}$  niedriger, für den Typ SMP 400 beispielsweise bei 48 V, so ist der Teiler entsprechend umzudimensionieren. Da die Schaltschwellen bei allen Reglern dieser Reihe die gleichen

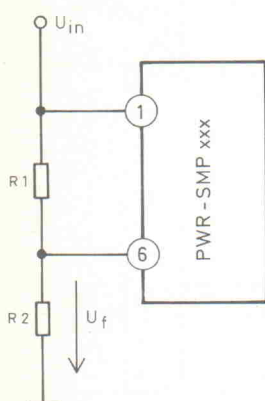


Bild 6. Beschaltung für die Überspannungskontrolle.



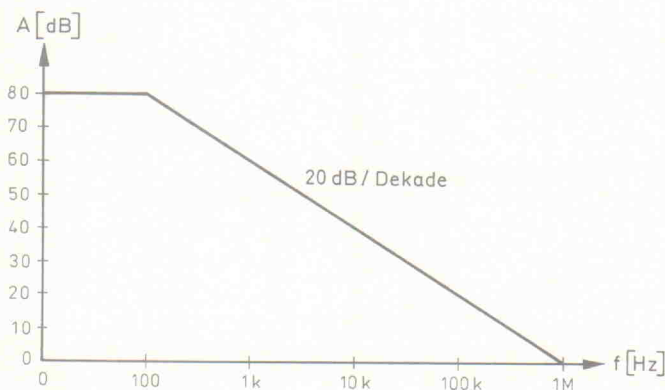


Bild 8. Frequenzgang des internen Regelverstärkers.

Werte aufweisen, unterscheiden sich Maximal- und Minimalwert der zulässigen Eingangsspannung stets um einen Faktor von etwa 4.

### Referenzspannung

Die interne Referenzspannungsquelle basiert auf dem Prinzip einer Bandgap-Referenz. Bild 7 zeigt die Grundschialtung dieser Referenzspannungsquelle, die die Referenzspannung aus der Basis-Emitter-Spannung eines bipolaren Transistors ableitet. Der Temperaturkoeffizient dieser Spannung ist jedoch mit  $-2 \text{ mV/K}$  relativ hoch, doch läßt er sich auf relativ einfache Weise kompensieren, indem man eine Spannung mit einem Temperaturkoeffizienten von  $+2 \text{ mV/K}$  hinzuaddiert.

Für die Referenzspannung  $U_{\text{ref}}$  in Bild 7 gilt die Beziehung  $U_{\text{ref}} = U_{\text{Temp}} + U_{\text{be2}}$ . Durch eine geeignete Dimensionierung kann man erreichen, daß der Temperaturkoeffizient der Spannung  $U_{\text{Temp}} + 2 \text{ mV/K}$  beträgt, also genau entgegengesetzt zum Temperaturkoeffizienten der Spannung  $U_{\text{be2}}$  verläuft. Für diesen Fall wählt man  $n = 10$ . Damit beträgt das Verhältnis  $I_{\text{c2}}/I_{\text{c1}}$  ebenfalls 10, für die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  ergeben sich identische Werte. Da die Temperaturkoeffizienten der Spannungen  $U_{\text{Temp}}$  und  $U_{\text{be2}}$  bei dieser Dimensionierung vom Betrag her gleich sind, jedoch entgegengesetzte Vorzeichen aufweisen, heben sie sich auf, so daß nunmehr eine temperaturkompensierte Spannung  $U_{\text{ref}}$  zur Verfügung steht.

### Pulsbreitenmodulator und Regelverstärker

Als Regelverstärker dient ein leistungsfähiger Operationsverstärker mit einer Transitfrequenz von  $1 \text{ MHz}$  und einer Gleichspannungsverstärkung von  $80 \text{ dB}$ . Den Frequenzgang dieses Operationsverstärkers zeigt das Bode-Diagramm in Bild 8. Der nichtinvertierende Eingang des Regelverstärkers ist direkt mit der Referenzspannungsquelle verbunden. Damit ist eine äußere Beschaltung dieses Eingangs unmöglich, was sicherlich im einen oder anderen Anwendungsfall stört. Auf die damit verbundene eingeschränkte Beschaltungsmöglichkeit geht dieser Beitrag an späterer Stelle ausführlich ein. Der Ausgang des Regelverstärkers ist intern ebenfalls direkt mit dem invertierenden Eingang des Pulsbreitenmodulators verbunden. Dies ist durchaus üblich und nicht von Nachteil. Zur Kompensation des Frequenzgangs ist der Ausgang extern herausgeführt; dazu später mehr.

Der Pulsbreitenmodulator besteht aus einem einfachen Komparator. Am positiven Eingang liegt die Sägezahnspannung, am invertierenden Eingang der Ausgang des Regelverstärkers. Am Ausgang des Komparators steht somit das pulswidenmodulierte Signal zur Verfügung. In Abhängigkeit vom Signal

des Regelverstärkers variiert die Pulsbreite und somit das Tastverhältnis.

In Bild 9 sind neben der Grundschialtung mit Regelverstärker und Komparator die entsprechenden Signalverläufe dargestellt. Die Spannung  $U_{\text{ref}}$  ist dabei konstant. Im ungestörten Betrieb stellt sich eine konstante Spannung  $U_1$  ein, die ein bestimmtes Tastverhältnis zur Folge hat. Durch eine Störung – zum Beispiel ein Lastsprung am Ausgang – steigt beziehungsweise sinkt die Spannung  $U_1$  jeweils auf die Werte  $U_1 + \delta U$  oder  $U_1 - \delta U$ . Dementsprechend ändert sich auch das Tastverhältnis. Bei einer Erhöhung des Tastverhältnisses steigt die Ausgangsspannung; sie sinkt hingegen, wenn das Tastverhältnis abnimmt. Eine Störung am Ausgang verursacht eine entgegengesetzt wirkende Änderung des Tastverhältnisses.

Die Regeleigenschaften des Regelverstärkers in Verbindung mit dem Pulsweitenmodulator sind zwar für einen Sperrwandlerbetrieb optimiert, dennoch lassen sich auch beim Betrieb als Durchflußwandler gute Ergebnisse erzielen. Es sei hier aber angemerkt, daß der Betrieb als Durchflußwandler bei einer Leistung von  $10 \text{ W}$  unwirtschaftlich ist. Dies gilt besonders dann, wenn man mehrere potentialfreie Ausgangsspannungen benötigt.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 10/92.

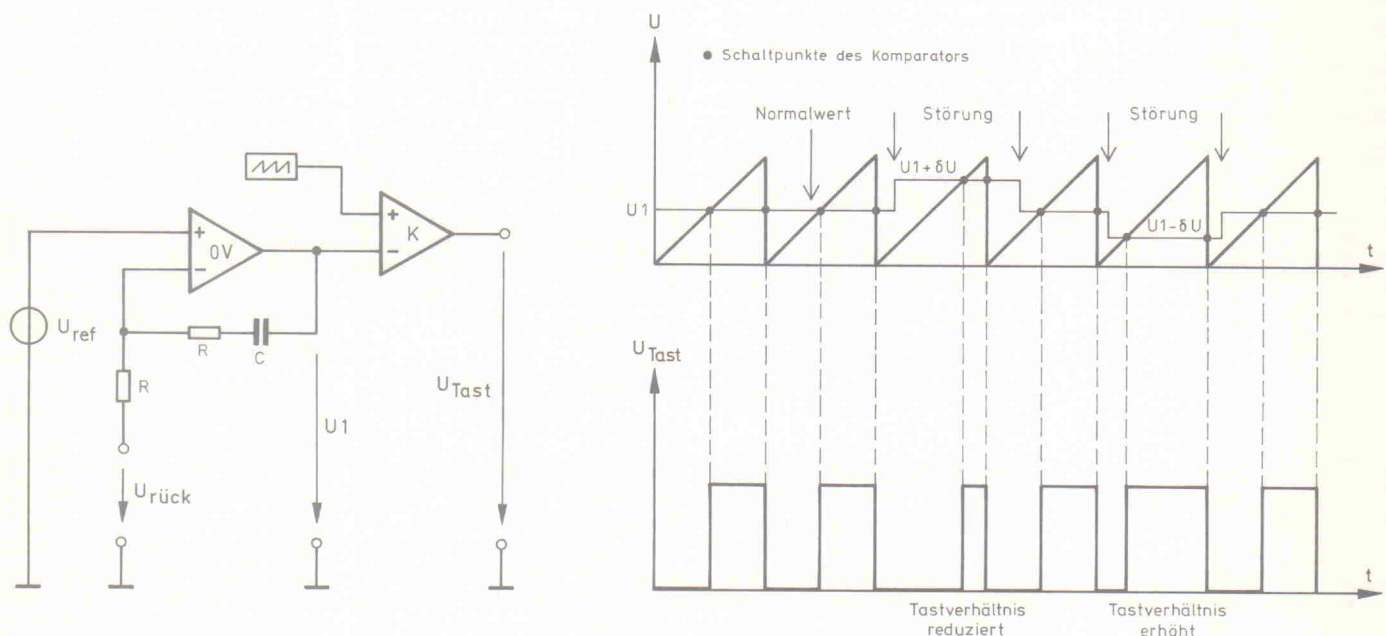


Bild 9. Funktionsweise des Regelverstärkers mit Komparator als Pulsweitenmodulator.

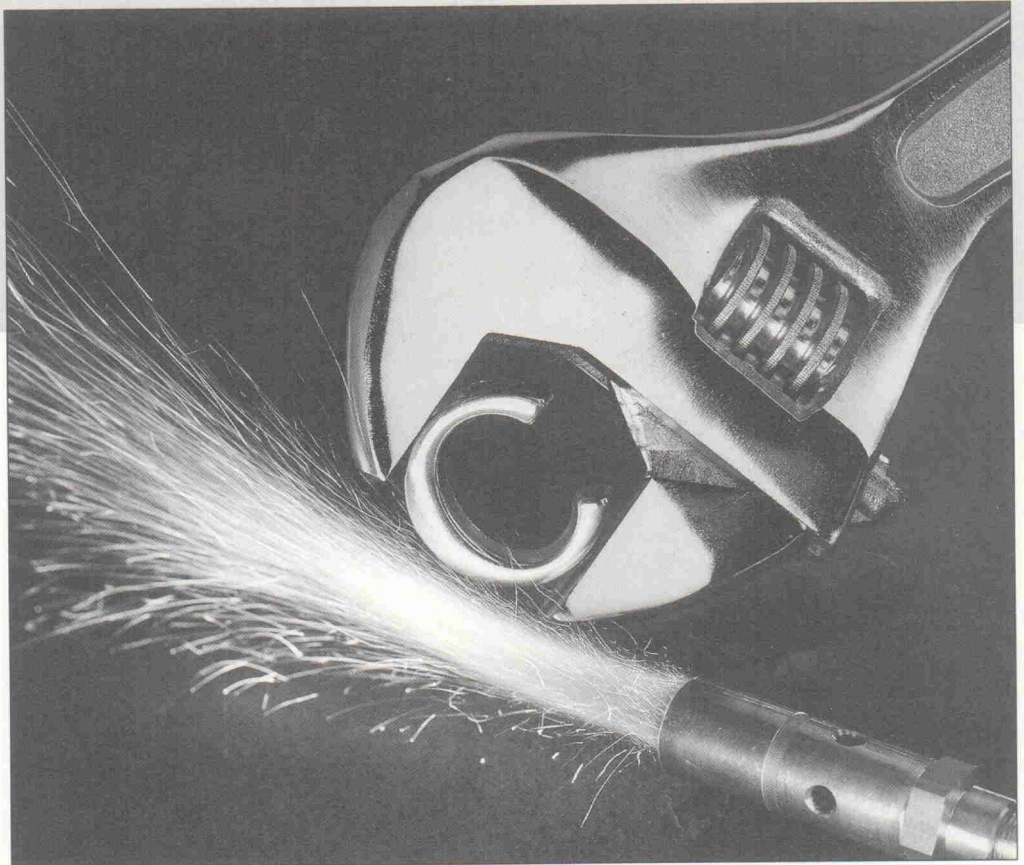


# Signalverarbeitung in C

## Teil 13: Schnelle Fourier Transformation

**Howard Hutchings**

Das in der letzten Folge vorgestellte Programm benötigte eine Weile, bis es eine große Anzahl von Abtastwerten verdaut hatte. Howard Hutchings setzt das Kapitel Fourier Transformation mit zwei Programmen für die schnelle Fourier Transformation (FFT) fort. Weitere Themen sind Methoden der Datenerfassung und Lösungen, deren Anwendung das Beschneiden des Signals vermeidet.



**D**as FFT-Programm in Listing 13.1 ist die Übersetzung eines BASIC-Programms nach C, das dem Werk 'Electronic Signals and Systems' von P. A. Lynn entnommen wurde (Macmillan Verlag). Dieses Einführungsprogramm berechnet die FFT von 128 Werten. Die Abtastdaten werden auch hier wieder künstlich innerhalb des Programms erzeugt, was für eine Demonstration am zweckmäßigsten ist. Als einfache Testmöglichkeit erzeugt das Programm eine Rampenfunktion, die das Auffinden von Programmfehlern vereinfachen soll. Eine Änderung der Koeffizienten der Sinusfunktion erlaubt es, die inverse Transformation zu berechnen, indem der FFT-Algorithmus auf seine eigenen Ausgabedaten angewendet wird. Auf diese Weise werden die Originaldaten regene-

riert, und das Ganze ist ein nützlicher Funktions-Check.

Eine ausführliche Erläuterung des FFT-Algorithmus würde die Zielsetzung dieser Serie bei weitem überschreiten. Der interessierte Leser findet weiterführende Literaturhinweise am Ende des Kapitels. Das Ziel dieser Serie ist es, eine plausible Erklärung der FFT abzugeben und ein Programm als rekursive Form der DFT zu präsentieren, das als Eingabe eine Zahlenfolge in Form von Meßdaten im Zeitbereich akzeptiert und diese Daten in die benötigten Spektralkoeffizienten umformt. Falls jemandem der Sinn danach steht, das Programm zu verändern, um damit eine andere Anzahl von Abtastwerten zu verarbeiten: Der kritische Parameter ist deutlich gekennzeichnet. Eine Modifizierung ist somit

recht einfach möglich, ohne die Struktur des Algorithmus zu verändern.

### FFT mit Echtzeit-Datenerfassung und Grafikausgabe

Listing 13.2 macht sich die beeindruckende Rechenleistung eines PCs sowie die Geschwindigkeit von C zunutze, um einen Echtzeit-Spektrum-Analyser zu realisieren. Das Programm berechnet die Fourier Transformation eines Signals im Bereich von 0 V...5 V mit einer Abtastfrequenz von 40 kHz und stellt die Daten anschließend grafisch auf dem Bildschirm dar. Die Anzahl der Meßdaten ist bis zu einem Maximum von 1024 frei wählbar. Man sollte sich nicht vom Umfang des Programms abschreck-



## Listing 13.1

```

/*****
 * Schnelle Fourier Transformation *
 * und inverse Transformation *
 * für 128 Punkte *
 *****/
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#define PI 3.14159
main()
{
    double ar[128],ai[128];
    int n,n2,a,c,d,f,g,h,j;
    double b,e,k,l,n1,co,si,mean_sq_power,rms;
    int m,p,q,r,s,t,u,w,z;
    n = 128;
    /*-----
    n = Feldgroesse
    -----*/
    n1 = log10(n) / log10(2);
    /*-----
    n1 = Zweierlogarithmus
    Kritischer Parameter, der
    die Anzahl der Iterationen
    bestimmt
    -----*/
    for(z = 1; z <= n; z++)
    {
        ar[z] = z;
        ai[z] = 0;
    }
    /*-----
    Kuenstliche Treppenfunktion
    -----*/
    start:printf("Wählen Sie: Transformation oder
    Inverse(+1/-1)?\n");
    scanf("%d",&n2);
    a = n;
    b = 2 * PI / n;
    for(c = 1; c <= n1; c++)
    {
        d = a;
        a = a / 2;
        e = 0;
        for(f = 1; f <= a; f++)
        {
            co = cos(e);
            si = sin(e) * n2;
            e = e + b;
            u = 1;
            for(g = d; g <= n; g = u * d)
            {
                u++;
                h = g - d + f;
                j = h + a;
                k = ar[h] - ar[j];
                l = ai[h] - ai[j];
                ar[h] = ar[h] + ar[j];
                ai[h] = ai[h] + ai[j];
                ar[j] = co * k + si * l;
                ai[j] = co * l - si * k;
            }
            b = 2 * b;
        }
        /*-----
        Vertauschte Daten ordnen
        -----*/
        m = 1;
        p = n / 2;
        q = n - 1;
        for(r = 1; r <= q; r++)
        {
            if(r > (m - 0.1)) goto label1;
            k = ar[m];
            l = ai[m];
            ar[m] = ar[r];
            ai[m] = ai[r];
            ar[r] = k;
            ai[r] = l;
            label1: s = p;
            label3: if(s > (m - 0.1)) goto label2;
            m = m - s;
            s = s / 2;
            goto label3;
            label2: m = m + s;
        }
        for(w = 1; w <= n; w++)
        {
            printf("%d\t%f\t%f\n",w - 1,ar[w] / n,ai[w] / n);
            /*-----
            PRINT: Wert(m) ar(m) ai(m)
            -----*/
        }
        goto start;
    }
}
    
```

ken lassen, sein Innenleben ist recht simpel gehalten.

Die ganze Steuerung der Steckkarte, die Datenerfassung, das Videomanagement und der FFT-Algorithmus wurden bereits in vorangegangenen Programmen besprochen und ausprobiert.

## Steuerung der Steckkarte und die Datenerfassung

Das Programm aus Listing 13.2 wurde für die Blue-Chip-Datenerfassungskarte ACM-44 entwickelt. Diese Steckkarte ist dazu ausgelegt, unipolare Signale im Bereich von 0 V...5 V zu verarbeiten. Dazu wird ein Analog Devices AD7820-8-Bit-Halflash-Konverter verwendet. Die Basisadresse ist, wie bei solchen Karten üblich, einstellbar. Die A/D-Umsetzung wird ausgelöst, wenn man Daten in einen Eingabeport schreibt. Eine Wandlung ist innerhalb von nicht einmal 2 µs vollzogen.

Das Programm erfragt zunächst interaktiv die Anzahl der zu verarbeitenden Werte (maximal 1024) und berechnet dann den Parameter  $n = \log_2 N$ , um die Iterationsschleife zu steuern. Die Datenerfassung erfolgt in einer *for()*-Schleife. Den Austritt aus der Schleife bestimmt der Parameter N. Um eine hohe Abtastrate zu erreichen, wurde das Array *x[z]* so einfach wie möglich gehalten. Die Deklaration des Array als Datentyp *int* führt dazu, daß es nur 2 Byte pro Element beansprucht. Man kann diese Aussage leicht überprüfen und das Array als Datentyp *float* deklarieren. Die Abtastzeit wird sich dann etwa verdoppeln.

Ein effektiver Test ist die Verarbeitung eines Sinussignals, wobei der Anteil der spektralen Verzerrung deutlich wird. Eine interessante Übung ist es, die Anzahl der Abtastwerte progressiv von 16 auf 32, 64, ..., 1024 zu steigern und dabei zu beobachten, wie die Spektralverzerrung abnimmt.

Die Abtastfrequenz des Systems kann man durch eine einfache, indirekte Methode ermitteln, bei der keinerlei Messungen im PC-Inneren erforderlich sind. Das berechnete Spektrum der DFT erstreckt sich von Gleichstrom bis zur halben Abtastfrequenz. Frequenzen oberhalb der halben Abtastfrequenz bewirken Spiegelbilder, die bezüglich der  $f_s/2$ -Linie gefaltet sind.

Man lege also ein Sinussignal an den Eingang und beobachte auf dem Monitor die berechneten Spektrallinien und die dazugehörigen symmetrischen Spiegelungen. Eine Erhöhung der Frequenz des Signalgenerators verschiebt die Grundwelle sowie die Spiegelung von beiden Seiten auf die Nyquist-Frequenz zu. Wenn beide Werte bei der Nyquist-Frequenz (der halben Abtastfrequenz) zusammentreffen, kann die Frequenz der angelegten Spannung mit Hilfe eines Oszilloskops abgelesen werden. Dies ergab für den Versuchsaufbau eine Nyquist-Frequenz von 20 kHz und somit eine Abtastfrequenz von 40 kHz.

## Signalbegrenzung und Spektralverzerrung

Die praktischen Messungen mit den theoretischen Grundlagen in Einklang zu bringen, ist in der Elektronik häufig ein Problem. Der Meßvorgang stört die ursprünglichen Ausgangsbedingungen. Eine Berechnung der Fourier Transformation mit realen Werten bildet dabei keine Ausnahme. Ein grundsätzliches Problem stellt die Beschneidung des Signals im Zeitbereich dar. Die dabei erzwungene Diskontinuität am Anfang und am Ende der abgetasteten Daten wird von der Fourier Transformation als Periodizität angesehen. Man muß den Effekt sehen, um es zu glauben. (Zu diesem Zweck hebt man die Betonung der Periodizität der künstlich erzeugten Daten in Bild 12.2, Elrad 7/92, S. 48 auf ganzzahlige Zyklenwerte auf.) Lehrer greifen bei solchen Phänomenen für gewöhnlich auf Analogien zurück, warum nicht auch hier? Ist es beispielsweise wahrscheinlich, daß jemand genau eine ganzzahlige Anzahl von Jahren lebt oder, um es mit anderen Worten auszudrücken, genau an seinem Geburtstag stirbt? Das ist natürlich sehr unwahrscheinlich. Es ist also nicht richtig, anzunehmen, daß ein abgetastetes periodisches Signal genau aus einer ganzen Anzahl von Zyklen besteht.

## Verminderung der Spektralverzerrung

Die Berechnung der Fourier Transformation aus rohen Abtastdaten ist mit der Betrachtung durch ein Rechteckfenster



## Listing 13.2

```

/*****
 * Schnelle Fourier Transformation *
 * mit Datenerfassung *
 * (1024 Werte max.): Fs = 40kHz *
 *****/
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#define PI 3.14159
#define BASE 768
main()
{
    struct videoconfig screen_size;
    float ar[1024], ai[1024], window[1024];
    int N,a,c,d,f,g,h,j,contents,x[1024];
    /*-----
     N = Anzahl der Daten
     -----*/
    double b,e,k,l,co,si,mean_sq_power,average,n,time,rms;
    /*-----
     n = Zweierlogarithmus der Datenanzahl
     -----*/
    int m,p,q,r,s,t,u,w,z;
    start: settextposition(20,20);
    printf("Anzahl der Wertes (max. 1024)?");
    scanf("%d",&N);
    /*-----
     Eingabe der Datenanzahl
     -----*/
    n = log10(N) / log10(2);
    _setvideomode(_DEFAULTMODE);
    _setvideomode(_HRES16COLOR);
    _clearscreen(_GCLEARSCREEN);
    _setbkcolor(_GRAY);
    _getvideoconfig(&screen_size);
    _setlogorg(screen_size.numxpixels/4,screen_size.numypixels/2);

    _moveto(0,0);
    _lineto(320,0);
    _moveto(0,0);
    _lineto(0,-90);
    /*-----
     Videomanagement
     und Achsen zeichnen
     -----*/
    _settextcolor(3);
    _settextposition(4,6);
    _outtext("r.m.s.");
    _settextposition(14,50);
    _outtext("Frequency (Hz)");
    /*-----
     Achsen bezeichnen
     -----*/
    outp(BASE,1);
    /*-----
     Eingabekanal auswaehlen
     -----*/
    for(z = 1; z <= N; z++)
    {
        outp(BASE + 2,0);
        /*-----
         Wandlung starten
         -----*/
        x[z] = inp(BASE + 2);
    }
    average = 0;
    for(z = 1; z <= N; z++)
    {
        average += x[z] / (double)N;
        ai[z] = 0;
    }
    for(z = 1; z <= N; z++)

```

```

{
    window[z] = 0.5 * (1 - cos(2 * PI * (z - 1) / N));
    ar[z] = 5 * (x[z] - average) * window[z] / 255;
    /*-----
     Subtraktion des Gleichanteils, Gewichtung
     und Multiplikation mit Hanning Window
     -----*/
}
/*-----
FFT
-----*/
a = N;
b = 2 * PI / N;
for(c = 1; c <= n; c++)
{
    d = a;
    a = a / 2;
    e = 0;
    for(f = 1; f <= a; f++)
    {
        co = cos(e);
        si = sin(e);
        e = e + b;
        u = 1;
        for(g = d; g <= N; g = u * d)
        {
            u++;
            h = g - d + f;
            j = h + a;
            k = ar[h] - ar[j];
            l = ai[h] - ai[j];
            ar[h] = ar[h] + ar[j];
            ai[h] = ai[h] + ai[j];
            ar[j] = co * k + si * l;
            ai[j] = co * l - si * k;
        }
        b = 2 * b;
    }
    /*-----
     Vertauschte Daten ordnen
     -----*/
    m = 1;
    p = N / 2;
    q = N - 1;
    for(r = 1; r <= q; r++)
    {
        if(r > (m - 0.1)) goto label1;
        k = ar[m];
        l = ai[m];
        ar[m] = ar[r];
        ai[m] = ai[r];
        ar[r] = k;
        ai[r] = l;
        label1: s = p;
        label3: if(s > (m - 0.1)) goto label2;
        m = m - s;
        s = s / 2;
        goto label3;
        label2: m = m + s;
    }
    for(w = 1; w <= N; w++)
    {
        mean_sq_power = pow(ar[w] / N, 2) + pow(ai[w] / N, 2);
        rms = sqrt(mean_sq_power);
        /*-----
         Spektrum berechnen und ausgeben
         -----*/
        _setcolor(14);
        time = 320 * (double)(w - 1) / N;
        _moveto(time,0);
        _moveto(time,-100 * rms);
    }
    goto start;
}

```

identisch. Es ist deshalb eine stabile Lösung gefordert, um die unerwünschte Diskontinuität am Anfang und am Ende des Datensatzes zu eliminieren.

Eine verbreitete und leicht zu handhabende Lösung, die keinen großen Aufwand erfordert, ist die des Hanning-Fensters, das in Listing 13.2 zum Einsatz kommt. Die Fensterfunktion ( $window[z]$ ) besteht beim Hanning-Fenster aus einer nach

oben verschobenen Kosinusfunktion. Im Programm wird diese Funktion innerhalb einer  $for()$ -Schleife erzeugt. Diese Struktur wurde gewählt, um eventuelle Gleichspannungsanteile aus den erfaßten Meßwerten zu entfernen, bevor eine Gewichtung durch die Multiplikation mit dem Hanning-Fenster erfolgt. Die Einzelheiten kann man den Kommentaren innerhalb des Programms entnehmen.

### Literaturhinweise

- [1] E. Oran Brigham. *The fast Fourier transform*. Prentice Hall 1974
- [2] P. A. Lynn. *Electronic Signals and Systems*. Macmillan 1986
- [3] F. J. Harris. *On the use of windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform*. Proc IEEE. Vol 66 No.1 Jan 1978
- [4] R. H. Lord. *Fast Fourier for the 6800*. BYTE 2/79

- [5] W. Stanley, G. Doegherthy & R. Dougherty. *Digital signal processing*. Prentice Hall 1984
- [6] M. Zimmermann. *A Beginners Guide to Spectral Analysis*. BYTE 2/81
- [7] W. Press, B. Flannery, S. Teukolsky & W. Vetterling. *Numerical Recipes in C.C.U.P* 1988

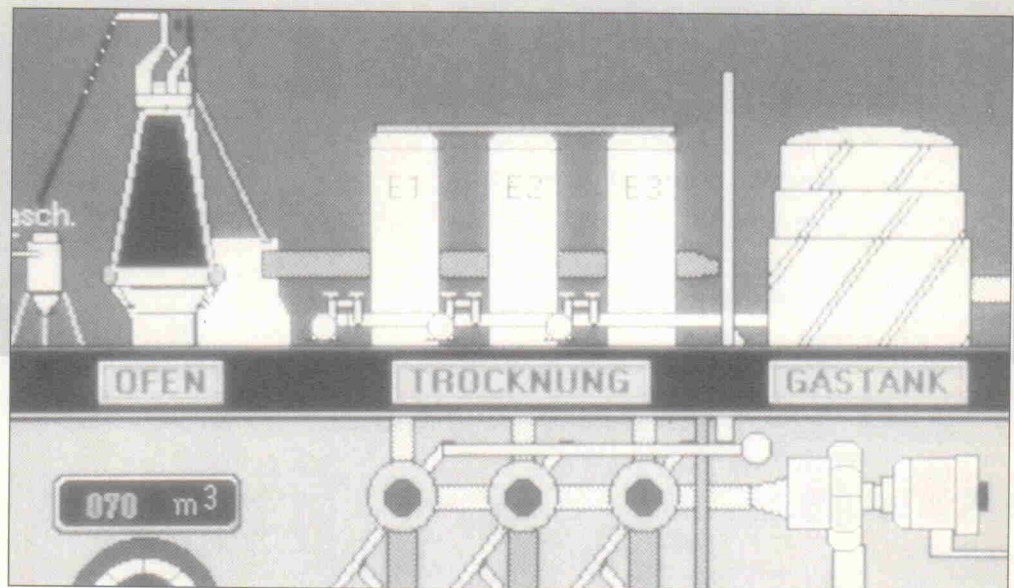


# Regelungstechnik

## Teil 9: Regler im Bildbereich und Dimensionierung eines Lagereglers

**Dr. Ioannis Papadimitriou**

Zwei Themen beherrschen diese Folge der Regelungstechnik-Serie, Regler-Betrachtungen im Bildbereich und ein praktisches Beispiel: Auswahl des geeigneten Reglers und Einstellung der Lageregelung für einen Positioniertisch.



**W**ie schon gezeigt, besteht beim P-Glied ein proportionaler Zusammenhang zwischen der Ein- und Ausgangsgröße:

$$y(t) = K x(t).$$

Für ein solches System lautet die Übertragungsfunktion

$$F(s) = K$$

Die Ortskurve des P-Gliedes stellt für alle Frequenzen einen Punkt auf der reellen Achse mit dem Abstand K vom Ursprung dar, das bedeutet:

$$F(j\omega) = K.$$

Außerdem ist der Phasengang  $\phi(\omega)$  gleich Null und der logarithmische Amplitudengang konstant.

### I-Glied

Dieses Glied führt eine Integration der Eingangsgröße durch. Sein dynamisches Verhalten im Zeitbereich wird durch die folgende Gleichung beschrieben:

$$y(t) = \frac{1}{T_I} \int_0^t x(t) dt$$

Die Laplace-Transformation dieser Gleichung liefert die Übertragungsfunktion

$$F(s) = \frac{1}{sT_I}$$

Mit  $s = j\omega$  bekommt man für den Frequenzgang

$$F(j\omega) = \frac{1}{j\omega T_I}$$

Der Amplitudengang, der Phasengang und die Ortskurve des I-Gliedes sind im Bild 59 dargestellt. Während der Phasengang frequenzunabhängig ist, liefert der Amplitudengang eine Gerade mit einer Steigung von  $-20 \text{ dB/Dekade}$ . Die Ortskurve fällt mit der negativen Imaginärachse zusammen.

### D-Glied

Hier findet die Ableitung der Eingangsgröße nach der Gleichung

$$y(t) = T_D \frac{dx(t)}{dt}$$

Die entsprechende Übertragungsfunktion des Gliedes lautet  $F(s) = sT_D$ . Für den Frequenzgang gilt dann analog dazu  $F(j\omega) = j\omega T_D$ . Amplituden- und Phasengang sowie seine Ortskurve entsprechen einer Spiegelung der Größen des I-Gliedes. Die Steigung der

Gerade für den Amplitudengang beträgt  $20 \text{ dB/Dekade}$ , der Phasengang ist auch hier frequenzunabhängig, und die Ortskurve fällt mit der positiven Imaginärachse zusammen.

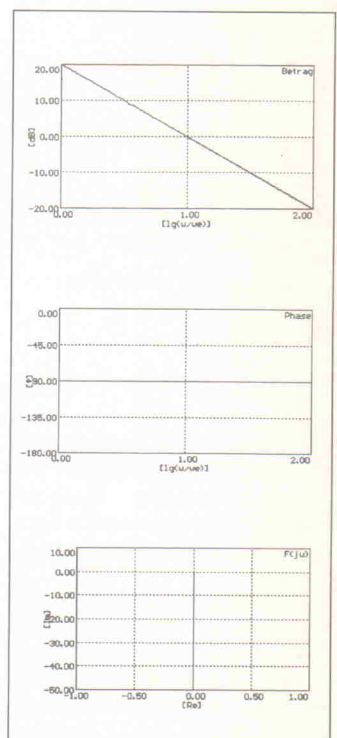


Bild 59. Das I-Glied.



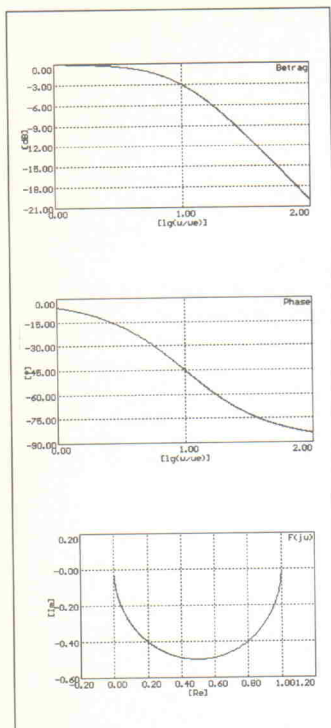


Bild 60. Das PT1-Glied.

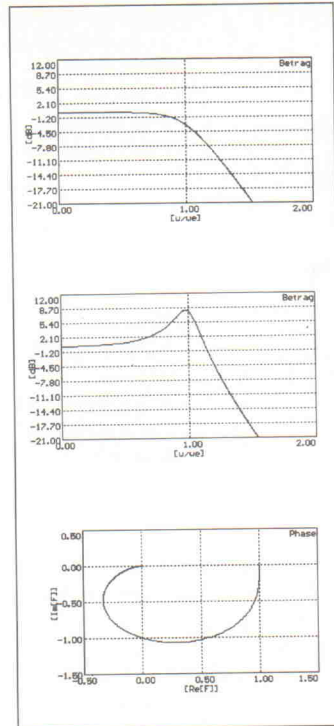


Bild 61. Das PT2-Glied.

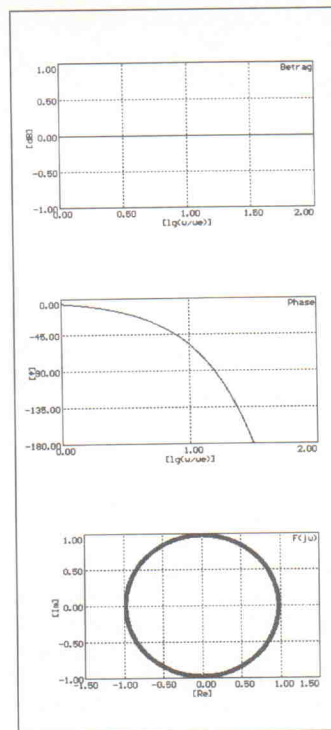


Bild 62. Das Totzeit-Glied.

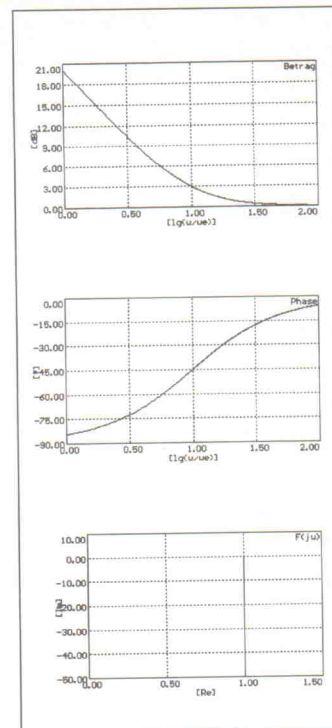


Bild 63. PI-Glied.

## PT1-Glied

Ändert man beim PT1-Glied die Eingangsgröße sprunghaft, nähert sich die Ausgangsgröße exponentiell einem von seiner Übertragungskonstante abhängigen Wert. Die Übertragungsfunktion lautet:

$$F(s) = \frac{K}{1 + sT}$$

Daraus ergibt sich für den Amplitudengang

$$|F(j\omega)| = K \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}}$$

und für den Phasengang

$$\varphi(\omega) = -\arctan(\omega T)$$

Die Verläufe des Bodediagramms und die Ortskurve des PT1-Gliedes zeigt Bild 60. Der Amplitudengang kann durch zwei Geraden (Asymptoten) angenähert werden: eine horizontale Anfangsasymptote und eine Endasymptote mit der Steigung von  $-20 \text{ dB/Dekade}$ . Der Schnittpunkt der beiden Asymptoten liegt bei  $\omega = 1/T$ . Die Ortskurve ergibt einen Halbkreis, der für  $\omega = 0$  den Wert  $K$  besitzt und für  $\omega$  gegen unendlich im Koordinatenursprung endet.

## DT1-Glied

Das auch als Vorhaltglied bezeichnete DT1-Glied ändert

seine Ausgangsgröße bei einem Sprung am Eingang ebenfalls sprunghaft und läuft dann exponentiell mit der charakteristischen Zeitkonstante gegen Null.

Die Übertragungsfunktion ist mit

$$F(s) = \frac{KsT}{1 + sT}$$

definiert.

Aus dieser Gleichung folgt für den Amplitudengang

$$|F(j\omega)| = \frac{\omega K T}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}}$$

und für den Phasengang

$$\varphi(\omega) = \pi/2 - \arctan(\omega T)$$

Vergleicht man den Verlauf dieses Bodediagramms mit dem des PT1- und des D-Gliedes, so läßt es sich als die Summe der beiden denken. Die Ortskurve ergibt auch hier einen Halbkreis, der allerdings für  $\omega = 0$  im Koordinatenursprung liegt und für  $\omega$  gegen unendlich den Wert  $K$  besitzt.

## PT2-Glied

Das Verzögerungsglied zweiter Ordnung wird durch die zwei voneinander unabhängigen Energiespeicher charakterisiert und zeigt je nach Dämpfung aperiodisches oder schwingendes Verhalten. Seine Übertragungsfunktion lautet:

$$F(s) = \frac{K}{1 + s2dT + s^2 T^2}$$

Daraus erhält man mit  $s = j\omega$  den Frequenzgang

$$F(j\omega) = \frac{K}{1 + j\omega 2dT + (j\omega T)^2}$$

Somit ergibt sich für den Amplitudengang (Wurzel 3)

$$|F(j\omega)| = \frac{K}{\sqrt{(1 - \omega^2 T^2)^2 + (2d\omega T)^2}}$$

und für den Phasengang

$$\varphi(\omega) = -\arctan \frac{2d\omega T}{1 - \omega^2 T^2}$$

Bild 61 zeigt den Amplitudengang für zwei verschiedene Dämpfungswerte  $D$  und die Ortskurve des PT2-Gliedes. Die Phasenkennlinie verläuft je nach Dämpfung ähnlich der eines PT1-Gliedes. Sie endet aber für große  $\omega$ -Werte bei  $\varphi = -180^\circ$ . Die Ortskurve besitzt für  $\omega = 0$  den Wert  $K$ , und für  $\omega$  gegen unendlich endet sie im Koordinatenursprung.

## T<sub>t</sub>-Glied

Die Übertragungsfunktion eines Totzeit-Gliedes wird durch die Gleichung

$$F(s) = e^{-sT_t}$$

beschrieben.

Daraus können dann die Werte für den Amplitudengang mit

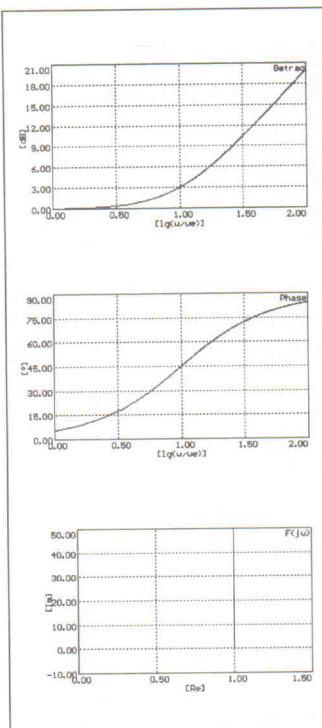


Bild 64. PD-Glied.

$$|F(j\omega)| = |e^{-j\omega T_t}| = 1$$

und für den Phasengang mit

$$\varphi(\omega) = \omega T_t$$

ermittelt werden.

Die entsprechenden Verläufe sowie die Ortskurve sind im Bild 62 dargestellt.

Schließlich zeigen die Bilder 63, 64 und 65 die Bodedia-



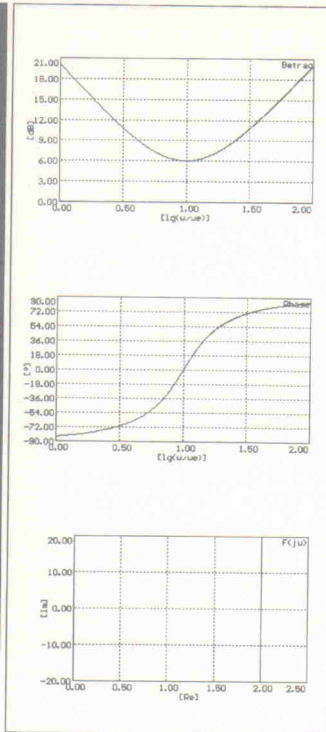


Bild 65. PID-Glied.

gramme und Ortskurven von PI-, PD- und PID-Gliedern.

### Beispiel: Servoregelung

Nach den theoretischen Betrachtungen von Regelgliedern im Zeit- und Frequenzbereich nun zu einem praktischen Beispiel. Dabei soll ein Servosystem im Vordergrund stehen. Es handelt sich dabei um ein Regelsystem, dessen Regelgröße die Position eines mechanischen Systems ist.

Servosysteme müssen schnell sein und dürfen keine Überschwingungen zeigen. Darüber hinaus soll die Regelgröße der Führungsgröße trotz äußerer Störungen ohne Fehler folgen. Während man die schnelle Reaktion und die Überschwingfreiheit auch bei Festwertregelungen vorfindet, ist der ideale Nachlauf typisch für Servosysteme.

Man fordert dabei vom Regler nicht nur die Kompensation von Sprung-, sondern möglichst auch vom Rampen- und Beschleunigungsfehlern. Als Antriebe werden meistens spezielle hydraulische oder elektrische Motoren eingesetzt. Ein typischer Vertreter von Servoantrieben ist der Scheibenläufermotor.

### Der Scheibenläufermotor

Der Scheibenläufermotor besitzt eine in einem permanenten

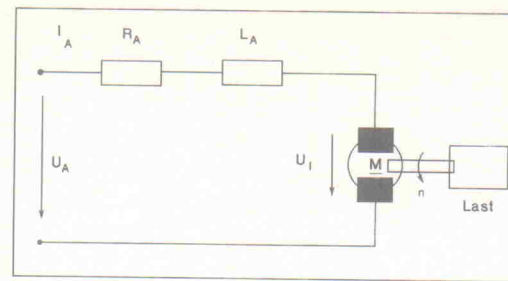


Bild 66. Das physikalische Blockschaltbild des Scheibenläufermotors.

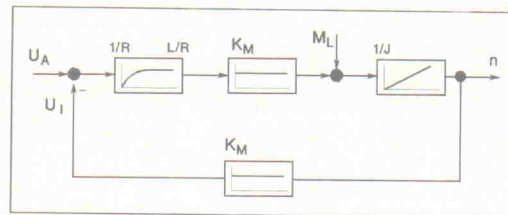


Bild 67. Das vereinfachte Blockschaltbild des verwendeten Motors.

homogenen Magnetfeld bei Stromdurchgang rotierende Scheibe. Er unterscheidet sich von normalen Gleichstrommaschinen dadurch, daß der rotierende Teil kein gewöhnlicher, genuteter Trommelanker mit Ankerwicklungen ist, sondern eine dünne, trägheitsarme Isolierscheibe. Die Ankerwicklungen werden beidseitig der Isolierscheibe durch ein photochemisches Ätzverfahren (gedruckte Schaltung) oder durch Ausstanzen der Leiterzüge aus Kupferfolien aufgebracht.

Bild 66 zeigt das physikalische Blockschaltbild eines derartigen Motors.

Folgende Eigenschaften kennzeichnen ihn:

- Scheibenläufermotoren gehören zu den fremderregten Gleichstrommotoren.
- Das Trägheitsmoment und damit auch die mechanische Zeitkonstante sind sehr niedrig.
- Das magnetische, axial verlaufende Erregerfeld wird von kurzen, kreisförmigen Ferrit-Dauermagneten erzeugt, die ein- oder beidseitig im Motorgehäuse angebracht sind und deren Feldlinien sich über dem Gehäuse schließen.
- Durch das homogene Erregerfeld bleibt das Drehmoment über den gesamten Bereich einer Umdrehung konstant.
- Die Klemmenspannung des Scheibenläufermotors liegt im Bereich von 6 V...150 V bei etwa 3000...4800 Umdrehungen/min.
- Der Leistungsbereich erstreckt sich von 15 W bis etwa 13 kW.
- Durch den eisenlosen Aufbau wird nicht nur das Trägheitsmoment reduziert, es ergeben

sich außerdem sehr kleine Werte für die Ankerinduktivität. Dadurch lassen sich große Stromanstiegsge-schwindigkeiten realisieren, so daß der Motor in wenigen Millisekunden auf die gewünschte Drehzahl gebracht werden kann.

Die Ankerwicklung des Gleichstrommotors erzeugt ein Ankerquerfeld in Richtung der Bürstenachse. Der dort vorhandene große Luftspalt bestimmt hauptsächlich die Ankerinduktivität  $L_A$ . Weiterhin darf man voraussetzen, daß Ankerkreis und Erregerkreis (hier permanenterregt), wegen der um 90° gegeneinander verdrehten Wicklungsachsen, magnetisch vollständig entkoppelt sind und nicht aufeinander zurückwirken.

Nach dem Induktionsgesetz entsteht in der Leiterschleife eine Induktionsspannung, wenn sie durch die Drehbewegung von Kraftlinien geschnitten wird. Diese Spannung ist beim Motor die Gegenspannung  $U_I$ , die der Ursache der angelegten Klemmenspannung  $U_A$  entgegenwirkt. Ihre Größe ist vom Magnetfeld und der Drehzahl der Leiterschleife abhängig.

Im Leerlauf (unbelasteter Zustand des Motors) ist die Gegenspannung fast gleich der Klemmenspannung. Der innere Spannungsabfall läßt nur einen geringen Strom fließen. Sobald der Anker belastet wird, verringert sich die Drehzahl und damit gleichzeitig die Gegenspannung. Der innere Spannungsabfall wird größer und somit auch der Ankerstrom, damit der Motor bei größerer Belastung das Gegenmoment überwinden kann. Die Gegenspannung arbeitet als eigentlicher Regulator des Motors. Sie paßt sich den Belastungsver-

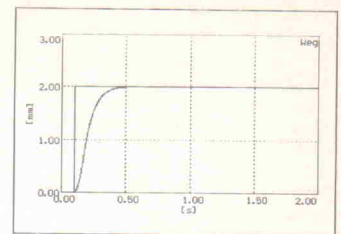


Bild 68. Der Kenngrößenverlauf des 'Beispielmotors'.

hältnissen an und regelt automatisch die Stromaufnahme.

Für den Ankerkreis gilt:

$$\frac{L_A \cdot di_A}{dt + R_A} \cdot i_A = u_A - u_I$$

Die Momentenbilanz liefert:

$$\frac{j\omega}{dt} = M_A - M_L$$

Darüber hinaus gilt zwischen dem Ankerstrom und dem Antriebsmoment des Motors die folgende Beziehung:

$$M_A = K_M \cdot i_A$$

Wobei  $K_M$  als Motorkonstante bezeichnet wird und durch den Erregerfluß und die Ankerwicklung festgelegt ist.

Schließlich besteht zwischen der induzierten Ankerspannung des Motors und der Drehzahl folgender Zusammenhang:

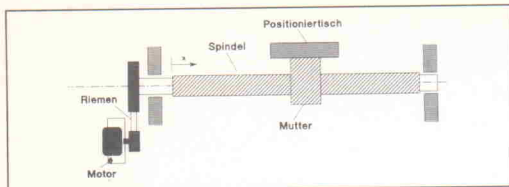
$$u_I = K_M \cdot n$$

Es ergibt sich für den Scheibenläufermotor das vereinfachte Blockschaltbild nach Bild 67.

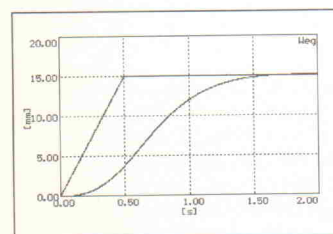
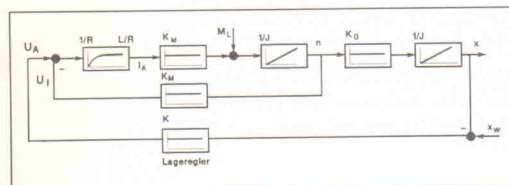
Wie schon erwähnt, ist für die richtige Beschreibung des Motors als regelungstechnische Strecke die möglichst genaue Ermittlung der Streckenparameter entscheidend. Dazu gehören in diesem Fall die Motordaten wie Induktivität, Ankerkreiswiderstand, Trägheitsmoment und Motorkonstante. Für den Scheibenläufermotor mit der Bezeichnung F12M4R zeigt Bild 68 den Verlauf des Motorstroms, die Drehzahl und den Drehwinkel bei einem Sprung der Ankerspannung.

Im folgenden soll der Motor für die Lageregelung eines Positioniertisches (Bild 69) eingesetzt und verschiedene Regler und Regelverfahren untersucht werden. Nichtlinearitäten, die als Folge der Reibung und des Spiels in den Übertragungselementen im System entstehen, sollen dabei nicht berücksichtigt werden. Das Blockschaltbild des gesamten Systems zeigt





**Bild 69.** Für diesen Positioniertisch soll eine Lageregelung entworfen werden.



**Bild 73.** Die Systemantwort der Positionierung auf eine 2-mm-Sollwertänderung.

Bild 70. Das Sprungverhalten der Zustandsgrößen Motorstrom, Geschwindigkeit und Weg ist Bild 71 zu entnehmen.

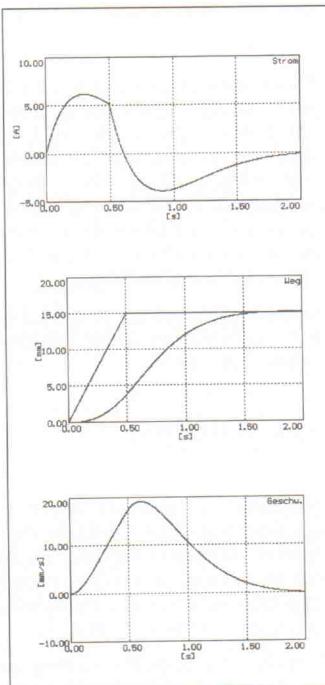
Bei den Untersuchungen der Regelgüte ist das Verhalten des Lageregelkreises in folgenden Fällen interessant:

- Kleinsignalverhalten. In diesem Fall wird das Sprungverhalten des Regelkreises bei kleinen Sollwertsprüngen untersucht. Gewählter Sollwert soll 2 mm sein.
- Folgeverhalten. Wie gut folgt die Regelgröße dem Verlauf des Sollwertes? Sollwert ist eine Rampe von 30 mm/s.
- Störverhalten. Bei einer bestimmten Position wirkt ein äußeres Moment als Störung auf das System ein. Das Störmoment beträgt 5 Nm.

## Regler Nr. 1: P-Typ

Das Blockschaltbild des Lageregelkreises mit einem P-Regler zeigt Bild 72. In Bild 73 ist die Reaktion des Lageregelkreises auf eine sprunghafte Änderung des Sollwertes von 2 mm dargestellt. Neben dem Verlauf des Weges ist auch der Verlauf der Geschwindigkeit und des Motorstroms dargestellt.

Die vorgegebene Position wird ohne bleibende Regelabweichung erreicht. Allerdings rea-



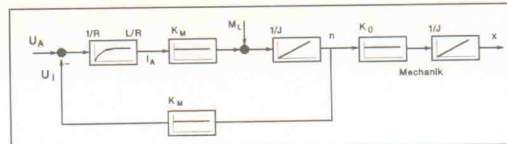
**Bild 74.** Der P-Regler ist nicht in der Lage, dem Sollwert wunschgemäß zu folgen.

giert das System langsam. Will man durch Vergrößerung des Reglerbeiwertes den Lageregelkreis schneller machen, führt das zu Überschwingungen.

Das Folgeverhalten beim Einsatz des P-Reglers zeigt Bild 74. Der P-Regler ist nicht in der Lage, dem Sollwert wunschgemäß zu folgen.

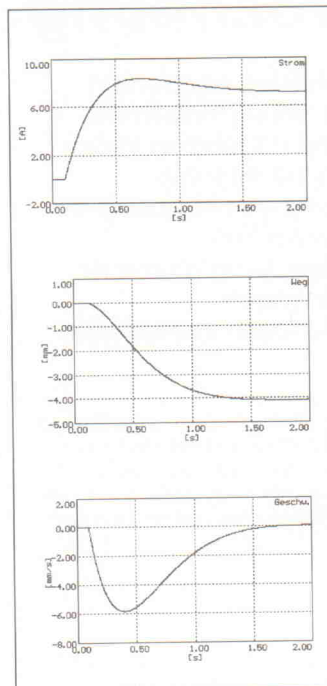
Der Verlauf der Zustandsgrößen bei Einwirkung eines konstanten Störmoments (Bild 75) verursacht eine Lageabweichung von 4 mm, die der P-Regler nicht ausgleichen kann.

Insgesamt kann man sagen, daß der Einsatz des P-Reglers für die Lösung des Positionierungsproblems nicht geeignet ist.



**Bild 70.** Das Blockschaltbild des in Bild 69 gezeigten Systems.

**Bild 72.** Der P-geregelte Positioniertisch.



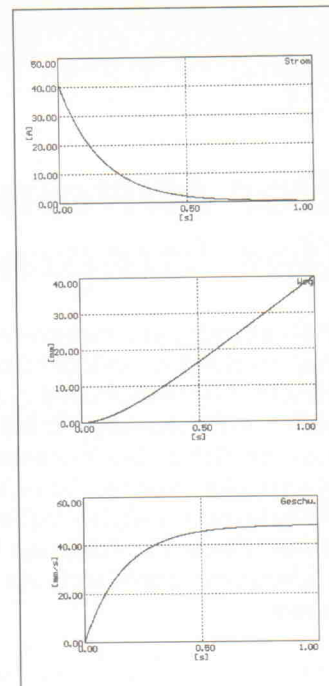
**Bild 75.** Die Einwirkung eines konstanten Störmoments verursacht eine Lageabweichung von 4 mm.

## Regler Nr. 2: PID-Typ

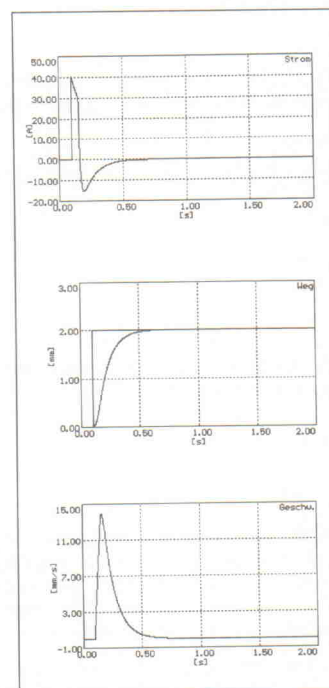
Als nächstes kommt ein PID-Regler zum Einsatz. Seine Parameter werden wie folgt eingestellt: Mit einem Maximalwert für  $T_n$  wird die Wirkung des Integrierers aufgehoben (Trennung des I-Anteils). Der Wert von  $T_v$  soll Null sein. Somit liefert auch der Differenzierer keinen Beitrag. Der Regler arbeitet jetzt als reiner P-Regler.

$K_p$  wird nun von Null beginnend erhöht, bis der Einschwingvorgang des Systems nur noch schwach gedämpft ist. Mit  $T_v$  ist die gewünschte Dämpfung einstellbar. Schließlich wird der Wert von  $T_n$  so eingestellt, daß die Einschwingzeit minimal ist.

Die geeignete Einstellung der Parameter des PID-Reglers bringt zuerst eine beachtliche Verbesserung des Kleinsignalverhaltens. Das System reagiert auf den Sprung fast dreimal so schnell wie mit einem P-Regler. Allerdings zeigt der PID-Regler bei diesen Parameter-



**Bild 71.** Das Sprungverhalten der Zustandsgrößen: Motorstrom, Drehzahl und Geschwindigkeit.



**Bild 76.** Das Verhalten des PID-Lagereglers.

werten schlechtes Folge- und Störverhalten. Der Positioniertisch neigt zur Instabilität und zeigt Nachgiebigkeit und eine große Regelabweichung. Die Regelabweichung erreicht bei der Wirkung des Störmoments einen Wert von etwa 5 mm. Auch der Einsatz des PID-Reglers für die Lageregelung bringt nicht die erwünschten Ergebnisse.



# Der Mittelwertsatz der Integralrechnung

**Sich ständig verändernde Größen beschreibt man in der Technik oft über deren Mittelwert. Einzelne Schwankungen sind nämlich in vielen Fällen nicht aussagekräftig und deshalb unbedeutend. Die Berechnung von Mittelwerten gelingt mit Hilfe der konventionellen Integralrechnung für beliebige Kurvenverläufe, sofern diese als Funktion vorliegen beziehungsweise sich als Funktion ausdrücken lassen.**

Die Berechnung von Mittelwerten erfolgt anschaulich durch das Umwandeln der Fläche, die horizontal von dem Graphen der Funktion  $f(x)$  und der Abszissenachse und vertikal durch die Abszissenwerte  $a$  und  $b$  (Intervallgrenzen) begrenzt wird, in ein flächengleiches Rechteck (Bild 1). Die Fläche unter dem Graphen läßt sich mit Hilfe der Integralrechnung ermitteln:

$$A_k = \int_a^b f(x) dx$$

Bei der Mittelwertberechnung ist ein bestimmter Funktionswert  $f(c)$  gesucht. Die Fläche des Rechtecks beträgt dann:

$$A_R = (b - a) \cdot f(c)$$

Durch Gleichsetzen des Integrals mit der Rechteckfläche erhält man:

$$\int_a^b f(x) dx = (b - a) \cdot f(c)$$

Die Auflösung dieser Gleichung nach  $f(c)$  führt zum Mittelwertsatz der Integralrechnung:

$$f(c) = \frac{1}{b - a} \cdot \int_a^b f(x) dx$$

Hierbei handelt es sich speziell um den linearen beziehungsweise arithmetischen Mittelwert. Voraussetzung für die Anwendung dieses Satzes ist, daß die Funktion zwischen  $a$  und  $b$  stetig verläuft. Ist diese Bedingung erfüllt, so ist  $f(c)$  die mittlere Ordinate, und zwar auch dann, wenn die Funktion  $y = f(x)$  die Abszissenachse im Intervall  $(a, b)$  schneiden sollte.

Neben dem linearen Mittelwert ist auch ein quadratischer Mittelwert definiert, den folgender Ausdruck beschreibt:

$$f(c) = \sqrt{\frac{1}{b - a} \cdot \int_a^b f(x)^2 dx}$$

Der quadratische Mittelwert ist vor allem dann von Bedeutung, wenn Funktionsverläufe beziehungsweise Signale, die sowohl positive als auch negative Ordinaten-Abszissen-Flächen aufspannen, hinsichtlich ihrer Wirkung zu untersuchen sind.

Mit Hilfe der obigen Formeln lassen sich alle als Funktion vorliegenden Kurvenformen auf ihren Wirkungsgehalt untersuchen. Die in der Praxis vorkommenden Funktionen sind häufig von der Zeit  $t$  abhängig, so daß deshalb auf der Abszissenachse die Zeit  $t$  abzutragen ist.

Bei sich periodisch wiederholenden Funktionsverläufen kann man die Differenz  $b - a$  durch die Periodendauer  $T$  ersetzen. Als typisches Merkmal einer periodischen Funktion gilt:

$$f(x) = f(x + n T)$$

Für zeitabhängige Funktionsverläufe kann man diese Gleichung wie folgt definieren:

$$f(t) = f(t + n T)$$

Der Ausdruck  $n$  steht dabei für eine Zahl aus der Menge der ganzen natürlichen Zahlen und  $T$  für die Periodendauer.

Eine reine Wechselgröße kann man ebenfalls mit einer periodischen Funktion beschreiben. Zum Nachweis einer reinen Wechselgröße muß jedoch neben der oben angeführten Bedingung noch eine weitere, zweite Bedingung erfüllt sein:

$$f(t_c) = \frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} f(t) dt = 0$$

Dies bedeutet nichts anderes, als daß die zwischen dem Funktionsgraphen und der Abszissenachse aufgespannten Flächenstücke unter- und oberhalb der Abszissenachse innerhalb einer Periode gleich groß sind. Beispiele für reine Wechselgrößen in der Elektrotechnik sind jedem Elektroniker bekannt: Sinus-, Rechteck- und Dreiecksspannungen, die beispielsweise ein Funktionsgenerator abgibt. Mischgrößen hingegen, die aus einem Wechselanteil mit überlagertem Gleichanteil bestehen, erfüllen die letzte Bedingung nicht. Folglich handelt es sich hierbei lediglich um periodische Funktionen.

In der Meßtechnik hat auch der Gleichrichtwert einer Wechselgröße eine hohe Aussagekraft. Dabei handelt es sich um das arithmetische Mittel der Betragsfunktion:

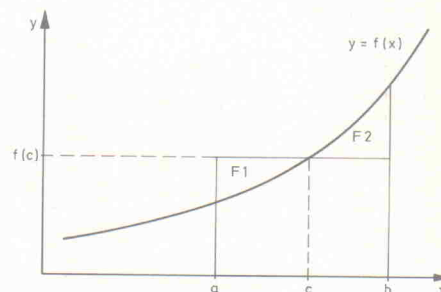
$$A_G = \frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} |f(t)| dt$$

Vereinfacht ausgedrückt: Der Gleichrichtwert gleicht dem Quotienten aus Fläche und Periodendauer. Der Gleichrichtwert entsteht bei der idealen Gleichrichtung einer Wechselgröße. Eine Gleichrichtung ist in der Meßtechnik immer dann erforderlich, wenn die zu erfassende Größe zum Beispiel mit einem Drehspulmeßwerk oder mit einem digitalen Panelmeter zu messen ist (Bild 2).

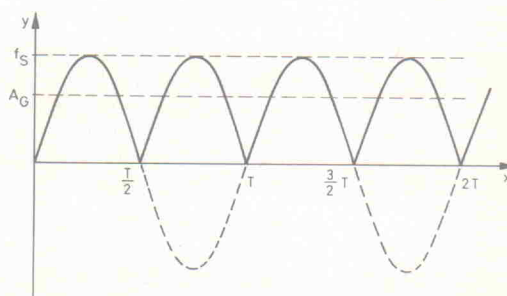
Um eine praktische Berechnung durchzuführen, folgt beispielhaft die Ermittlung des Gleichrichtwertes einer Sinusschwingung. Eine sinusförmige Schwingung folgt der Funktionsgleichung:

$$f(t) = f_s \cdot \sin(\omega t)$$

Hierin stehen  $f_s$  für den Scheitel- beziehungsweise Maximalwert der Schwingung und  $\omega$  für die Kreisfrequenz. Die Kreisfrequenz erhält man



**Bild 1.**  
Anschauliche Darstellung des Mittelwertsatzes der Integralrechnung.



**Bild 2.**  
Der Gleichrichtwert einer Sinusschwingung beträgt  $2 f_s / \pi$ .



über  $\omega = 2 \pi f = 2 \pi / T$ . Setzt man diesen Ausdruck in das obige Integral ein, so führt dies zu:

$$A_G = \frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} |f_s \cdot \sin(\omega t)| dt$$

Zwecks Vereinfachung definiert man den Startzeitpunkt mit  $t = 0$ . Diese Definition hat keinen Einfluß auf das Endergebnis, die Rechnung gestaltet sich jedoch wesentlich einfacher.

$$A_G = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T |f_s \cdot \sin(\omega t)| dt$$

Es ist sinnvoll, die positive und negative Halbschwingung getrennt zu behandeln, da bei der negativen Halbschwingung die Betragsbildung zu beachten ist. Am einfachsten setzt man an:

$$A_G = \frac{1}{T} \left( \int_0^{T/2} f_s \cdot \sin(\omega t) dt + \int_{T/2}^T f_s \cdot (-\sin(\omega t)) dt \right)$$

$$A_G = \frac{f_s}{T} \left( \int_0^{T/2} \sin(\omega t) dt + \int_{T/2}^T -\sin(\omega t) dt \right)$$

$$A_G = \frac{f_s}{T} \cdot \left( -\frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \Big|_0^{T/2} + \frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \Big|_{T/2}^T \right)$$

Nach einigen Zwischenschritten und nach dem Einsetzen von  $\omega T = 2 \pi$  erhält man:

$$A_G = \frac{f_s}{2 \pi} \cdot (-\cos(\pi) + 1 + \cos(2\pi) - \cos(\pi))$$

$$A_G = \frac{f_s}{2 \pi} \cdot (1 + 1 + 1 + 1)$$

$$A_G = \frac{4 f_s}{2 \pi} = \frac{2}{\pi} \cdot f_s \approx 0,637 \cdot f_s$$

Führt man die Berechnung für eine dreieckförmige Spannung entsprechend Bild 3 durch, lautet das Ergebnis:

$$A_G = f_s/2$$

Für eine Rechteckspannung gemäß Bild 4 erhält man hingegen:

$$A_G = f_s$$

Nur mit Hilfe des Effektivwertes ist es möglich, eine sinnvolle Aussage darüber zu machen, welche Wirkung ein Signal verursachen kann. Der Effektivwert ist aber nichts anderes als der quadratische Mittelwert einer periodischen Funktion, der in der Wirkung einer Gleichgröße mit gleicher Höhe entspricht. Alle üblichen Meßinstrumente mit Zeiger oder Digitalpanel zeigen in aller Regel den Effektivwert der gemessenen Wechselgröße an, sofern das Meßsignal einen sinusförmigen Verlauf hat.

Die Berechnung des Effektivwertes einer Wechselgröße erfolgt über das Integral für den quadratischen Mittelwert. Als Beispiel soll die Trapezschwingung aus Bild 5 dienen. Hier reicht es aus, das Zeitintervall von 0 bis  $T/4$  zu betrachten. Bei der Integration ist jedoch zu beachten, daß an der Stelle  $t = qT$  eine Unstetigkeitsstelle vorliegt.

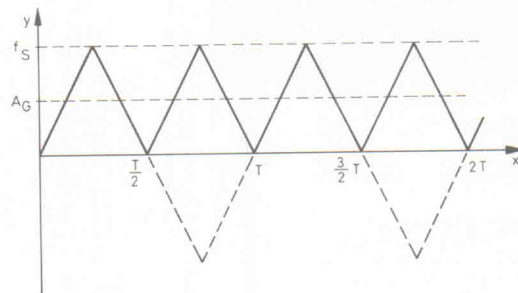
Für die ansteigende Flanke ( $0 \leq t \leq qT$ ) gilt:

$$f = \frac{f_s}{q \cdot T} \cdot t$$

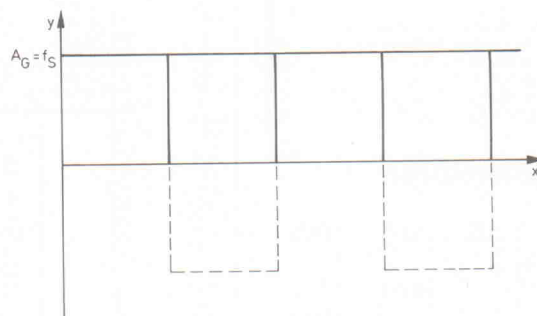
Für das verbleibende Stück ( $qT \leq t \leq T/4$ ) gilt hingegen:

$$f = f_s$$

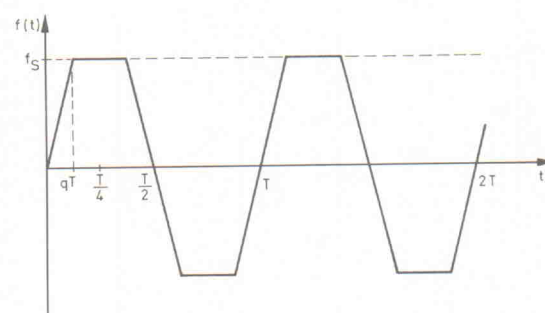
Beim ersten Ansatz ist es günstiger, nur den Radikand zu betrachten. Die linke Seite der Gleichung erscheint dann zum Quadrat:



**Bild 3.**  
Der Gleichrichtwert einer Dreiecksschwingung entspricht der halben Amplitude.



**Bild 4.**  
Der Gleichrichtwert einer Rechteckschwingung stimmt mit der Amplitude überein.



**Bild 5.**  
Verlauf einer trapezförmigen Schwingung.

$$f(c)^2 = \frac{1}{T/4} \cdot \left( \int_0^{qT} \frac{f_s^2}{q^2 \cdot T^2} \cdot t^2 dt + \int_{qT}^{T/4} f_s^2 dt \right)$$

$$f(c)^2 = \frac{4 f_s^2}{T} \cdot \left( \frac{1}{q^2 T^2} \cdot \frac{1}{3} (qT)^3 + \frac{T}{4} - qT \right)$$

$$f(c)^2 = f_s^2 \cdot \left( 1 - \frac{8}{3} q \right)$$

$$f(c) = f_s \cdot \sqrt{1 - \frac{8}{3} q}$$

Für eine Sinusschwingung erhält man einen Wert von:

$$f(c) = f_s \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Und für eine Dreiecksschwingung gilt:

$$f(c) = f_s \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Mit Hilfe des Mittelwertsatzes der Integralrechnung ist es also möglich, für beliebige, analytisch formulierbare Kurvenformen sowohl den arithmetischen als auch den quadratischen Mittelwert zu berechnen. Das Ergebnis steht jeweils in Bezug zum Scheitelwert der jeweiligen Kurvenform.



# REICHELT ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven

Marktstraße 101 — 103

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

## Katalog kostenlos!

 Versand ab DM 10,-/Ausland ab DM 50,-  
 Versand per Nachnahme oder Bankinzug  
 (außer Behörden, Schulen usw.)  
 Versandkostenpauschale: Nachnahme DM 6,95  
 Bankinzug DM 5,75

 Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch  
 bei gemeinsamer Abnahme folgenden Rabatt:

 ab DM 500,- = 5 %  
 ab DM 750,- = 10 %  
 ab DM 1000,- = 15 %  
 ab DM 2000,- = 20 %

## Transistoren

BC	BD	BDX	BFQ	BUX
107A 0.28	239C 0.64	33C 0.84	69 4.45	86 1.20
107B 0.28	240C 0.64	34C 0.86	87 1.35	88 1.30
108B 0.28	241B 0.63	34C 0.86	98 10.30	
108C 0.28	241C 0.64	34C 0.86		
140-10 0.43	242B 0.63	53C 0.76		
140-16 0.43	242C 0.64	54A 0.75		
141-10 0.49	243 0.67	54C 0.78		
141-16 0.43	243B 0.63	66B 3.80		
160-10 0.43	243C 0.63	66C 3.80		
160-16 0.43	244 0.66	67B 3.80		
161-10 0.43	244B 0.63	67C 3.80		
161-16 0.43	244C 0.65	87C 2.50		
177A 0.31	245B 1.65	88C 2.70		
177B 0.28	245C 1.70			
237A 0.08	246B 1.65			
237B 0.08	246C 1.65			
238A 0.09	249 2.00	198 0.17		
238B 0.08	249B 2.10	199 0.17		
239B 0.07	249C 2.15	224 0.21		
307A 0.07	250 2.15	240 0.17		
307B 0.07	250B 2.15	241 0.18		
327-25 0.10	250C 2.15	244A 0.78		
327-40 0.10	317 2.90	245A 0.53		
328-25 0.10	318 2.90	245B 0.53		
328-40 0.10	410 0.85	245C 0.53		
337-25 0.10	433 0.53	246A 0.68		
337-40 0.10	434 0.56	246B 0.68		
338-25 0.10	435 0.56	246C 0.68		
338-40 0.10	436 0.56	247A 0.65		
368 0.27	437 0.56	247B 0.69		
369 0.27	438 0.56	247C 0.68		
516 0.25	439 0.57	254 0.18		
517 0.23	440 0.57	255 0.18		
546A 0.07	441 0.57	256A 0.59		
546B 0.07	442 0.58	256B 0.59		
547A 0.07	517 1.85	256C 0.59		
547B 0.07	529 1.85	257 0.65		
547C 0.07	530 1.85	258 0.65		
548A 0.07	645 0.76	259 0.65		
548B 0.07	646 0.81	324 0.17		
548C 0.07	647 0.78	393 0.31		
549B 0.07	648 0.81	417 0.68		
549C 0.07	649 1.10	418 0.78		
550B 0.10	650 0.80	420 0.26		
550C 0.10	675 0.47	421 0.29		
556A 0.07	676 0.48	422 0.26		
556B 0.07	677 0.51	423 0.26		
557A 0.07	678 0.51	440 0.65		
557B 0.07	679 0.53	450 0.19		
557C 0.07	680 0.53	451 0.19		
558A 0.07	809 1.05	458 0.47		
558B 0.07	810 1.05	459 0.48		
558C 0.07	879 1.05	469 0.47		
559A 0.08	880 1.20	470 0.48		
559B 0.07	901 0.99	471 0.48		
559C 0.07	902 0.96	472 0.48		
560B 0.11	911 1.10	494 0.19		
560C 0.11	912 1.10	758 0.61		
635 0.26		759 0.61		
636 0.27		762 0.61		
637 0.27		769 0.51		
638 0.27		870 0.51		
639 0.28		871 0.51		
640 0.28		872 0.51		
875 0.63		900 1.50		
876 0.63		901 1.50		
877 0.63		902 1.50		
880 0.70		960 0.40		
		961 0.40		
		962 0.40		
		963 0.40		
		964 0.40		
		965 0.40		
		966 0.40		
		967 0.40		
		968 0.40		
		969 0.40		
		970 0.40		
		971 0.40		
		972 0.40		
		973 0.40		
		974 0.40		
		975 0.40		
		976 0.40		
		977 0.40		
		978 0.40		
		979 0.40		
		980 0.40		
		981 0.40		
		982 0.40		
		983 0.40		
		984 0.40		
		985 0.40		
		986 0.40		
		987 0.40		
		988 0.40		
		989 0.40		
		990 0.40		
		991 0.40		
		992 0.40		
		993 0.40		
		994 0.40		
		995 0.40		
		996 0.40		
		997 0.40		
		998 0.40		
		999 0.40		
		1000 0.40		

## Integrierte Schaltungen

uA	L	LM	MC	OP
7805 0.52	149 4.20	382DIL 7.85	1350P 7.45	12 48.55
7805K 2.30	165 3.65	38522.5 3.90	1377DIL 6.95	14 12.70
7806 0.52	200-220 2.05	386DIP 1.30	1408DIL 4.70	15 19.30
7807 1.00	200-203 2.65	387DIP 2.80	1458DIL 0.41	16 13.45
7808 0.52	203B 0.72	391N80 4.95	1496DIL 1.40	17 10.80
7809 0.60	204B 0.72	392N80 5.75	1558DIP 2.10	20 13.80
7810 0.57	272 2.90	393DIP 0.36	361N 4.30	21 15.80
7812 0.52	293B 5.95	567DIP 0.84	3403DIL 0.69	22 16.45
7812K 2.30	293D 6.45	1011 7.65	3423DIP 2.20	27 5.90
7815 0.52	296 9.05	1881DIP 9.60	3486DIL 1.30	32 19.65
7815K 2.30	297 9.70	1886DIL 8.90	3487DIL 1.55	37 5.00
7818 0.52	387 10.10	1889DIL 5.00		50 29.60
7820 0.58	387 1.20	2901DIL 0.60		64 26.70
7824 0.52	603C 5.40	2902DIL 0.60		
7824K 2.25	702B 5.40	2903DIP 0.63		
7805 29.20	4805 4.05	2904DIP 0.58		
7805 0.61	4810 4.10	2917DIL 4.00		
7805 0.50	4885 4.05	2917DIP 3.30		
7806 0.51	4902 4.95	2930A 1.90		
7807 0.51	4940V12 2.90	2931A 2.30		
7808 0.51	4940V5 2.90	3900DIL 1.35		
7809 0.50	4960 5.40	3909DIP 2.50		
7810 0.56	4962 5.00	3911DIP 3.65		
7812 0.49		3914DIL 5.15		
7815 0.50		3915DIL 5.20		
7815 0.62		13600DIL 3.10		
7805 0.83		13700DIL 4.50		
7805 0.93				
7810 0.93				
7812 0.86				
7815 0.88				
7818 0.92				
7824 0.94				
7905 0.54				
7908 0.54				
7909 0.78				
7910 1.55				
7912 0.54				
7915 0.54				
7918 0.54				
7920 0.64				
7924 0.54				
79105 0.52				
79106 0.91				
79107 0.91				
79108 0.91				
79109 0.91				
79112 0.52				
79115 0.52				
79124 0.91				
79125 0.91				
79126 0.91				
79127 0.91				
79128 0.91				
79129 0.91				
79130 0.91				
79131 0.91				
79132 0.91				
79133 0.91				
79134 0.91				
79135 0.91				
79136 0.91				
79137 0.91				
79138 0.91				
79139 0.91				
79140 0.91				
79141 0.91				
79142 0.91				
79143 0.91				
79144 0.91				
79145 0.91				
79146 0.91				
79147 0.91				
79148 0.91				
79149 0.91				
79150 0.91				
79151 0.91				
79152 0.91				
79153 0.91				
79154 0.91				
79155 0.91				
79156 0.91				
79157 0.91				
79158 0.91				
79159 0.91				
79160 0.91				
79161 0.91				
79162 0.91				
79163 0.91				
79164 0.91				
79165 0.91				
79166 0.91				
79167 0.91				
79168 0.91				
79169 0.91				
79170 0.91				
79171 0.91				
79172 0.91				
79173 0.91				
79174 0.91				
79175 0.91				
79176 0.91				
79177 0.91				
79178 0.91				
79179 0.91				
79180 0.91				
79181 0.91				
79182 0.91				
79183 0.91				
79184 0.91				
79185 0.91				
79186 0.91				
79187 0.91				
79188 0.91				
79189 0.91				
79190 0.91				
79191 0.91				
79192 0.91				
79193 0.91				
79194 0.91				
79195 0.91				
79196 0.91				
79197 0.91				
79198 0.91				
79199 0.91				
79200 0.91				

## Integrierte Schaltungen

SAB	TDA	TL
0529 5.60	2004 3.30	072DIP 0.64
0600 5.60	2005 3.30	074DIL 0.81
3011 13.70	2005S 4.45	081DIP 0.59
3021 11.60	2006 2.30	082DIP 0.62
3022 25.50	2008 3.35	083DIL 1.90
3035 26.35	2009 5.75	084DIL 0.85
3209 12.85	2010 3.95	3177092 1.30
3210 9.50	2020 6.60	321DIP 1.70
	2030 2.20	431T092 0.63
	2030AV 4.00	494DIL 1.95
	2030H 3.10	496DIP 5.40
	2040 4.20	497ADIL 3.50
	2054M 3.85	604DIP 3.25
	2170 6.20	783CKC 6.00
	2270 6.15	7705DIP 1.35
	2320 1.25	
	2532 3.75	
	2540 3.05	
	2541 3.00	
	2543 6.70	
	2545 4.95	
	2560 7.30	
	2577A 6.65	
	2578 7.55	
	2581 6.80	
	2591 3.80	
	2593 2.30	







## P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, 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 47-40.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00	<b>IE<sup>2</sup>-IF-Modul</b> — IEEE-488 Interface für Einplatinenrechner <b>Von A bis Z 80</b> — Z 80 Controllerboard incl. 2 Gals — Emulator Platine	052-918/ds	46,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	Aufmacher II	081-892	52,00		052-919/ds	138,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	Hercules-Interface	081-893	64,00		062-921	16,00
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	SP/DIF-Konverter	101-900	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00	<b>19-Zoll-Atari</b> — Platine 1-3 und Backplane + Diskette — Speicher Platine — TOS Platine — Backplane Platine — CPU Platine — GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL — MEM-GAL		
Rom-Port-Puffer			Uni Count	111-904/ds	70,00			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	535-Designer	121-905	44,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	BasiControl inkl. Gal	032-914	73,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	LF-Empfänger	042-917/ds	64,00	<b>Modu-Step</b> — Uni Step — Bi Step — NT Step		
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			Uni-kV	082-931	70,00			
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00						
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00						
<b>RÖHREN-VERSTÄRKER</b>						<b>Messfolio</b> — Speichererweiterung — X/T Slot Platine		
— Ausgangs-, Line- u.								
— Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00						
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00						
— Gleichstromheizung	079-741	30,00						
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00						
— Fernstarter	079-743	30,00						
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00						
— Relaisplatine	079-745	45,00						
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00						
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00						
Dynamic Limiter	129-771	32,00						
<b>DATENLOGGER 535</b>								
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00						
RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00						
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00						
50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00						
Antennenverstärker	050-825	7,50						
<b>20-KANAL-AUDIO-ANALYZER</b>								
— Netzteil	060-832	13,50						
— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	30,00						
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00						
— Matrix	060-835/ds/oB	34,00						
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50						
Beigeordneter	080-842	35,00						
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00						
EMV-Tester	110-861	10,00						
5-Volt-Netzteil	110-862	32,00						
VCA-Noisegate	120-863	32,00						
<b>LWL-TASTKOPF</b>								
— Sender	120-864	7,00						
— Empfänger	120-865	7,00						
<b>RÖHRENVERSTÄRKER:</b>								
„DREI STERNE...“								
— Treiberstufe	100-851/ds	56,00						
— Hochspannungsregler	100-852	32,00						
— Gleichstromheizung	100-853	14,00						
— Endstufe	100-854	13,00						
Achtung, Aufnahme								
— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs								
+ Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00						
Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00						
Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00						
µPA	011-867/ds	14,00						
LowOhm	011-868/ds	32,00						
<b>SIMULANT: EPROM-Simulator</b>								
— Platine + prog. mController	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						
ST-Uhr	041-875	14,50						
UniCard	041-877	70,00						
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00						
Temperatur-Monitor								
+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00						

## 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. 6/9/1		

## 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

## 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

— Atari VME Bus (2-Platinensatz)		
+ Atari VME Bus Software auf Diskette		
+ incl. 3 prog. Pals	012-907/ds	158,00

## IR-Fernbedienung

— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00

## Röhren-Endstufe mit EL84

— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00

## 9-Bit-Funktionsgenerator

— Frontplatine		
+ Hauptplatine		
+ 1 Gal		
+ 3 Eproms	032-910	160,00

## Browne Ware

— 18-Bit-Audio-D/A Wandler-Board	042-915/ds	64,00
<b>Halbe Portion</b>		
— 32-Bit-Controller mit MC 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50

**Beachten Sie auch unser  
1/2-Preis-Angebot auf Seite 82**

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten. Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**

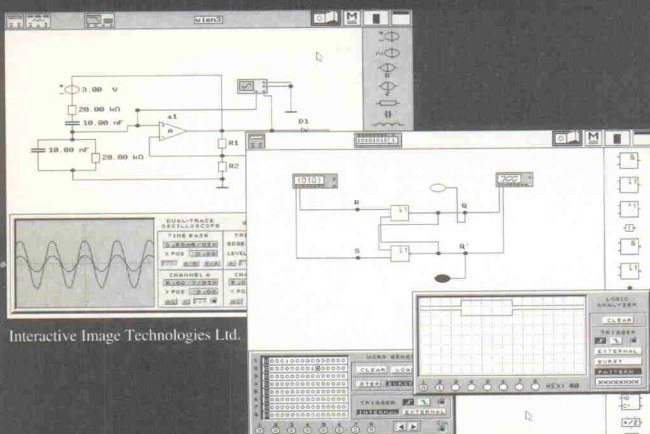
Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





# Electronics Workbench™

Das Elektronenlabor im Computer



Interactive Image Technologies Ltd.

CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen unter MS-DOS. Profiversion 1.026 DM Studentenversion 325 DM Demoversion 25 DM Schullizenzen auf Anfrage

Ausgezeichnet mit dem Media & Methods Award 1989. (incl. Mwst. / zzgl. Versand)

Testberichte in ELRAD 11/91, ESM 1/92, ELEKTOR 1/92, ...

Exklusiv bei

Com Pro

Fordern Sie noch heute kostenloses Informationsmaterial an. Hard & Software Beratung Vogelsangstr. 12 D-7000 Stuttgart 1 Tel. 0711-628275 Fax. 0711-620323

## Leuchtdioden

LED's 3mm oder 5mm in den Farben: rot, grün oder gelb  
bei Einzelabnahme 0.12  
ab 100 Stück je Typ 0.10  
ab 1000 Stück auch gemischt 0.08  
ab 5000 Stück auch gemischt 0.08

## Co-Prozessoren

HT		Intel	
2C87-12MHz	89.--	8087-5MHz	179.--
2C87-16MHz	94.--	8087-8MHz	239.--
2C87-20MHz	99.--	80C287-XL	149.--
3C87-16SX	139.--		
3C87-16MHz	149.--	80387-16SX	239.--
3C87-20SX	139.--	80387-16MHz	379.--
3C87-20MHz	149.--	80387-20SX	289.--
3C87-25SX	139.--	80387-20MHz	379.--
3C87-25MHz	149.--	80387-25MHz	379.--
3C87-33SX	159.--	80387-33MHz	379.--
3C87-33MHz	159.--		
3C87-40MHz	199.--	82587-20MHz	109.--
		83587-16SX	149.--
		83587-16MHz	159.--
		83587-20SX	149.--
		83587-20MHz	159.--
		83587-25SX	149.--
		83587-25MHz	159.--
		83587-33MHz	159.--
		83587-40MHz	199.--
Weitrek			
3167-25GC	929.--		
3167-33GC	1179.--		
4167-33GC	1179.--		
4167-33GC	1179.--		

CA 3130 E	2.26	OP 77	4.99
CA 3140 E	1.33	OP 90	7.99
DAC 08	4.96	OP 227	22.99
DAC 10	18.46	80 42	4.36
L 166	3.69	SSM 2015 P	13.96
L 205	2.17	SSM 2016 P	21.99
LM 603	1.88	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.84	TDA 1616 Q	7.99
NE 5532	1.49	TDA 1624 A	6.47
NE 5532 A	1.89	TDA 4446 B	4.99
NE 5534	1.47	TEA 2026 B	8.99
NE 5534 A	1.65	TL 497 A	3.77
OP 27	5.99	U 401 BR	12.96
OP 37	5.99	U 2400 B	4.99
OP 50	22.79	ZN 427	18.99

## Weller-Lötstationen

Magnastat-Lötstation  
- Schutztransformator  
- LötKolben TCP-S  
- LötKolbenhalter KH-20  
- Potentialausgleich  
- Temperaturautomatik  
WTCP-S 165.90

Lötstation mit elektron. Temperaturregelung  
- Sicherheitstransformator  
- LötKolben LR-21  
- LötKolbenhalter KH-20  
- potentialfrei  
- stufenlose Temperaturregelung bis 450°C  
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED  
WECP 20 229.--

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

## Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:  
1/4 Watt; 5% Toleranz  
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (81 Werte)  
HM 203-7 1039.--  
HM 604 1684.--  
HM 1005 2249.--

Metallfilmwiderstände:  
1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
84 (je 10 Stk. = 610 Stk.) 23.96  
86 (je 50 Stk. = 3050 Stk.) 84.96  
88 (je 100 Stk. = 6100 Stk.) 159.00  
Reihe E24 (121 Werte)  
85 (je 10 Stk. = 1210 Stk.) 39.90  
87 (je 50 Stk. = 6050 Stk.) 1164.90  
89 (je 100 Stk. = 12100 Stk.) 229.00

HAMEG - Oszilloskope  
HM 203-7 1039.-- HM 604 1684.--  
HM 1005 2249.--

41256-80	2.49
511000-70	6.69
511000-80	6.59
514256-70	6.69
514256-80	6.69
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	10.99
SIMM 256Kx9-70	21.90
SIMM 1Mx9-70	48.90
SIMM 1Mx9-80	48.90
SIMM 4Mx9-70	189.90
SIPP 1Mx9-70	53.90
SIPP 1Mx9-80	53.90
43256-100	7.79
27C64-150	3.69
27C256-120	4.49
27C256-150	3.99
27C512-150	6.99
GAL 16V8-25	2.99

Versandkosten:  
- per Nachnahme DM 5.60  
- per Bankinzug DM 4.--  
ab DM 400.-- versandkostenfrei  
Auf Wunsch Versand per UPS  
Zuschlag: DM 8.--  
(DM 13.-- bei Nachnahme)

Co-Prozessoren und RAM-Preise unterliegen der Zeit starken Schwankungen. Um Mißverständnissen bei der Berechnung des aktuellen Tagespreises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.

elpro

Harald-Wirag-Elektronik  
Pragelstraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4  
Tel. 06154 / 3006  
Fax 06154 / 5521

## „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., Halbleiter, Hallanteil und Lautstärke, Fußschaltereinschluß, Eingänge für Mikrofon (3 mV/10 kOhm) und Instrument (100 mV/220 kOhm), Frequenzbereich 50-14.000 Hz, Hallanteil 80-3500 Hz, Signal/Rauschverhältnis 60 dB, Betriebsspannung 220 V, Maße BxHxT 225x70x170 mm DM 169,50

**Parabol-Richtmikrofon**, ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtung, Reportagen usw.), selbst Flüsterebene von 60 dB können aus über 100 m, bei guten Bedingungen, z.B. nachts, auch mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hochempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Vorverstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Buchsen für Kopfhörer und Tonband. DM 138.--  
**Parabolspiegel** auch einz. lieferbar: grau DM 24,50 klar DM 28,50

**ELA-Verstärker Mono 100 Watt**, äußerst robuster Durchsage- und Beschallungsverstärker für Netz- und Batteriebetrieb, ideal bei Sportveranstaltungen, im Festzelt, in Fahrzeugen, auf Booten usw., mit eingebauten Signallampen (2-Klanggong, Sirene und Nebelhorn), Leistungsanzeige durch LED-Zeile, Überlastungsschutz, Klangregler, Eingänge: 2x Mikrofon (6,3 mm Klinkebuchse), extern für Tonband o.ä. (6,3 mm Klinkebuchse / 40 mV), alle Eingänge mit 3 getrennten Reglern mischbar, Ausgänge: Klemmschlüsse, 4/8/16 Ohm 70/100 V, BxHxT 280x100x280 mm, Gewicht 4,5 kg, Stromaufnahme bei 12 V max. 8 A, Minus am Chassis, komplett mit Mobilmontagematerial und deutscher Bedienungsanleitung DM 349.--

**Scartverteiler** 1 Scartstecker 2 Scartkuppel., alle 21 Pins verdrähtet. DM 27,50

**Scart-Video-Verbindungskabel** mit zwei 21-poligen Scartsteckern, alle 21 Adern verdrähtet, Überspielkabel 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 19,90

**Leuchtnebelkugel im Großformat**, auch unter der Bezeichnung "Kopfbell" bekannt, interessante leuchtende Strahlen werden sich vom Zentrum der Kugel zur Außenfläche und lassen sich durch Berühren der Glaskugel beeinflussen, eingebauter Mikrofon zur Steuerung durch Geräusche (abschaltbar), Regler für Helligkeit und Mikrofonempfindlichkeit, Durchmesser der Kugel ca. 23 cm, Stromversorgung 220 V DM 169,50

**NEU!**

1. Unser neuer Katalog.  
Mehr Inhalt = mehr Super-Angebot für Sie. Die Pflichtlektüre für alle Hobby-Elektroniker.  
2. Adresse Recklinghausen.  
Wir sind umgezogen. Beachten Sie unsere neue Adresse.  
Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten. Kein Versand unter DM 25.-- (Ausland DM 150.--). Ab DM 200.-- Warenwert im Inland portofrei. Im übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

**ALBERT MEYER Elektronik GmbH**  
Nachnahmeschnellversand: 7570 B.-Baden 11, Pf. 110168, Telefon (07223) 52055  
Ladenverkauf: B.-Baden, Stadtmittel, Lichtentaler Str. 55, Telefon (07221) 26123  
Recklinghausen-Stadtmittel, Schaumburgstr. 7, Fußgängerzone, Tel. (02361) 26326  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (0721) 377171

## Den Dreh raus!

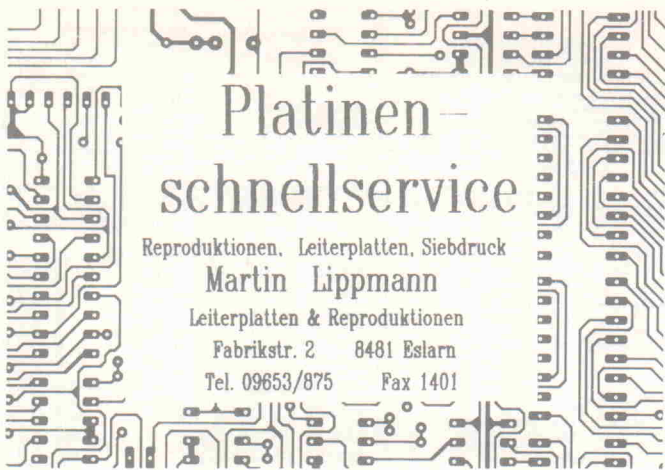
Wer sich seine Boxen selbst zusammenschrauben oder ein hochwertiges Case bauen will, der findet in unserem Fittings-Katalog genau die richtigen Teile, von der kleinsten Ecke bis zum 18"-Speaker. Auf über 90 Seiten gibt es eine Menge an Information über Technik und Know How, Elektroakustik, Bauteile, und, und, und. Einfach anfordern.

Schickt mir die neuesten Kataloge. DM 4.-- in Briefmarken liegen bei

Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_ ed

**Zeckmusic**  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2





## Platinen- schnellservice

Reproduktionen, Leiterplatten, Siebdruck  
**Martin Lippmann**  
Leiterplatten & Reproduktionen  
Fabrikstr. 2 8481 Eslarn  
Tel. 09653/875 Fax 1401

### PC-Steuerungsprobleme? Take it easy!

#### PC-Steckkartensysteme MDP von OKTOGON

Konzeptionieren Sie Steuerungen oder Meßwerterfassungen mit PC? Dann betrachten Sie die platzsparende, kostengünstige Steckkartenlösung MDP!

Anwendungsbereich: AD/DA-Wandler und IO-Karten für die Meß-, Regel- und Verfahrenstechnik, Maschinen- und Anlagensteuerung.

**Ihr Nutzen:** Eine Basiskarte ersetzt bis zu vier Einzelkarten. Mehrere Basiskarten parallel einsetzbar. Durch Module flexibel für jedes Problem.

**Ihr Vorteil:** Einheitliches Systemkonzept. Zukunftssicher. Ausbaufähig. Komplettlösung aus einer Hand.

**Ihr Gewinn:** Kein teures Multitasking zur Meßwerterfassung nötig! Geringe Investition für MDP! Zeitersparnis bei der Einarbeitung!

Kostenloses Informationsmaterial von:

**OKTOGON** Gerhard Balzarek Elektronik und Computer Service

HAUPTSTRASSE 43 • 6800 MANNHEIM 51  
TELEFON (06 21) 79 89 42 • TELEFAX (06 21) 79 26 44

## NEU 8051-Emulator BICEPS51-III NEU

- professionelle Echtzeit-In-Circuit-Emulatoren
- Preisgünstig, ab DM 4.902,- inkl. POD
- Einfache Bedienung, auch für Einsteiger geeignet
- Real-Time-Trace, Hochsprachen-Debugging, komplexe Breaks
- Adapter für 8051, 80C535, 80C537, 80C552, 80C515A
- außerdem: Makro-Assembler, C-Compiler, EPROM-Programmierer
- Made in Germany, optimale Unterstützung direkt 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  
Schweiz: BERNHARD ELEKTRONIK - 064 71 69 44

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 6,80) – 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 8/91 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

# 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 Betrags 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
S087-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen)
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-783M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler, div. DSP-Dienstprog. (Source), Terminalprog. (Source), DSP-Filterprog. (Source)
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari Erfassungs- und Auswertprogramm (Source GFA-Basic) SS
S119-766M	UII-D/A Wandkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Meßwerterfassung (Source)
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-792C	UMA - C64	12/89	Diskette/C64
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem)
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssystem (Source)
S10C-865M	Vollständige Aufnahme Software D1		Diskette/MS-DOS
S031-874M	Entwicklungsumgebung		Diskette/PC + Handbuch
S061-884M	PC-Scope Betriebssystem		Diskette/PC
S101-899A	Atari ST-Home-Interface Software		Diskette/Atari

### ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM			Preis
5x7-Punkt-Matrix			25,- DM
Atomuhr			25,- DM
Digitaler Sinusgenerator			25,- DM
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	-Betriebssystem, Mini-Editor	
		Bedienungsanleitung	25,- DM
E.M.M.A.	4/88	DCF-Uhr	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	Betriebssoftware	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	Sin/Cos-Generator	25,- DM
x/T Schreiber	7-8/88	Betriebssoftware	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	IEC-Konverter	25,- DM
DSP	3/89	Controller	25,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	Betriebssoftware	25,- DM
SESAM	1/90	Bootprogramm	2 Stück 50,- DM
HALL O.	6/90	Sender	25,- DM
HALL O.	6/90	Empfänger	25,- DM
TV-TUNER	8/90	Controller	25,- DM
Hercules Interface	8/91	Betriebssoftware	25,- DM
RDS Decoder Eprom	1/92	Betriebssoftware	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 Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

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

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

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Ihre Bestellung richten Sie an:

**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Straße 8 • 3000 Hannover 61**



## SCHALTUNGSENTFLECHTUNG

Feinleiter-, Normal-, SMD-, Multilayertechnik. PCB-layout Atari-ST ab DM 199.- auch als Autorouterversion und Fräsprogramm für ISERT NC-Fräsmaschine erhältlich. Bauteilbibliotheken: TTL, CMOS, COMPUTER, LINEAR & OPTO

## Fotoplotter/-zusatz für HPGL Plotter

Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3 mit dem Lightpen-Fotoplotter/-zusatz. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugenden Prog. einsetzbar! Eine Linotype / Filmbelichter ist nicht mehr erforderlich! Fertigen Sie Ihre Repro-Vorlagen selbst! Fotopl. mit eingebautem Plotzusa., 1 Lightstift (S25), 8 Farbp., 10 Filme (DIN A3), Entwickler & Rotlichtlichtla. DM 3899.-, HPGL-Plotzusa., wie vor, DM 1638.-

**ATARI:** Speicher incl. Einb. & Versandk.: z.B. 520 auf 1MB. D' 1145.- MEGA 1 auf 4MB. ab DM 450.- (A Board), TT 32MB. Leerk. DM 698.-, mit 4MB. DM1099.- 8MB. DM1598.-, 16MB. DM2998.-, 32MB. DM 4498.-, Gal-Editor, 16-/20V8, Gatter setzen - testen - brennen - fertig, DM248.-

**Neu - Texte, bloß nicht mehr Abschreiben! - Neu**  
Textseite/n schicken, wir lassen unseren TT scannen und erkennen.

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080

## MEGA301

Einplatinencomputer mit TMP68301 CPU

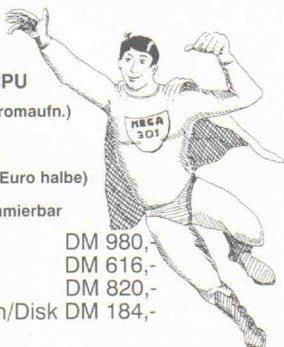
- 68000 CPU in CMOS mit 16MHz (77mA Stromaufn.)
- Drei serielle Schnittstellen für IF Module
- Timersystem mit drei Timern
- Interruptcontroller mit 10 Kanälen
- 6 Lagen Multilayer, 100 x 80 mm (Einfach Euro halbe)
- RAM und EPROM jeweils bis 1MEGABYTE
- Flash EPROM on Board lösch-u.-programmierbar

Entwicklungskit incl. C Compiler DM 980,-  
Fertigboard mit 256KByte RAM DM 616,-  
Fertigboard mit 1MEGABYTE RAM DM 820,-  
KAT-Ce Pascal EPROM/Handbuch/Disk DM 184,-

MCT Paul & Scherer  
Mikrocomputertechnik GmbH  
Kärntener Straße 8  
W 1000 Berlin 62 (Schöneberg)  
Tel. 030 7844054 Fax. 030 7881970



MCT Lange & Thamm  
Mikrocomputertechnik  
Simsonstraße 9  
O 7010 Leipzig  
Tel. 0941 283548



## Alles Laser, oder was ?

Komponenten:

HNC 4000 - Laserröhre >40mW, nur 935.-  
Laserspiegel 15x15 mm 6.30 20x20mm 11.30  
BX 60 - All Line Argon-Laser luftgekühlt, 150mW, 220V nur 6.999.-  
STP 8 - Actuator für optische Bank, absolut geräuschlos, Stk. 125.-

Komplettgeräte:

STAR III - Open Loop Scanningsystem mit High-Speed Galvos, komplett, im 19"-Gehäuse 3.990.-  
STAR IIIB - Wie STAR III, jedoch mit Blanking 5.565.-  
CATWEAZLE II - Closed Loop Bausatz mit Blanking, komplett 7.499.-  
SCANplus Evolution 1.12 - Passende Profi-Software dazu 1.585.-

Fordern Sie unseren kostenlosen Gesamtkatalog an!



Lasertechnik  
D. Baur & S. Ruff  
Berggasse 10  
D - 7406 Mössingen

Tel. 0 74 73/71 42 Fax. 0 74 73/2 46 61

## Platinen und Multilayer

- unbestückt
- 1a Qualität
- einseitig, doppelseitig oder Multilayer
- sehr günstige Preise
- langjährige Erfahrung
- blitzschnelle Lieferzeit
- gute Kontakte auch nach Fernost
- alle Größen möglich
- elektronisch geprüft und getestet

*Faxen Sie uns Ihren Wunsch  
Wir machen Ihnen gerne ein Angebot*

CEV Compact Electronic Deciusstraße 37b • 4800 Bielefeld  
Vertriebs GmbH Telefon: 0521 / 870381 • Fax: 0521 / 874048

## Wickelmaschinen-Ramm

für gebrauchte Maschinen

An- und Verkauf von gebrauchten Spulenwickelmaschinen aller Fabrikate sowie zentrale Ersatzteilbeschaffung und Reparaturen

Ing. Karlheinz Ramm · Rumeypian 8 · D-1000 Berlin 42  
Tel. (030) 786 60 58 Fax.: (030) 786 71 75

## Information + Wissen

HEISE Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Heisterstraße 7  
3000 Hannover 61



## LEITERPLATTEN

auch Muster und Kleinserien

ALU-FRONTPLATTEN

CNC - FRONTPLATTENBEARBEITUNG

CAD-LAYOUTS

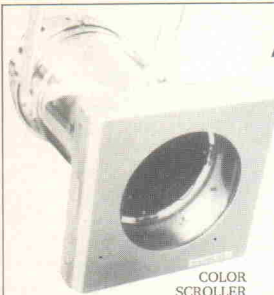
Katalog anfordern!

BAUER ELEKTRONIK  
LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1  
6690 ST. WENDEL  
☎ 0 68 51 / 7 03 66  
Fax 0 68 51 / 8 35 83

## SOUNDLIGHT

...die Lichttechnik-Profis



COLOR SCROLLER

Lampen und Scheinwerfer  
Farbwechsler mit Steuerung  
6-24 Kanal manuelle Lichtpulte  
12-64 Kanal Computer-Lichtpulte  
Dimmer und Dimmer-Racks  
Kabel, Multicores, Verdrahtung  
DMX Multiplexer, DMX-Tester

Der neue Katalog 1992 mit vielen neuen Artikeln ist da! Bitte gegen DM 1,80 Rückporto bei uns anfordern!

Händlernachweis direkt von:

**SOUNDLIGHT** Ing.-Büro  
Dipl. Ing. Eckart Steffens  
Vahrenwalder Straße 205-207  
D-W 3000 Hannover 1

Tel: 0511 - 373 02 67  
0511 - 373 02 68  
Fax: 0511 - 373 04 23

COMPUDESK  
8016-LCD

## Entwicklungs-Tools

Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmentwicklung

Cross-Assembler und Simulatoren

MacroAssembler, Simulator/Debugger, Editor, Disass., Terminalprg. etc.

8051/52-Familie . 439,00 DM  
Z80 . 298,00 DM  
65C02 . 298,00 DM  
8048/49-Familie . 298,00 DM  
8080/85 . 298,00 DM

Weitere Prozessoren und Microcontroller auf Anfrage!

Eprom-Programmiergeräte

EPP I . 298,00 DM  
Eproms bis 512 Kbit/28pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Stromversorg., inkl. Netzkabel, Handbuch und Software

EPP II . 498,00 DM  
Eproms bis 4 (8) Mbit/32pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Stromversorg., inkl. Netzkabel, Handbuch und Software

EMU I . 438,00 DM  
8-Bit-Systeme bis 128 KByte, Centronics-Schn., Aluminiumgehäuse, eig. Microcontr., div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software (Option: RS-232)

EMU II . 648,00 DM  
8-/16-Bit-Systeme bis 2x 128 KByte, Aluminiumgehäuse, Centronics-Schn., eig. Microcontr., div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software

Eprom-Emulatoren

INFOs (kostenlos) anfordern!

Soft- und Hardwareentwicklung

Jürgen Engelmann & Ursula Schrader

Am Fuhrengehege 2, 3101 Eldingen, Tel. 05148/286, Fax 05148/853



## BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio und Video Produkte

ROBE

Ringkerntransformatoren mit Doppelspannungsabgriff 2x... Volt																						Power MOS FET		19" Gehäuse	Kondensatoren	MOSFET
2x... Volt	06	09	10	12	15	18	20	22	24	30	32	35	36	38	40	42	48	50	53	54	60	Preise	Endstufen Bausteine	auf Wunsch mit Kühlkörper	Aluminium Becher ROE/NKO	HITACHI
30 VA																						39.80	MOS FET Endstufen Bausteine	Front 4mm Alu Silber 250/360	4700 uF 50 V Lötlös.	2 SJ 50
50 VA																						45.80	PMA-100 90/120 Watt 169.30	ST 012 1 HE 250mm 49.60	10 000 uF 40 V Schraub	2 SK 135
80 VA																						49.80	PMA-200 230/300 Watt 247.95	ST 022 2 HE 250mm 60.60	10 000 uF 40 V Schraub	je 8.90 DM
120 VA																						56.80	PMA-400 400/500 Watt 680.60	ST 023 2 HE 360mm 69.60	10 000 uF 70/80 V M8 Löt	ab 10.850
160 VA																						65.80	Gegentak Endstufen Bausteine	ST 032 3 HE 250mm 69.60	10 000 uF 80/90 V M8 Löt	ca. 4000 weitere
220 VA																						69.80	SA-100 140/210 Watt 173.00	ST 033 3 HE 360mm 79.30	12 500 uF 70/80 V M8 Löt	Japan Typen auf
250 VA																						74.80	SA-200 270/385 Watt 317.60	ST 042 4 HE 250mm 79.30	12 500 uF 80/90 V M8 Löt	anfrage
330 VA																						82.80	PA-Aktivbaustein MOS FET	ST 043 4 HE 360mm 86.90	12 500 uF 100/110 M8 Löt	
340 VA																						83.80	AKB-150 100/150 Watt 647.63	ST 052 5 HE 250mm 86.90	Typ M8: 45 x 65 mm M8 Befestigung	
450 VA																						96.80	Operationsverstärker Bausteine	ST 062 6 HE 250mm 96.80		
470 VA																						109.80	OCL-950 115/160 Watt 122.30	1-6 HE Tiele: 250 oder 360 mm	Benkier Elektronik Versand Neustadt	
500 VA																						112.50	Netzteil Bausteine	Aufpreis: Front schwarz eloxiert	Winzingerstraße 31-33	SONDERLISTE
580 VA																						128.80	NB-1000 80 Volt 5 A 45.20	Auf Anfrage sind 2-4 HE Gehäuse mit seitlichen Kühlkörper lieferbar	6730 Neustadt / Weinst.	kostenlos anfordern
700 VA																						128.80	NB-2000 200 Volt 25 A 100.55	Serie: KRAFTWERK	08321 / 300-85	
1100 VA																						189.50	Bausteine sind aufgebaut u. geprüft	her. Serie: KRAFTWERK	08321 / 300-85	

Benkler Elektronik Versand Neustadt

Winzingerstraße 31-33

6730 Neustadt / Weinstr.

Tel. 06321 / 300-80

Fax 06321 / 300-80

SONDERLISTE

kostenlos anfordern

Information  
+ WissenVerlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Helstorfer Straße 7  
3000 Hannover 61magazin für  
computer  
technikMultiuser  
Multitasking  
MagazinELRAD  
Magazin für Elektronik und technische Rechenanlagen

## 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-CAD

Professionelle 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

## 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 Leertplatinen 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 05 115 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
µ-PEGELSCHREIBER			UNIVERSAL-NETZGERÄT			SMD-Lötstation	099-750	16,00	— PRZ-Modul	050-821	3,00
— AD-Wandler	107-593	19,25	— Netzteil	078-662	22,50	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00	— N-Modul	050-822	11,50
— Netzteil	117-597	12,90	— DVM-Platine	078-663	15,00	Röhrenklingsteller	109-757/ds	31,00	— W-Modul	050-823	11,50
— Interface	117-598	29,40	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE			AUTOCHECK II		
— Ausgangsverstärker	018-616	20,00	— Netzteil	098-667	13,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00	— P-Modul	060-828	16,00
Wechselschalter	097-589	2,50	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50	— Display-Platine	109-761/ds	16,00	— E-Modul	060-829	11,00
MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	SMD-Balancemeter	098-671	7,50	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00	— B-Modul	060-831	16,00
Byte-Brenner (Epsoner)	018-616	15,00	Türöffner	118-680	10,00	SESAM			AUTOCHECK III		
SCHRITTMOTORSTEUERUNG			C64-Sampler	118-682	6,00	— Systemkarte	119-765/ds/E	32,00	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
— Treibplatine	038-632/ds	9,50	SMD-Thermistor	118-683	17,50	— Interface	129-768/ds/E	29,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	MASSNAHME			— A/D-Karte	030-813/ds/E	32,00	TV-TUNER		
RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	— Hauptplatine	128-685	24,00	— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	4,75	— Videoverstärker	060-826	16,00
E.M.M.A.			— 3er Karte	128-686	17,50	UMAC64	129-772/ds	12,50	— Stereocoder	070-839	9,90
— Hauptplatine	028-627	29,50	Thermistor mit Nachtbankung	128-690	9,00	Antennenmischer	010-776/ds	9,00	— Netzteil	080-846	16,00
— IEC-Bus	098-669	8,00	TV-Modulator	128-691	3,50	PC-8255-Interface	020-785/ds/E	26,00	— Controller	080-847/ds/E	32,00
— C 64-Bridge	108-678	15,00	Universelle getaktete	128-692	7,50	LADICENTER (nur als kpl. Satz)	020-783D/ds/E	39,00	— Tastatur	080-848/ds/E	21,00
Anpaßverstärker	048-640	18,25	DC-Motorsteuerung	029-696	5,00	— Steuerplatine	020-783A		VHF/UHF-Weiche	060-827/oB	3,50
STUDIO-MIXER			Halogen-Dimmer	029-697	5,00	— Leistungsplatine	020-783B		HALL-O		
— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	5,00	— Netzteil	020-783C		— Lichtstation	060-836	39,00
— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Spannungswächter	039-702	3,50	— Schalterplatine	020-783D/ds/E	39,00	— Controller	060-837	23,00
SCHALLVERZÖGERUNG			2-Modulationsadapter	039-703	1,50	POWER-PA			FÜR HALOGEN-LAMPEN		
— Digitalteil	068-654	17,50	Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	15,00	— Netz-Platine	030-805	15,00	— Sender	080-844	6,00
— Filterteil	078-655	17,50	41/2-stelliges Panelmeter	039-707/ds	20,00	— Symmetrier-Platine	030-808	8,00	— Empfänger	080-845	3,00
x/8-Schreiber	078-658/ds	49,00	Autorangier Multimeter	049-711	32,00	— Demoscope	030-812	7,00	Multi-Delayer	090-850	16,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	BREITBANDVERSTÄRKER			Rauschverminderer	040-815	40,00	MULTI-CHOICE		
			— Tastkopfversion	049-713	3,00	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 Gals	100-857/M	175,00
			Antennen-Verteiler	049-714	5,50	AUTOCHECK I			und Test/Kalibrier-Software (Source)	031-873	12,00
			Metronom	049-715	13,00	— V-A-Modul	020-787	16,00	BattControl	041-876	3,75
			DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	32,00	— TZ-Modul	020-788	5,00	Fahrerstandlicht	107-902/oB/ds	19,00
			DSP-AD/DA-Wandlertarte	049-717/ds/E	32,00	— HA-Modul	020-789	16,00	FLEX CONTROL		
			DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	32,00	— 3-Modul	020-790	16,00	— Systemplatine	061-886/ds	32,00
			Universeller Meßverstärker	049-719/ds	32,00	AUTOCHECK II			— Steuermodul	071-889	12,50
			KAPAZITÄTVER ALARM			— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00	R/D-Modul	071-890	12,50
			— Sensorplatine	059-720	4,50	— C-Modul	030-803	16,00			
			— Auswertplatine	059-721	5,00	— Netzteil	030-804	8,00			
			PAL-Alarm	079-734	10,00	AUTOCHECK III					
			C64-Relaisplatine	079-735	7,50	— Vorleiter	040-818	8,00			
			SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	10,00	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50			
			HEX-Display	079-737	7,50	AUTOCHECK 1					
			SMD-Pulsfühler	099-749	6,50	— VT-Modul	050-820	16,00			

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 Bestellsomme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

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

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 50 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





**Manger — Präzision in Schall** — Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref.-Liste sofort anfordern bei Dipl.-Ing. (FH) D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriestr. 17, Tel.: 097 76/98 16, Fax: 097 76/71 85.

**TELECLUB-DECODER-BAUSATZ: 49,— DM**, Multi-norm-Decoder-Bausatz: 149,— DM (Eprom, Platine, GAL, Plan), Teleclub-Decoder: 195,— DM, Multi-norm-Decoder: 349,— DM Mega-Sat, Andreas Rutkowski, Tröskenstr. 7a, DW-4630 Bochum 1, Tel.: 02 34/9 53 61 31-32, Fax: 02 34/9 53 61 34, auch Händleranfragen erwünscht.

**PD Softw. / Shareware f. Nachrichtentechniker.** Preisgünstig, über 40 Programme mit Dokumentation (Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk: 8,— DM (Scheck!). Jörg Schmitz, Ing. (grad.), Sauerbruchstr. 16, 6204 Taunusstein, Tel.: 061 28/7 11 73 (abends).

**Integriertes 8052-AH-BASIC-Entwicklungssystem** mit Editor, Terminal, Down- und Upload, etc. für PC, 98,— DM + VK, Demo 10,— DM. Ing.-Büro Ebel, Gastweg 1, 2965 Ihlw, Tel.: 049 29/6 95 von 18—21 Uhr, sonst Anrufbeantworter.

**Suche MM 5316, TMS 1951 u. (nur) Schaltung für 5318.** Bart, Häfnerstr. 6, 8783 Hammelburg.

**Radioaktivität messen:** Professionelle Strahlungsmeßsätze aus Bundesbeständen; Friesse & Hoepfner FH 40 T, in Transportkoffer, mit fabrikneuen Akkus und viel Zubehör, ehemaliger Neupreis über 3000,— DM, gebraucht, geprüft, neuwertiger Zustand: 199,— DM, Datenblatt a.A. Helmut Singer Elektronik, Feldchen 16—24, D-5100 Aachen, Tel.: 02 41/15 53 15, Fax: 15 20 66.

## PC - I/O-Karten

- AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,—  
112Bit D/A, unip. 0-5V, bip. 0-5V, 500ns, 16\*128Bit A/D, 60us, mit 25-Pin Kabel und viel Software
- AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,—  
114Bit D/A, unip. 0-5V, bip. 0-5V, 500ns, unip. bip. 2.5/5/10V, mit 25-Pin Kabel und viel Software
- Relais I/O Karte DM 299,—  
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
- RS 422 Dual Karte für AT DM 159,—  
4\* RS 232 für DOS
- PC-Disk 384/512/1024K SRAM/EPROM ab DM169,—

**JÜRGEN MERZ**  
COMPUTER & PERIPHERAL

Lieferprogramm kostenlos, Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.  
D - 4543 Lienen  
Lengericher Str. 21  
Telefon 05483 - 1219  
Fax 05483 - 1570

**Mops 68HC11** Verkäufe 2 bestückte Mops-Platinen zu je 300,— DM. M. Schurer, Lerchenweg 4, 7945 Langenlengen, Tel.: 073 76/8 60 ab 18 Uhr.

**\* SAT-TV-MESSGERÄTE \* SAT-TV-MESSGERÄTE \*** Tel.: 076 21/1 85 71, Fax: 1 88 40.

**Dasy universelles PC-Meßprogramm** für nur 50,— DM. Prospekt anfordern. Tel.: 02 34/68 27 66.

**Trafo für Oszi HM 312 Röhrengerät gesucht.** A. Seifert, Stangenbrunnenweg 30, 8720 Schweinfurt.

**Lötstation Weller WCEP 20; 100,— DM (NP 230,— DM).** Tel.: 03 35/32 67 57.

**Logik-Tester** auch für CMOS 39,— DM, Bausatz 30,— DM, Liste frei Haus. Pf. 2333, 6500 Mainz.

**500 000 Aktienkursnotierungen** als tagsaktuelle MS-DOS-Textfiles zu verkaufen. Aktualisierung mit Videotextdecoder möglich. Tel.: /BTX/Fax 09 11/34 55 68.

**Solarmodul amorph 12 Watt, 5 Jahre Leistungsgarantie** nur 169,— DM; Solarmodul monokristallin 53 Watt, 10 Jahre Leistungsgarantie nur 830,— DM und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Haldle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel.: 07 11/33 91 80, Fax: 33 92 02.

**Traumhafte Oszi-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, Tel.: 06 51/4 82 51.

**Röhren: R+S Tuner 100—156 MHz 500,— DM**, kaufe 87—100 MHz, Plasma Hochtöner 1000,— DM, Bausätze 500,— DM, Endstufen 40 W Paar 1200,— DM, Röhren KT88 120,— DM, E83CC 50,— DM, E80CC + E88CC Gold 80,— DM, Heizspannungskonstanthalter 100,— DM, Siebdrossel 8,5 H 0,25 A 50,— DM, Elkos 900 µF 450 V 30,— DM, 10 alte Meßgeräte 500,— DM, B + K Regelschreiber 1000,— DM, 2 x 100 W Transistor Endstufen Kit 380,— DM. Tel.: 060 84/5 65 41.

**68020-CPU-Board (VME-68k20)**, neu, mit Beschreibung günstig zu verkaufen. Tel.: 06 221/16 54 44.

**Bastler löst Großteil seines Bestandes an Digital-ICs auf.** Viele Chips daher extrem günstig. Liste gegen Rückporto bei Axel Kloth, Münchener Straße 39, 8052 Moosburg.

**Eprom-Programmierer RS232-Schnittst.** eig. Stromvers. Eproms bis 512 kB sowie Eproms incl. Software 190,— DM, Adapter für 8048/8049 110,— DM. Tel.: 089/6 37 24 48.

## albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

**Die ALPS-Produktlinie:** High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepoti, Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

**Die albs-Produktlinie:** Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

## NEU UND EXKLUSIV

• **ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER** • „Designed vom Wanderspezialisten BURR-BROWN“ — von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt — und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrvorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweiche • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkapseln bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu — für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit TO99-Metal-ICs • Fertiggeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,— in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,— (mit Gutschrift DM 60,—). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1  
7136 Ötisheim • Tel. 070 41/27 47 • Fax 070 41/83 50

## albs ALPS

**HAMEG-0521 LLoskop** 60 MHz 2 Kanäle 5ns/01V 1mV/01V1000,— DM. Howanessian, Tel.: 089 46 18/25 72 o. 22 01. Signalgenerator 100 kHz—150 MHz 150,— DM Gar.

**8051 Simulator** auf PC: On-Line-Help, alle SFR fullscreen, Disassembler, 50,— DM. Tel.: 07 11/37 67 18.

**FLUKE 54 -5stell.** DVM, 1mΩ/300 MΩ, 50000 Hz 20 Anz./sek, Doppelanz. 1 µV RMS, V.24 VB 1080,— DM, 3D-4Phasen-HPGL-Steuerung 19", 3A, 25 kHz, Softtrappe, ev. Gerber-Input, VB 1800,— DM. Tel.: 05 11/42 56 03.

**Jedem das Seine:** Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MIK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel.: 061 05/7 50 65.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste, Tel.: 095 45/75 23, Fax: 56 68.

**MEGACAD - SCHALTZEICHEN:** ELEKTRONIK DIN 68900 SELBST GEZEICHNETE 678 MAKROS. INFO PORTO 2,40 DM. PREIS 52,40 DM. HELMUT WEBER, AMMERGAUSTR. 6/209, 8000 MÜNCHEN 70.

**ELRAD:** Hefte von 4/78 bis 12/85 zu verkaufen. DANIEL, Gr. Barlinge 28, Hannover, TEL.: 05 11/81 96 18.

**Elektronische Bauteile** kauft man bei **Lehmann-electronic**, Pf. 311, W-6800 Mannheim 81. Katalog anfordern. Tel.: 06 21/89 67 80, Fax: 06 21/80 91 10.

**Diverse Bauteile** für Lautsprecher-Frequenzweichen, darunter abwickelbare Luftdrosseln mit angelegten Lötflächen preiswert abzugeben. Tel.: 030/77 22 55.

**Netzgerät 0—30 V/2 A** Digitale Anzeige 50,— DM. Howanessian, Tel.: 089 46/18 22 01. Nur gegen Selbstabholung Signalgenerator 100 kHz—150 MHz 150,—.

**Zu verkaufen:** 15 gebrauchte Siemens PT80-Drucker à 40,— DM; Owen AP2 Universalprogrammierer mit großer Bibliothek 3306,— DM; Rankforce 180 W Verstärker 380,— DM; Tektronix 400 MHz Speicheroszilloskop mit 2-Kanal Y-Verstärker, verzögerter Zeitbasis incl. Tastköpfe 10 100,— DM. Arnold EDV GmbH, Tel.: 063 43/37 87.

**8052-ECB** Controllerkarte für ECB-Systeme, RTC, Akku, 2\*RS232, Watchdog, Resetgen., 32 kB RAM, Eprom-Testsockel, Baugruppe 438,— DM, GAL, Platine 98,— DM. Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Aureliusstr. 22, 5100 Aachen, Tel.: 02 41/2 05 22.

## 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  $\approx$  0,002 %, TIM nicht meßbar. 0—180 000 Hz, Stewarte  $\approx$  580 V/µs, DC-Offset 20 µV, Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM259,—**

## gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibßer Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 071 52/5 50 75, Telefax 071 52/5 55 70

**Verzinte Kontaktierhohlketten** L = 2 mm. Typ-10/A0: A-0.6/0.8; /B-0.8/1.0; C-1.1/1.5. 1000 St. 30,— DM; Bohrer 38 x 3 mm: 0.7-0.8-0.9-1 mm. 5 = 25,— DM; 10 = 44,— DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, Tel.: 041 03/8 74 85.

**Schaffner Generatoren** NSG 200e Main Frame, NSG 222 und NSG 223 Interference Generatoren zu verkaufen 1900,— DM VB. Tel.: 021 51/12 42 oder abends 021 57/9 02 01.

**Schrittmotoransteuerung** f. 4 Motoren als Bausatz o. komplett ab 120,— DM. Möller & Huth, Solmsstr. 23, 1000 Berlin 61, Tel.: 030/6 92 44 95.

**Verkaufe** 68020/20 200,— DM 68881/16 100,— DM, Pack68/2 + Gal's Amiga/Atari 400,— DM. Tel.: 052 37/13 85.

**Für Mops, BasiControl, USBC** ... Sammlung der besten XT/AT-Shareware-Crossassembler f. Z80, 8051er-Familie, 6800, 6801, 6804, 6805, 6809, 68HC11, 8048, 8085, 8096, 6502. 4\*360 kB, 1,2 MB oder 1,44 MB-Disk 20,— DM Unkosten. In bar/V-Scheck. M. Rueß, Kirchstr. 19, 7911 Holzheim.

**Streikt der Rechner, Drucker, Monitor oder Bausatz!** Info bei Reiner Stober, 3216 Salzheimendorf 4, Nelkenstr. 12. Bestücke auch! Zeichne Schaltpläne u. Techn. Zeichnungen u. Entflechte.

**Pegelmesser**, selektiv W&G PMG 13 20 Hz—20 kHz. Tel.: 041 22/5 54 89 abends, Preis 950,— DM.

**HP48SX-Schnittst.** zum PC für 50,— DM. Tel. 026 71/32 94.



**Einfach besser**

4902 Bad Salzungen - Wüsten

Tel.: 05222/13 804 FAX 15 986



## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hohenheide 14 • 15  
1000 Berlin 61  
030/691 7024

## Postleitbereich 2

**balü**  
electronic  
**2000 Hamburg 1**  
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
☎ 0 40/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
Schülerbaum 23 — Kontorhaus —  
☎ 04 31/67 78 20

**291721**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Hamburger Str. 127  
2000 Hamburg 76  
0 40/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

**Andy's Funkladen**

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.  
Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.  
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50



**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/1 77 68  
Fax 0 42 21/1 76 69

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELTELEKTRONIK**  
Kaiserstraße 14  
**2900 OLDENBURG 1**  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 — 103  
**2940 WILHELMSHAVEN 1**  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Postleitbereich 3

**327841**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Goseniede 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



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, Fernsehersatzteile



Uerdinger Straße 121 • 4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug  
Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Viehofstr. 38-52  
4300 Essen 1  
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## ELSA - ELEKTRONIK



Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lernsysteme

N.Craesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK • BAUELEMENTE • MESSGERÄTE • COMPUTER



**Berger GmbH**  
Heeper Str. 184+186  
**4800 Bielefeld 1**  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telefax: 9 38 056 alpha d  
FAX: (05 21) 32 04 35

## Postleitbereich 6

**Armin elektronische  
Hartel Bauteile  
und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
6300 Giessen

## Postleitbereich 7

**2369821**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
07 11/2 36 98 21

**KRAUSS elektronik**

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
7100 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**2904466**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Tal 29  
8000 München 2  
089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68

**Jodlbauer Elektronik**

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Klaus-Conrad-Str. 1  
8452 Hirschau  
09 622/30-111

**Radio-TAUBMANN**

Vordere Sternengasse 11 • 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

**263280**  **CONRAD ELECTRONIC Center**  
Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Messtechnik • Funk • Fachliteratur  
Leonhardstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
09 11/26 32 80

**JANTSCH-Electronic**

8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen



## AUDIO - ICs

OP...OPA...AD...SSM...Serie

**ALPS - Poti** nur 25<sup>95</sup> DM

...und viele weitere exotische Bauteile, die Sie schon lange suchen oder unbedingt kennenlernen müssen. z.B. 1% KP-Kond. 0,01% - Wid. mechanische Bauteile und Sonderbeschaffung schwer erhältlicher Bauteile.

**Aktivweichen - Subwoofer MOSFET - Endstufen HIGH - End - Vorverstärker**

einbaufertige Aktivmodule (Test in K&T 3/92), viele hochinteressante Baugruppen. z.B. Präz. VU-Meter, 100 dB analog oder 100 LEDs, usw.

HEUTE noch kostenlosen Katalog anfordern.

**THEL:** T. Hartwig Elektronik  
Kirchweg 11, 3513 Staufenberg 1  
Tel. 05543/3317, Fax 05543/4266

## SIMATIC S5 Überbestände An- & Verkauf

Neu & Gebraucht.

Große Auswahl

Fax-Liste anfordern

FAX 09186 704

## SPS

Soft-, Hard- & Bookware

SS-Modul Eprommer, DBLink Quelltext (spart CP)

Katalog anfordern bei

Karstein Datentechnik

8451 Birgland / Aicha 10

Fax 09186 704

## TENNERT- ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

ELEKTRONIK-BAUELEMENTE

**KATALOG 10/91**

MIT STAFFELPREISEN

ANFORDERN 320 SEITEN

SCHUTZGEBÜHR 3,- BRIEFMARKEN.

BEI EINSENDUNG DIESER ANZEIGE KOSTENLOS. ED

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

## Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch

**Fernschule Bremen**

2800 Bremen 34

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12

☎ 04 21/49 00 19 (10)

## Die Inserenten

Ahlens EDV Systemen, Moosburg	59
albs-Alltronic, Otisheim	99
ASIX Technology, Ettingen	23
Audio Valve, Bad Salzungen-Wüsten	99
Bauer-Elektronik, Wendel	97
Benkler-Elektronik-Versand, Neustadt/Weinstr.	98
Bitzer Digitaltechnik, Schorndorf	6
Brendes, Schortens	96
Burgard-Elektronik, Windeck	7
Burmeister, Rödinghausen	9
CadSoft Computer GmbH, Pleiskirchen	13
Carston Vertriebs GmbH, Darmstadt	55
CEV Compact Electronic, Bielefeld	97
ComPro Hard & Software Beratung, Stuttgart	95
CompuMess Elektronik GmbH, Garching	41
Cooper Tools, Besingheim	31
CSM GmbH, Filderstadt	63
edding, Ahrensburg	17
Elektronik Laden, Detmold	35
elpro, Ober-Ramstadt	95
eMedia, Hannover	94, 96, 98
Engelmann & Schrader, Eldingen	97
es Lasersysteme, Mössingen	97
Fernschule Bremen, Bremen	101

Friedrich, Eichenzell	6
gn electronics, Rutesheim	99
gsh-Systemtechnik, München	6
Günther, Gernersheim	97
Hartwig Elektronik, Staufenberg	101
Hewlett Packard GmbH, Böblingen	19
Hoschar Systeme Elektronik, Karlsruhe	45
hps System Technik, Essen	62
HTB Elektronik, Schiffdorf	61
Intec Elektronik, Wörrstadt	6
isel-automation, Eiterfeld	2
iSystem, Dachau	37
IWT Verlag GmbH, Vaterstetten	7
Karstein Datentechnik, Birgland	101
Keithley Instruments, Germering	11
Kenwood Electronics, Heusenstamm	15
Layout-Service-Kiel, Kiel	97
Leister, CH-Kägiswil	45
Lippmann, Eslarn	96
Maier, München	98
MCT Paul & Scherer, Berlin	97
Megalab, Putzbrunn	33
Merz Computer, Lienen	99

Messcomp Datentechnik, Eding	6
Metec GmbH, Müden/Örtze	6
Meyer-Elektronik GmbH, Baden-Baden	95
Musik Produktiv, Ibbenbüren	53
National Instruments, München	6
Network GmbH, Hagenburg	64
OKTOGON, Mannheim	96
Pohl, Berlin	6
PREMA GmbH, Mainz	44
Ramm Wickelmaschinen, Berlin	97
Reichelt elektronik, Wilhelmshaven	92 + 93
RW Electronics, Erlenbach	6
Soundlight, Hannover	97
Stemmer PC-Systeme, Puchheim b. München	11
Tennert-Elektronik, Weinstadt/Endersbach	101
Ultimate Technology, NL-AT Naarden	104
Zeck Music, Waldkirch	95

## 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

Postgriamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/53 47-30  
oder Fax 05 11/53 47-33

### Redaktion:

Telefon: 05 11/53 47-0, Telefax: 05 11/53 47-33

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge

Carsten Fabich, Martin Klein, Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys.

Peter Nonhoff, Peter Röhke-Doerr, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Hella Franke,

Marina Friedrich, Birgit Graff, Christiane Slanina, Edith Totsches,

Dieter Wahnert

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (verantwortl.), Ben Dietrich

Berlin, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

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

Telefax: 05 11/53 47-33

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinkraus

Anzeigenleitung: Ingrid Dittgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Hennig

Verlagsbüros:

Nielsen II, Mädchen & Partner, Medienservice, Girardetstraße 122,

5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 36 46, Fax: 02 02/72 37 27

Nielsen III a, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Im Brühl 11, 6581 Hof-

fenbach, Tel.: 0 67 85/73 74, Fax: 0 67 85/78 84

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 7032

Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

Nielsen IV, Verlagsbüro Walter Rachow, Hochfeldstr. 9, 8309 Au in

der Hallertau, Tel.: 0 87 52/13 78, Fax: 0 87 52/98 29

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-

richstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/

9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsiam Sha Tsui

Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong,

Tel.: 7 21 51 51, Fax: 7 21 38 81

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Build-

ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:

0 65-2 21 31 04

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 117-1, Lane 149, Lung-

Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2 7 18 72 46 und 0 08 86-2-

7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 7 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992

Vertriebsleitung: Wolfgang Bornschein

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (65 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); Studentenabonnent/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, Postgriamt Hannover, Konto-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kün-  
digung 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,

Gutenbergsstraße 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 sorgfälti-  
ger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen wer-  
den. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb,  
Ermittlung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind  
zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten  
Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zuläs-  
sig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nach-  
druck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte  
und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusiv-  
recht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung  
eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung  
einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

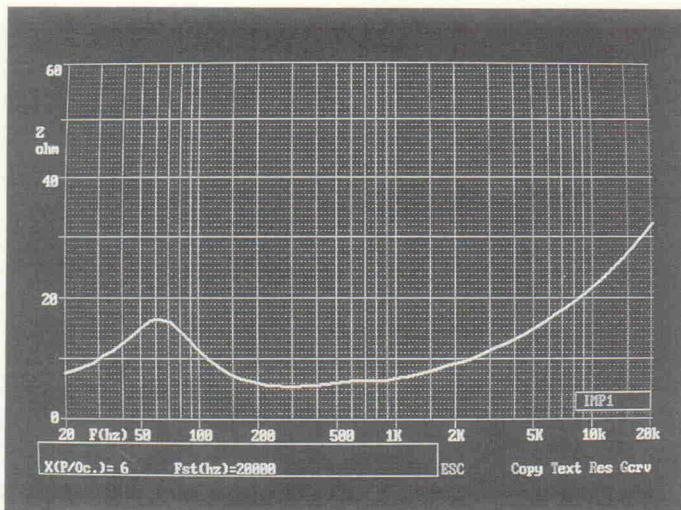
© Copyright 1992 by

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

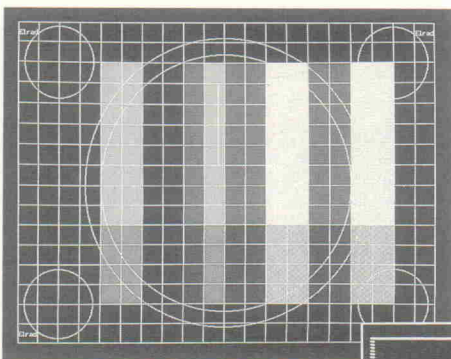






## Projekt: Automatischer Meßpegelschreiber

Eine Euro-Karte versetzt den PC in die Lage, Audio-Elektronik – dank der eingebauten 5-W-Endstufe auch Lautsprecher – mit Sinussignalen im Audio-Frequenzbereich zu versorgen. Die Antworten der Komponenten – dank kalibriertem Elektret-Mikrofon auch die akustischen – liefert die Karte zurück an den Rechner. Der Rest der Analyse ist Software.



## Test: Monitore für CAD-Anwendungen

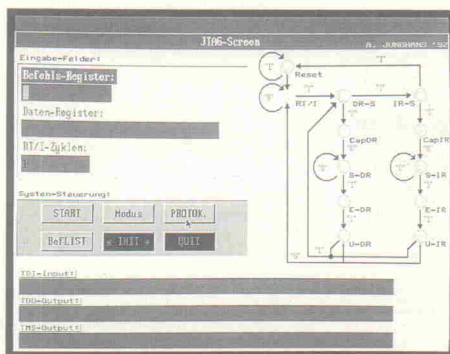
Sind es pro Jahr 200 Stunden, 2000 oder mehr? Nicht wenige Entwickler sitzen Tage und Nächte an ihrem Rechner, zeichnen Schaltpläne, entflechten Layouts, simulieren Schaltungen oder entwerfen ASICs. Der Monitor ist dabei ein unverzichtbarer Baustein für den



Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine. Grund genug, Spezial-„Bildwerfer“ für CAD-Anwendungen unter die Lupe zu nehmen.

## Markt: Sensoren

Sensoren und Sensorelemente deutscher und schweizerischer Anbieter, geordnet nach Anwendungsgebieten – das Thema der nächsten Marktübersicht. Ergänzend folgen Schaltungsbeispiele und -hinweise für Entwickler, eine Erklärung des SDI-Schlüssels und eine Buchvorschau: Noch in diesem Jahr soll ein Handbuch verfügbar sein, in dem Sensoren von über 10 000 Anbietern aus 36 Ländern auf der SDI-Basis erfaßt sind. Diese Fachnomenklatur (Sensor Data Info) ist eine recht 'tiefe' Kodierung der Sensoren, Sensorelemente und -systeme: Anwendungsgebiet, Anwendungsart, Technologie, Meßprinzip, Meßbereichsgrenzen sowie kleinste und größte Linearitätsabweichung.



## Entwicklung: Software-Nadelbett

Mit der Einführung des Testverfahrens Boundary Scan und entsprechend BSC-fähiger Bauelemente ist die positive Beantwortung der Frage 'Testen – ja oder nein?' nur noch davon abhängig, wie oft man digitale Schaltungen überprüfen muß, und nicht von der 'Investitions-Power' des 'Testwilligen'. Der Software-„BSC-Tester“ und eine JTAG-Test-Hardware sind die Praxissäulen des Beitrags in der nächsten Ausgabe, die den neuen Teststandard transparent machen.

## Dies & Das

### Das Ende des schlechten Handbuchs?

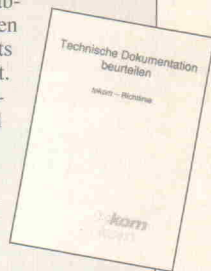
In jeder Firma gibt es Leute, die von den Produkten und deren Technik nichts zu wissen brauchen, etwa die Buchhaltung, und viele Leute, die weder schreiben noch Schriftsätze verfassen. Viele Bedienungshandbücher sehen so aus, als ob sie von Elementen der Schnittmenge stammten, von Leuten also, die weder das Produkt kennen noch schreiben können.

Die Palette minderwertigster Machwerke reicht vom Haushaltgerät bis zum Wohnmobil Marke 'deutsche Wertarbeit', wo den Autoren schon die sinnfällige Zuordnung von Handbuch-Titel und Gerät nicht gelingt: 'Manual Caravan RM 2250'? Der Kühlschrank! 'Trumatic SL5002' – der Boiler? Das Gebläse? Der Gasherd? Alles falsch, das ist die Heizung! 'Cassette Porta Potti'? Das muß das Klo sein, die Stelle, wo die sogenannten Manuals mal ganz nützlich sein könnten.

Unter der Überschrift 'Neue tekomp-Richtlinie verspricht das Ende von schlechten Bedienungshandbüchern' teilt die 'Gesellschaft für technische Dokumentation e.V.' (tekomp) kürzlich mit, daß sie erstmals für den deutschsprachigen Raum eine Richtlinie 'Technische Dokumentation beurteilen' erstellt hat; mit dieser Richtlinie 'können Verfasser und Gutachter ihrer technischen Dokumentation einen hohen Qualitätsstandard geben', heißt es weiter.

Dokumentationsexperten aus vielen Bereichen der Industrie haben diese tekomp-Richtlinie erarbeitet. Sie wurde von unabhängigen Experten in Anwendertests gründlich geprüft. Da die Qualitätskontrolle anhand tabellarischer Checklisten im Multiple-Choice-Verfahren erfolgt, müßte sich eigentlich in den meisten Firmen jemand finden lassen, der eine solche Qualitätsprüfung vielleicht durchführen kann.

Die Richtlinie kann gegen Vorauszahlung einer Schutzgebühr von 45,- DM bei der tekomp, Markelstraße 34, 7000 Stuttgart 1, bezogen werden.

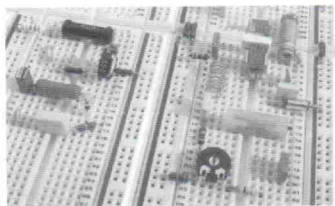




A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 1



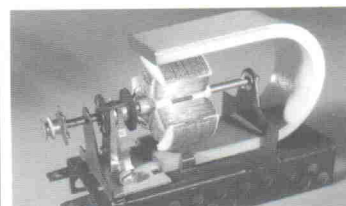
GLEICHSTROMTECHNIK



A. J. Dirksen

## ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 2



WECHSELSTROMTECHNIK



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

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

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

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

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

EE1.2

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

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

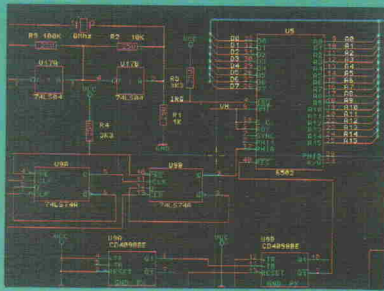
Im Buchhandel erhältlich



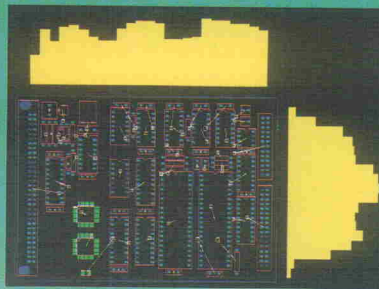
Verlag  
Heinz Heise  
GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61



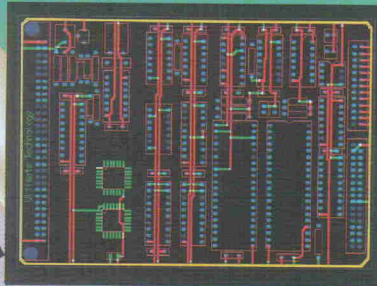
# VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



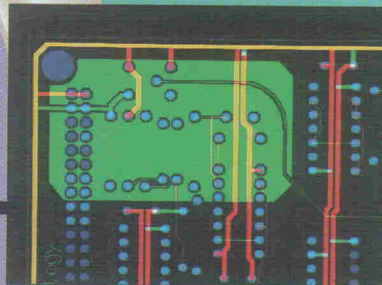
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTIcap, dem Schaltplaneingabe-programm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert Ulticap in "Echtzeit", dass keine "logischen" Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das "Anklicken" der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen setzt ULTIcap automatisch die Verbindungspunkte, so das Fehler und Zeitverlust verhindert werden.



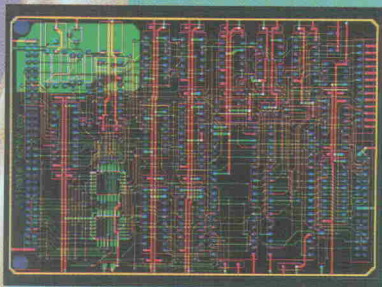
Aus der Benutzeroberfläche ULTIshell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTIcap zum Layout-Programm ULTIboard übertragen. Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RATSNESTS UND DICHTHEISTOGRAMMEN unterstützt. Durch Gate- & Pinswap ermittelt ULTIboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Bauteilen.



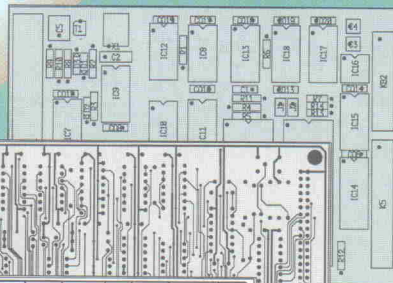
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIboard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTIboard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystemerweiterung) sind in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln im Polygon ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Das Polygon-Update-Feature sorgt automatisch für die Anpassungen.



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



Durch "Backannotation" wird der Schaltplan in Ulticap dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil-"Renumbering" optimierten Design vollautomatisch angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder mit Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.

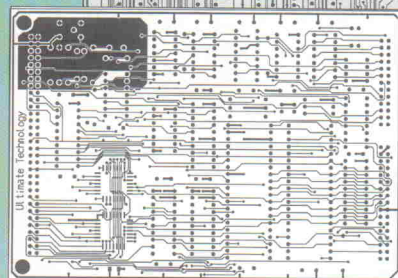
## NEU

ULTIboard/ULTIcap Evaluation System:

- Voll funktionsfähig
- Komplett mit Handbücher
- Designkapazität 350 pins

Preis inkl. Mwst/Versand: **DM 295**

Bei Aufstieg zu größeren Systemen wird das Evaluation System zu 100% verrechnet.



ULTIboard ist verfügbar in einer "low-cost"-DOS Version (Kapazität 700 Pins): Preis: DM 995,- zzgl. MwSt. (DM 1134.30 incl. MwSt.); ULTIcap-Schema DM 595,- zzgl. MwSt. (DM 678.30 incl. MwSt.); Kombinationsangebot DM 1395,- zzgl. MwSt. (DM 1590.30 incl. MwSt.)

Der Aufstieg zu 16 und 32 Bit DOS-Protected-Mode und UNIX-Systemen - mit unbegrenzter Design-Kapazität - ist jederzeit möglich.

*The European quality alternative*

## PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

ULTimate Technology GmbH • Carl-Strehl-Str. 6 • 3550 Marburg • Tel. 06421-25080 • Fax 06421-21945 Distributoren: • Taube Electronic Design; Tel. 030-691-4646, Fax 030-694-2338

• Arndt Electronic Design; Tel. 07026-2015, Fax 07026-4781 • Heslab H. Seifert GmbH; Tel. 04361-7001, Fax 04361-80411 • Edit GmbH; Tel. 05733-3031, Fax 05733-6549

Österreich: WM-Electronic; Tel./Fax 0512-292396 • Schweiz: AV-SYSTEMS AG; Tel. 057 - 273663 Fax 057 - 273002 • Int. HQ: ULTIimate Technology HQ; Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345