

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

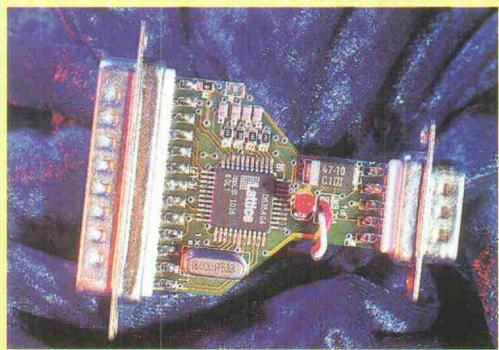
DM 7,50

öS 60,- sfr 7,50

hfl 10,- FF 25,-

07  
4 399148 307505

7/96



Projekt: CAN-Bus am PC-Druckerport

Komplex, aber machbar

## A/D-Wandler simulieren

Virtueller Schlüssel

## IR/Funk-Übertragung mit einem Chip

Serieller Kommunikationsstandard

## SPI verbindet

Mehr Speicher

## RAM-Karte für das EVM56002

## Audio-Entwicklung

## Chips, die das Leben leichter machen

Design Automation Conference, Las Vegas  
Der PC wird gesellschaftsfähig

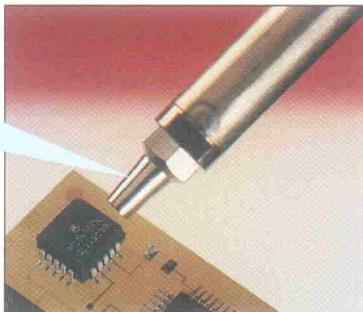


## Photovoltaik

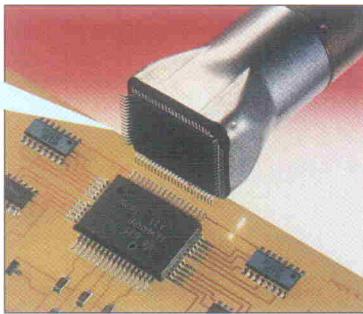
- Tips
- Trends
- Produkte

# Spezielle SMD-Werkzeuge von Weller und Erem leisten ganze Arbeit!

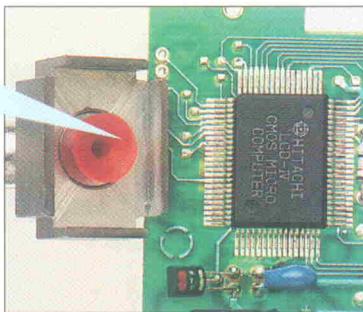
**Weller®**  
Heißluft-Pencil.  
Lufttemperatur und -  
menge regelbar zum  
Entlöten und Löten von  
aufgelöten Chip-  
Bauelementen.



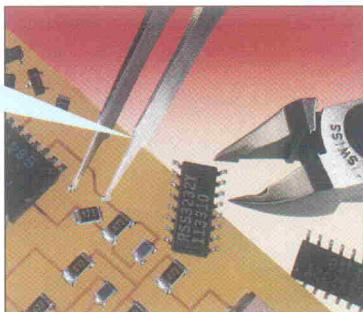
**Weller®**  
WHA-2000  
Entlötet mit Heißluft und  
entfernt großflächige  
Bauelemente in einem  
Arbeitsgang durch  
Vakuum.



**Weller®**  
CSF-Zubehör.  
Zum Entlöten und  
Ersetzen von Chip-, SO-,  
Flat-Bauelementen und  
integrierten Schaltkreisen.



**Erem**  
Zangen, Seitenschneider,  
Pinzetten.  
Zum Formen, Schneiden,  
Zurechbiegen, Einsticken  
und Herausziehen auch  
kleinster SMD-  
Bauelemente.



Neue Technologien erfordern ständige Anpassung und Entwicklung einer ganzen Reihe spezieller Werkzeuge. Weller und Erem sind darin seit langem führend. Mit unseren hochwertigen Präzisionswerkzeugen können die verschiedensten Lötarbeiten an Leiterplatten bequem, schnell und sehr effektiv ausgeführt werden. Sie wollen mehr über diese und weitere professionelle SMD-Werkzeuge wissen? Fordern Sie gleich detaillierte Informationen an!

**Original Weller und Erem. Einfach eine Klasse besser.**



CooperTools

Cooper Tools GmbH, Carl-Benz-Str. 2, 74354 Besigheim, Postfach 1351, 74351 Besigheim, Germany  
Tel: (07143) 580-0, Fax: (07143) 580-108

Copyright © 1996, Cooper Industries, Inc.

# Virtueller Lifestyle

Machen Sie sich auch manchmal Gedanken über die 'neuen Medien'? Ganz unterschwellig vielleicht, abends, wenn das alte Medium Television seine Klientel zwischen zwei Filmbröckchen mit Werbung füttert? Da sitzt man gemütlich mit ein paar Chips und dem Unterbewußtsein, daß Multimedia und Datenfraß eigentlich zu den Dingen gehören, die höchstens anderen Leuten passieren, und dann ist da dieser knackig braune Kerl Anfang Dreißig. Eingelullt in seidene Bettwäsche schnarcht er vor sich hin, während im Hintergrund sein PC gerade wieder die Kohle von ganz allein klar macht – natürlich alles total einfach, nur mit Modem und Bank 48.

Nun, bei Trends irrt sich die Werbung bekanntlich selten, und Banken irren sich sowieso nie. Also: Wer heute 'in' sein möchte, dazugehören und imaginären Erfolg aus virtuellen Eimern schlürfen will, der ist eben 'online' – und natürlich wie gehabt: gesund, sportlich, attraktiv, sonnengebräunt, schlau und nie über Dreißig.

Tja, man kommt schon manchmal ins Grübeln, wenn einem so eine Realität gewordene virtuelle Dienstleistung vor Augen geführt wird. Da verwandeln moderne Kommunikationsmedien einfach das private Budget mit Bits und Bytes in einen Haufen Geld und schlagen sogar noch Zeit für althergebrachte Schlaftherapien frei.

Wenn's denn tatsächlich so ist, scheint der typische Online-Kunde allerdings noch eine ganz spezielle Eigenschaft mitzubringen – zumindest, sobald es um virtuellen Cashflow geht. Ansiedeln ließe sie sich vielleicht irgendwo zwischen gutgläubig und behämmert, denn – mal im Ernst – welcher halbwegs informierte Yippie würde seinen Rechner sonst des Nachts unbeaufsichtigt mit dem eigenen Schotter rumspielen lassen? Am besten noch über ein riesiges Netzwerk, das neben Unmengen von Infos vor allem reichlich rechtsfreien Raum, aber garantiert keine überzeugende Datensicherheit bereitstellt.

Gut – Werbung für die elektronische Serviceleistung im privaten Finanzwesen hat natürlich auch schon zu Offline-Zeiten einige Unklarheiten zurückgelassen. So war es nie leicht zu begreifen, wie es eine sonnengebräunte Buchhalterin mit Model-Figur und Halbtagsgehalt schafft, ein konstantes Grinsen im Make-up zu manifestieren, obwohl Töchterchen gerade die frisch erstandene Ming-Vase zerdeppert hat. Klar, alles kein Problem – schließlich hat Mama für das Teil per Chipkarte gelöhnt. Allerdings weiß jeder, der irgendwann einmal das Kleingedruckte auf einem Kreditkarten-Antrag gelesen hat, wie schnell es das letzte Hemd kostet, wenn der Kreditrahmen um – sagen wir – xx-tausend Mark überzogen wird – und da ist es ziemlich egal, ob die blöde Kumme nun versichert war oder nicht.

Und um so erstaunlicher sind da noch die bunten Werbebotschaften für diese dynamischen Online-Kids, die im Prinzip nichts toller finden, als Überweisungsformulare gegen ein paar (lächerliche) Extra-Gebühren zu Hause auf den eigenen Bildschirm zu holen.

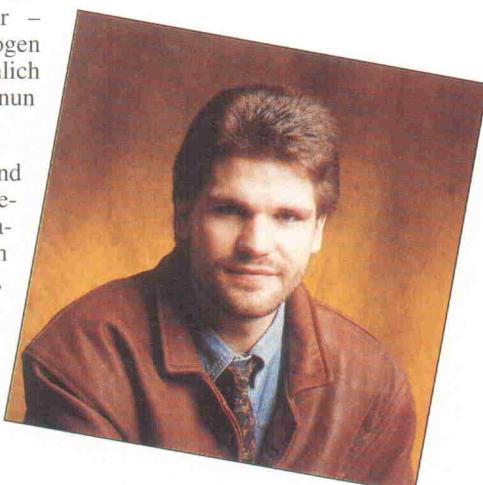
Aber vielleicht ist es ja nur der Neid. Schließlich war es früher – ohne Online-Banking – nicht so leicht, sein Taschengeld jede Woche rechtzeitig in Aktien anzulegen. Intellektuellere Gemüter würden vielleicht sogar argwöhnen, daß man einfach nur nicht schnell genug mit der 'zunehmenden Immaterialisierung der bekannten Dingwelt und ihrer Überlagerung durch virtuelle Realitäten' zurechtkommt.

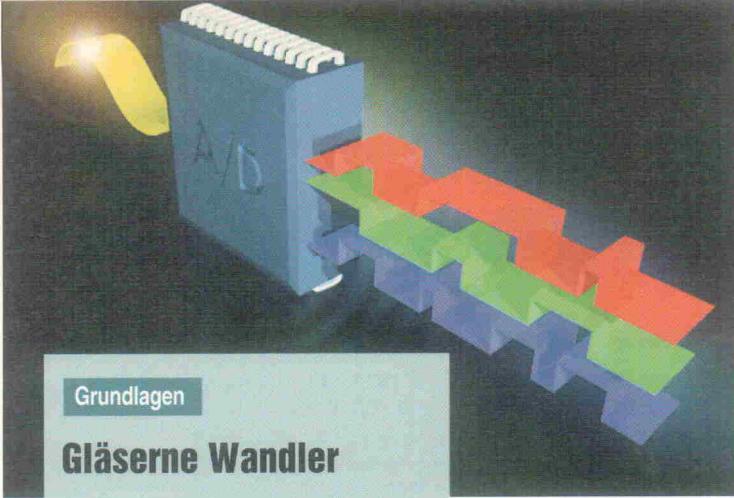
Andererseits ist es womöglich auch nur dieser vage Zweifel, der sich – um bei dem sensiblen Beispiel zu bleiben – durch einen Vergleich der eigenen 'Bankgeschäfte' mit denen des überstylt dahindösenden Aufsteigers bemerkbar macht.

Was mich betrifft, sind weder T-Online noch Internet in der Lage, der allmonatlichen Negativ-Tendenz im Saldo meines multimedial aufbereiteten Girokontos Einhalt zu gebieten, und mein Geld bin ich früher auch ganz gut losgeworden – sogar schon richtig virtuell mit einer erstaunlichen Eigendynamik und sehr geringen Einflußmöglichkeiten meinerseits.

*Martin Klein*

Martin Klein





#### Grundlagen

### Gläserne Wandler

Wenn man sich die Modellbibliotheken von Simulationsprogrammen ansieht, so findet man dort eine kaum übersehbare Anzahl von Bauelementen aufgelistet. Bei genauerem Hinsehen fällt auf, daß es sich fast ausschließlich um Standardkomponenten wie Transistoren, Operationsverstärker und Logikbausteine handelt. Für speziellere ICs wie D/A- oder A/D-Wandler gibt es kaum brauchbare Unterstützung – auch nicht von Seiten der Hersteller. Der Grundlagenbeitrag zeigt eine neue Betrachtungsweise auf, mit der sich selbst hochauflösende A/D-Wandler für die Simulation in SPICE durchschaubar machen lassen.

**Seite 74**

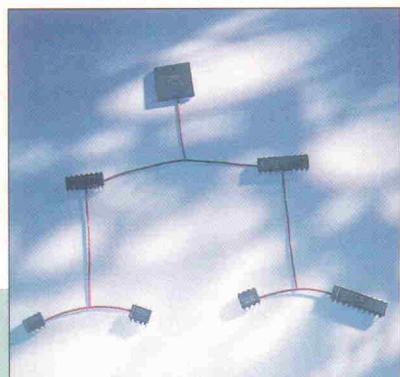


#### Design Corner

### Geheimnisträger

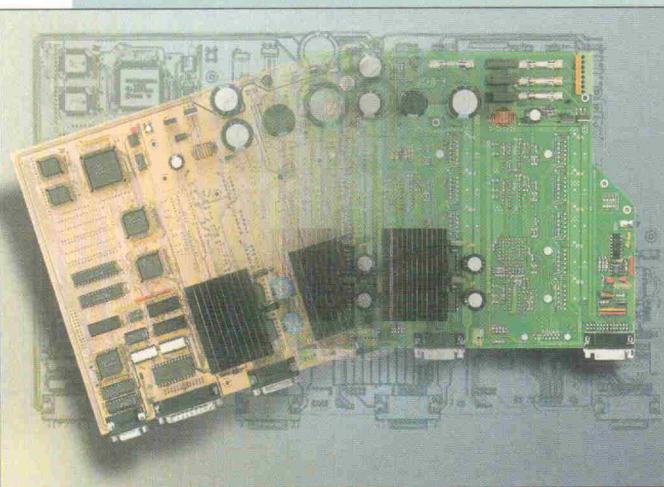
Die Code-gesicherte Datenübermittlung in Funk- oder IR-Fernbedienungen ist nur eine der Anwendungen, für die sich der MM57C212 empfiehlt. Nationals aktuelles Encoder/Decoder-IC begnügt sich dabei durchweg mit sehr geringem Schaltungsaufwand – dank Multifunktion und direkt verwendbarem Anschluß für IR-Dioden, RF-Geber, Foto- oder Funkempfänger. Zum Ausprobieren läßt sich deshalb schnell ein passendes Test-Kit für Infrarot-Strecken 'verdrahten'. Was sich mit dem Baustein selbst alles anstellen läßt, findet man auf

**Seite 30**



#### Report

### Reif für die Serie



Bevor eine Entwicklung in Serie gehen kann, ist zumindest ein lauf- und vorzeigefähiger Prototyp notwendig. Die erste Musterplatine muß her, und vor dem endgültigen ASIC darf es auch ein programmierbarer Baustein sein. Die komplette Anwendung will aufgebaut und getestet sein. Doch ehe es zur ersten Hardware kommt, entsteht heute so mancher 'virtuelle' Prototyp am Rechnerbildschirm. Der Report gibt Auskunft zum Stand der Technik und beschäftigt sich mit Hilfsmitteln und Werkzeugen.

**Seite 42**

#### Grundlagen

### SPItern

Es muß nicht immer parallel sein, meinte Motorola und versah den 68HC11 mit dem Serial Peripheral Interface. Diese synchrone serielle Schnittstelle ermöglicht den Anschluß von Display-Treibern, AD/DA-Wandlern, Echtzeituhren und ähnlicher Peripherie über lediglich drei I/O-Pins. Wie das SPI im Detail aussieht und welche I/O-Bausteine sowie Mikrocontroller anderer Hersteller sich mit diesem Standard verstehen, lesen Sie ab

**Seite 58**

#### Projekt

### CAN-Dongle

Was darf's denn sein, Standard oder Enhanced? Peripherie am PC-Druckerport hat mittlerweile die Auswahl – oder besser, die Pflicht, sich mit verschiedenen Varianten dieser Schnittstelle zu arrangieren. Der CAN-Dongle, ein Feldbus-Interface im Adaptergehäuse, läßt sich dank CPLD flexibel und im System an beide anpassen.

**Seite 55**



SEITE 55

SEITE 74

SEITE 30

SEITE 58

SEITE 64

SEITE 34

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Projekt****Zeitspeicher**

Für erste kleine 'Signalprozesse' reicht der On-Board-Speicher des 56002EVM mit



seinen 32 KWorten sicher aus. Wagt man sich aber an DSP-Programme, die Signalverzögerungen realisieren sollen, beispielsweise Raumklang, dann wird der Platz schnell eng. Verlangen doch nur 500 ms Delay bei 48 kHz Abtastrate schon 24 KWorte. Also muß eine Erweiterung her: Der Zeitspeicher verdoppelt das Gedächtnis des 56002.

**Seite 64****Inhalt 7/96****aktuell**

Firmenschriften und Kataloge	8
Stromversorgung	10
Meßtechnik	12
Elektromechanik	13
Mikrocontroller	15
Messebericht: DAC in Las Vegas	20
Photovoltaik	22

**Test**

PreView: Komple(x)tt	
VeriBest PCB Version 14 für Windows 95/NT	26

**Report**

Reif für die Serie	
Prototypenentwicklung in der Elektronik	42

**Projekt**

CAN-Dongle	
Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN (1)	55
Zeitspeicher	
RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM	64

**Entwicklung**

Design Corner: Geheimnisträger	
Encoder/Decoder-Baustein MM57C212	
von National Semiconductor	30
Ton-Meister	
Neue Audio-Spezial-ICs	34
Design Corner: Jumper ade	
Plug&Play-Interface-ICs von	
National Semiconductor	48
Design Corner: Achter-C	
Hochsprachen-Evaluation-Kit für Fujitsu F <sup>2</sup> MC-8L	52
Design Corner: IR-Automatik	
Software-Decoder für RC5-Fernsteuersignale	61

**Grundlagen**

SPINtern	
Das Serial Peripheral Interface des 68HC11	58
Gläserner Wandler	
Modellierung hochauflösender A/D-Umsetzer	
mit SPICE	74

**Signal Processing**

Digitale Signalverarbeitung (8):	
FIR-Filter und Filtersynthese	82

Die ELRAD-Laborblätter	
Analogtechnik (3)	87

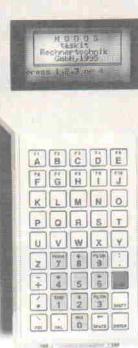
**Rubriken**

Editorial	3
Briefe	7
Radio und TV: Programmtips	18
Bücher	81
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

**Seite 34**

# DISPLAY

auf einen Blick . . .

**Mobiles DOS**100%  
DOS kompatibel

- Programmierung in jeder Sprache (C, Pascal, ...)
- ca. 20 Std. Akkubetrieb!
- beleuchtetes LCD mit 64x128 Pix. / 8x21 Z.
- 5 x 9 oder 3 x 7 Tasten
- serielle Schnittstelle

## gut für spezielle Lösungen:

- noch Platz im Gehäuse
- Hardware erweiterbar mit vielen existierenden oder neuen Modulen
- wir sind Hersteller

**MoDOS, Handheld-PC ..... 1300,-****taskit**Rechnertechnik Tel 030 324 58 36  
GmbH Fax 030 323 26 491  
10627 Berlin Kaiser-Friedr.-Str. 51**CE - Zulassungen**

Nutzen Sie die fachliche Kompetenz und schnelle Bearbeitungszeit unseres Labors für :

- EMV - Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-, Post-Vorschriften. Prüfungen nach FCC ebenfalls möglich.
- EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung. Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt.
- Sicherheitsprüfungen nach vielen internationalen und nationalen Vorschriften und Standards z.B. VDE, UL, CSA, Skandinavische Länder.
- Prüfungen auf Strahlungsarmut und Ergonomie von Bildschirmgeräten nach MPR II und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- Prüfungen für Telekommunikationsendgeräte auf Einhaltung der BZT - Zulassungsbedingungen.

Wir bieten Ihnen auch für Ihr Produkt den preiswerten und schnellen Zugang zu allen gewünschten Prüfzeichen. Weitere Informationen unter :

**Obering. Berg & Lukowiak GmbH**Löhner Str. 157  
32609 Hülkhorst  
Tel. 05744 / 1337  
Fax 05744/2890 oder 4372**PC-Meß-/Regeltechnik****PC-Speicherortszilloskopkarte TP-208, 2 Kanal, 2 x 20 MHz**

PC-Einsteckkarte+Oszilloskopprogramm+2 Taskköpfe. 2x32 kByte intern. Speicherortz. (2µs-0,2s DIV, 5mV-20V DIV oder AUTO, CHI/II ADD/ COMP/ CHOP/ X-Y-Funktionen, max. Eingang: 600Vpp bei Tastf. 1:10). Spektrumanalyse (linear/in der 6Hz-5MHz, Mittelung über 1-200 Messungen möglich). Effektivwertmeßgerät (TrueRMS/ peak-peak/ Mittel-/ min./max. /min./max. Leistung/ Crestfator/ Frequenz, Anzeige als zwei 5-stellige Digitaldisplays. Ausgabe auch auf Drucker/ Plotter/ Diskette mit Datum und Zeit mögl., Meßrate v. <1-300s/ Meßrate: 100Hz, sowie Transientenrec. (Memory/TRUE RMS/Mittel-/Max./Min.wert, Meßrate: 100Hz, Messz. 300s, Meßdauer: 1-3000s->max. Meßzeit: bis 104 Tage), Abspeicherung: als Binär-ASCII-Daten, Druckfunktionen. Teststeiger ELRAD 1/95 nur DM 1745,00

**Zwei-Kanal-Meßmodul für Parallelport Handyscope**

ideal für Notebooks. Keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastrate bis 100 kHz (Zeitbasis 0,5ms-2s / DIV, y: 5mV-20V / DIV oder AUTO). Komplettsatz, bestehend aus Oszilloskopmodul + programm (Funktionen wie oben, jedoch für langsame Messungen) und 2 Taskköpfen.

nur DM 880,00

**Weiter im Programm (Anzug):** (AD-Karten < 60µs mit S & H) —

1-Bit AD/DA, 1Eing. 2Ausg. (Ausg. 4stufig bipolar), Meßwert per DIP-Sch. DM 175,- wie vor, jed. 8 Eing +2 Ausg. Bei per Software einstellb. (Eing. auch 0-10V) DM 215,- wie vor, jedoch zus. 24 Bit dig.I/O+4 Wechsler-Relais DM 395,- Isol.32-Kanal 12-Bit-AD-Karte 10ms, ± 5/6/10/20/25/50mV±5V DM 715,- 16-Kanal 12-Bit AD/DA-Karte, 16AD/16pusj/2DA, Eing. bei 0,3125...5V DM 1012,- per Sot. wählbar, DA 0-510 V. Auch IRG/OMA-Messgen. möglich Infr.C/Pas/Bas wie vor, jedoch AD. 25µs, Eing bei ±0,3125...10V DM 1012,- 24-Bit dig.I/O-Karte in 8x16 Gruppen auf Eing/Ausg. prograr DM 125,- 48-Bit dig.I/O-Karte in 8x16 Gruppen auf Eing/Ausg. prograr, mit IRG DM 305,- IEEE-488-Karte mit NEC pJD7210, NI PCI/IA-kompatibel, inkl. Treiber DM 518,- FIFO-4-Fach RS-232-3 Parallelports (2 bidirektional) + 16AME, 16Bit DM 95,- RS-232-Isolatormodul DM250,- \*\*\*\*\* Über 100 weitere Artikel im Programm...  
Tel.: (07181) 97 88 0 11  
Anr.beantw.: (07181) 97 88 0 11  
Fax: (07181) 97 88 0 21  
Digitaltechnik Fax-Infoabru: (07181) 97 88 0 21  
Postfach 1133 - 73614 Schorndorf

neu: Fax-Infoabru

Anleitung auf

abholen.

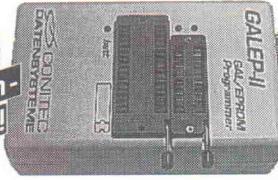
**PCB-Layout  
&  
Elektronik-CAE-Systeme**

Sie liefern uns:

- Ihren Schaltplan oder
- Ihre Netzliste, und

Wir liefern, schnell und zuverlässig:

- Layout als Gerberdaten,
- korrekte Schaltpläne dazu,
- Bohrdaten,
- Bestückungspläne,
- Masken
- und Stücklisten,
- auch als EXEL-Dateien

Scheider & Partner GmbH  
Schillerstraße 8  
76351 Lin.-Hochstetten  
Tel.: 07247 / 94 60 40  
Fax : 07247 / 94 60 41**GALEP-II  
Pocket-Programmer**

- Brennt EPROMs/EEPROMs bis 8 MBit (2716...27C8001)
- Brennt GALS 16V8, 20V8, 18V10, 20RA10, 22V10, 6001
- Blitzschnell: z.B. 27C512 verify 4 Sek(!), progr. in 13 Sek
- Laptop-tauglich durch PC-Anschluß über Druckerport
- Netzunabhängig durch Wechselakkku + Netz-Ladegerät
- GAL-Makroassembler / Disassembler GABRIELA 2.0
- Dateiformate: JEDEC, binär, Intel/Hex, Motorola-S
- Software-Updates kostenlos aus unserer Mailbox!

GALEP-II Set, Software, Akku, Netz-/Ladegerät .... 635,-

Adapter für 8751/8752 ... 175,- für HD647180 ..... 290,- für LCC-EPMOS ..... 290,- für PLCC-GALs ..... 290,-

Upgrade GABRIELA auf GABY GAL Development System 2.1 ... 229,-

Preise in DM inkl. MwSt. ab Lager Dieburg • Versandkosten DM 15,- • Katalog kostenlos

CONITEC DATENSYSTEME

GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11 c • Tel. 06071-9252-0 • Fax 9252-33

**DTK Computer****DTK macht die Musik bei Hauptplatinen****Mit Sound und Video multimedial abheben  
PAM-0062I für Pentium**

- \* Intel 82430HX Chipsatz
- \* 75-200 MHz, auch f. Cyrix 6x86
- \* All In One ATX Platine
- \* plus MPEG I
- \* plus Sound System

**DTK COMPUTER GMBH**AM MOOSFELD 21, 81829 MÜNCHEN, GERMANY  
Tel.: 49-89-429115 Fax: 49-89-424830**PEAK  
SERVICE**PEAK-Service GmbH  
Benzweg 4  
D-64293 Darmstadt  
Tel.: 0 61 51 / 89 36 54  
Fax: 0 61 51 / 89 36 53**PHYTEC**PHYTEC Meßtechnik GmbH  
Robert-Koch-Str. 39  
D-55129 Mainz  
Tel.: 0 61 31 / 92 21 - 0  
Fax: 0 61 31 / 92 21 - 33  
World Wide Web: http://www.phytec.de  
E-Mail: info@phytec.deProjekt in ELRAD  
7/96 & 8/96**PCAN-Dongle**CAN-Busadapter  
für den LPT-Port  
(Mux + ECP)  
inkl. Basissoftware &  
BeispieldatenWeitere  
CAN-Produkte &  
Katalog auf Anfrage

280,- DM + MWST

**messcomp Datentechnik GmbH**Neudecker Str. 11 - 83512 Wasserburg  
Tel. 08071/9187-0 - Fax 08071/9187-40**Meßtechnik über wasco®-PC-Einsteckkarten****ADIODA-12 EXTENDED DM 1127,00**32\*12Bit A/D, PGA, 4\*12Bit D/A,  
DC/DC, 24\*I/O, Timer, Quarzoszillator

WTIO-48EXTENDED	8*4 I/O TTL, 8*IRQ, 3*16Bit Timer, Quarz	DM 264,50
WTIO-240STANDARD	24*4 I/O TTL, 3*16Bit Timer	DM 322,00
OPTOIN-32-STANDARD	32*I/O über Optokoppler	DM 425,50
OPTOIO-1-STANDARD	16*I/O und 16*OUT über Optokoppler	DM 425,50
RELAIS-32-EXTENDED	32*OUT über Relais, 24*I/O TTL, 3*16Bit Timer...	DM 644,00
ADIODA-12JAP	8*12Bit A/D, PGA, 1*12Bit D/A, DC/DC, 24*I/O...	DM 598,50
ADIODA-12LOW COST	8*12Bit A/D, PGA	DM 379,50
IODA-12-STANDARD	8*12Bit D/A, 10/bipolar, 2,5V, 5V, 9V	DM 713,00

**Externe Zusatzmodule für wasco®-Interfacekarten**XMOD-REL-8 Modul im Gehäuse mit 8\*OUT über Leistungsrelais  
Netzteil 110 - 240V AC, inkl. Software u. deuts. Handbuch  
DM 170,20XMOD- KLDB-8 Modul mit Schraubklemmenleiste und Lochrasterfeld  
DM 78,20**EPROM- und Universalprogrammiergeräte von HILO®**ALL-07 Universalprogrammierer, Betrieb über LPT-Schnittstelle, Netztteil 110 - 240V AC, inkl. Software u. deuts. Handbuch  
DM 1748,00SEP-84AE EEPROM-Programmiergerät 8MBit mit vier Textfeld-Sockel  
32polig, Betrieb über SCA-201 Interfacekarte, inkl. Software  
DM 678,50

## Steuermann überholt?

Meinungen zum Leserbrief von E. Domming und zur Antwort der Autoren Timo Wölfel, 57072 Siegen und Michael Kern, 57074 Siegen, in *ELRAD* 5/96

Das 'Warum' des Steuermann soll hier nicht weiter diskutiert werden – erlaubt ist natürlich, was gefällt. Wenn man jedoch den Vergleich mit Produkten bekannter SPS-Herstellern antritt, sollte die Objektivität nicht leiden.

Die FP1-Serie von Matsushita bietet auf den Grundgeräten bis zu 72 digitale Ein- und Ausgänge, die um zusätzliche 80 erweiterbar sind. Ergänzende Analogwertverarbeitung ist selbstverständlich. Was die Programmierung der FP1-C14 betrifft, scheinen sich die Herren Wölfel und Kern nach dem Prinzip Zufallsgenerator aus dem Programmierhandbuch der FP1-Serie informiert zu haben:

Die in *ELRAD* 5/96 zitierte Anweisung CLC (Carry flag reset) gehört natürlich zum Befehlsatz der Steuerungs-Familie FP, für gängige SPS-Programme ist dieser Befehl jedoch nicht erforderlich.

Generell kommt bei der Steuerungs-Familie die Entwicklungs-Umgebung NAiS Control 1131 zum Einsatz. Vier leistungsfähige Editoren (AWL, KOP, FUP und AS), eine IEC-1131-3 sowie zwei Standardbibliotheken bilden die Basis modularen Programmierens. Annehmlichkeiten wie Fenstertechnik, umfangreiche Online-Hilfe oder Export-/Import-Funktionen runden das Tool ab.

Übrigens, für die angegebenen 500 Mark enthält das Matsushita-Einsteiger-Set FP1 Plug & Learn neben Steuerung und Programmierkabel auch diese Software samt Dokumentation, wobei sogar noch ein Rest für fünf Ausgaben *ELRAD* übrigbleibt.

Martin Mayr  
Matsushita GmbH  
83607 Holzkirchen

Ich möchte Herrn Domming beipflichten: Auch ich halte den 'Steuermann' für das am wenigsten gelungene Projekt seit langem. Über die Wahl des µC kann man sicher lange streiten, mir ist das egal – funktionieren muß das Ganze, möglichst schnell und zuverlässig. Unter dem Label 'industrietaugliche SPS' einen Schaltungsentwurf

## Neue EMail-Adressen

Anfang Juni erhielt der Heise-Verlag eine neue Internet-Domain: Unsere Leser können die Redaktion jetzt allgemein unter der Anschrift [post@elrad.heise.de](mailto:post@elrad.heise.de) erreichen, die einzelnen Redakteure sind nach wie vor über ihr Kürzel (steht am Ende der Artikel oder im Impressum) adressierbar: <Kürzel>@elrad.heise.de. Auch die Web-Seiten und der ftp-Server heißen jetzt anders: <http://www.heise.de/el/> respektive <ftp://heise.de/pub/elrad>.

vorzustellen, der weder verhüntig modular erweiterbar ist, noch über potentialgetrennte Ein-/Ausgabekanäle verfügt, halte ich im industriellen Umfeld für zum Scheitern verurteilt.

Wegen der vermeintlichen Industrietauglichkeit kann ich der die CE-Konformität des Steuermannes betreffenden Argumentation Ihrer Autoren leider noch weniger folgen: Soll der 'Steuermann' industrietauglich sein oder als (Zitat) 'offene Karte im Labor betrieben werden'? Letzteres kann ich mir zur Not auch fliegend oder auf Lochraster aufbauen. Von einer industrietauglichen Kleinst-SPS erwarte ich jedoch (CE hin oder her), daß sie auch neben einem Frequenzumrichter noch klaglos funktioniert – und da darf ich wohl meine Zweifel anmelden. ▶

Bernd Gauweiler  
67149 Meckenheim

### Besseres Design?

Safer Port, Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle *ELRAD* 5/96, S. 30

Zu diesem Artikel möchte ich einige Bemerkungen machen:

1. Das Leiterplattendesign ist mangelhaft. Aufgabe einer optoentkoppelten Schaltung ist es, Überspannungen von der Peripherie zu unterdrücken. Dazu müssen alle Komponenten, die die Barriere bilden sollen, die Überspannung blockieren: die Optokoppler, der DC/DC-Wandler und die Platine, auf der die Schaltung untergebracht ist. Der Optokoppler hat eine Isolationsspannung von 2,5 kV, der DC/DC-Wandler je nach Ausführung ab 0,5 kV. Wenn jetzt aber Leiterbahnen des geschützten Schaltungsteils unmittelbar neben denen des gestörten Schaltungsteils verlaufen, nützt die gesamte Potentialtrennung nichts. Entsprechend der zu blockierenden Spannungsgröße sind bestimmte Kriechstrecken auf der Platine einzuhalten.

2. Bustreiber der Serien HC und HCT besitzen entgegen denen anderer Serien (zum Beispiel LS) keine Schmitt-Triggereingänge. Für U8 ist daher besser ein LS-Typ einzusetzen.

3. Die Optokoppler HCPL 2630 besitzen zwar laut Datenblatt TTL-kompatible Ausgänge, aus eigener Erfahrung weiß ich jedoch, daß die Flankensteilheit in der Kombination mit CMOS-Eingängen nicht ausreicht. Für U4 und U5 würde ich daher in jedem Fall einen LS-Typen einsetzen.

4. Die Ein-/Ausgangsschaltung ist unsauber entworfen. Ausgangsseitig wird U4 (HC 574) mit 2,2-nF-Kondensatoren belastet, eingangsseitig belasten dieselben Kondensatoren die externe Datenquelle, weil Vorwiderstände fehlen.

Thomas Bluhm

Viele Evaluation-Kits, die den PC als Host benötigen, nutzen die Vorteile des parallelen PC-Printerports, insbesondere im bidirektionalen Modus. Auch

Entwicklerkits für ADC-Chips verwenden der Einfachheit halber häufig die parallele Schnittstelle. Um hierbei jedoch verhüntige Meßresultate zu erzielen, ist eine Trennung der Applikation von der PC-Masse ein unbedingtes Muß. Aus dieser Forderung heraus entstand das Projekt SaferPort.

Zu Punkt 1: Ob ein Leiterplattendesign 'mangelhaft' ist, läßt sich nicht pauschal, sondern nur unter der Berücksichtigung der Designvorgaben entscheiden. Wenn die Aufgabe gelautet hätte, eine isolierte Schnittstelle für den Schutz vor hohen Überspannungen zu entwickeln, hätte der Designer beim Entwurf von SaferPort sicherlich versagt. Vielmehr sollten – wie auch im Artikel beschrieben – störende Masseschleifen aufgebrochen werden. Das Design geht daher von den im Labor zulässigen Berührungsspannun-

gen aus. Eine größere räumliche Trennung der Schaltungsteile wäre sicher wünschenswert, aber mit erheblichem Mehraufwand verbunden gewesen. Legt man für das Layout die DIN VDE 0110 zugrunde, reichen die vorhandenen Kriechstrecken von 0,25 mm bei einem im PC üblichen Verschmutzungsgrad 2 für eine Dauerdifferenz-Effektivspannung von 100 V aus. Die bei einem Mindestabstand von 0,25 mm zulässigen Stoßspannungen würden selbst Netzspannung zulassen.

Zu Punkt 2: Ob man für die Treiber LS- oder HCMOS-Typen einsetzt, hängt vom Anwendungsfall ab. Generell sollte man alle Treiberbausteine sockeln. Können Gegenspannungen auf den Kontroll- und Datenleitungen auch bei abgeschaltetem SaferPort anliegen, sollte man für alle Peripherietreiber (U4, U6, U8-U11) ALS- oder LS-Typen verwenden. Wird die angeschlossene Schaltung allein vom DC/DC-Konverter der Interfacekarte versorgt, haben HCMOS-Bausteine den Vorteil des symmetrischen Ausgangs und des höheren Störabstandes bei geringerem Leistungsverbrauch. In der Praxis wird man Schmitt-Trigger-Verhalten nur bei den klassischen Kontroll-Leitungen benötigen, diese Gatter wurden mit U11 vorgesehen. Wünscht man Schmitt-Triggerverhalten auch auf den acht Datenleitungen, sollte für U8 tatsächlich ein ALS-Typ zum Einsatz kommen.

Zu Punkt 3: Die Optokoppler HCPL2630/31 besitzen einfache Open-Collector-Ausgänge. Das Verhalten wird daher bei vorgegebener Belastungskapazität am Ausgang allein von der Wahl des LED-Vorwiderstandes und von der Dimensionierung des Pull-Up-Widerstandes am Ausgang abhängen. Sollte man hier Probleme mit TTLs haben, hilft nach unserer Erfahrung eine richtige Dimensionierung der Widerstandswerte weiter.

Zu Punkt 4: Das Kompliment eines unsauberen Entwurfs der Ein-/Ausgangsschaltung geben wir kommentarlos an die Entwickler des Original-IBM-PCs weiter. Allerdings funktioniert dieser Flop in einigen Millionen PCs.

Helmut Neumark/cf

# DISPLAY

Aktuelle Elektronik auf einen Blick ...

**LCD-Panelmeter**  
zum Betrieb ohne Hilfsspannung

Spannungsmodul  
EK2068 0 - 199,9 mV  
EK2069 0 - 1,999 V  
EK2070 0 - 19,99 V  
EK2071 0 - 199,9 V

Strommodul  
EK2072 0 - 199,9 µA  
EK2073 0 - 1,999 mA  
EK2074 0 - 19,99 mA  
EK2075 0 - 199,9 mA  
EK2076 0 - 1,999 A  
=> 39,00 DM pro Stück.

alle Preise zzgl. MwSt. + Porto  
Preise für größere Mengen auf Anfrage

Technische Daten:  
Leistungsaufnahme: 7V, 25 mW, 30V, 110 mW  
Speisespannung: 7,0V bis 30,0V  
Meßgenauigkeit: ± 0,2%  
Meßhäufigkeit: 2 Messungen pro Sekunde  
Anzeige: 3 1/2 Stellen  
Format: 36,5 x 17,0 mm  
Ziffernhöhe: 11,5 mm  
Frontrahmen: 48,1 x 23,7 mm  
Einbauteile: 16,8 mm ohne Stecker  
Einbaumaße: 48,0 x 28,5 mm

Die Spannungs- und Strommodule mit LCD-Anzeige wurden speziell zum Einbau in Gehäuse oder Fronttrennen entwickelt. Durch einfache Montage und das Entfallen einer Hilfsspannungsversorgung, werden die hochgenauen LCD-Module zu einer echten Alternative zu herkömmlichen Digital- und Analog-Panelmetern.  
⇒ wir realisieren auch Sondermessbereiche auf Anfrage

LCD-Panelmeter für Solar-Anwendungen  
Alle Module der EX-Serie in einer extremen Low-Power-Version verfügbar  
EX2068 LP bis EX2076 LP Stromaufnehmer max. 400 µA Betriebspeg.: min. 5,2V  
=> 42,00 DM pro Stück zzgl. MwSt. + Porto

**BECKMANN+EGLE**  
INDUSTRIELEKTRONIK GMBH

Kirchstrasse 30  
D-71394 Karlsruhe  
Tel. 07151/94919-0  
Fax. 07151/47400

## DC/DC Wandler

1 Watt SIL 100 Stk. DM 9.80 Stk.  
6 Watt im DIL 24 Gehäuse  
Schaltregler 5 - 15 Watt

Schaltnetzteil mit CE  
24V/10A 88-264VAC DM 229

Ringkerntrafos Sonderwicklungen  
preiswert & schnell

## LEITERPLATTEN

einseitig • doppelseitig • multilayer  
100x160 ds,dk mit Lötstop & Pos.druck

25 Stk. DM 20,90 Stk.  
100 Stk. DM 12,10 Stk. + MwSt.

## KEINE RÜSTKOSTEN

Telefon 07264/1041-42 Fax 1043  
Ing. Büro Ringler, Joh.-Strauß-Str. 40, 74906 Bad Rappenau

**ELZET**  
**80**

Temperatur messen,  
lokal oder über 13  
Kilometer (!) vernetzt:

Meßdatenerfassung BITAD2

Genauer Meßdatenerfassung von Spannungen, Thermoelementen oder PT100. Grundmodul mit hochauflösendem AD7716 Vierfach-Σ-Δ-ADC, vier anschließbare Multiplexer für je 8 Eingänge. Speicher für 250 Zyklen, umfangreiche Software. Zwei Zähleingänge, Alarm-Relais.

ELZET 80 vernetzt mit BITBUS - industriebewährt und großräumig. Fordern Sie unseren Katalog an, er enthält auch die PC-Masterkarte, Terminals und Schaltschrankcomputer für den BITBUS.

ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

## Firmenschriften und Kataloge

### RDS-Wörterbuch

'RDS-Codes in Europa' bietet auf 92 Seiten eine gute Einführung in die RDS-Technik. Außerdem stellt das Buch ein RDS-Decoder-Programm für PCs vor. Hauptbestandteil der Publikation ist die Liste mit zirka 3000 Einträgen aus fast allen Ländern Europas. Die RDS-Daten sind sowohl nach Ländern und Stationen als auch nach PS-Namen und PI-Codes sortiert. Der Benutzer hat damit ein gutes Hilfsmittel in der Hand, unbekannte Stationen schnell und sicher zu identifizieren. 'RDS-Codes in Europa' kann für 13 DM inklusive Versand über den UKW-TV-Arbeitskreis bezogen werden. Der UKW-TV-Arbeitskreis, eine nicht-kommerziell arbeitende Vereinigung, besteht seit 20 Jahren und befasst sich mit dem Fern- und Überreichweitenempfang auf VHF und UHF für Rundfunk und Amateurfunk. Mit den Überschüssen aus dem Verkauf von Publikationen finanziert er seine Arbeit.

UKW-TV-Arbeitskreis  
Hans-Jürgen Kuhlo  
Wilhelm-Leuschner-Straße 293 B  
64347 Griesheim

### Handy-Meßtechnik

Der aktuelle 'Katalog mit Beratung' vom Meßgerätehersteller Testo informiert über das aktuelle Angebot an tragbaren Meßgeräten zur Erfassung physikalischer und chemischer Größen. Auf 120 Seiten versammeln sich tragbare Meßgeräte für Temperatur, Feuchte, Strömung, Rauchgas, Analytik, Schall, Druck und Drehzahl. Technische Hintergrundinformationen geben dem Einsteiger eine gute Orientierungshilfe. Mittels Stichwortverzeichnis findet man schnell das richtige Meßinstrument mit dem passenden Fühler. Für weitergehende meßtechnische Fragen stehen kompetente Kundenberater telefonisch bereit.



Testo GmbH & Co.  
Postfach 1140  
79849 Lenzkirch  
0 76 53/6 81-0  
0 76 53/6 81 00

### Wandel-Welt

Auf 156 Seiten beschreibt Datel's neuer Katalog das komplette Angebot modularer DC/DC-Wandler - Module von 3 bis 50 W mit Einfach-, Doppel- und Dreifachausgängen. Viele der Bausteine verfügen über Weitbereichseingänge von 9...36 V und 18...72 V. Weiterhin findet man im Katalog ein umfangreiches Angebot an 3,3-V-Wandlern für Niederspannungsprozessoren und -speicherchips, wie kleine nichtisolierte 10, 26 und 40-Watt-Bausteine. Ein 48seitiger Abschnitt beschreibt die Theorie moderner DC/DC-Wandler, deren Tests auf neu installierten EMV-Testanlagen sowie mögliche Anwendungen. Der Katalog ist kostenlos abrufbar bei:

Datel GmbH  
Postfach 15 08 26  
800045 München  
0 89/54 43 34-0  
0 89/53 63 37

### Power-Basics

Grundlagen der Stromversorgung sind das Thema eines englisch sprachigen Kurzschlagewerkes von Computer Products. Dem Einsteiger, aber auch dem erfahrenen Entwickler bietet es eine ganze Reihe wertvoller Tips zum Nachschlagen. Es erläutert die Grundschaltungen verschiedener AC/DC- und DC/DC-Topologien ebenso wie die Teststrategien für verschiedene Konvertertypen. Weiterhin gibt das Büchlein praktische Informationen zum Thema Wärmemanagement und dessen Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit und Brauchbarkeitsdauer von Stromversorgungen. Der Ratgeber ist ab sofort kostenlos per Fax oder schriftlicher Anforderung erhältlich.

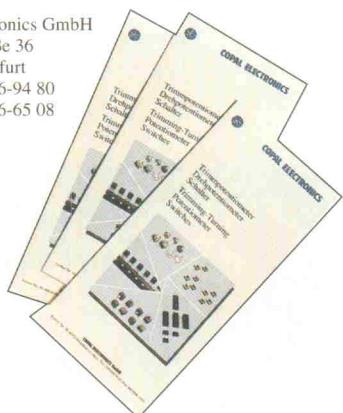


Computer Products GmbH  
InfoService  
Maxallee 5  
92224 Amberg  
0 96 21/48 42 22

## Trimm-Blatt

In einem Übersichtsprospekt stellt Copal Electronics aus Frankfurt sein neues Gesamtprogramm an Trimm- und Drehpotentiometern sowie Schaltern vor. Ob SMT-Ausführungen, Drahtrimmer, Cermet-trimmer, Drehwahlschalter, Drehkodierschalter oder DIP-Schiebeschalter – eine kleine Tabelle führt alle wichtigen Daten wie Wertebereich, Belastbarkeit, Umdrehungen, Dichtung, Widerstandstoleranz und die Abmessungen auf. Für die Trimmer sind auch die unterschiedlichen Bohrungen skizziert. Das neue Faltprospekt kann unter dem Stichwort 'Übersicht Trimm- und Drehpotis' kostenlos angefordert werden.

Copal Electronics GmbH  
Lyoner Straße 36  
60528 Frankfurt  
☎ 0 69/6 66-94 80  
fax 0 69/6 66-65 08



## Dickes Ding

Ein umfangreiches Meßtechnikprogramm stellt die Firma Burster Präzisionsmeßtechnik im neuen Gesamtkatalog 96/97 auf über 400 Seiten vor:

- Widerstandsmeßgeräte und Präzisions-Temperaturmeßgeräte,
- Strom-, Spannungs- und Temperaturkalibratoren für mobilen oder stationären Einsatz,
- Sensoren für den Industrie- und Laboreinsatz zur Erfassung von mechanischen Größen sowie
- Geräte zur Verarbeitung von Sensorsignalen, Module und Systeme zur Meßdatenerfassung und -übertragung.

Die einzelnen Datenblätter enthalten nützliche Applikations- und Instrumentierungsbeispiele sowie Lieferzeiten und Preise der einzelnen Produkte. Für Interessenten ist der Gesamtkatalog kostenlos erhältlich.

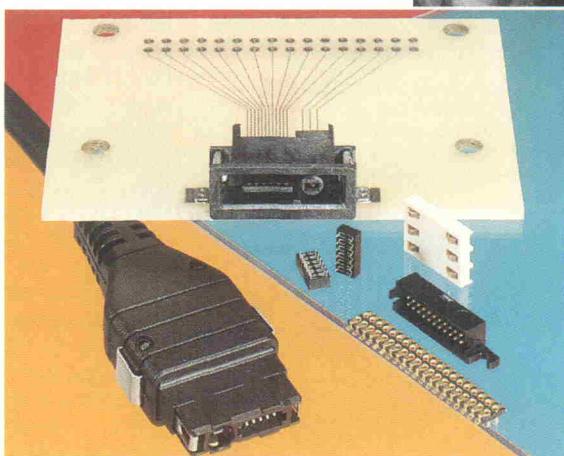


Burster Präzisionsmeßtechnik GmbH & Co. KG  
Talstraße 1-7  
76593 Gernsbach  
☎ 0 72 24/6 45-0  
fax 0 72 24/6 45-88

## STECKVERBINDER MIT SYSTEM

# MOBILE KOMMUNIKATION macht Sie unabhängig!

Steckverbinder sind wesentliche Bausteine für die **Mobile Kommunikation**. Damit alles reibungslos funktioniert, bietet AMP ein breites Spektrum spezifischer Steckverbinder-Systeme – abgestimmt auf Ihre Anwendung und mit vielen Kombinationsmöglichkeiten.



Der modulare Aufbau des neuen **Modular Design System**

**Steckverbinder** ermöglicht eine optimale Anpassung an Ihre jeweiligen Anforderungen. Die verschiedenen Module mit Signal-, Coax-, Power- und Batterie-Kontakten sowie einem Fenster für Infrarot-Übertragung können kundenspezifisch zusammengestellt werden.

Darüber hinaus bietet AMP im Bereich Mobiltelefone auch ein breites Spektrum an Board-to-Board Steckverbünden unterschiedlicher Bauhöhen und Raster, Batterie-Kontakten, SIM-Kartenlesern sowie ein umfangreiches Programm für Zubehörteile wie z.B. PCMCIA-Produkte und Kabelassemblies.

Weitere Informationen:

### Product Information Center

Telefon (06103) 70 99 99

Telefax (06103) 70 99 88

AMP Deutschland GmbH

Ampèrestr. 7-11

D-63225 Langen

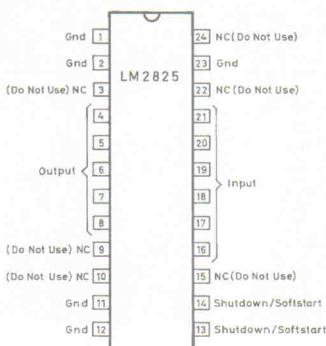
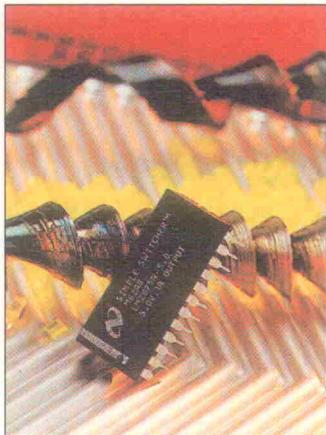
Connecting at a  
**HIGHER**  
level.

**AMP**

## Stromversorgung

### IC-Wandler

Unter der Bezeichnung IPS (Integrated Power Supply) LM2825 stellt National Semiconductor einen kompletten DC/DC-Wandler im 24-Pin-DIL-Gehäuse für Ausgangsspannungen von 5 V oder 3,3 V und einem maximalen Ausgangstrom von 1 A vor. Versionen für 12 V und mit regelbarer Ausgangsspannung sind in Vorbereitung. Der LM2825 benötigt eine Eingangsspannung von 4,15...40 V. Alle IPS-Typen unterstützen Soft-



start und Shutdown. Durch Integration aller notwendigen Komponenten steht quasi eine monolithische Lösung mit einer MTBF von 21 Millionen Stunden zur Verfügung, die laut National Semiconductor keine EMI-Probleme verursachen soll. Der Wirkungsgrad beträgt maximal 80 % und die Restwelligkeit 40 mV. Der Baustein kostet zirka 22 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

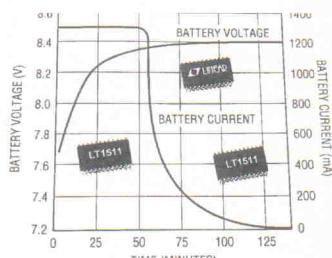
National Semiconductor GmbH  
Livy-Gargan-Straße 10  
82256 Fürstenfeldbruck  
01 80/5 30 85 85  
01 80/5 30 85 86

### Lade und arbeite

Der LT1511 vom Linear Technology ist ein Current-Mode-PWM-Ladebaustein, der den vollen Betrieb eines tragbaren Rechners aufrechterhält und gleichzeitig eine Schnellladung durchführen kann. Er lädt Blei-, Nickel-Cadmium-, Nickelmetallhydrid- oder Li-Ion-Akkus mit einem mittleren Ladegleichstrom von bis zu 3 A nach Konstantspannungs- oder Konstantstromverfahren. Mit einem Eingangsspannungsbereich von 8...28 V kann das Bauelement fast alle Eingangsspannungen von Netzgeräten oder Fahrzeugsbatterien verarbeiten. Wenn keine Eingangsspannung anliegt, schaltet der LT1511 in den Sleep-Modus mit einer ma-

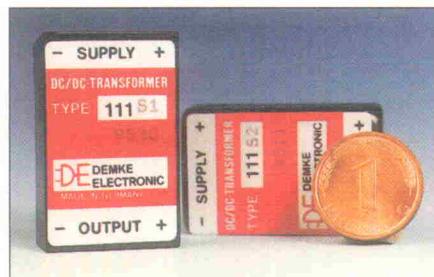
ximalen Stromaufnahme von 3 µA. Mit einer Schaltfrequenz von 200 kHz und dem schmalen 24poligen SO-Gehäuse fallen die Abmessungen der kompletten Schaltung gering aus.

Linear Technology GmbH  
Oskar-Messter-Straße 24  
85737 Ismaning  
0 89/96 24 55-0  
0 89/96 31 47



### DIL-Wandler

Neu überarbeitet stellt Melcher die Schaltregler der Demke DE111-Familie mit einer Ausgangsleistung von 2,5...7,5 Watt ohne galvanische Trennung vor. Mit einer Eingangsspannung von 8,5...36 V liefern die Geräte der DE111-Familie eine leerlauf- und kurzschlußfeste Ausgangsspannung von 5 V, 12 V oder 15 V DC. Spannungsabfälle bis 0,4 V lassen sich bei der S2-Version mittels Sense-Eingang kompensieren. Der Ausgang liefert je nach Ausführung 0,5 oder 1 A. Im Temperaturbereich von -25...+71°C arbeiten die Wandler ohne Einschränkungen. Je nach Version liegt der Wirkungsgrad zwischen 75 und 80 Prozent. Die DE111-Wandler benötigen für

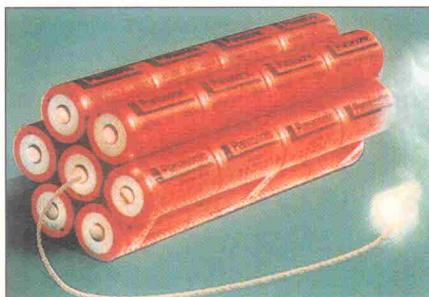


ihre Funktion keine externe Beschaltung. Der EMV-Störgrad nach EN 55011 Grenzkurve B wird bei Beschaltung mit einem Kondensator ebenfalls eingehalten. Melcher liefert die Wandler im DIL24-Kunststoffgehäuse (Optional auch Cu-Gehäuse) für die Leiterplattenmontage zu einem Basispreis von 36 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

Melcher GmbH  
Heinrich-Hertz-Straße 4  
79211 Denzlingen  
0 76 66/93 19 31  
0 76 66/93 19 39

### Geballte Ladung

Wer spezielle Batterie-Packs füllen möchte, steht vor ernsthaften Kontaktenschwierigkeiten. Die fachgerechte Kontaktierung von Zellen ist eine Wissenschaft für sich. Der Batteriekonfektionierungsbetrieb der Fey Elektronik GmbH fertigt jedes benötigte Paket, auch nach individuellen Anforderungen. Alle gängigen Fertigungsverfahren wie Crimpeln, Löten, Widerstands-



schweißen und Schrumpfen stehen zur Verfügung. Näheres bei:

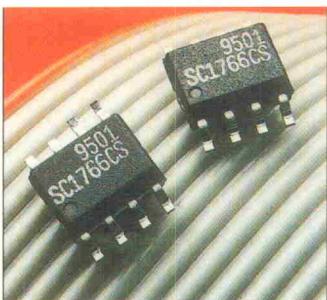
Fey Elektronik GmbH  
Bei der Kirche 42  
21271 Hanstedt  
0 41 84/89 35-00  
0 41 84/89 35-55

**Nennen Sie uns den Verwendungszweck,  
wir liefern die passende Batterie.**

- Alle Batterien aus einer Hand
- kompetente Beratung und Service
- unbürokratische, schnelle Lieferung.

**I E INDUSTRIAL ELECTRONICS GMBH**

Hauptstraße 71-79 · D-65760 Eschborn/Ts.  
Telefon (0 61 96) 92 79-00 · Telefax (0 61 96) 92 79-29



## Entlade-Lader

Von Semtech Limited wurde der Batterieladecontroller SC1766 für Nickel-Cadmium- und Nickel-Metallhydrid-Akkus entwickelt. Zwei Varianten stehen zur Verfügung: eine im SO-8-Gehäuse und eine im SO-14-Gehäuse mit Temperaturüberwachung des Akkus. Der SC1766 benötigt eine Eingangsspannung von 9...18 V DC. Eine vorhergehende Entladung des Akkus soll den Memoryeffekt vermeiden helfen. Mit dem Timer-Pin lassen sich drei verschiedene Ladezeiten einstellen, typisch 40, 80 oder 160 Minuten. Ebenso kann der Chip die Ladung nach Erreichen von maximal -0,25 % Delta V oder der eingestellten Batterietemperatur beenden. Zwei LEDs zeigen den Lade/Entladezustand an.

Semtech Limited Deutschland  
Weinstraße 2  
74172 Neckarsulm  
☎ 0 71 32/3 77 80  
📠 0 71 32/3 77 75

## Alkaline-Akku

BIG, die Battery Innovation Group aus Schwerte, bringt als Lizenznehmer der kanadischen Battery Technologies, Inc., eine weitere aufladbare Alkaline-Zelle auf den europäischen Markt. Bis zur Aufnahme der eigenen Produktion in Europa liefert der kanadische Hersteller Pure Energy Zellen der Größe Mignon AA. Weitere Größen sollen kurzfristig folgen. Mit einer Nennspannung von 1,5 V, einer anfänglichen Nennkapazität von 1500 mAh und einem Preis von ungefähr 5 DM bilden die aufladbaren Alkalines eine gute Alternative zu herkömmlichen Wegwerfbatterien. Passende Ladegeräte für vier bis acht Zellen hat BIG ebenfalls im Angebot. Ein Paket bestehend aus vier Zellen und einem einfachen Ladegerät soll unter 30 DM kosten.

Battery Innovation Group  
Bachstraße 10  
58239 Schwerte  
☎ 0 23 04/97 60-0  
📠 0 23 04/97 60-20

## Kombipack

Einen Leistungs-MOSFET und eine Schottky-Diode hat International Rectifier unter der Bezeichnung FETKY in einem SO-8-Gehäuse kombiniert. In mobilen Systemen sollen die FETKY-Komponenten in DC/DC-Wandlern aufgrund geringerer Verluste die Batterien effizienter ausnutzen. Zusätzlich schont die reduzierte Verlustwärme empfindliche Elektronikkomponenten. Zunächst ist die FETKY-Familie für Leistungswandler konzipiert und besteht aus zwei Typen: Zum einen der IRF7422D2, der sich aus einem p-Kanal-MOSFET mit einer Drain-Source-Spannung von 20 V und einem Durchschaltwiderstand von 90 mΩ sowie einer 3-A-Schottky-Diode mit einer Sperrspannung von 30V zusammensetzt. Zum anderen der IRF7421D1, bestehend aus einem n-Kanal-MOSFET mit einer Drain-Source-Spannung von 30 V und einem Durchschaltwiderstand von 35 mΩ sowie einer 1-A-Schottky-Diode mit einer Sperrspannung von 30 V.



International Rectifier GmbH  
Saaiburgstraße 157  
61350 Bad Homburg  
☎ 0 61 72/96 59-0  
📠 0 61 72/96 59-33

**Noch einfacher - noch preiswerter - noch effektiver**

# Platinen-Design mit EAGLE

Version 3.5

**Ohne Dongle**

**Online-Forward & Back-Annotation**

**Leistungsfähige User Language**

**OS/2 + DOS**

Wenn Sie ein leistungsfähiges CAD-Paket mit Schaltplan-Editor, Layout-Editor und Autorouter suchen, das nicht nur leicht zu handhaben, sondern auch erstaunlich preiswert ist, sind Sie mit EAGLE bestens bedient. Genau diese Eigenschaften nämlich haben EAGLE zum mit Abstand erfolgreichsten Elektronik-CAD-Paket Deutschlands gemacht. In der Version 3.5 sind weitere Features hinzugekommen, die Ihre Arbeit noch effektiver machen: die automatische Forward & Back-Annotation, die das Übereinstimmen von Schaltplan und Layout ohne Ihr Zutun zu jeder Zeit sicherstellt, und die User Language, mit deren Hilfe EAGLE-Daten für jede beliebige Software oder Hardware aufbereitet werden können. Als Plattform bieten wir neben DOS jetzt auch OS/2 an - unserer Meinung nach im Augenblick die beste Wahl für den sogenannten Power User. Entdecken Sie EAGLE - Sie werden überrascht sein!

**Preise für DOS- oder OS/2-Version (inkl. MwSt.)**

EAGLE 3.5	1-User-Lizenz	3-User-Lizenz	5-User-Lizenz	Server-Lizenz
Layout	DM 920,-	DM 1380,-	DM 1840,-	DM 3680,-
Schaltplan/Layout-Autorouter	DM 2760,-	DM 4140,-	DM 5520,-	DM 11040,-

\* Hotline kostenlos \* Keine weiteren Kosten \*

Preise für Studenten und Ausbildungsstätten auf Anfrage.

Bestellen Sie noch heute unsere Demo für DM 29,90 inkl. MwSt. und Versandkosten.

Die Demo ist voll funktionsfähig, lediglich das Abspeichern von Dateien ist nicht möglich. Ein Trainingshandbuch wird mitgeliefert.



CadSoft Computer GmbH  
Hofmark 2, 8456 Pleiskirchen  
Tel. 08635-810, Fax 08635-920  
E-Mail : Info@CadSoft.DE  
BBS: +49-8635-6989-70 (analog) -20 (ISDN)  
Web: <http://www.CadSoft.DE>

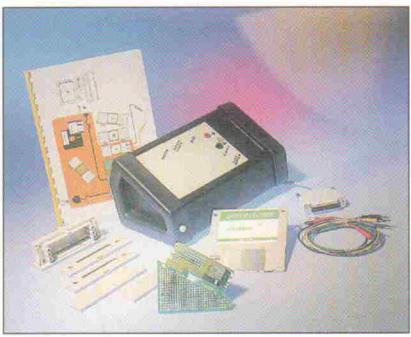
**Zusammengesteckt**

Mit Coditec liefert die Elektronik-Geräte GmbH Offenburg ein modulares, PC-gestütztes Meßsystem, das sich insbesondere für Laboranwendungen und zu Schulungszwecken empfiehlt. Einzelne Steckmodule gestatten dabei die individuelle Systemkonfiguration für verschiedene Aufgaben. Zur Basisausstattung eines sogenannten 'Computer Instrumentation'-Baukastens gehören zunächst ein Leergehäuse, frei bestückbare Leermodule mit Kontakten und Steckern sowie Laborkarten für den Aufbau eigener Schaltungen. Dazu kommen Basismodule mit Mikro-

controller, PC-Schnittstelle, Analog/Digital-Interface sowie diverse Softwaretools in C und Turbo Pascal.

Die Verbindung zum PC erfolgt über eine serielle Schnittstelle; die zwischen den einzelnen Modulen über einen seriellen Bus und analoge Signalleitungen. Als gesonderte Erweiterungen sind unter anderem Temperatur-, LED/Display-, Relais- und Memory-Module erhältlich. Je nach Abnahmemenge liegt der Preis für den Basisausbau eines Coditec-Systems zwischen 478,60 DM und 798 DM. Die Kosten für Zusatzmodule bewegen sich in Bereichen um 100 Mark. So ist ein Temperaturmodul zum Beispiel für 91,20 DM und ein Spannungsgeber für 122,10 DM zu haben (alle Preisangaben zzgl. MwSt.).

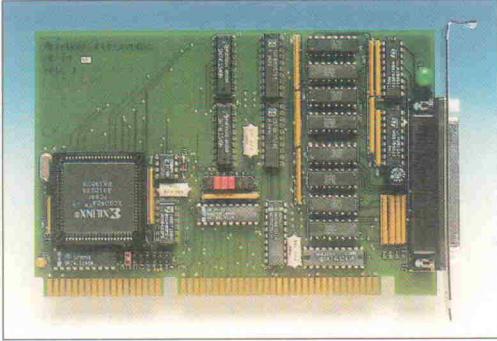
Elektronik Geräte GmbH  
Offenburg  
Burdstraße 13  
77746 Schutterwald  
0 78 1/61 09-0  
0 78 1/61 09-80

**Opto-I/O mit Mustervergleich**

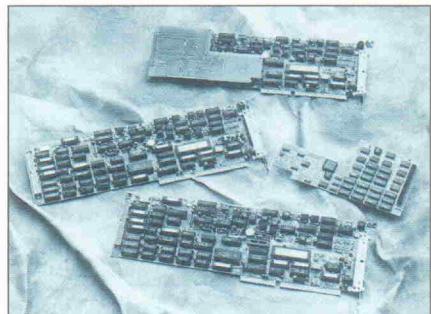
Eine PC-Karte mit jeweils 16 digitalen Ein- und Ausgängen und einem Bitmuster-Vergleicher hat Meilhaus Electronic mit der ME-81 im Programm. Das Board stellt Optokoppler und Open-Collector-Treiber für alle Anschlüsse zur Verfügung. Die ME-81 ist für Schaltspannungen bis 24 V ausgelegt. Ein FPGA auf der Karte enthält neben der Steuerlogik einen zusätzlichen 16-Bit-Vergleicher. Hiermit lassen sich PC-Interrupts in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis eines vorgegebenen Bitmusters mit dem Zustand der 16 digitalen Eingänge generieren. Möglicher Anwendungsfall wäre beispielsweise die Überwachung von Füllständen und ähnlichem. Als Softwareunterstützung unter DOS liefert

Meilhaus zum Board kostenlos eine Treiberbibliothek für C und eine Pascal-Unit. Für Windows-Anwendungen gibt es neben einer Funktionsbibliothek (Dynamic Link Library) Import-Files für Pascal, C und Visual Basic sowie einen Treiber für das Softwarepaket HP VEE von Hewlett-Packard. Die ME-81 kostet 750 DM (zzgl. MwSt.).

Meilhaus Electronic GmbH  
Fischerstraße 3  
82178 Puchheim  
0 89/89 01 66-0  
0 89/80 83 16

**Strawberry für DasyLab**

Flash nennt sich eine neue PC-Karte zur Erfassung schneller Analogsignale, die im Vertrieb von Synotech zu haben ist. Das Board, gefertigt von Hersteller Strawberry Tree, bietet programmierbare Eingangsbereiche und 1 MHz Summenabstraten für seine 16 Analog/Digitaleingänge. Die Auflösung beträgt 12 Bit. On Board findet sich Meßwertspeicher für 1 MSamples. Zudem werden zwei D/A-Kanäle geboten. Die Flash-Karte soll sich besonders für den Einsatz mit dem Softwarepaket DasyLab von DataLog empfehlen. Das Programmepaket unterstützt alle Funktionen des Boards, und je nach Hardware-Ausbau des Rechners sind mit der Kombination Online-Messungen mit Abtastraten bis über 5 kHz pro Kanal zeitgleich über mehrere Eingänge realisierbar. Im sogenannten Bufferd Mode lassen



sich Messungen mit der vollen Abstrate des A/D-Umsetzers in den Speicher der Karte aufnehmen. Als dritte Betriebsart bietet sich die Übertragung von Meßdaten direkt auf die Festplatte an, wobei effektiv bis zu 100 kHz bei kontinuierlicher Datenerfassung realisierbar sind. Der Preis für die Flash-Karte wird vom Anbieter mit 'unter 4000 DM' eingegrenzt.

Synotech Sensor und Meßtechnik GmbH  
Postfach 11 09  
52437 Linnich  
0 24 62/70 21  
0 24 62/70 25

**A/D für Kompakt-PCs**

Unter der Bezeichnung IPC8AD stellte die Firma IBP unlängst ein neues Modul für die Meßwerterfassung vor, das speziell für den Betrieb am PCMCIA-Slot von Laptops, Notebooks und anderen Kleinrechnern konzipiert ist. Neben acht Analog/Digital-Kanälen bietet das IPC8AD-Interface einen TTL-kompatiblen 8-Bit-Port, dessen Leitungen sich als digitale Ein- oder Ausgänge verwenden lassen. Je nach Ausführung weisen die A/D-Kanäle eine Grundempfindlichkeit von 2 V oder 5 V auf. Per Software sind insgesamt vier Eingangsbereiche für die Signalspannung einstellbar. Neben 'typischen' Eingangskonfigurationen, beispielsweise für die Spannungsbereiche 5 V, 10 V, ±5 V und ±10 V, sind auch kundenspezifische Versionen für Spannungen bis 60 V oder 20-mA-Stromeingänge zu bekommen. Neben der gesamten Meßwerterfassung und einer D-Sub-Buchse für die Signalanschlüsse findet sich im Gehäuse des IPC8AD-Moduls



auch ein EPROM für die Ablage von Kalibrierwerten. Dadurch läßt sich zum Beispiel eine für bestimmte Sensoren abgeglichene Meßwerterfassung problemlos an verschiedenen Rechnern einsetzen. Am Rechnerslot selbst steckt lediglich eine PCMCIA-Karte, welche die erforderliche digitale Logik für die Datenübertragung zum externen Meßmodul enthält. Der Preis für das IPC8AD-Interface beträgt 945 DM. Das Programm PCAA, eine passende Software zur Datenerfassung, ist für 465 DM zu haben (Preise zzgl. MwSt.).

IBP Gesellschaft für Meßtechnik GmbH  
Kurz-Kamp-Straße 1a  
30659 Hannover  
0 51 11/65 16 47  
0 51 11/65 22 83

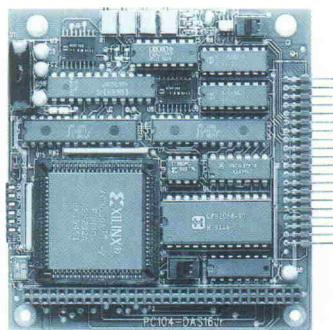
## Preiswerte Multifunktion für PC104

Mit der PC104-DAS16/JR stellte der US-Hersteller Computer Boards eine neue 'Low Cost'-Karte für die Meßwert erfassung mit PC104-Systemen vor. Das Board gestattet Messungen über 16 massebezogene oder acht differentielle A/D-Kanäle mit Abtastraten bis zu 150 kHz. Für die Meßwert speicherung stehen 512 Samples FIFO-RAM zur Verfügung. Die Eingangsbereiche sind in jeweils fünf Stufen bipolar zwischen  $\pm 625$  mV und  $\pm 10$  V sowie unipolar zwischen 0...625 mV und 0...10 V einstellbar. Neben den A/D-Funktionen bietet das Board drei 16-Bit-Zähler und acht digitale I/Os, die sich wiederum in jeweils vier Leitungen getrennt als Ein- oder Ausgang konfigurieren lassen.

Die DAS16/JR ist mit 12- oder 16-Bit-ADC erhältlich, wobei der Hersteller Preise von 399 US-\$ und 499 US-\$ angibt.

Für die Programmierung bietet Computer Boards unter anderem eine universell einsetzbare Funktionsbibliothek als Option an. In Deutschland ist die Karte über die Fima Plug-In zu beziehen – der hiesige Preis stand bei Redaktionsschluß allerdings noch nicht fest.

Plug-In Electronic GmbH  
Ringstraße 7  
82223 Eichenau  
0 81 41/3 69 70  
0 81 41/83 43

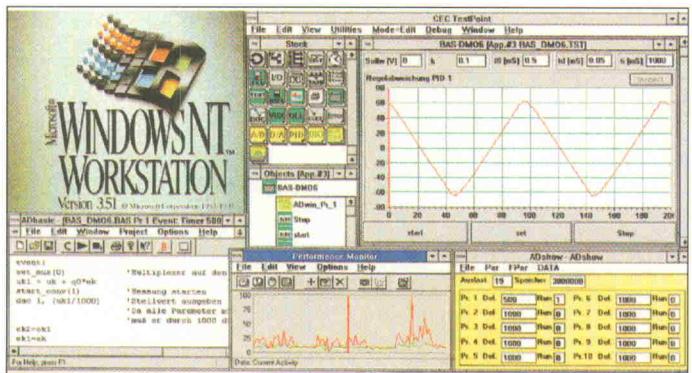


## Echtzeit und NT

Zu ihren intelligenten PC-Multifunktionskarten der Reihe ADwin bietet die Firma Jäger mittlerweile spezielle Treiber software für das Betriebssystem Windows NT an. Somit stehen die von den Boards gebotenen Echtzeitfähigkeiten jetzt auch für Meßanwendungen und Regelungen unter NT zur Verfü gung. Dazu gehören beispielsweise schnelle digitale Regelungen mit Reaktionszeiten im Mikrosekundenbereich. Wie bei anderen Windows-Versionen wird die Applikationsentwick lung für die mit Transputer-basiertem Prozeßrechner ausgestat teten ADwin-Karten durch das hauseigene Entwicklungstool ADbasic unterstützt. Mit dem neuen Treiber lassen sich die unabhängig vom PC ablaufenden-

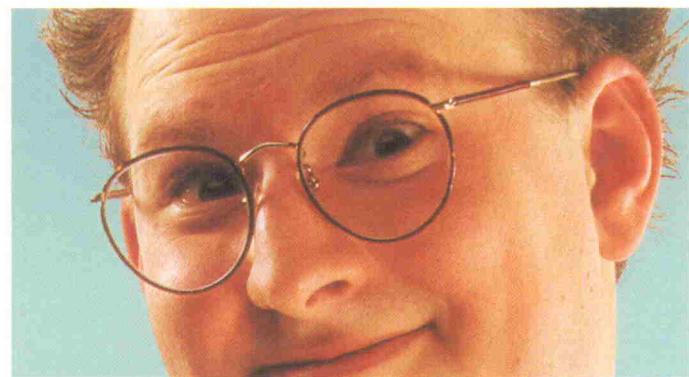
den ADwin-Prozesse zum Beispiel aus Keithley's Techniksoftware Testpoint heraus ansprechen. Mit Entwicklungs umgebungen wie Visual C, Visual Basic oder Delphi ist nun zudem auch eine Einbindung der ADwin-Funktionen in individuelle 32-Bit-Anwendungen möglich. NT-Treiber für seine Boards liefert Jäger bei Neuauflieferungen auf Wunsch mit. Wer bereits eine ADwin-Karte sein eigen nennt, kann die NT-Anbindung hierfür nachträglich und in der Regel kostenfrei beim Hersteller anfordern.

Jäger  
Computer gesteuerte Meßtechnik GmbH  
Rheinstraße 4  
64653 Lorsch  
0 62 51/9 63 20  
0 62 51/5 68 19

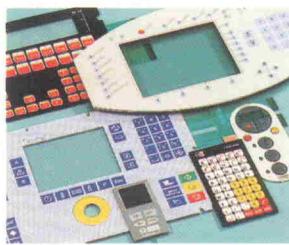


# RAFI

## Die machen, was ich brauche

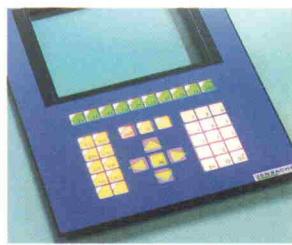


### Systeme nach Wunsch und Maß



Membran-Tastaturen

- extrem flach (1 mm)
- mit/ohne Druckpunkt
- integrierte LEDs
- mit Tastatur-Elektronik



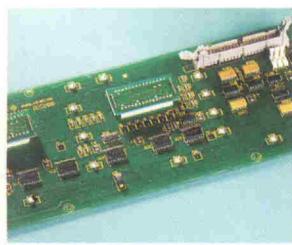
Flacheingabe-Tastaturen

- mit Rafi-Kurzhubtasten
- Voll- oder Punktaus leuchtung
- Integration von Displays und Elektronik-Bauteilen



Kurzhub-Tastaturen

- mit Tastenkappen
- Schutzart IP 65
- Option: vandals geschützt



Elektronische Baugruppen

- Komplettabwicklung aus einer Hand
- Beratung
- Entwicklung
- Produktion
- Service



Standard-Tastaturen

- IBM kompatibel / ASCII kodiert
- Flacheingabe-Tastaturen für spezielle Anwendungen
- Hub-Tastaturen mit auswechselbaren Tastenkappen

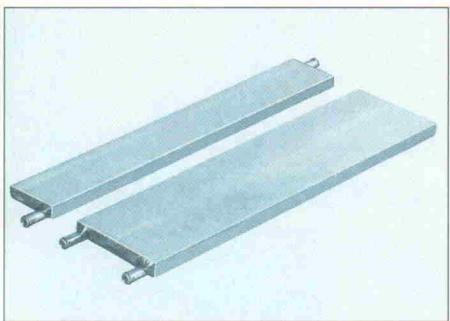
Bitte fordern Sie weitere detaillierte Informationen an.

Rafi GmbH & Co.  
Elektrotechnische Spezialfabrik

Postfach 2060, D-88190 Ravensburg  
Telefon (0751) 89-12 24, Fax (0751) 89-14 17

### Kühlendes Nass

Effektive Wärmeableitung bei elektronischen Bauteilen mit großer Verlustleistung ist mit üblichen Kühlkörpern oder Lüfteraggregaten oft nicht mehr zu bewerkstelligen. Eine Alternative stellen Fluidkühl-



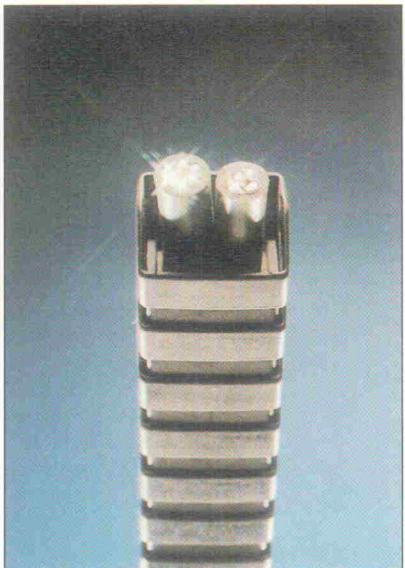
körper dar, wie sie die Firma Fischer Elektronik aus Lüdenscheid anbietet. Mit diesen Elementen ist es auch bei eng begrenztem Raumangebot möglich, große Wärmemengen ab-

zuleiten. Die neueste Serie der Fischer-Fluidkühlelemente verfügt im Innern über eine Lamellenstruktur, wodurch sich ein besonders guter Wärmeübergang von Außenhülle zur Flüssigkeit ergibt. Die Art des Kühlmittels bestimmt der Anwender selbst. Es lassen sich fast alle Flüssigkeiten wie Wasser, Korrosionsschutzmittel, Öle oder Alkohole verwenden. Lieferbar sind I-, U- und mehrfachdurchströmende Versionen – auf Wunsch auch nach kundenspezifischen Vorgaben.

Fischer Elektronik GmbH  
Nottebohmstraße 28  
58511 Lüdenscheid  
☎ 0 23 51/4 35-0  
📠 0 23 51/4 57 54

### EMV-Versicherung

Eine der sichersten Methoden, Steuersignale vor störender elektromagnetischer Einstrahl-



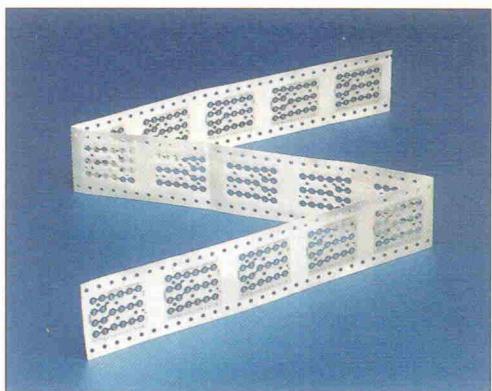
lung zu schützen, ist die Übertragung per Lichtwellenleiter. Ein Grund, warum LWL-Applikationen im Bereich fest verlegter Leitungen ständig zunehmen. Unsicherheit herrscht aber immer noch bei der Verwendung in solchen Applikationen,

bei denen Leitungen häufig und stark gebogen werden. Die Igus GmbH bietet zu ihren Chainflex-CFL-Leitungen als Ergebnis intensiver Untersuchungen jetzt eine Studie an, die die wesentlichen Fragen über die Gebrauchstauglichkeit der LWL-Leiter beantwortet. So bleiben zum Beispiel selbst nach drei Millionen Biegungen bei einem Biegeradius von 5 · d die lichtdurchlässigen Eigenschaften fast voll erhalten. Auch eine sachgemäß angebrachte (gequetschte) Zugentlastung beeinträchtigt den Dämpfungsfaktor nicht nennenswert. Sollte die Leitung aus Versehen geknickt werden, führt dies zwar zu einer sofortigen Dämpfungserhöhung. Diese verschwindet aber bei normalem Biegeradius unverzüglich wieder.

Igus GmbH  
Postfach 90 61 23  
51127 Köln  
☎ 0 22 03/96 49-0  
📠 0 22 03/6 89 50

### Schutz gegen Öl

Mit Silikon-gummi bezogene und ähnliche Taster sind besonders anfällig gegen Fette und Öle wie zum Beispiel Hautfette. Nach einer gewissen Nutzungsdauer gelangen diese 'schmierenden' Stoffe ins Innere der Tastatur und setzen sich auf den Schaltkontaktflächen ab. Die Folge ist ein Versagen oder zeitweiliges Schließen des Schaltkontakte. Der englische Distributor Lucas Control Systems Products bietet jetzt eine neue Tasterserie von Duralith an, die durch einen besonderen Schutzbeflag aus Polyester gegen eindringendes Öl geschützt ist. Die Taster bestehen zur Hälfte aus Polyester und setzen sich ansonsten aus einer Kontaktsschicht, abgeschirmten



Kontakten und einer Distanzschicht zusammen. Duralith bietet sowohl warmgeformte runde und ovale Kuppen für verschiedene Tastreaktionen als auch kundenspezifische maßgeschneiderte Leiterplattensubstrate an.

Lucas Control Systems Products  
PO Box 57  
Bingley, West Yorkshire  
BD16 2YT  
☎ +44/15 35/66 11 44

### Halt für LEDs

Lumex Opto/Components, in Deutschland vertreten durch die Distributoren First Components und Elcos, bietet einen Montagesatz für LED-Panalanzeigen an. Die zwei Teile des Sets bestehen aus einer Linse – hier kann zwischen zwei verschiedenen Typen (kuppelförmig oder bündig) gewählt werden – und einer tulpenförmigen Halterung für 5-mm-Standard-LEDs. Beim Zusammenbau werden zuerst die Leuchtdiodenanschlüsse auf der Leiterplatte verlötet und getestet. Die Linse lässt sich dann von vorne in die Frontplatte einfügen und mit der Halterung, die auf der Rückseite der

Frontplatte zugeführt wird, zusammenstecken. Die Befestigungsebene darf eine Dicke von 0,5 mm...2,5 mm aufweisen. Nebenbei schützt die Linse empfindliche elektronische Bauenteile gegen elektrostatische Entladungen, die über die LED-Anschlüsse weitergeleitet werden können.

First Components GmbH  
Mühlweg 1  
82054 Sauerlach  
☎ 0 81 04/10 88  
📠 0 81 04/99 92

Elcos GmbH  
Raifeisenstraße 33  
85278 Pfaffenholz  
☎ 0 84 41/8 40 44  
📠 0 84 41/7 19 10



### HC11++

Als Weiterentwicklung der erfolgreichen HC11er-Familie stellt Motorola jetzt die 16-Bit-Mikrocontroller-Architektur 68HC12 vor. Die CPU12 ist quelltextkompatibel zu ihrer Vorgängerin – der 68HC11-MCU – ausgelegt: eine Neuassemblyierung soll ohne Änderungen funktionieren. Die CPU12 stützt sich auf dasselbe Programmiermodell, nutzt gleiche Stack-Operationen und bietet eine 16-Bit-Architektur.

Im Zuge des Designs entfielen auch gleich die 'Strafen' Extra-Buszyklus und zusätzliches Opcode-Byte für Verwendung des Indexregisters Y. Hinzu kommen neue Adressierungsarten: Stack-Pointer oder Program Counter als Indexregister, Akkumulator A, B oder D als Offset-Quelle, automatisches Prä- oder Post-De/Inkrement in Stufen bis  $\pm 8$ , vorzeichenbehaftete 5-, 9- oder 16-Bit-Offsets und 16-Bit-Offset 'indexed-indirect' sowie 'indexed-indirect' mit Akku D als Offset-Quelle. Allerdings müssen sich Software-Entwickler beim Umgang mit dem Stack auf eine kleine Änderung einstellen: dieser funktioniert beim HC12 nach dem 'Last-Used'-Prinzip.

Auch bezüglich der Verarbeitungsleistung hat sich der neue Kern verbessert: Über 50 Befehle kommen mit einem Zyklus aus, wogegen jeder HC11-Befehl noch mindestens zwei benötigt. Die 20-Bit-ALU kann häufig zwei 8-Bit-Operationen parallel ausführen. Dank der 'aufgeräumten' Opcodes belegen neu übersetzte HC11-Programme bis zu 30 % weniger Speicher.

Hinsichtlich des Befehlsumfangs spandierte Motorola der CPU12 einige Erweiterungen,

beispielsweise Memory-to-Memory-Moves, beliebiges Register-Register-Laden oder -Tauschen, lange relative Sprünge mit 16-Bit-Offsets, Minimum- und Maximum-Befehle oder vier spezielle Fuzzy-Logik-Operationen: MEM dient der Fuzzifizierung einer Eingangsgröße, REV und REVW führen eine (un)gewichtete Regelauswertung durch und WAV defuzzifiziert Zugehörigkeitsfunktionen. Eine 'soft' auf dem 68HC12 realisierte Fuzzy-Engine soll laut Motorola nur ein Fünftel des Platzbedarfs und eine fünfzehnfache Geschwindigkeit gegenüber konventionellen µC aufweisen.

Einen Speicherausbau über die 64-KByte-Grenze hinaus – Programm bis 4 MByte, Daten bis 1 MByte – werden manche HC12-Varianten mittels Bank-Switching, speziellen Kontrollregistern und zugehörigen CALL/RTC-Befehlen unterstützen. Die ersten Derivate sind die MCUs 68HC812A4 (Funktionsblöcke siehe Bild) und MC68HC912B32 sein. Sie sind für batteriebetriebene Produkte optimiert und arbeiten an einer Versorgungsspannung von 2,7...5,5 V (1,8 V in Planung) bei einem Anfangs-Bustakt von 8 MHz.

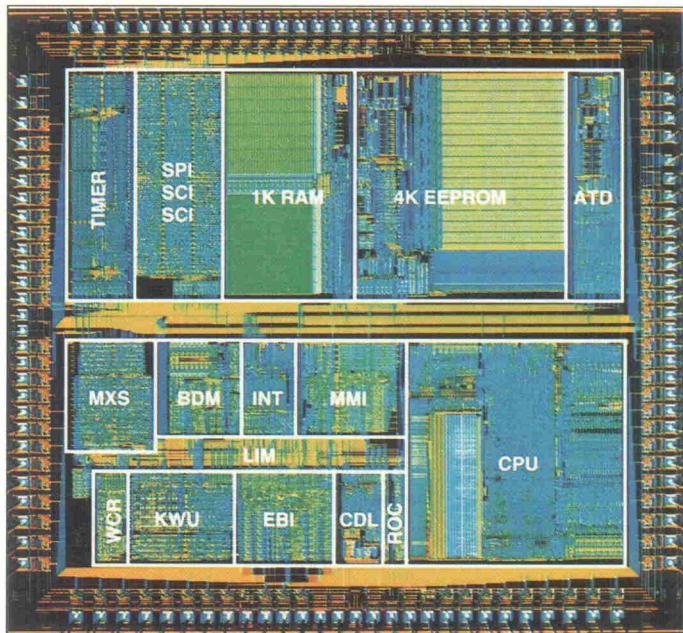
In-Circuit-Debugging ist dank des Background Debug Mode (BDM) über lediglich einen Pin möglich. Hierüber kann auch die Programmierung von On-Chip-Flash-Speicher und EEPROM geschehen. Die Verbindung zwischen CPU-Kern und On-Chip-Peripherie erfolgt über den Lite Module Bus (LMB), einer abgespeckten Variante des bei den Controllern 68HC16, 683xx und MPC500 eingesetzten Inter Module Bus.

### Geburtstagsrabatt

In diesem Jahr feiert das Haus Nohau sein 15jähriges Jubiläum. Was 1981 als Zweimann-Firma mit Speichererweiterungen für Intel-Emulatoren begann, wuchs über die Zeit zu einem Unternehmen mit 60 Mitarbeitern, Präsenz in 35 Ländern und einer installierten Basis von über 22 000 PC-Emulatoren heran. Damit auch

Kunden etwas vom Geburtstag haben, bietet Nohau von Juni bis August einen Preisnachlaß von 1000 Mark auf ein komplettes Entwicklungssystem.

Nohau Elektronik GmbH  
Goethestraße 4  
75433 Maulbronn  
0 70 43/92 47-0  
0 70 43/92 47-18  
100046.1345@compuserve.com



Erste Muster des 68HC812A4 sind bereits im TQFP-112-Gehäuse erhältlich, die 912er-Ausführung soll im vierten Quartal in einem 80poligen QFP folgen. Wer Details über die CPU12 erfahren möchte, findet ein knapp 400seitiges Datenblatt im Acrobat-Format in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, Dateiname

M\_CPU12.LZH) oder auf Motorolas Web-Server (<http://freeware.aus.sps.mot.com/hc12tech12.html>).

Motorola GmbH  
Schatzbogen 7  
81829 München  
0 89/9 21 03-0  
0 89/9 21 03-1 01  
<http://www.mot.com>

### Rundsteckverbinder multifunktional!

- SIGNAL
- KOAX
- POWER
- HOCHSPANNUNG
- LWL MULTI-UND SINGLEMODE
- FLÜSSIGKEIT
- GAS

Variabel bestückbar in zahlreichen Polbildern, Gehäuseausführungen u.-größen, im gesteckten Zustand auch druckwasserdicht, selbstverriegelnd, EMV-geprüft!

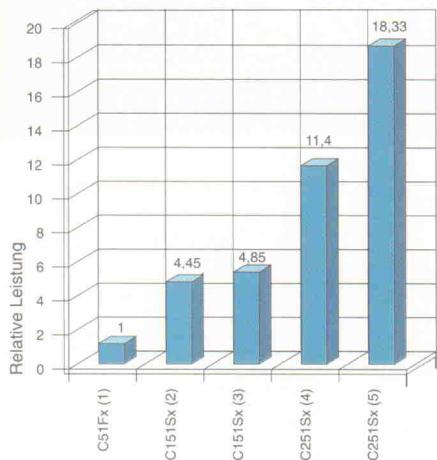


Bitte neuen Katalog anfordern

**W.W. FISCHER GMBH**  
ELEKTRISCHE STECKVERBINDER  
BUCHER STR. 2 · D-85614 KIRCHSEEON-EGLHARTING · T. 0 80 91/37 88 FAX 0 80 91/34 77

**Mittelstufe**

Mit dem MCS151 führt Intel eine Drop-in-kompatible Aufrüstung für den 80C51 ein. Der neue Controller soll die fünfzehnmal Leistung eines gewöhnlichen 51ers bringen und zwischen diesem und dem 8xC251 seinen Platz finden (siehe Grafik, Ausführung der Befehle: (1) aus dem internen/externen Speicher, (2) im Page-Modus extern, (3) intern, (4) im Page-Modus extern, (5) intern). Zur Geschwindigkeitssteigerung hat Intel die sequentielle Befehlausführungsseinheit des 51ers durch eine Pipeline-Struktur ersetzt, die Instruktionen in zwei Taktten aus-



aktuell

führt. Weiterhin verfügt der 151er über einen internen 16-Bit-Befehlsbus, Page-Mode, programmierbare Wait-State-Logik, ein Counter-Array, einen Hardware-Watchdog sowie drei Timer/Counter. Typische Einsatzgebiete der MCS151-Controller sieht der Hersteller vor allem in CD-ROM-Laufwerken, Scannern, Verkaufsterminals, Telefonen oder Modems. Musterstückzahlen des 8xC151 sind mit und ohne ROM sowie als OTP lieferbar. Der Chip steht wahlweise im 40poligen PDIP- oder als 44polige PLCC-Variante zur Verfügung.

Intel GmbH  
Dornacher Str. 1  
85622 Feldkirchen  
☎ 0 89/9 91 43-0  
📠 0 89/9 29 10 30  
http://www.intel.com/

**EX-Probe**

Als kostengünstige Alternative zu In-Circuit-Emulatoren bietet Kontron Elektronik die DProbe386EX an. Sie ermöglicht softwareorientiertes Debugging bei 386EX-Systementwicklungen. Die DProbe emuliert den Controller im Zielsystem, ohne Prozessor- und Target-Ressourcen wie Interrupts, I/O oder Speicher zu belegen. Dabei stellt sie auf Basis des Intel-Bondout-Chips Funktionen wie 8 Execution-Breakpoints und 256 Softwarehaltepunkte, Zero-Wait-State-Speicherzugriff, Unterstützung der maximalen Prozessortaktrate und einen Betriebsspannungsbereich von 2,7...5,5 V bereit. Breakpoints und Overlay-Speicher sind im

Grundmodul für 7950 DM zuzüglich Mehrwertsteuer enthalten. Weiterhin offeriert Kontron eine Trace-Option, die 64-K-Samples speichert und ein einfaches handhabbares Event-System bereitstellt. Die zugehörige Windows-Software unterstützt Hochsprachen-Debugging für C/C++-Compiler von Intel, Microsoft, Metaware, Microtec und Borland sowie andere Sprachen.

Kontron Elektronik GmbH  
Oskar-von-Miller-Straße 1  
85386 Eching  
☎ 0 81 65/77-0  
📠 0 81 65/77-3 85  
http://www.kontron.com/

**Zwo 16er**

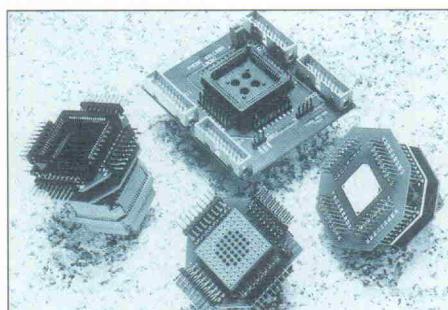
Neu im Programm des Hitachi-Distributors Data Modul befinden sich die H8/300H-Varianten H8/3004 und H8/3005. Diese 16-Bit-Controller unterscheiden sich hauptsächlich im internen RAM-Ausbau, der 3004er bietet 2 KByte, der 3005er das doppelte. Beide adressieren maximal 16 MByte linear, laufen mit bis zu 16 MHz bei 5 V oder in der Low-Voltage-Ausführung mit maximal 8 MHz bei 3 V. Neben der Standard-Peripherie wie Watchdog, serieller Schnittstelle und 10-Bit-A/D-Wandler enthalten die Chips eine umfangreiche Timer-Bank: fünf 16-Bit-Timer übernehmen Input-Capture-, Output-Compare-

und PWM-Funktionen. Die Bausteine verfügen über 6 externe und 21 interne Interrupts mit 3 Prioritätsstufen. Der integrierte Bus-Controller steuert bis zu acht ROM- oder SDRAM-Speicherbereiche im 8- oder 16-Bit-Zugriff mit 4 Wait-State-Modi. Als Entwicklungshilfe für die H8/300x-Controller bietet Data Modul ein Kit bestehend aus Embedded-Emulator, C-Compiler, Crossassembler sowie HLL-Debugger an.

Data Modul AG  
Landsberger Straße 318-320  
80687 München  
☎ 0 89/5 60 17-0  
📠 0 89/5 60 17-2 69

**μC-Kontakt**

Eine breite Auswahl an Controller-'Kontakten' offeriert das Haus Synatron. Wer in seinem Prototyp Meßsignale vom μC zum



Logikanalysator ausschleusen muß, sollte einen Blick in Synatrons kostenlosen Katalog werfen, der via untenstehender *neuer* Adresse erhältlich ist. Das Spektrum der Adapter bedient DIL-, PGA-, PLCC-, SOIC-, QFP-, PGA- oder BGA-verpackte Bausteine mit maximal über 500 Kontakten und Pin-Abständen herunter auf 0,4 mm. Außerdem findet man neben Sockeladaptoren auch Clips, Probes, Grabber und andere Werkzeuge für den Funktionstest.

Synatron GmbH  
Lilienthalstraße 21  
85399 Hallbergmoos  
☎ 0 81 11/6 00 05-0  
📠 0 81 11/6 00 05-25

**Miniaturs Industrie PC ab DM 1.109,-\***

Frontplatte 42TE (213 mm), 3HE (132 mm),  
IP54. 30 Tasten, 4 Softkeys.  
1/4 VGA LCD, 320\*240 Dots, 15 Zeilen je  
40 Zeichen Text. VGA-Controller, 256 KByte.  
CPU wahlweise 80286/386SX/486SLC/SX  
PC/104-Erweiterungsmodulen: PCMCIA, LAN,  
CAN, DIO, AIO, COM-Ports.  
MS-DOS 6.22, Windows 3.1 oder QNX.  
Nur eine +5VDC- Versorgungsspannung.

\* Einzelpreis ohne MwSt., PC/104-Slot CPU und 19"-Gehäuse



**SSV**  
**SOFTWARE SYSTEMS GmbH**  
Heisterbergallee 72 D-30453 Hannover  
Tel.: 0511 - 40 000-0 Fax: 0511 - 40 000-40

## PIC-Lego

Unter dem Namen MP-DriveWay bietet Arizona Microchip einen 'Baukasten' an, mit dem Entwickler aus getesteten und dokumentierten C-Code-Stücken Applikationen für die verbreiteten 8-Bit-Controller PIC16C5x, 16Cxx und 16C17xx zusammenstellen können. Die Software macht das 'Zu-Fuß'-Kodieren für die PIC-Onchip-Peripherie überflüssig. MP-DriveWay besteht aus einer Windows-Benutzeroberfläche sowie einer Wissensdatenbank. Erstere umfaßt Formulare und Menüs zur Definition der notwendigen Operationen, das Setzen von Initialwerten sowie die Erzeugung des Quelltextes. Die Wissensdatenbank enthält alle Bestandteile zur Erzeugung eines

chipspezifischen Treibers. Zusätzlich steht ein interaktives Datenblatt zur Verfügung, das als Hypertext die Daten der PIC16/17-Controller und ihrer Peripherie inklusive Betriebsarten, Register und Anschlüssen beschreibt. Eine Demo-Version von MP-DriveWay steht auf Microchips Web-Seiten zum Download bereit. Das Vollprodukt soll Anfang August bei den Distributoren erhältlich sein.

Arizona Microchip Technology GmbH  
Gustav-Heinemann-Ring 125  
81739 München  
0 89/62 71 44-0  
0 89/62 71 44-44  
<http://www.mchip.com/microchip/>

## 32-Bit-Kombi

Der Handy-Schrumpfweitlauf treibt Chip-Hersteller fortlaufend zu höherer Integration. Nach 'Kombis' von Motorola, TI und Zilog hat auch Hitachi im jüngst angekündigtem SH-DSP einen 32-Bit-RISC-Kern SH-2 mit einem 16-Bit-Festpunkt-DSP vereint. Der Baustein leistet 60 MIPS im RISC-Teil sowie 120 MOPS auf der DSP-Seite bei 3 V und 60 MHz Takt.

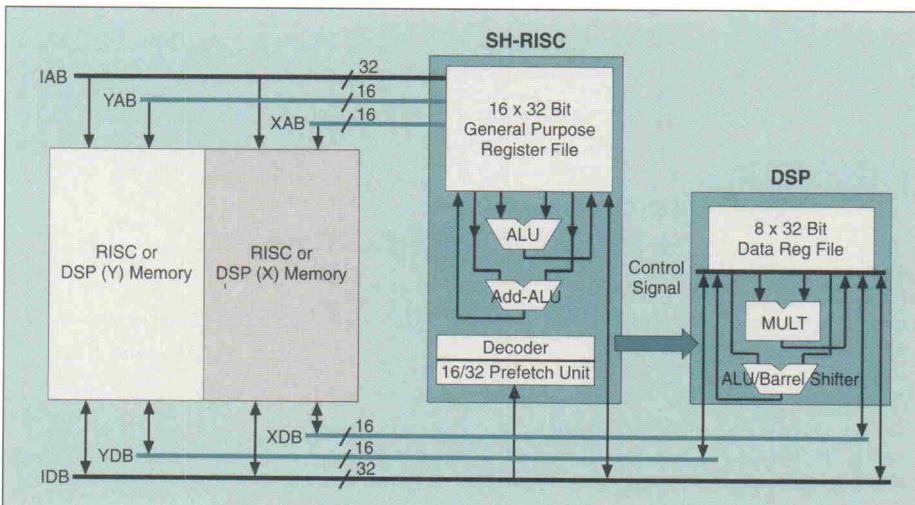
Die RISC-Seite enthält 16 32bittige Allzweckregister, zwei Adressierungsbasisregister sowie einen Repeat-Counter. Sie beherrscht 142 zu den SH-Prozessoren aufwärtskompatible Befehle. Der DSP-Teil bietet acht 32-Bit-Register, von denen zwei gegen Rundungsverluste auf 40 Bit ausdehnbar sind. Dazu kommt ein Hardware-Multiplizierer sowie ALU/Barrel-Shifter. Die 80 Basis-DSP-Instruktionen werden um 1225 parallele Operationen ergänzt. Diese setzen sich aus je einer von 49 Load/Store- und 25 Arithmetik-Instruktionen zusammen.

Den On-Chip-Speicher von  $2 \times 4$  KByte RAM und  $2 \times 24$  KByte ROM teilen sich beide Prozessorkerne, wobei der RISC-Teil die Adressierung übernimmt (siehe Blockschaltbild). Ein zweikanaliger DMA-Block, fünf serielle Voll-Duplex-Schnittstellen (3 SIO, 2 SCI), vierzig I/O-Lines, drei 16-

Bit-Timer, JTAG-Port und Watchdog stellen die On-Chip-Peripherie dar. Der SH-DSP läuft an einer Betriebsspannung von 2,7...3,6 V, dabei nimmt er typisch 130 mW auf (3 V, 60 MHz). Die Kommunikation aller Funktionsblöcke erfolgt über sechs Busse: IAB sowie XAB und YAB verteilen Adressen, IDB, XDB und YDB dienen als Daten-Highways.

Angepeilte Einsatzbereiche für den SH-DSP sind Mobiltelefone der Standards GSM und PHS (Japans DECT-Variante) sowie Digitalrundfunk (DAB). Für diese Applikationen sollen Softwarebibliotheken im Spätsommer des Jahres bereitstehen. Entwicklungswerzeuge wie Evaluation-Board, Assembler, Simulator, Debugger und C-Compiler stehen derzeit Beta-Kunden zur Verfügung. Emulatoren sollen noch in diesem Jahr erscheinen. Musterstückzahlen des Bausteins im LQPF-176-Gehäuse werden im ersten Quartal 1997 bereitstehen, die Massenproduktion ist für die zweite Hälfte nächsten Jahres geplant.

Hitachi Europe GmbH  
Dornacher Straße 3  
85622 Feldkirchen  
0 89/9 91 80-0  
0 89/9 91 80-2 65  
<http://www.hitachi.co.jp/>



Deutsches  
**Platinen-CAD**  
für Windows  
Einfach wie  
Briefe schreiben!

**TARGET V3**  
professional

Wir senken Ihre Kosten:  
TARGET ist **das** ideale Werkzeug speziell für Entwickler: Schneller Einstieg, geringe Investition, hohe Flexibilität, geringe Hardware-Anforderungen, professionelle Features:

- ▶ Echtzeit Datenintegration
- ▶ Echtzeit umfließende Kupferflächen
- ▶ Änderung von Bauteilen online im aktuellen Projekt
- ▶ Gerber-Daten einlesen aus anderen ECAD-Systemen
- ▶ Drag & Drop Bibliotheks-Browser
- ▶ Teardrops, Spiralen
- ▶ Autoplacer, Autorouter
- ▶ u. v. m.

Bitte fordern Sie unsere **voll funktionsfähige** Shareware-Version an, oder holen Sie diese im Internet ab.

**Ing.-Büro FRIEDRICH**  
Harald Friedrich, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (TH)



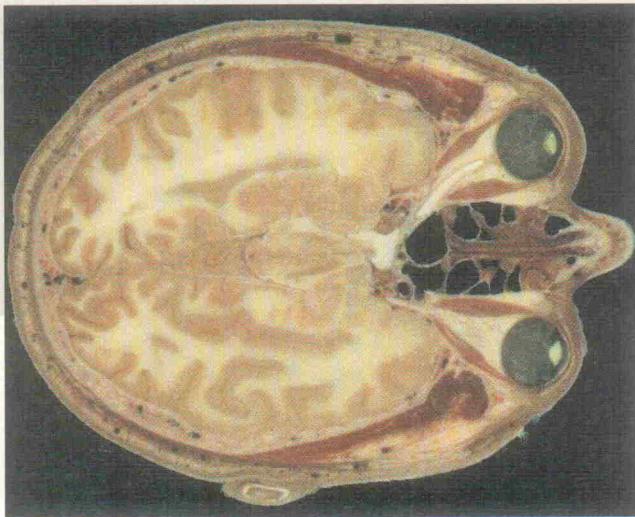
Fuldaer Straße 20  
D-36124 Eichenzell

**Tel. (06659) 2249**  
**Fax (06659) 2158**

Besuchen Sie uns im Internet:  
<http://www.ibfriedrich.com>

# Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik  
für Juli 96



Die virtuelle Medizin schafft neuartige Einblicke in den Körper des Menschen. Der 1993 in den USA hingerichtete Mörder Jernigan wurde eingefroren, in Scheiben zersägt, fotografiert und gescannt – übrig blieben 15 Gigabyte Daten. Der forschende Mediziner kann den Körper in beliebige Schnitte zerlegen, mit Farben die unterschiedlichen Gewebe hervorheben, er kann Gefäßsysteme als räumliche Strukturen isolieren, Organe betreten und von innen erforschen – so genau und gründlich, als wäre es ein großes Gebäude. Und das ist grundsätzlich überall möglich, wo ein Computer an das Datennetz angeschlossen ist (HITEC, 3sat, 1. Juli, 21.30 Uhr).

## Montag, 1. 7.

### ■ Bayer. Fernsehen 20.15 Uhr

Zwischenstation: Menschen und Technik auf dem Hauptbahnhof München

### ■ 3sat 21.30 Uhr

HITEC – Dokumentation: Virtuelle Medizin

## Dienstag, 2. 7.

### ■ N3 13.00 Uhr

DokZeit: Prisma-Magazin

### ■ N3 13.45 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Zelle – Baustein des Lebens

### ■ N3 22.15 Uhr

Prisma: Der Aufstieg Europas (1) – Vom Eise befreit

## Mittwoch, 3. 7.

### ■ 3sat 15.30 Uhr

Modern Times – Das Wissenschaftsmagazin des ORF

## Montag, 8. 7.

### ■ 3sat 21.30 Uhr

Neues ... Das Magazin

### ■ ZDF 1.45 Uhr

ZDF-Nachexpress. Atomschwerpunkt: Mit vollem Risiko ans Netz. Bericht über das bulgarische Kernkraftwerk Kozloduj

## Dienstag, 9. 7.

### ■ N3 13.45 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Mendel und die klassische Genetik

### ■ N3 22.15 Uhr

Prisma: Der Aufstieg Europas (2) – Vom schimmernden Glanz der Steine

## Donnerstag, 11. 7.

### ■ n-tv 8.15 Uhr

fit for job: Strahlenbelastung beim Fliegen. Je nach Flughöhe, Breitengrad und Sonnenaktivität sind Fluggäste kosmischer Strahlung ausgesetzt. Welche Gesundheitsrisiken bergen diese Neutronen- und Gammastrahlen vor allem für Vielflieger?

## Montag, 15. 7.

### ■ Südwest 3 18.35 Uhr

'Hallo, wie geht's?': Die Bindegauertzündung ist die häufigste Augenerkrankung und manchem Bildschirmarbeiter wohlbekannt: rote Augenränder, rot unterlaufene Augen, die Bindegauertzündung schwitzen an, jucken, schmerzen und produzieren Absonderungen, die das Auge über Nacht regelrecht verkleben.

### ■ 3sat 21.00 Uhr

Menschen Technik Wissenschaft – Das Wissenschaftsmagazin aus der Schweiz

## tägliche Radiosendungen

**R Deutschlandfunk** Montag bis Freitag von 16.35 bis 17.00 Uhr, Samstag bis Sonntag von 16.30 bis 17.00 Uhr

Wissenschaft aktuell: Die Sendung beschäftigt sich wochentags mit dem Thema 'Aus Naturwissenschaft und Technik', samstags mit 'Computer und Kommunikation' und sonntags mit 'Wissenschaft im Brennpunkt'.

## wöchentliche Radiosendungen

**R Radio ffn** montags, 14.40 Uhr

'Der kleine Computer' – Hilfreiche Tips für PC-Anwender

**R Bayern 2** zweimal monatlich montags, 16.30 bis 17.00 Uhr

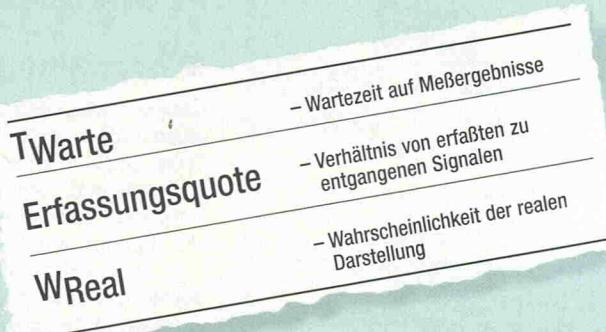
'Fatal Digital'. Computer-Magazin im Programm 'Zündfunk'

**R NDR 2** mittwochs, 19.00 Uhr

'Club-On-Line' Wiederholung einzelner Beiträge aus der Reihe 'Computer On-Line'

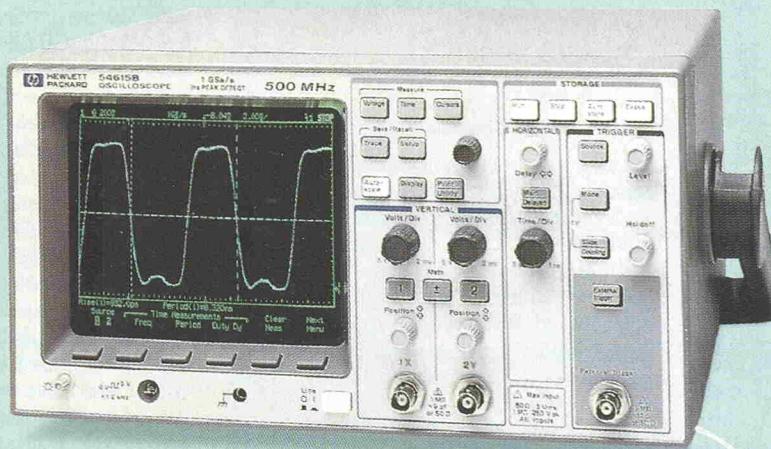
# Leider gibt es keine Datenblätter, die zeigen, ob ein Oszilloskop Ihre Probleme wirklich löst.

**HEWLETT®  
PACKARD**



## HP 54615 B

- 500 MHz Bandbreite
- 1 GSa/s Sampling Rate
- 1 ns Peak-Detect



**DM 9.199,-**

(zuzügl. MwSt.)  
Preisänderungen vorbehalten.

## Drei Mikroprozessoren

Das HP 54615 B von Hewlett-Packard: ein Digital-Oszilloskop, zwei Kanäle, drei Prozessoren: ein Prozessor zur Verarbeitung des Signals, einer zum Bildschirmaufbau, einer zur Steuerung übergeordneter Daten. Nur so kann der Bildschirm sofort anzeigen, was gerade ankommt – wie bei einem Analogoszilloskop: ohne Zeitverzögerung, ohne Informationsverlust. Bei einer Abtastrate von 1 GSa/s pro Kanal, 5-K-Speicher, 500 MHz Bandbreite und einer 1-ns-Detect-Peak-Anzeige für alle Wobbelgeschwindigkeiten.

## Ein Minipreis

Er ist mit DM 9.199,-\* in seiner Leistungsklasse wirklich außergewöhnlich. Für ein Gerät, das selbst hohen Anforderungen an

Zuverlässigkeit und Handhabung gerecht wird: Denn das HP 54615 B besitzt manuelle Regler für die wichtigsten Funktionen, ist einfach zu bedienen und mit fast allen Modulen der bewährten HP 54600 Plattform erweiterbar. Kurz: Beim HP 54615 B gibt es keine problematischen Werte: weder bei den technischen noch bei den finanziellen Daten.

\* zuzügl. MwSt., Preisänderungen vorbehalten.

### Ihre direkte Verbindung zu HP DIRECT.

#### Deutschland:

Tel. 0 70 31 / 14 63 33, Fax 14 63 36

#### Österreich:

Tel. 0 66 0 / 80 04, Fax 80 05

#### Schweiz:

Tel. 0 1 / 735 72 00, Fax 735 72 90



# DACground

**Ulrike Kuhlmann**

**Die Design Automation Konferenz, das bedeutendste Forum für Entwickler und Hersteller von integrierten Systemen, ICs, ASICs, FPGAs und der dafür notwendigen Software, fand in diesem Jahr vom 3. bis 7. Juni im Zentrum der einarmigen Banditen, Pokerrunden und Black-Jack-Tische statt – der Spielerstadt Las Vegas.**

Heiß waren mit 45 Grad nicht nur die Temperaturen, sondern auch die Unternehmen, Produkte und Themen, die es auf der DAC '96 zu sehen und zu diskutieren gab. So verzeichnete man in den USA im vergangenen Jahr zahlreiche sogenannte Start-ups, laut Dataquest-Analyst Gerry Smith floß mehr Geld in die Neugründung und Reorganisation von EDA-Firmen, als die Großen der Branche zusammen investierten. Hieran zeigt sich nicht nur das gerade für kleinere Firmen 'freundliche' Innovationsklima in den USA, sondern auch die Attraktivität des EDA-Bereiches insgesamt. Insbesondere im Bereich der physikalischen Verifikation von ASICs, FPGAs oder kompletten Systemen bewegen sich viele dieser neuen Unternehmen – was folgerichtig ist, da neben der funktionalen und der zeitlichen die physikalische Analyse als einer der Treiber der Industrie gilt. Daneben werden insbesondere virtuelles Prototyping, Hardware/Software-Codesign sowie vorgefertigte Makros beispielsweise in Form von PCI-Cores oder USB-Kernen zukünftig immer mehr an Bedeutung gewinnen. Hier präsentierten sich demzufolge ebenfalls zahlreiche neue Unternehmen.

## NT – Nun Tauglich

Ein Fokus der DAC lag auf dem Schwenk von Unix-Plattformen zu Windows NT vernetzten PCs. Für Unix erwartet man jährliche Steigerungsraten von rund 13 Prozent, NT-basierte Lösungen dagegen sollen einen Aufschwung von 101 Prozent über die nächsten Jahre erzielen. Differenziert man zwischen möglichen Anwendungen, so soll der PCB-Bereich in Zukunft beinahe vollständig von NT beherrscht werden, Tools für das IC-Layout hingegen auch künftig den Unix-Plattformen vorbehalten bleiben. CAE-Tools zum Entwurf von ASICs und FPGAs sind bereits jetzt zum Teil auf dem PC erhältlich, den ganz großen Umschwung erwartete allerdings (nicht

nur) Gerry Smith von Dataquest erst, wenn auch der letzte 'große Spieler' im Markt – Synopsis – auf den PC setzt.

Und das geschah dann auch: Am zweiten Tag der DAC verkündete Synopsis ihr erstes Synthesetool für 32-Bit-Systeme unter Windows NT und Windows 95, den FPGA-Express. Etliche Unternehmen werden nun nachziehen und ihre Software ebenfalls auf Windows verfügbar machen. (Was übrigens keine besondere Schwierigkeit sein sollte, wenn die Software 'sauber' für Unix programmiert wurde). Interessant wird hier allerdings noch die Preisgestaltung der PC-Versionen, da deren Nutzer andere Bedingungen gewohnt sind als der gemeine Unix-User. Für Viewlogic, die seit längerem auf Unix und Windows setzen, sei dies kein Problem, bemerkte Alan Hanover, CEO des Unternehmens aus Marlboro, während einer Panel-Session mit fünf der führenden EDA-Unternehmen. Ihre Kundschaft wisse über die Kosten und akzeptiere auch im PC-Bereich höhere Preise. Allerdings ist Viewlogic nicht ganz so sorgenfrei, wie ihr CEO es darstellen wollte. So hat sich beispielsweise Xilinx als größter FPGA-Hersteller mit der Aldec Inc. für seine neueste Software FPGA-Foundry neben Viewlogic einen weiteren Partner für das Design Entry, die Synthese und die Schaltungsanalyse gesucht. Die Synopsis Inc. präsentierte zur Überraschung einiger Anwesenden ihren brandneuen FPGA-Express zudem unter der Oberfläche von Synario, der Entwicklungsumgebung von Synario Design Automation (einer DataI/O-Tochter).

Der PCB- und FPGA-Spezialist Orcad setzt vollkommen auf den PC – und braucht deshalb keine weiteren Gedanken an den Kampf Unix–Windows zu verschwenden. Mit der Akquisition von Seto machte die Mentor Graphics erneut deutlich, daß sie den PC-Bereich innerhalb des Unternehmens weiter ausbauen will. Mentor hatte im

letzten Jahr für ihre PC-Linie einen neuen Zweig – die Antares Inc. – gegründet und sich damit einen Vertriebskanal eigens für Windowssoftware geschaffen. Mit Leonardo, Exemplars neuer hierarchischen HDL-Entwicklungsumgebung für FPGAs, und Setos TopCAD wird dieses Konzept allerdings erheblich verwischt: Die auf Windows basierenden Tools Leonardo und TopCAD sollen künftig über die Mentor-eigenen Kanäle vertrieben werden.

## IP oder Shrink Wrapped

Cadence CEO Joe Costello sieht ebenfalls einen starken Trend zu NT (er prophezeite 70 zu 30 für NT via Unix bis zum Jahr 98). Cadence will weiterhin auf High Level Tools und insbesondere auf Service setzen. Für Letztgenanntes erntete Costello zwar auf der Panel-Session herbe Kritik – ihm wurde unterstellt, daß durch das von Cadence angestrebte Outsourcing viele Arbeitsplätze in Entwicklungsabteilungen verloren gingen –, die Analysten sehen jedoch ebenfalls einen großen Bedarf im Support-Bereich. Aus Costellos Sicht wird der Preis für eine Software nicht von der Plattform bestimmt, auf der sie läuft, sondern von ihrer Komplexität und der nach dem Verkauf gewährten Unterstützung.

Ein anderes Konzept steht hinter der sogenannten Shrink Wrapped Software. Hierunter fallen beispielsweise Tools von Orcad, Microsim, Protel oder Accel. Shrink wrapped Software wird im allgemeinen in Form von CD-ROMs beziehungsweise Disketten, einem Handbuch beziehungsweise Online-Hilfen und ohne besondere Serviceleistungen von Seiten des Herstellers vertrieben. Sie kann dementsprechend preisgünstig verkauft werden und ist unter PC-Tools die am weitesten verbreitete Form. Allerdings ist der Markt sehr eng und der Konkurrenzkampf unter den Herstellern entsprechend groß und kostspielig.

## Zweite Welle

Der FPGA-Express von Synopsis liegt mit rund 8000 US-Dollar in einer für Synopsis ungewöhnlichen Preisregion. Das Unternehmen will trotzdem auf keine Serviceleistungen verzichten, also nicht auf dem Shrinkwrapped-Gleis fahren, sondern hofft, die Gewinne durch eine sehr breite Anwenderbasis zu erzielen. Aart de Geus, CEO von Synopsis, versicherte, der FPGA-Express sei nicht aus dem Bedürfnis nach einem Windows-Tool entwickelt worden, sondern um der 'second wave' der FPGA-Entwickler gerecht zu werden. Diese zweite Welle umfaßt all die Entwickler, die sich in den nächsten Jahren den programmierbaren Logikbausteinen zuwenden. Gerade die extrem kurzen Lebenszyklen von Produkten im Telekommunikationsbereich und die sehr kurze Einführungzeit von neuen Produkten machen FPGAs quasi zu einem Muß. Stand eine FPGA-Entwicklung bislang unter dem Motto 'Prototyp für das nach der Markteinführung anvisierte ASIC', gehen die Prognosen dahin, daß in Zukunft keine Zeit mehr für die ASIC-Pro-

duktion bleibt. Denn sowohl die Turn-around-Zyklen als auch die ASIC-Fertigung werden die Lebensdauer etlicher Systeme übertreffen. Modifikationen und Verbesserungen von Produkten lassen sich schneller, kostengünstiger und risikoärmer mit programmierbarer Logik realisieren. Bis zum Jahr 2000 sollen zudem FPGAs mit einer Komplexität von 500 000 Gattern verfügbar sein. Diese könnten die heutigen ASICs in weiten Bereichen ersetzen.

## Waffenstillstand

Der im letzten Jahr recht vehement ausgetragene Krieg an der Front der Hardwarebeschreibungssprachen Verilog HDL und VHDL scheint vorerst beigelegt zu sein. Hersteller und Anwender einigten sich auf ein 'friedliches' Nebeneinander, verweisen auf die Vorteile jeder Sprache und unterstützen vorzugsweise beide HDLs. Zusätzlich existieren inzwischen Tools zur Übersetzung von einer Sprache in die andere sowie Simulationsssoftware, die beide Formate einlesen und entsprechend ihrer Eigenheiten behandeln kann. Einig waren sich außerdem die Analysten, die CEOs (Chief Executive Officer) der führenden Unternehmen sowie Vertreter der OVI (Open Verilog International), daß bis zum Jahr 2006 eine neue Sprache am Markt sein wird. Diese soll den dann bestehenden Bedürfnissen gerechter werden, als dies Verilog oder VHDL je sein können. Dies entsprach der von Joe Costello, CEO und Präsident von Cadence, auf der letztenjährigen IVC geäußerten und auf der DAC '96 erneut bekräftigten Meinung, daß die Einführung von VHDL zuviel Geld gekostet habe und statt dessen die Entwicklung einer neuen Hardwarebeschreibungssprache sinnvoller gewesen wäre.

Bis zur Jahrtausendwende werden jedoch die bestehenden HDLs die Szene beherrschen. Dabei glauben die Analysten zu wissen, daß VHDL auch in Nordamerika große Anteile erringen wird. Der Grund: Es wird zukünftig einen starken Bedarf an Eingabe- und Analysetools auf einem hohen Abstraktionslevel geben, und gerade VHDL ist geeigneter für Designs, die auf abstrakten Algorithmen basieren. Der allgemeine Trend bei der Produktentwicklung gehe laut Dataquest hin zur sogenannten System-Level-Integration. Hierunter versteht man Systeme, die neben der eigentlichen Logik auch einen CPU-Kern sowie Speicher auf dem selben Chip integrieren.

Angesichts der anvisierten Größen von 500 000 Gattern im FPGA-Bereich und 100 Millionen Transistoren auf einem ASIC stellt sich die Frage, womit und wie diese Chipflächen gefüllt werden sollen. Es macht wenig Sinn, einen geringen Teil mit Logik zu belegen und den Rest mit Speicher aufzufüllen. Hier wird die System-Level-Integration sicher eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Ob sie aber das auf der DAC oft zitierte 'Design Gap' zwischen Siliziumtechnologie und EDA-Kapazität stopfen kann, wird erst die Zukunft zeigen. uk

# ZWEI Maschinenserien

## MBP 2418 (2030) EIN MSF 4433

### Steuerungskonzept

	MBP 2418	MBP 2030	MSF 4433
<b>Preis:</b>	DM 5480,-	DM 4980,-	DM 7980,-
<b>Verfahrbereiche:</b>			
x-Achse: (mm)	175	200	330
y-Achse: (mm)	235	300	440
z-Achse: (mm)	90	140	140
Durchlaßhöhe (mm)	90	140	160
Aufspanntisch (mm)	250 x 425	250 x 500	900 x 375
Abmessungen (mm)	505 x 525 x 575	608 x 660 x 675	1000 x 750 x 1470

**Ansteuerung direkt vom PC über RS232**  
**Bohren, Fräsen, Gravieren, Dosieren, Messen, ...**  
**Bearbeitung von Leichtmetallen, Kunststoffen, Holz, ...**

- ✗ Positioniersoftware PRO-PAL, Programmierung entsprechend PAL-Sprachdefinition
- ✗ Kombiniertes Konverter-/Interpreterprogramm HPREMOTE für das Standard-Zeichenformat HP/GL bzw. HP/GL2 zur Einbringung beliebiger Zeichenprogramme in den Fertigungsprozeß mit **isel**-CNC-Anlagen
- ✗ MICROSTEP-Steuerung für 4-Achsen (Motoren)
- ✗ kompatibel zum DNC-Format älterer **isel**-Steuerungen
- ✗ Bohr- und Fräsmaschine 900 W, 8 000 - 26 000 U/min
- ✗ stabile Konstruktion in Industrieausführung
- ✗ geschlossener Arbeitsraum mit Sicherheitskreis

Fordern Sie unseren Katalog "MECHANIK - ELEKTRONIK - SOFTWARE" an oder sprechen Sie mit unserer Technischen Beratung - Durchwahl: 211 - 213

A.274.07.05.96

**MECHANIK**  
**ELEKTRONIK**  
**SOFTWARE**

**iselautomation** Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld • Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 88  
Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz • Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

## Photovoltaik

### Solarschaf

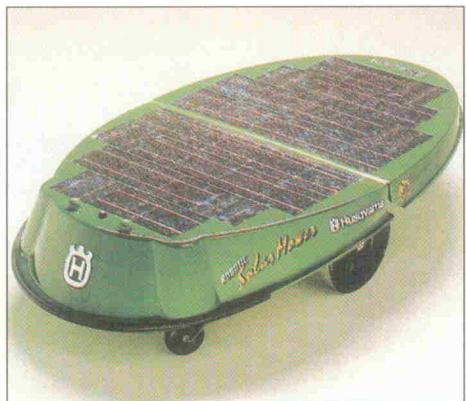
Der erste solarbetriebene Rasenmäher kommt vom schwedischen Forst- und Gartengerätehersteller Husqvarna – in Deutschland im Vertrieb der Electrolux Motor GmbH. Als Energiequelle dient ausschließlich Tageslicht, das von auf der Oberseite installierten polykristallinen Solarzellen aufgenommen und in bis zu 45 W elektrischer Leistung umgewandelt wird.

Für Überwachung und Steuerung des Solarmähers ist ein Mikroprozessor verantwortlich. Kenntnis von den Grenzen des abzugrasenden Areals erhält er durch ein verlegtes oder eingegrabenes Kabel. Innerhalb dieser Fläche erkennt der Roboter Hindernisse und kürzt den Rasen selbstständig und kontinuierlich auf eine Höhe von 3 bis 6 cm. Mittels eines

elektronischen Codeschlusses ist er gegen unbefugte Benutzung oder Diebstahl gesichert.

Wenn er längere Zeit im Schatten mäht, sucht er sich selbsttätig zum Auftanken ein sonniges Plätzchen. Die unverbindliche Preisempfehlung des Herstellers beträgt 3900 DM inklusive Mehrwertsteuer.

Electrolux Motor GmbH  
Julius-Hofmann-Straße  
97469 Gochsheim  
☎ 0 97 21/7 64-0  
📠 0 97 21/7 64-1 01



### Stromwechsel

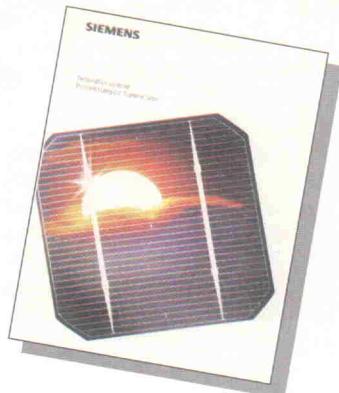
Mit dem Wechselrichter BWR-2500 stellt die Bahrmann GmbH ihr neuestes solartechnisches Produkt vor. Im Vordergrund der Entwicklung standen ein hoher Wirkungsgrad und ein großer Energieertrag. Das trafolose Schaltungsprinzip verbindet Glättungskondensatoren im Eingang mit einer Wechselrichterbrücke und einer AC-Aus-

gangsdrossel zu einem Modul mit maximal 2500 W Ausgangsleistung. Nach DIN VDE 0838 (EN 60555) liegen die Stromüberschwingungen 90 % unterhalb der zulässigen Grenzwerte. Der Leistungsfaktor beträgt nahezu 1. Ein integrierter Maximum-Power-Point-Regler stellt jeweils den Punkt der maximalen Ausgangsleistung des Solargenerators für eine optimale Energieausbeute über das Jahr ein. Ab einer Ausgangsleistung von 150 W beträgt der Wirkungsgrad bereits über 90 %. Ab 500 W erzielt der Wechselrichter 94 %. Im mittleren Leistungsbereich liegt der maximale Wirkungsgrad bei ungefähr 96 %, was insgesamt zu einem energetischen Jahreswirkungsgrad von 93 % führen soll. Der Preis für den BWR-2500 beträgt 5290 DM inkl. MwSt.

Bahrmann GmbH Messtechnik  
Im Vogelsang 1  
71101 Schönaich  
☎ 0 70 31/63 02 02  
📠 0 70 31/65 39 46

## 1 000 000 m<sup>2</sup> Silizium

Die internationale Siemens Solar Gruppe – in Deutschland durch ein Gemeinschaftsunternehmen der Siemens AG und der Bayernwerk AG vertreten – hat weltweit Solarzellen und -module mit einer Spitzenleistung von insgesamt 100 MW ausgeliefert. Das entspricht etwa 1500 t Silizium oder 1 000 000 m<sup>2</sup>, die den Strombedarf von ungefähr 25 000 europäischen Haushalten decken könnten. Seit zirka 30 Jahren engagiert sich Siemens in der Photovoltaik und ist nach eigenen Angaben der weltweit führende Anbieter von Solarzellen und -modulen. In dem Produktkatalog 'Photovoltaik weltweit' informiert Siemens Solar über das aktuelle Angebot an

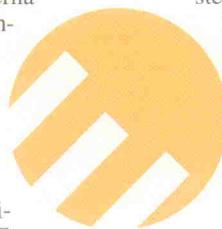


Modulen, Zellen und Wechselrichtern. Im Anhang erläutert der Prospekt die Systeme und gibt eine kurze Anleitung zur Auslegung von Photovoltaikanlagen.

Siemens Solar GmbH  
Frankfurter Ring 152  
80807 München  
☎ 0 89/35 00-26 58  
📠 0 89/35 00-25 73

## EuroSun '96

Vom 16. bis 19. September findet in Freiburg die EuroSun '96 statt, die sich als internationales Forum und Industriemesse für Solartechnik versteht. Zeitgleich treffen sich Wissenschaftler und Vertreter aus Industrie und Politik zu einem wissenschaftlichen Kongress, um Forschung und Anwendung umweltfreundlicher Energietechniken zu präsentieren. Zwei Gastkonferenzen bieten ergänzende Diskussionsforen zu Spezialthemen im Bereich der Materialfor-



schung. Zusätzlich soll die europäische Solararchitekturausstellung etwas fürs Auge bieten: sie zeigt die Synthese von Architektur, rationeller Energienutzung und regenerativen Energien. Der Eintritt zur Messe und Ausstellung ist frei.

PSE Projektgesellschaft Solare Energiesysteme mbH  
Wiesentalstraße 50  
79115 Freiburg  
☎ 0 76 14 59 06-74  
📠 0 76 14 59 06-75  
✉ eurosun@ises.org

## Das Auge der Motte



Was können Solartechniker von den Motten lernen? Die Antwort gibt der Jahresbericht 1995 des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE. Auf über 80 Seiten präsentieren die Freiburger Forscher Innovationen für die Energieversorgung der Zukunft: Ein Kompaktreformer für Brennstoffzellen ermöglicht Elektrofahrzeuge mit großer Reichweite. Thermoelektrische Wandler entschärfen in Photovoltaik-Systemen das Speicherproblem. Solarzellen aus Gallium-Antimonid (GaSb) können in thermophotovoltaischen Anwendungen bisher nicht nutzbare Strahlung in Strom umwandeln. Und Solarzellen aus dem

kostengünstigen multikristallinen Silizium erreichen 16 % Wirkungsgrad. 40 Kurzberichte zu Solarthermie, Solararchitektur, Photovoltaik, chemischer Energiewandlung, Speicherung und Energieeffizienz zeigen, was das Fraunhofer ISE unter angewandter Forschung versteht: Ideen in zukunftsträchtige Produkte umsetzen. Was die Motten betrifft: von ihren Augen 'abgelesen' haben die Freiburger das Prinzip, Oberflächen durch Nanostrukturierung zu entspiegeln. Der Jahresbericht 1995 ist erhältlich beim:

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Oltmannsstraße 5  
79100 Freiburg  
☎ 0 76 14 58 88-0  
📠 0 76 14 58 88-1 00

## Sonnenfreunde



Für die Umstellung der Stromerzeugung auf erneuerbare Energien – insbesondere auf Sonnenenergie – setzt sich der Solarenergie-Förderverein ein. Private Photovoltaik-Anlagen lassen sich auf schattenfreien Dächern und Fassaden zwischen Südwesten und Südosten nachträglich mit geringem Aufwand installieren.

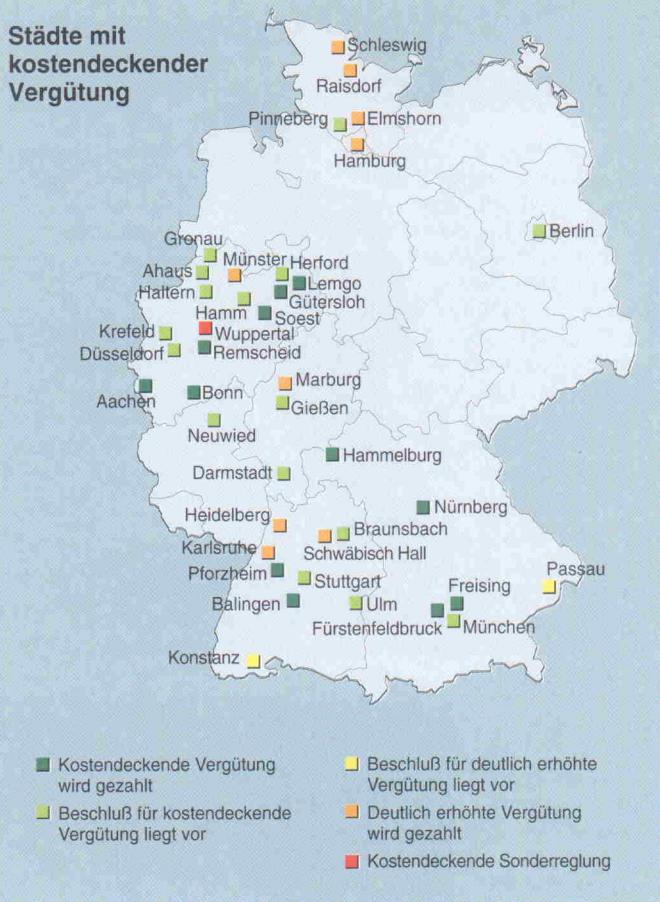
Wer heute allerdings Solarstrom ins öffentliche Netz einspeist, steht finanziell schlechter da als diejenigen, die untätig bleiben. Deshalb möchte der SFV die energiepolitischen Rahmenbedingungen ändern: Der SFV fordert die kostendeckende Vergütung (KV) für Solarstrom, den private Anlagen ins öffentliche Netz einspeisen. Kommunalparlamente können ihre Stadtwerke zur Zahlung einer kostendeckenden Vergütung für Solarstrom verpflichten. Bei 1000 Solaranlagen zu je 1 kWp pro 250 000 Einwohner würde

sich die Stromrechnung für jeden Tarifkunden von durchschnittlich 30,00 DM auf 30,30 DM pro Monat erhöhen. Die Höhe der KV ergibt sich aus Kosten und Leistung einer Musteranlage und beträgt zur Zeit 2 DM pro kWh. Wer den Strom preiswerter produzieren kann, erwirtschaftet damit einen kleinen Gewinn.

Der SFV betreibt eigene Solaranlagen und berät Interessenten gegen Erstattung der Porto- und Kopierkosten hinsichtlich Technik, Errichtung und Betrieb von Solaranlagen. SFV-Mitglieder konstruierten bereits Netzkopplungsgeräte zum Einspeisen von Solarstrom ins öffentliche Netz. Zur Demonstration der Solarenergie auf öffentlichen Plätzen verleiht der Verein Vorführanlagen mit 600 W Leistung.

Solarenergie-Förderverein e. V.  
Herzogstraße 6  
52070 Aachen  
☎ 02 41/51 16 16  
📠 02 41/53 57 86  
✉ sfv@fto.de  
→ http://www.fto.de/sfv/sostart.htm

### Städte mit kostendeckender Vergütung



## MOVE WITH MURATA



Murata ein Spektrum von Sensoren für folgenden Einsatz entwickelt:

Bewegung und Abstand, Klopfen und Schock, Temperatur, Winkel und Rotation.

Verwenden Sie Sensoren von Murata für mehr Sicherheit und Komfort im Automobil.

**muRata**  
Innovator in Electronics



MURATA ELEKTRONIK GMBH & CO. HANDELS KG. · Holbeinstraße 21-23 · D-90441 Nürnberg · Tel. (09 11) 66 87-0 · Fax (09 11) 66 87-4 11

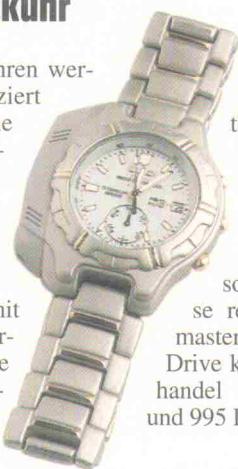
## Photovoltaik

### Photophile Funkuhr

Fast eine Milliarde Uhren werden jährlich produziert und verursachen eine wachsende Menge Batteriemüll. Citizen will mit dem Eco-Drive-Antrieb Abhilfe schaffen. Der besteht aus einem transparenten Zifferblatt mit darunterliegender Solarzelle, die eine Variante eines Lithium-Ionen-Akkus versorgt.

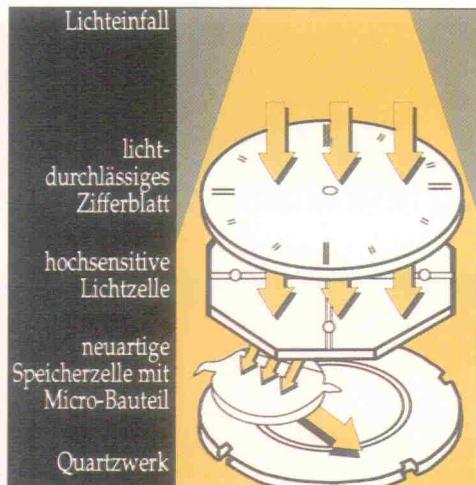
Die 'Space Master' ist ein Modell aus dieser Eco-Drive-Serie mit Funkuhrfunktion. Einmal aufgetankt, soll sie auch im Dunkeln bis zu 150 Tage lang die korrekte Zeit anzeigen, die sie alle 24 Stunden vom DCF77-Sender aus Mainflingen empfängt.

In einer Sonderaktion mit dem WWF nimmt Citizen – beziehungsweise der Uhrenfachhandel – bis zum 31. August Altuhren je nach Zeitwert mit bis zu 50 DM in Zahlung. Sämtliche im Aktions-



zeitraum gesammelte Uhren wirft Citizen in eine 'Umweltsparbüro' in ihrer Hamburger Zentrale und will sie anschließend umweltgerecht entsorgen beziehungsweise recyceln. Die SpaceMaster Funkuhren mit Eco-Drive kosten im Uhrenfachhandel zwischen 349 DM und 995 DM.

Citizen Watch Europe GmbH  
Hans-Duncker-Straße 8  
21035 Hamburg  
☎ 0 40/7 34 62-3 78  
📠 0 40/7 34 62-4 08



### Gesprächiger Sunny Boy

Konventionelle Solaranlagen sammeln den Strom einzelner Module und führen ihn einem zentralen Wechselrichter zu. Die erforderliche Gleichstromverdrahtung ist wenig verbreitet und aufwendig, weil die Leiter zur Minimierung des Lichtbogen- und Brandrisikos kurzschlußsicher zu verlegen sind.

Auch der Arbeitspunkt des Reglers ist nur pauschal für die komplette Anlage einstellbar und daher mit Mismatch-Verlusten verbunden. Die SMA-Regelsysteme GmbH hat in Zusammenarbeit mit dem Institut für Solar Energieversorgungstechnik ISET den Wechselrichter Sunny Boy SWR 700 entwickelt, der näher an das Solarmodul heranrückt. Zur Verbindung der Module mit dem Netz

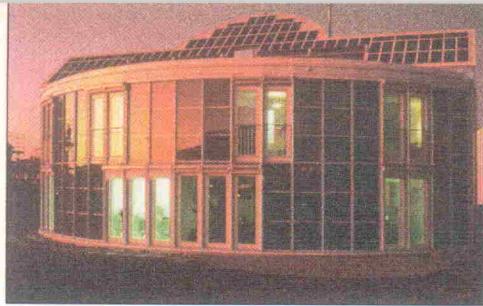
lassen sich so die im Elektrohandwerk häufig eingesetzten und standardisierten Komponenten der Wechselspannungstechnik einsetzen. Das MPP-Tracking (Maximum-Power-Point) erfolgt individuell für jede Modulgruppe. Verluste durch Fehlanpassungen (Mismatching) entfallen.

Die Anlagen werden modular erweiterbar, bei Eingangsspannungen von 125...250 VDC beträgt die Nennleistung 700 W. Ohne zusätzliche Verkabelung kann der SWR 700 über die Netzeleitung mit dem Anwender kommunizieren. Ein Powerline-Modem leitet die Daten von einer Netzsteckdose auf der gleichen Phase an einen PC weiter. Ein Windowsprogramm informiert den Benutzer dann

## Energie-autark

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme betreibt in Freiburg ein Solarhaus, das gänzlich ohne konventionelle Energieträger auskommt und damit ohne Abgabe von Schadstoffen an die Umwelt von einer Familie bewohnt wird. Dieses energieautarke Solarhaus deckt 100 % seines Energiebedarfs durch thermische und photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie.

84 Solarzellenmodule mit einer Fläche von 36 m<sup>2</sup> mit monokristallinen Siliziumzellen erzeugen den Strom. Tageszeitliche Unterschiede zwischen Elektrizitätserzeugung und -verbrauch werden über Batterien mit einer Speicherkapazität von 20 kWh ausgeglichen. Über ein Gleichstromnetz werden Pumpen, Ventilatoren und Meß- sowie Regeltechnik versorgt. Ein vollelektronischer Wechselrichter speist das Wechselstromnetz, mit dem handelsüblichen, energiesparenden Haushaltsgeräte in gewohntem Umfang betrieben werden. Zur saisonalen Energiespeicherung wird ein Wasserstoff/Sauerstoffsystem betrieben. Ein Druckelektrolyseur spaltet Wasser in seine elementaren Bestandteile. Bei einem Druck von 30 bar wird eine Energiemenge von 1500 kWh in Gastanks saisonal gespeichert. Bei Bedarf kann mit einer Brennstoffzelle Elektrizität



oder mit katalytischer Verbrennung Wärme erzeugt werden. Nur an extrem strahlungsarmen Wintertagen – in Freiburg an 15 Tagen im Dezember und Januar – benötigt das Haus diese Zusatzheizung. Das H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-System wurde einem rein elektrischen System vorgezogen, weil damit ein integrales Konzept für Elektrizitäts- und Wärmeversorgung vorliegt. Außerdem kommen Bleibatterien für 1500 kWh wegen unvertretbar hohem Materialaufwand und Energiebedarf nicht in Frage.

Eine vierseitige Broschüre über das energieautarke Solarhaus ist als Nr. 18/1994 im Rahmen des BINE-Projekt-Info-Service erschienen. In dieser Reihe werden regelmäßig vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) geförderte Projekte aus dem Bereich der erneuerbaren Energiequellen vorgestellt. Diese können kostenlos unter folgender Adresse bestellt werden:

BINE  
Mechenstraße 57  
53129 Bonn  
☎ 02 28/23 20 86  
📠 02 28/23 20 89  
→ <http://www.fiz-karlsruhe.de/peu/reise/reise2.html>

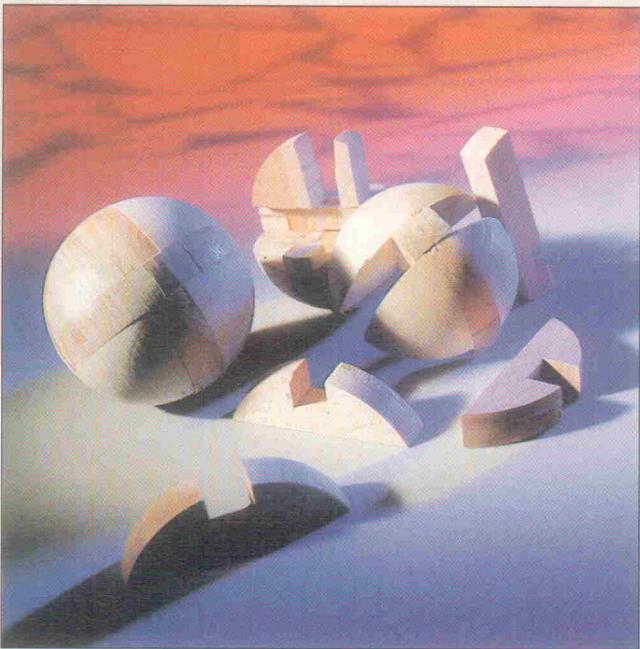
Rosendahl Industrievertrieb  
Carl-Diem-Weg 13  
47803 Krefeld  
☎ 0 21 51/59 89 89  
📠 0 21 51/59 95 31





# Komple(x)tt

**VeriBest PCB Version 14 für Windows 95/NT**



**Matthias Carstens**

**Seit Windows NT ist der Übergang von Workstation zu PC fließend. Immer mehr Software erhält als kleinsten gemeinsamen Nenner sogar eine Kompatibilität zu Windows 95. Mit der CAD/CAE-Komplettlösung von VeriBest soll unter beiden Betriebssystemen die Erstellung auch komplexester Projekte gelingen.**

VeriBest existiert seit Januar dieses Jahres als hundertprozentige Tochter der Intergraph Corporation. Die Firma ist Anbieter von durchgängigen leistungsfähigen EDA-Lösungen und nimmt bei Windows NT-basierten EDA-Werkzeugen eine führende Stellung ein. Nach eigenen Angaben sieht VeriBest seine Aufgabe nicht nur darin, eine modulare EDA-Softwarefamilie, sondern vor allem auch eine effiziente Kundenbetreuung anzubieten. Mit dem Consulting-Service wird die Strukturierung der Arbeitsumgebung und des Designablaufs kundenspezifisch abgestimmt. Dies beginnt mit einem Soll/Ist-Vergleich, führt über die Erstellung von Arbeitsabläufen und endet bei der individuellen Unterstützung bei der Einbindung der Entwicklungsumgebung in die firmeneigene EDV-Landschaft.

Das komplette Softwarepaket ist also kein Neuling in der EDA-Branche – siehe Versionsnummer – jedoch noch relativ jung auf dem PC. Nachdem die Rechenpower eines PC sich nur noch gering von der einer Workstation unter-

scheidet und der Trend in großen Firmen eindeutig zu Auslagerung und Downsizing geht, steigt das Interesse an Workstation-kompatiblen PC-Lösungen [1]. VeriBest liefert genau dies: Ein im Workstation-Markt gewachsenes modulares System, welches auch Motif, Verilog oder ASICs kennt. Teamarbeit im Netzwerk, Export und Import in Formate zahlreicher Tools, eine projektübergreifende grafische Ablaufsteuerung, dedizierte Zugriffsrechte, integriertes 3DCAD und schließlich auch der Preis (ca. 60 000 DM für Schematic und PCB) machen deutlich, daß die Entwickler dieses Systems vorrangig Firmen mit großer Entwicklungsabteilung im Visier haben.

## Auspacken und starten

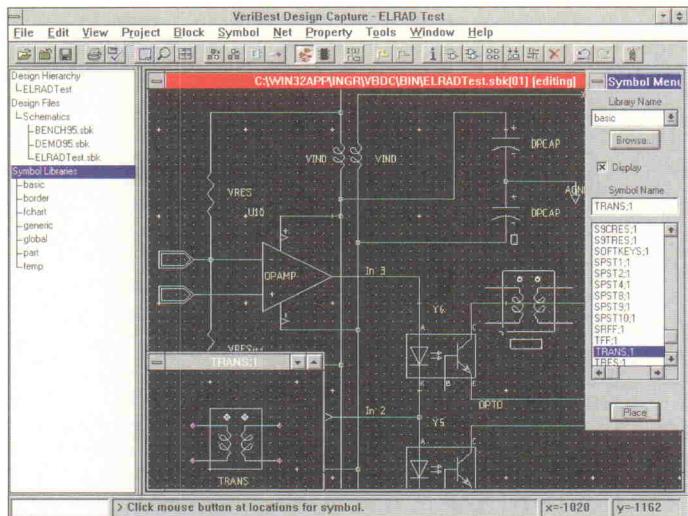
Im Lieferumfang befinden sich 14 englischsprachige Handbücher und drei CDs. Die Installation von Microstation 95, VeriBest Design Capture, PCB und DMM (Design Methodology Manager) belegte auf dem Test-

rechner (Pentium 133, 32 MByte RAM, Windows NT) exklusive der Bibliotheken zirka 130 MByte. Statt eines Dongles arbeitet die Software mit einem netzwerkfähigen Lizenzmanager namens FLEXlm. Die Lizenzen sind – wie auf Workstation-Ebene üblich – maschinengebunden (HostID).

Design Capture besitzt alle Merkmale, die man von einer professionellen Software erwartet. Hierarchische Designs oder Hardwarebeschreibungssprachen (HDL) lassen sich problemlos in Projekten anwenden. Bild 1 zeigt die Oberfläche während der Plazierung von Symbolen. Das Symbol-Menü samt Vorschaufenster ist – wie an vielen Stellen des Paketes – nur *eine* Vorgehensweise von mehreren möglichen. Wer seine Teilenamen auswendig kennt, kann ein Symbol auch direkt per Eingabebox einfügen. Der Browser am linken Bildrand wiederum listet zugleich die Bibliotheken auf. Ein Doppelklick auf einen Symbolnamen bewirkt hier ebenfalls ein Einfügen in den Schaltplan. Schließlich lassen sich Symbole innerhalb des Schaltplanes beliebig kopieren, von einem anderen Schaltbild aus einfügen oder gleich in beliebiger Zahl mehrfach platzieren (Array).

Die Bedienphilosophie des Programms enthält zwar kein Drag and Drop, ist aber trotzdem gelungen. Der Anwender kann zwischen zwei Methoden wählen: Entweder er selektiert ein Objekt und wählt danach die am Objekt auszuführende Aktion oder genau umgekehrt. Für die meistbenötigte Aktion, Selektieren und anschließendes Bewegen, gibt es einen Shortcut: Wenn kein Befehl aktiv ist, bewirkt ein Doppelklick auf beliebige Objekte sowohl Select als auch ein Aktivieren von Move. Während des Bewegens einzelner oder gruppierter Symbole führt Design Capture die angeschlossenen Netze rechtwinklig mit. Das funktioniert jedoch nur teilweise gut, da Netze beim Ablegen auch übereinander oder über Symbole verlaufen können.

Darüber hinaus finden sich im Schaltplanzeichner viele gelungene Detailpunkte, die dem Anwender die Arbeit erleichtern. Die meisten Funktionen bieten nicht nur sauberen Standard,



**Bild 1.** Die Oberfläche des Design Capture erlaubt angenehmes und komfortables Arbeiten.

sondern sinnvolle Ergänzungen. Die Selektion beispielsweise arbeitet Windows-gerecht entweder durch Aufziehen eines Fensters mit der Maus oder bei gedrückt gehaltener Umschalttaste durch adierende Einzelselection. Auf die so entstandene Gruppe lässt sich eine Vielzahl von Befehlen anwenden. Natürlich unterstützt Design Capture auch transparente Befehle, während des Bewegens eines Bauteils kann also munter gezoomt oder gepannt werden. Gerade das Panning hat es in sich: Bei gedrückt gehaltener rechter Maustaste erfolgt ein 'butterweiches' Echtzeit-Scrolling, welches alle anderen (sprunghaften) Pan-Methoden zumindest auf dem schnellen Testrechner überflüssig macht. Gezoomt wird in festen Schritten oder per Mausfenster, je nach Ziehrichtung erhält man 'Zoom In' oder 'Zoom Out'.

In puncto Hotkeys stehen primär nur die F-Tasten ab F2 zur Verfügung. Da die Menüstruktur nicht tief verschachtelt ist, sind die meisten Befehle mit zwei Tasten zu erreichen. Das anfangs beschriebene Symbol-Menü erscheint beispielsweise nach Eingabe von SM. Darüber hinaus ist noch ein Makrorecorder vorhanden, und Poweruser können die ASCII-Datei der Tastatursteuerung leicht nach Belieben anpassen.

Überzeugen kann der Schaltplanzeichner auch in Sachen Fehlerkorrektur durch unbegrenztes 'Undo' und 'Redo'. Mittels 'Edit Align' lassen sich mehrere Symbole wahlweise

horizontal oder vertikal ausrichten. Nicht gerade lebenswichtig, aber sehr angenehm!

### Transfer

Design Capture stellt ein umfassendes Frontend mit Unterstützung von VHDL, Verilog, EDIF, VeriBest PCB und ABEL-HDL dar. Bei VeriBest PCB handelt es sich um einen Aufsatz auf Microstation 95 der Firma Bentley. Daher sind die Dateiformate inkompatibel. Mittels des Common Database Compilers, einem bidirektionalen Netzlisteninterface, ist eine Schnittstelle für zahlreiche Formate vorhanden. Dieser Weg ist auch beim Transfer des Schaltplans zum PCB zu beschreiben. Das Konzept von VeriBest sieht bewusst eine modulare und offene Programmstruktur vor, dessen Vorteile sich vor allem dann zeigen, wenn es um durchgängige Gesamtlösungen geht, also Entwicklungen vom FPGA/ASIC-Design über Simulation bis hin zum PCB-Layout.

Leider hat man ein so kompliziertes Thema wie der Transfer eines Schaltbildes zum PCB zwecks Erstellung einer Platine in der ansonsten sehr umfangreichen, aber nicht an allen Stellen gelungenen Dokumentation ausgelassen. Ein Selbstlerner der Software scheint somit wenig erfolgversprechend. Offenbar geht man bei VeriBest grundsätzlich von einer Softwareschulung aus. Was das Handbuch verschweigt, soll hier kurz geschildert werden. Nach Erstellung eines Schaltplanes, bei der man

sich möglichst der mitgelieferten Bibliotheken bedienen sollte (zirka 30 000 Bauteile), erfolgt eine Kompilierung mit dem Tool CDB. Danach erstellt der Packager (Menü-Tools, Other Utilities) aus dem Komplkit automatisch eine projektbezogene Datenbank (local-job.pdb) und eine Datei namens design.vbd, welche beim Start des PCB geladen wird. Das Zusammenspiel der Bibliotheken, Parts Databases, Projekt- und Schalt-/Layoutdateien sowie der Compiler/Tools dürften in der Schulung locker einen Tag verschlingen. Bei einem korrekt aufgesetzten System erfordert die Übertragung vom Schaltplan zum Layout jedoch nur zwei Mausklicks.

### CAD goes Layout

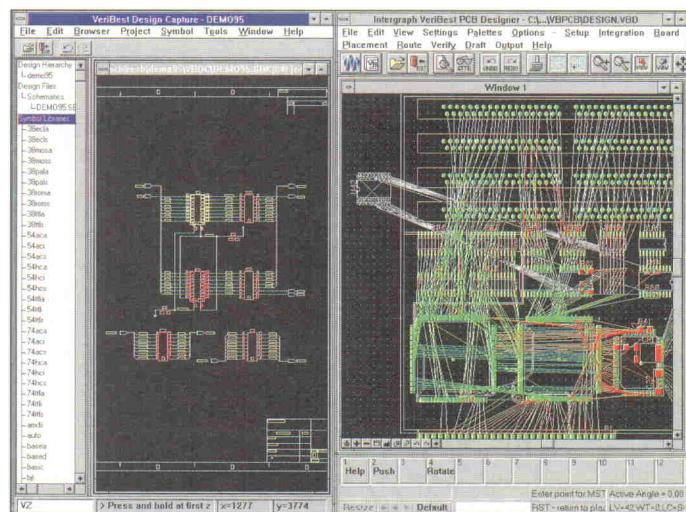
Microstation 95 ist eine programmierbare 2D/3D-CAD-Software. So wie sich AutoCAD in verschiedene anwendungsspezifische Programme verwandeln lässt, wird Microstation durch VeriBest zur Layoutsoftware. Damit einher geht eine hohe Konfigurationsfreiheit des Anwenders bezüglich der Oberfläche, genauer Menüs, Toolbars und Action Keys. Gleichzeitig ergibt sich über die Parts Database eine 3D-Unterstützung auch innerhalb des Pakets.

Nach dem Start des VeriBest PCB sind erste Daten im Programm enthalten, allerdings noch nicht nutzbar. Vorlagen für Platten finden sich im Verzeichnis PCBSEED, aber über 'Board Outline' lässt sich problemlos auch ein Platinenumriss sowie eine Route Border (Rou-

ting-Bereich) zeichnen. Das Einlesen der Netzliste und der Gehäuseinformationen geschieht über den Menüpunkt 'Project Integration', der quasi eine Forwardannotation durchführt.

Zur Plazierung der Bauteile gibt es wieder mehrere Methoden, die im Place-Components-Menü zu finden sind, ein Autoplacer sowie Force-Vektoren stehen als Plazierungshilfe ebenfalls bereit. Am interessantesten ist jedoch das 'Cross Placing': Obwohl es sich bei Design Capture und PCB um getrennte Programme handelt, können diese problemlos miteinander kommunizieren. Sind beim Schaltplan-Editor 'File Transmit' und beim PCB 'Placement' aktiviert, arbeiten beide Hand in Hand (Bild 2). Alle bereits platzierten Bauteile erscheinen im Schaltplan markiert. Selektiert man ein nicht Plazierte mit der Maus und bewegt dieses ins PCB, hängt automatisch das zugehörige Gehäuse am Cursor. Erscheinen im Menü zu den Bauteilen jedoch keine Gehäuse, ist man wahrscheinlich auf einen der vielen Stolpersteine in Sachen Transfer und Zuweisungen gestoßen: dann fehlt vermutlich ein Link zur 2DCell Library, welche die Gehäuseinformationen enthält. Es zeigt sich immer wieder, wie wichtig die korrekte Einstellung des Gesamtsystems ist.

Während der Plazierung ist ein dynamisches Ratsnest aktiv, später beim Verlegen von Leiterbahnen nicht mehr. Die Bedienung des PCB entpuppt sich trotz der Action Keys am unteren Fensterrand (befehlsab-



**Bild 2.** Cross Placing vom Schaltplan aus arbeitet genauso zuverlässig wie das Cross Probing.

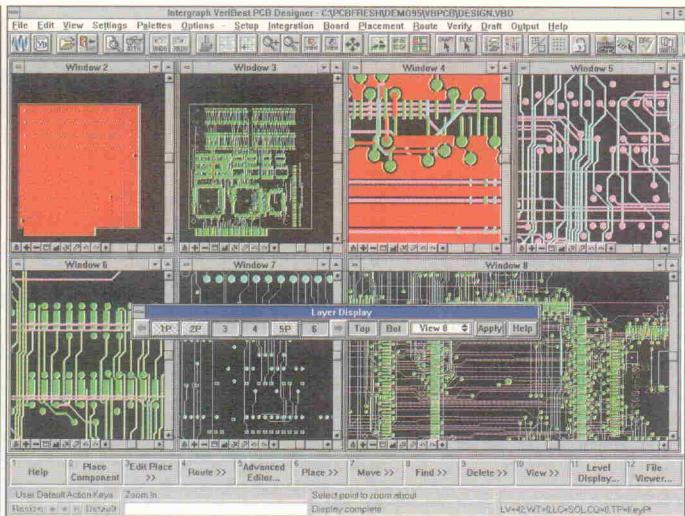


Bild 3. Im Level Display legt man die aktiven Layer der einzelnen Views fest.

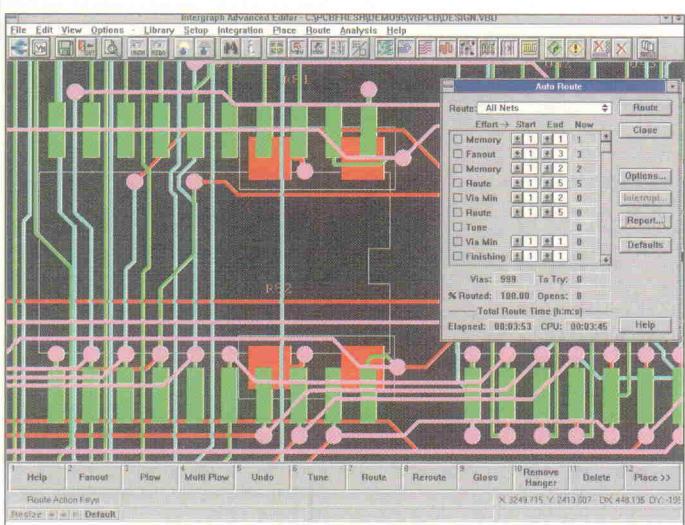


Bild 4. Der rasterlose Autorouter liefert ein sauberes Layout.

hängige F-Tastenbelegung) als nicht ganz so flüssig wie im Design Capture, was hauptsächlich am fehlenden Scrolling mittels rechter Maustaste sowie der fehlenden Select-Funktion im Grundzustand des Programms liegt.

Ansonsten ist das PCB übersichtlich gegliedert und einfach zu bedienen. Alle für das manuelle oder automatische Routen erforderlichen Bedienschritte sind problemlos zu finden und auszuführen. Wie im Design Capture existiert eine Reihe professioneller Hilfsmittel zur Unterstützung des Layouters. Bild 3 zeigt als Beispiel die Darstellung eines Boards in den acht vom Anwender leicht zu konfigurierenden Ansichten. Für jede 'View' lassen sich in einer Dialogbox die aktiven (sichtbaren) Layer einstellen. Zusätzlich existiert ein horizontales Auswahlfenster namens

Layer Display zur Schnellauswahl und -konfiguration der Ansicht. Ein Klick auf das 'Tile Windows' Icon schließlich präsentiert alle derzeit eingestellten Ansichten im Überblick. Derartige Funktionen sind gerade bei der Arbeit mit Multilayern unverzichtbar.

Weniger überzeugen konnte das Undo, weil es leider nicht alle Befehle erfaßt. Auch die Flächenfüllung kann die Erwartungen nicht erfüllen. Sie ist zwar dank gelungener Dialogboxen relativ einfach zu konfigurieren und anzuwenden, arbeitet aber weder assoziativ (Verschieben in Echtzeit) noch automatisch freirechnend. Quasi unbrauchbar ist die Darstellung am Bildschirm: egal in welcher Ebene die Fläche untergebracht ist, auf dem Monitor werden alle anderen Layer 'übermalt' und damit unsichtbar. Auch auf Mischfarben und Teardrops

muß der Anwender derzeit verzichten.

Da VeriBest nicht auf einer zentralen Datenbank basiert, ist in puncto Forward- und Backannotation etwas Handarbeit nötig. Die dazu nötigen Einstellungen und Verfahrensweisen sind jedoch einfach und leicht verständlich und entsprechen weitgehend den bereits vom Programm her bekannten Prozeduren. Ein interessanter Aspekt der dezentralen Arbeitsweise ist, daß eine Annotation nicht nur zwischen Capture und PCB, sondern auch innerhalb eines Schaltplans stattfinden kann. Umfangreiche hierarchisch gegliederte Projekte, verteilt auf mehrere Arbeitsgruppen, lassen sich problemlos zusammenführen und auf den aktuellsten Stand bringen.

## Nicht nur für Fortgeschrittene

Der Advanced Editor (AE) ist nicht etwa eine professionelle Textverarbeitung, sondern ein noch junger Shape Based Autorouter. Er ist sowohl extern als auch direkt aus dem PCB heraus zugänglich. Die Oberfläche entspricht dem Erscheinungsbild der anderen Programme, hier findet sich auch wieder das Echtzeit-Scrolling. Innerhalb des AE kann der Anwender nicht nur dem Routing-Prozeß zusehen, sondern auch 'richtig' arbeiten. So ist manuelles und interaktives Routen, Autorouten, die Konfiguration derselben oder auch das Verschieben von Bauteilen möglich. Die Funktion 'Dyna Plow' unterstützt den Layouter mit einem Push-and-Shove-Algorithmus, jedoch nicht in Echtzeit. Der Anwender verlegt Leiterbahnen Stück für Stück, und nach jedem Absetzen eines Teilstücks verschiebt AE alle in der Nähe befindlichen Wires und Vias. 'Gloss' bewirkt eine Glättung der Leiterbahnen, Pad-Anschlüsse werden vereinfacht. 'Fanout' erzeugt um komplexe Vielbeiner herum ein auseinandergezogenes Via-Feld, so daß sich das Routen an engen SMD Pads vereinfacht. Der Autorouter produziert in der Standardkonfiguration ein sehr gutes und sauberes Layout und geht dabei flott zu Werke (Bild 4).

## Kurz gestreift

Unter Output findet man die Konfiguration der Plotausgabe,

den Silkscreen Generator, NC Drill und diverse Reports. Die Konfiguration des Plots ist nicht gerade leicht verständlich, eine Speichermöglichkeit oder ein Batchprocessing nicht vorgesehen. Dafür kann das Programm alle fertigen Plots auf dem Bildschirm darstellen. Auch nach erfolgter Berechnung der Bohrtabelle werden die Bohrlochsymbole im PCB mit angezeigt und eine Bohrleitende automatisch erzeugt. Die Reports, von Copper Density über Design Status bis VeriBest, sind auch zu einem späteren Zeitpunkt über den File Viewer zugänglich. In seiner File History sind außerdem alle anderen Dateien, wie Fehler- oder Statusausgaben, welche während der Arbeit am Programm anfallen, leicht zu finden und zu betrachten. Zum Paket gehört noch der Design Methodology Manager, welcher bei komplexen Projekten als Hilfe zur Steuerung des Arbeitsablaufes zum Zuge kommt. Seine Verwendung ist jedoch keine Voraussetzung für irgendeine Grundfunktion des Design Capture oder PCB. Schließlich ist auch ein Anschluß an eine relationale Datenbank zur Verwaltung der Bauteile erhältlich.

## Fazit

VeriBest PCB ist ein mächtiges CAD/CAE-Werkzeug, welches einen plattformübergreifenden, flexiblen und vielseitigen Einsatz verspricht. Die Bedienung ist durchdacht und Windows-gerecht umgesetzt, die einzelnen Programme zeigen sich ausgereift und leistungsstark. Vom ASIC bis zur Simulation arbeitet das Paket mit allen professionellen Anwendungen zusammen. Der Zielkundenkreis sind Firmen, die mit ihrer momentanen Umgebung entweder an Grenzen stoßen oder die Effektivität erhöhen wollen.

## Literatur

- [1] Peter Nonhoff-Arps, *Vision und Wirklichkeit, Trends im EDA-Markt*, ELRAD 5/96, S. 42 ff.

# Bei wichtigen Entscheidungen immer dabei.



Testen Sie jetzt!

Für Sie  
drei Monate für  
nur 15 Mark!

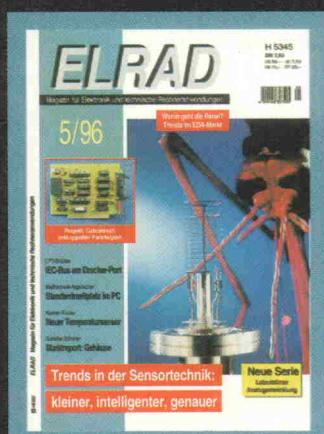
Ein unabhängiger, neutraler und fachkompetenter Journalismus ist der Garant für eine qualitativ hochwertige Fachzeitschrift. Um Ihnen diesen hohen Qualitätsanspruch zu garantieren, bietet ELRAD eine Redaktion mit sieben Redakteuren sowie ein eigenes Meß- und Elektronik-Labor mit mehreren Technikern für umfangreiche Tests. In dieser Zusammensetzung wohl einmalig im deutschsprachigen Raum!

Überzeugen Sie sich selbst von der umfassenden Qualität! Erfahren Sie alles über Labor- und PC-Meßtechnik, Simulation, Sensorik und Aktorik sowie die neuesten Bauelemente.

Lernen Sie ELRAD kennen und lesen Sie drei Monate lang für nur 15 Mark.

Wir sind sicher, wir werden Sie überzeugen.

**Elektronik hat einen Namen. ELRAD.**



**Schnupperangebot:** Ja, senden Sie mir die nächsten drei Ausgaben **ELRAD** für 15,- DM. Wenn mich das Test-Abo überzeugt, brauche ich nichts weiter zu tun; ich bekomme **ELRAD** weiterhin jeden Monat per Post und bezahle 79,20 DM (Inland), 86,40 DM (Ausland). Vorzugspreis für Schüler/Studenten 69,- DM (gegen Nachweis). Möchte ich **ELRAD** nicht regelmäßig weiterbeziehen, gebe ich spätestens 10 Tage nach Erhalt der 3. Ausgabe Nachricht. Damit ist alles erledigt. Übrigens: **ELRAD**-Abos kann man jederzeit zur übernächsten Ausgabe kündigen – mit Geld-zurück-Garantie.

X

Datum      Unterschrift

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

X

Datum      Unterschrift  
Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

Anschrift:

Name/Vorname

Straße/Postfach

PLZ/Ort



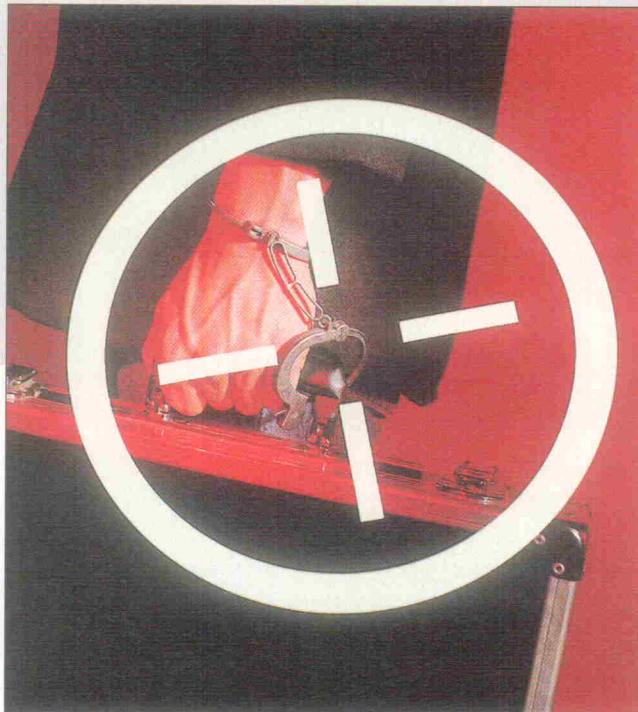
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover  
Tel.: 0511/ 53 52-157, Fax: 0511/53 52-289, Internet: <http://www.ix.de>

# Geheimnisträger

Encoder/Decoder-Baustein MM57C212  
von National Semiconductor

Marcus Prochaska

Mit dem MM57C212 liefert National Semiconductor einen universellen Encoder/Decoder, der sich gleichermaßen für drahtgebundene Datenübertragung und Fernbedienungen mit Funk- oder Infrarot-Strecke einsetzen lässt. Was der Baustein alles zu bieten hat und wie er sich mit auffallend wenig Designaufwand an unterschiedliche Anwendungen anpassen lässt, zeigt dieser Beitrag.



Von Fernbedienungen bis zu Alarm- und Sicherheitssystemen reicht das Einsatzspektrum des MM57C212. Die Flexibilität dieses Encoder/Decoder-Chips ergibt sich dabei im wesentlichen durch zwei verschiedenen Betriebsarten.

Im sogenannten Security Mode (Modus 1) arbeitet der Baustein entweder als Encoder oder Decoder. Mit Hilfe eines 12-Bit-Codes besteht dabei die Möglichkeit, die Datenübertragung zu verschlüsseln. Im Modus 2, dem I/O Expander Mode, verwandelt sich der Chip hingegen in einen 8 Bit breiten Expander

mit 16 Kanälen. In beiden Modi kann das IC wahlweise als Sender oder Empfänger arbeiten.

Der 57C212 ist im 20poligen DIL- oder SO-Gehäuse zu bekommen. Als Versorgungsspannung akzeptiert er 4 V...5,5 V. Der Bereich der Arbeitstemperatur liegt zwischen -20° C und +70° C. Bei mittleren Stückzahlen ist derzeit mit Einkaufspreisen bis zu 2,50 DM zzgl. MwSt. zu rechnen.

Als Hilfsmittel für den Test des Bausteins hatte National ursprünglich ein einfaches Demopaket bestehend aus separatem

IR-Sende- und Empfängermodul samt Datenblatt und Kurzbeschreibung aufgelegt – leider nur in sehr geringen Stückzahlen, die bereits vollständig an diverse Distributoren abgegeben worden sind. Eines dieser 'Demonstration Kits MM57C212' kam trotzdem in die Redaktion und ist als Applikationsbeispiel am Ende dieses Artikels kurz erläutert.

Da der 57C212 ein Derivat aus Nationals COP-8-Mikrocontroller-Familie ist, lässt sich bei Bedarf zum Test auch ein entsprechendes Design Kit einsetzen (z. B. EPU-COP8780-2, zirka 250 DM, per Fax anzufordern unter 01 80/5 30 85 85)

Generell sind für den Betrieb des Bausteins nur wenige externe Bauelemente notwendig. Für die Taktgenerierung ist beispielsweise lediglich der CKI-Anschluß mit einem RC-Glied zu beschalten. Auch macht etwa die Kodierung einer Infrarot-Übertragung (IR) keine speziellen Treiberschaltungen für Send diode oder Detektor erforderlich, denn die entsprechenden Bauelemente lassen sich direkt am MM57C212 anschließen. Somit eignet sich das IC insbesondere für den einfachen Aufbau von drahtlosen Datenübertragungen.

## Sicherheit

Mögliche Applikationsbereiche für den MM57C212 sind ferngesteuerte Türöffner oder Garagentore und ähnliche Einrichtungen. Bei solchen 'keyless entries' ergibt sich ganz generell das Problem der (Funktions-)Sicherheit. Während bei konventionellen Schlössern ein spezieller Schlüssel jeweils nur für ganz bestimmte Schlosser paßt, kann bei Systemen auf Basis von IR- oder Funk-Übertragung zum Beispiel ein breitbandiger 'Fremdsender' schnell zum Dietrich werden.

Damit sich Garagentore nicht im Takt eines ferngesteuerten Mo-

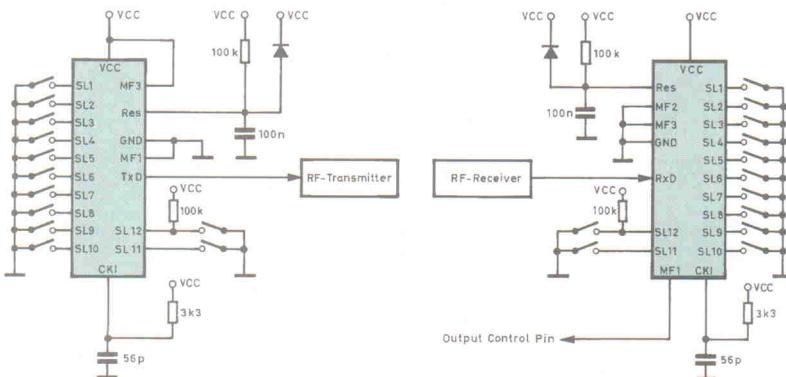


Bild 1. Zugriffs-kontrolle – Encoder/Decoder für eine RF-Strecke im Security Mode.

dellautos oder im Rhythmus eines zappenden Fernsehzuschauers wiegen, gilt es also, das Sendesignal ausreichend exklusiv zu verschlüsseln.

Im Gegensatz zu 'echten' Datenkodierungen ist es in diesem Fall jedoch nicht notwendig, große Dateien vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Es reicht meist aus, eine einfache Information wie 'Tür auf' so zu verpacken, daß unbeabsichtigtes oder unberechtigtes Auslösen der jeweiligen Funktion unmöglich ist. Ähnliches gilt auch für vergleichbare drahtgebundene Anwendungen, zum Beispiel zentralgesteuerte Zahlschlösser für Haustüren.

Für derartige Aufgaben bietet sich der Security Mode MM57C212 an. Mit Hilfe der Code Select Lines SL1...S12 lässt sich dabei am Sender- und Empfängerbaustein ein frei wählbarer 'Sicherheitscode' auswählen. Mit dem Einschalten der Versorgungsspannung beginnt die Datenübertragung, wobei der RxD/TxD-Anschluß als die Schnittstelle zwischen Encoder und Decoder dient. Um beispielsweise eine IR-Verbindung aufzubauen, schließt man an diesen Pin am Transmitterbaustein eine IR-Diode und am Receiver einen entsprechenden Detektor an.

Zur Vermeidung von Übertragungsfehlern wertet der als Empfänger eingestellte MM57C212 dann jeweils zwei aufeinanderfolgende Codetransfers aus. Sofern beide Übertragungen identisch sind, vergleicht der Decoder den Zustand seiner SL-Pins mit dem vom Encoder gesendeten Code. Bei Übereinstimmung signalisiert der Receiver diese mit einem logischen 1-Zustand an Pin MF1 (multi-function Pin 1, siehe auch Tabelle unten), was sich beispielsweise zur Ansteuerung eines Türöffners verwenden lässt.

Im Gegensatz zum I/O-Expander Mode initiiert der Empfängerbaustein im Security-Mode bei falscher Kodierung einen

Wartezustand, der rund zwei Sekunden andauert. Anschließend kann das IC wieder empfangene Daten auswerten. Eine mögliche Schaltung für den Security Mode ist in Bild 1 wiedergegeben. Sofern der Sende- und Empfängerschlüssel übereinstimmen, leuchtet bei dieser Schaltung die am MF1-Pin des Receivers angeschlossene LED auf.

Im I/O-Expander Mode sind die Übertragungsmodalitäten identisch mit denen der Security-Betriebsart. Auch die Funktion von MF1 bleibt unverändert. Die Code Select Lines SL1...SL12 nehmen jedoch andere Aufgaben wahr: Die Anschlüsse SL1...SL8 am Sender erhalten nun ein zu übertragenes Codewort, während SL9..SL12 quasi als Weiche fungieren. Wenn der Zustand dieser vier Bit an Sender und Empfänger übereinstimmt, gibt der Empfänger über die verbleibenden acht Code Select Lines das jeweils vom Sender übertragene Datenbyte aus. Somit ergibt sich ein Expander mit 16 Kanälen. Wie sich das IC für diese Betriebsart beschalten lässt, zeigt Bild 2.

### Auswahl

Wie schon erwähnt, ist der 57C212 wahlweise als Sender oder Empfänger zu programmieren. Die Wahl erfolgt über den Pin MF3 (multi-function Pin 3) – und zwar unabhängig von der verwendeten Betriebsart. Mit Masse an MF3 arbeitet das IC als Empfänger; liegt hier hingegen die Versorgungsspannung an, als Sender.

Wenn das IC als Empfänger programmiert ist, dient der Pin MF2 (multi-function Pin 2) zur Auswahl des gewünschten Betriebsmodus. Massepegel an diesem Pin lässt den Baustein als Encoder/Decoder im Security Mode arbeiten. Der I/O-Expander Mode ist hingegen aktiviert, wenn man MF2 unbeschaltet lässt. Die Einstellung der Betriebsart ist dabei ledig-

### Funktionskontrolle im Detail

MF1	MF2	MF3	Betriebsart
Ausgang	GND	GND	Empfänger (Coder/Decoder)
Ausgang	offen	GND	Empfänger (I/O-Expander)
offen	offen	V <sub>cc</sub>	Sender (RF, ohne Latch)
offen	GND	V <sub>cc</sub>	Sender (RF, mit Latch)
GND	offen	V <sub>cc</sub>	Sender (IR, ohne Latch)
GND	GND	V <sub>cc</sub>	Sender (IR, mit Latch)

**SETO**  
SOFTWARE

**SETO wird zu MENTOR GRAPHICS,  
SETO topCAD zu INTEGRA STATION**

**Mentor  
Graphics**

We mean business.

1.

**Warum  
erwirbt  
Mentor Graphics**

**SETO  
Software GmbH und**

**SETO  
topCAD?**

Mentor Graphics Corporation, der Weltmarktführer für UNIX-basierte PCB Layout Tools, unterstreicht mit dem Erwerb der SETO Software GmbH und den bestehenden 1900 SETO topCAD Installationen, daß Mentor jetzt auch im PC Markt nur professionelle und modernste Lösungen anbietet.

2.

**Warum  
nennt sich  
das Produkt  
SETO topCAD  
jetzt Mentor  
Integra  
Station?**

Der neue Name Mentor Integra Station betont die Integration aller Designwerkzeuge in einer durchgängigen Komplettlösung und verdeutlicht die leichte Einbindung in das Windows/UNIX Umfeld.

3.

**Welche  
Vorteile ergeben  
sich für alle  
SETO topCAD  
Anwender?**

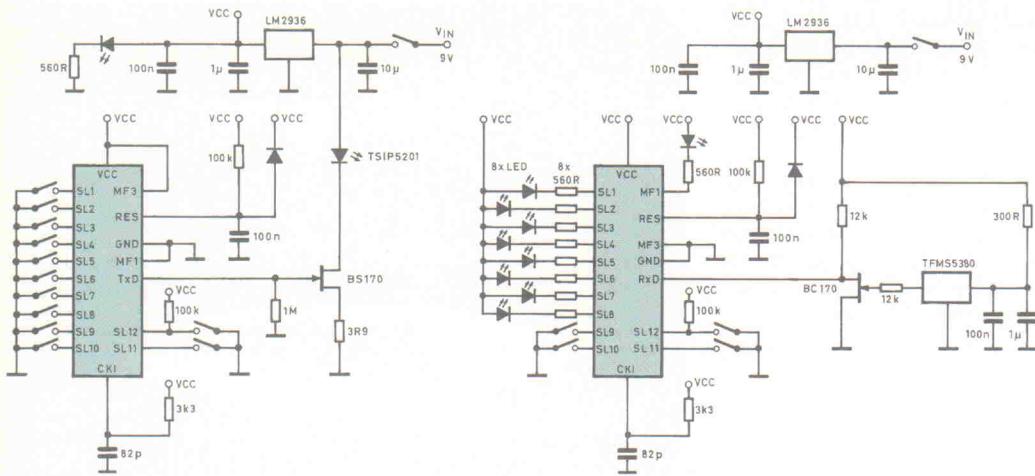
Den Mentor Integra Station-Anwendern steht jetzt neben einem weltweiten Unternehmen mit 60 Niederlassungen auch der Zugang zu den internationalen Technologien zur Verfügung.

4.

**Welche  
Vorteile ergeben  
sich für das  
Produkt  
SETO  
topCAD?**

Die Leistungsfähigkeit von Mentor Integra Station im PC Markt gemeinsam mit dem Marktführer Mentor Graphics im UNIX Markt ergibt die perfekte, globale plattformübergreifende Lösung!

**MENTOR GRAPHICS Corporation möchte hiermit alle SETO topCAD Kunden bei Mentor Graphics willkommen heißen und freut sich auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit !!!**



**Bild 2. Expansion – der MM57C212 in einer IR-Übertragung mit 16 Kanälen.**

lich auf der Empfängerseite vorgenötet, da nur die Interpretation empfangener Daten direkt von der jeweiligen Betriebsart abhängt.

Arbeitet der Baustein als Sender, dann bestimmt Pin MF2 die Wahl zwischen dem sogenannten 'Latch' und 'Normal-Output Mode'. Im Latch Mode ändert sich der aktuelle Zustand der Ausgänge am Empfänger erst mit dem Beginn des nächstfolgenden Codetransfers. Hierdurch bleiben zum Beispiel im I/O-Expander Mode die Signale an den Pins SL1...SL8 immer bis zur

nächsten Übertragung unverändert. Gleiches gilt für den MF1-Anschluß am Decoder. Der Latch Mode ist aktiv, wenn Pin MF2 nicht beschaltet wird.

### Formate

Bei Verwendung des ICs als Transmitter läßt sich schließlich noch in beiden Betriebsarten die Übertragung an das jeweilige Medium anpassen – durch Auswahl eines von zwei möglichen 'Formaten' für das Sendesignal: Grundsätzlich generiert der Baustein mit einem integrierten

Pulsweitenmodulator Pulssequenzen am TxD-Ausgang (Pin MF1 offen). Dies eignet sich beispielsweise für die Datenübertragung via Funkstrecke (RF). Speziell für Infrarot-Übertragungen stellt das IC zudem einen sogenannten Burst Mode zur Verfügung (MF1 an Masse). Dabei werden High-Zustände des PWM-Sendesignals zusätzlich in jeweils zehn schmalere Pulse gesplittet. Hierdurch läßt sich der Chip optimal an Bedürfnisse von Infrarotsendern und -detektoren anpassen.

Da ein Teil der Betriebsbedingungen für den MM57C212 entweder nur am Transmitter oder nur am Receiver eingestellt werden, müssen zwangsläufig einige weitere Parameter Bestandteil der Datenübertragung sein – zusätzlich zum Zustand der SL-Pins vom Sender. Entsprechende Bitcodes finden sich somit im verwendeten Transferprotokoll wieder:

Unabhängig von der jeweiligen Betriebsart besteht das Sendeprotokoll aus einem Stopbit und 32 Datenbits. Die ersten zwölf Bits dieser Kombination enthalten den Status der Pins SL1...SL12 am Sender (Bit 0...11). Mit einer '1' in Bit 15 gibt der Transmitter bekannt, daß der Latch Mode gerade aktiv ist. Von Bit 16 bis Bit 23 reicht der intern generierte Sicherheitscode, der vom Zustand der Code Select Lines abhängt. Die verbleibenden unbenutzten elf Bits nehmen Random-Code auf.

### Probelauf

Das Demonstration Kit MM57C212 besteht aus einer Sende- und einer Empfangseinheit, die getrennt voneinander auf je einer Platine aufgebaut

sind. Jedes Board ist mit einem MM57C212 bestückt, der entweder als Sende- oder Empfängerbaustein geschaltet ist. Als Spannungsversorgung ist an jedem Modul eine 9-V-Blockbatterie vorgesehen. Der Transfer zwischen Receiver- und Transmitter-Einheit erfolgt über eine IR-Strecke, mit der sich bis zu 20 Meter überbrücken lassen.

Neben Encoder/Decoder-IC, der Sendediode und einem IR-Detektor kommen die beiden Schaltungen mit wenigen, kaum spektakulären Bauelementen aus. Im wesentlichen entspricht der Aufbau der in Bild 2 dargestellten Anordnung.

Auf der Transceiver-Platine finden sich zwei DIP-Schalter für die Vorgabe der Zustände an den SL-Pins (SL1...SL8 und SL9...SL12). Ein weiterer Schiebeschalter dient zum Ein- und Abschalten des Latch Mode. Die Datenübertragung wird über einen zusätzlichen Taster ausgelöst, wobei dieser bei Betätigung den Baustein einfach mit der Betriebsspannung verbindet, was die Ausgabe einer Pulssequenz über TxD an die IR-Sendediode bewirkt.

Die Empfängerschaltung verfügt über einen Schalter für die Betriebsspannung. Die Auswahl von Betriebsart 1 (Security) oder 2 (I/O-Expander) erfolgt mit einem Jumper, der mit dem MF2-Pin des Empfängerbausteins verbunden ist. Während die Pins SL1...SL8 über Leuchtdioden gegen Masse geschaltet sind, lassen sich die Code Select Lines SL9...SL12 zur Kanalvorgabe im I/O-Expander Mode per DIP-Schalter festlegen.

Zum Einsatz des Demo-Kits im Encoder/Decoder Mode muß lediglich der Jumper am Empfänger gesteckt und danach das



Zum dritten Mal lädt die ELRAD-Redaktion auf der MessComp zum Live-Test ein: Anbieter und Entwickler rechnergestützter Meßtechnik sind wieder aufgefordert, unter den kritischen Augen des Messepulikums die Fähigkeiten ihrer aktuellen Produkte unter Beweis zu stellen. Der Wettbewerb findet am 10. September 1996 im Foyer der Rhein-Main-Hallen statt. Wieder gilt es, eine Aufgabe aus der praktischen Meßtechnik zu lösen. Genaueres wird erst kurz vor Wettbewerbsbeginn verraten. Sie dürfen gespannt sein.

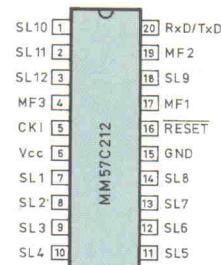
**ELRAD**

Modul eingeschaltet werden. Ein Druck auf den Taster der Senderseinheit startet dann die Codeübertragung. Sofern die Beschaltung von SL1...SL12 auf beiden Seiten übereinstimmt, leuchtet die am MF1-Pin des Empfängers geschaltete LED auf. Je nachdem, welcher Ausgangsmodus (Latch oder Normal) gewählt ist, bleibt die LED entweder aktiv oder erlischt sofort wieder.

Dadurch, daß eine Schaltungskombination gleichzeitig für beide möglichen Betriebsarten des MM57C212 hinhalten muß, ergeben sich gewisse Einschränkungen für die Security-Betriebsart. Da SL1 bis SL8 des Empfängers über Leuchtdioden stets gegen Masse geschaltet sind, erkennt der Receiver einen Code nur dann, wenn die unteren acht SL-Anschlüsse des Senders ebenfalls auf Masse geschaltet sind. Dagegen gibt es im I/O-Expander Mode keine Einschränkungen. Sofern auf beiden Boards mit SL9...SL12 der gleiche Kanal eingestellt ist, gibt das Receivermodul den Status der unteren acht SL-Pins des Senders aus. Die Funktion des Ausgangsmodus ist in beiden Betriebsarten gleich.

### Alles in allem

Mit seinen beiden Betriebsarten Security und I/O-Expander Mode bietet sich der MM57C212 für etliche verschiedene Applikationen an. Das IC läßt sich problemlos handhaben, obwohl praktisch jeder Pin – je nach Konfiguration – für verschiedene Aufgaben zuständig ist und sich die wesentlichen Chipfunktionen le-

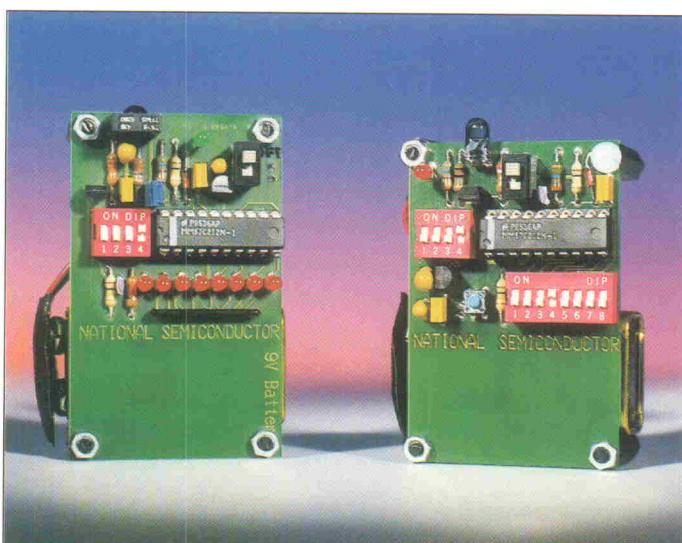


**Bild 3.** Pinout – identische Anschlußbelegung für DIP und SO.

diglich über die drei 'Multifunktions-Pins' ansteuern lassen.

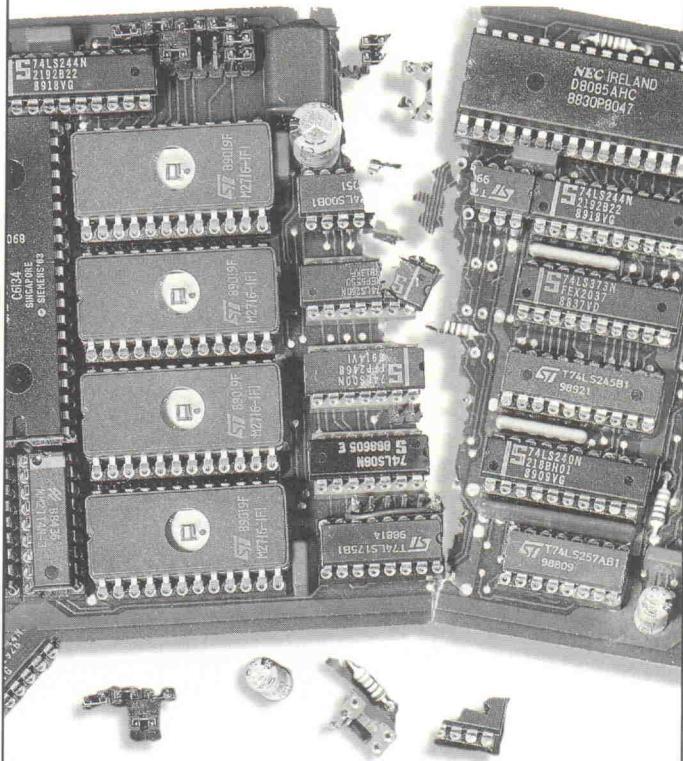
Im Gegensatz zu vielen anderen Chips begnügt sich Nationals Encoder/Decoder-IC trotz seiner Funktionsvielfalt in fast allen Anwendungsbereichen mit einer sehr überschaubaren Außenbeschaltung. Das kurz gehaltene Datenblatt gibt ausreichend Auskunft über die Funktionen des Bausteins und informiert den Anwender auch über das Timing und die an Tx/D/Rx/D ausgegebenen/aufgenommenen Pulssequenzen. Wer das IC ausprobieren möchte, wird somit sicherlich auch ohne Eva-Kit leicht eine Datenübertragung mit dem MM57C212 realisieren können.

Im übrigen möchte die Redaktion auf dem Wege einer Verlosung wenigstens das noch vorhandene 'Unikat' des 'Demonstration Kit MM57C212' an die *ELRAD*-Leser weitergeben. Wer teilnehmen möchte, schickt einfach bis zum 23. Juli eine Postkarte an die Redaktion, Stichwort 'MM57C212'. Der Rechtsweg ist wie immer ausgeschlossen. *kle*



**Bild 4.** Sammlerstück – das Test-Kit zum MM57C212 ist kaum zu bekommen, unterstützt aber alle Betriebsarten des Chips.

# Jede ist zu ersetzen!



## Kompatibles Redesign und Nachfertigung nicht mehr lieferbarer Originalbaugruppen

Ersatz für DEC, Siemens, AEG etc. zum Teil ab Lager

- **Neuentwicklungen, Systeme & Geräte**  
Soft- und Hardware
- **Automatisierungstechnik**  
Sondermaschinenbau
- **Bildverarbeitung**  
Teileinspektion, Lageerkennung
- **DATATRANS Fernwirktechnik**  
AEG-Geartrans 2100/Geadat 81-kompatibel
- **GigaDAC-Meßwerterfassungssystem**  
Meßverstärker für DMS, PT100, Thermo,...
- **Kalibriertechnik**  
Prüfstände
- **Labornetzgeräte DDC 230/5**  
2x0...30V, 5 Festspannungen

DIE ENTWICKLER

vereinigte Elektronik Werkstätten® GMBH

Edisonstraße 19 • 28357 Bremen  
Tel. 0421/27 15 30 • Fax 0421/27 36 08

# Ton-Meister

## Neue Audio-Spezial-ICs

Entwicklung

Peter Röbke-Doerr

Obwohl heute in der anspruchsvolleren Audiotechnik ohne die beiden großen 'Ds' für digital und DSP fast nichts mehr geht, bleibt im mittleren und unteren Preissegment nach wie vor ein Markt für echte analoge Lösungen. ELRAD hat dort – und im Mixed-Analog-Digital-Bereich – ein wenig gegraben und stellt die gefundenen Integrierten Schaltungen in typischen Anwendungen vor.



**E**iner der (wenigen) Sektoren, die sich bisher der Digitalisierung erfolgreich entzogen haben, ist der Leistungsverstärkerbereich. Obgleich es in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt hat – und irgendwann wird es auch einmal gelingen –, funktionierende D-Endstufen mit PWM (Pulsweitenmodulation) zu realisieren, konnten die bisherigen Schaltungsvorschläge nicht überzeugen. Es gibt daher nach wie vor Bedarf an kleinen und mittleren Endstufen-ICs.

### 250 mW-Endstufe

National Semiconductor ist dafür einer der führenden Anbieter, der hier in Deutschland über

eine recht aktive Applikationsabteilung verfügt. Seit einigen Monaten gibt es die sogenannte Boomer-Familie; dabei handelt es sich um Endstufen-ICs, deren Leistung im Bereich von 250 mW bis 2 W liegt und deren Nenn-Betriebsspannung je nach IC zwischen 2,7 V...5,5 V liegen darf. Mit einem kleinen Demoboard, auf dem die Ausgangsbuchsen mehr Platz 'verbrauchen' als alle übrigen Baulemente zusammen, versorgt aus zwei Mignonzellen und an einen wirkungsgradstarken Lautsprecher angeschlossen, kann man damit einen beeindruckenden Schalldruck erzeugen.

Ein neues Mitglied aus der Boomer-Familie nennt sich

LM4880: Es ist ein Achtbeiner (DIL oder SOP), der zwei Endstufen beherbergt, dessen Versorgungsspannung zwischen 2,7 V und 5,5 V liegen darf – keine gesplittete Versorgung also! – und dessen Ausgangsleistung maximal 250 mW an 8 Ohm beträgt. Der Klirrfaktor (THD) ist dabei kleiner als 0,1 %, die typische Spannungsverstärkung ist 1 und als besonderes Feature hat man noch einen Shutdown-Eingang spendiert, der – an die Plus-Versorgung gelegt – für ein Abschalten des Bausteins und eine Stromaufnahme von weniger als 1 µA sorgt. Die Applikationsschaltung verdeutlicht die einfache Beschaltung, im Prinzip kann man das IC

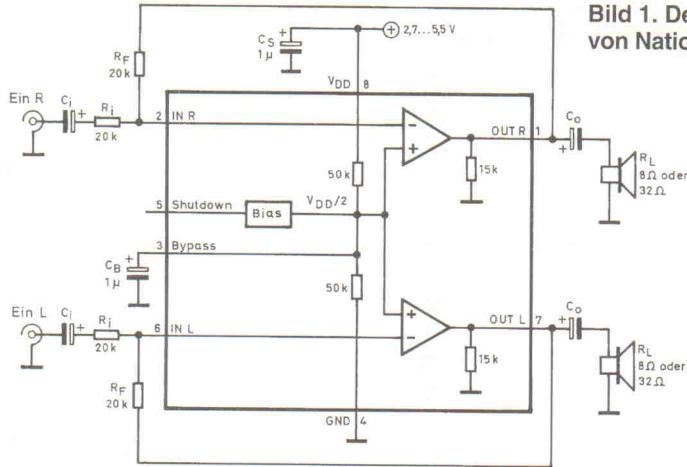


Bild 1. Der Stereo-Boomer von National Semiconductor.

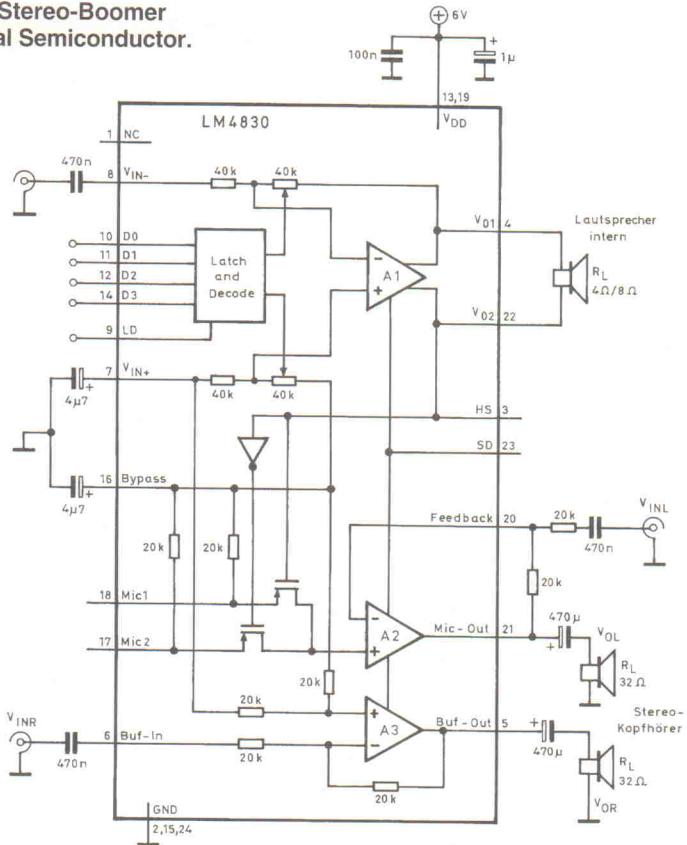


Bild 2. Für Audio-Duplex-Verbindungen gut geeignet: der LM4830.

wie einen normalen OpAmp behandeln.

## Audio-Duplex

Ein anderer neuer Baustein der Boomer-Reihe ist etwas komplexer: Es handelt sich um ein 24-Pin-SOIC oder DIL-Gehäuse, das einen 2-W-Endverstärker mit digitaler Lautstärke-Einstellung, einen Buffer-Vergänger für allgemeine Anwendungen und einen Mikrofonverstärker mit zwei schaltbaren Eingängen enthält. Als Einsatzbereich nennt National alle bidirektionalen Audioverbindungen wie: Lauthöreinrichtungen am Telefon, Freisprechen für Funktelefon im Auto und Anschluß für Headsets (Kopfhörer mit Mikrofon) am Rechner und bei Telefonanwendungen – also überall da, wo zwei Personen mit Mikro und Lautsprecher miteinander reden müssen. Eine davon etwas abweichende Applikation zeigt unser Schaltbild: Hier sind Mikrofon- und Buffer-Vergänger als Hochpegel-Eingänge mit der Verstärkung 1 beschaltet, die einen Stereo-Kopfhörer versorgen, und der Lautsprecher-Vergänger A1 läuft vollkommen unabhängig davon im Dauerbetrieb an einer Lautsprecherbox. Auch hier läßt sich mit dem Pin SD der ganze Baustein in den Shutdown-Modus versetzen; mit Pin HS dagegen kann man die Endstufe A1 einerseits vom Brückenbetrieb auf Single-Ended umschalten – damit würde ein Lautsprecher zwischen Pin 4 und Pin 22 abgeschaltet, ein Kopfhörer zwischen Pin 4 und Masse dagegen nicht, und andererseits wird damit zwischen Mic 1 und Mic 2 umgeschaltet.

schen Pin 4 und Pin 22 abgeschaltet, ein Kopfhörer zwischen Pin 4 und Masse dagegen nicht, und andererseits wird damit zwischen Mic 1 und Mic 2 umgeschaltet.

## Unterdrückung mit adaptiver Schwelle

Nein, nicht von Dolby, sondern von Analog Devices kommt ein Baustein mit Namen SSM2000, der auf einer Weiterentwicklung des Hush-Systems von Rocktron basiert (damit komprimierte Signale sind allerdings Dolby-kompatibel). Es ist ein IC für ein Rauschunterdrückungs-System, das dynamische Filterung mit einem Abwärts-Expander kombiniert und so Schmutzeffekte anderer Komponenter umgeht. Insbesondere erkennt das neue IC die Nennpegel der angelegten Signale und erspart dem Benutzer so das lästige Einpegnen der Anlage. Alle adaptiven Schwellen werden auf diese Nennpegel bezogen. Das IC ist auf unsymmetrischen Betrieb ausgelegt und kann daher für alle Audio-Quellen benutzt werden. Im Peldiagramm sieht man die Beziehungen der Eingangs- und Ausgangspegel – die Referenz ist der jeweilige Nennpegel. Im normalen Betriebszustand als Rauschunterdrückungs-System gewinnt das Nutzsignal 20 dB Rauschabstand.

Das in der Applikationsschaltung vorhandene Netzwerk zwischen den Pins 7 und 12 ist für

normale Anwendung eigentlich nicht nötig, ermöglicht aber eine Menge Effekte: Beispielsweise ist es mit dem 'Automatic-Leveling' genannten Feature möglich, eine Kompression durchzuführen, die Ursprungs-dynamik des Signals aber weitgehend zu erhalten. Im Gegensatz zur normalen Kompression, bei der schon die Pegel spitzen einzelner Wellenzüge 'weggefangen' werden, greift die Regelung beim Automatic-Leveling erst, wenn der Gesamtpegel über einen längeren Zeitraum – beispielsweise länger als eine Sekunde – über einer einstellbaren Schwelle liegt. Die Applikation nennt dazu als Anwendungsbeispiel, die durchweg über dem Normalpegel liegenden Werbespots im Rundfunk und Fernsehen wieder auf nicht störende Lautstärken zurückzufahren ...

Mit dem anderen im Netzwerk liegenden Poti (Volume) kann

man den Ausgangspegel beider Kanäle einstellen, und zwar ohne eine Audiolleitung zum Poti auf der Frontplatte führen zu müssen.

## HF-IC

Den nächsten vorzustellenden Baustein kann man kaum als explizit niederfrequent und damit als Audio-IC bezeichnen, ist doch sein herausragendes Merkmal ein Verstärkungs-Bandbreitenprodukt (Gain-Bandwidth-Product) von 2 GHz. Ein interessantes analoges Bauteil ist es aber allemal. Es stammt vom amerikanischen Spezialitäten-Hersteller éantec, dessen Produkte hier in Deutschland von Atlantik-Elektronik vertrieben werden (Bild 4).

Der EL2075 ist ein Breitbandverstärker, der für die normale Spannungs-Gegenkopplung ausgelegt wurde, so daß normale



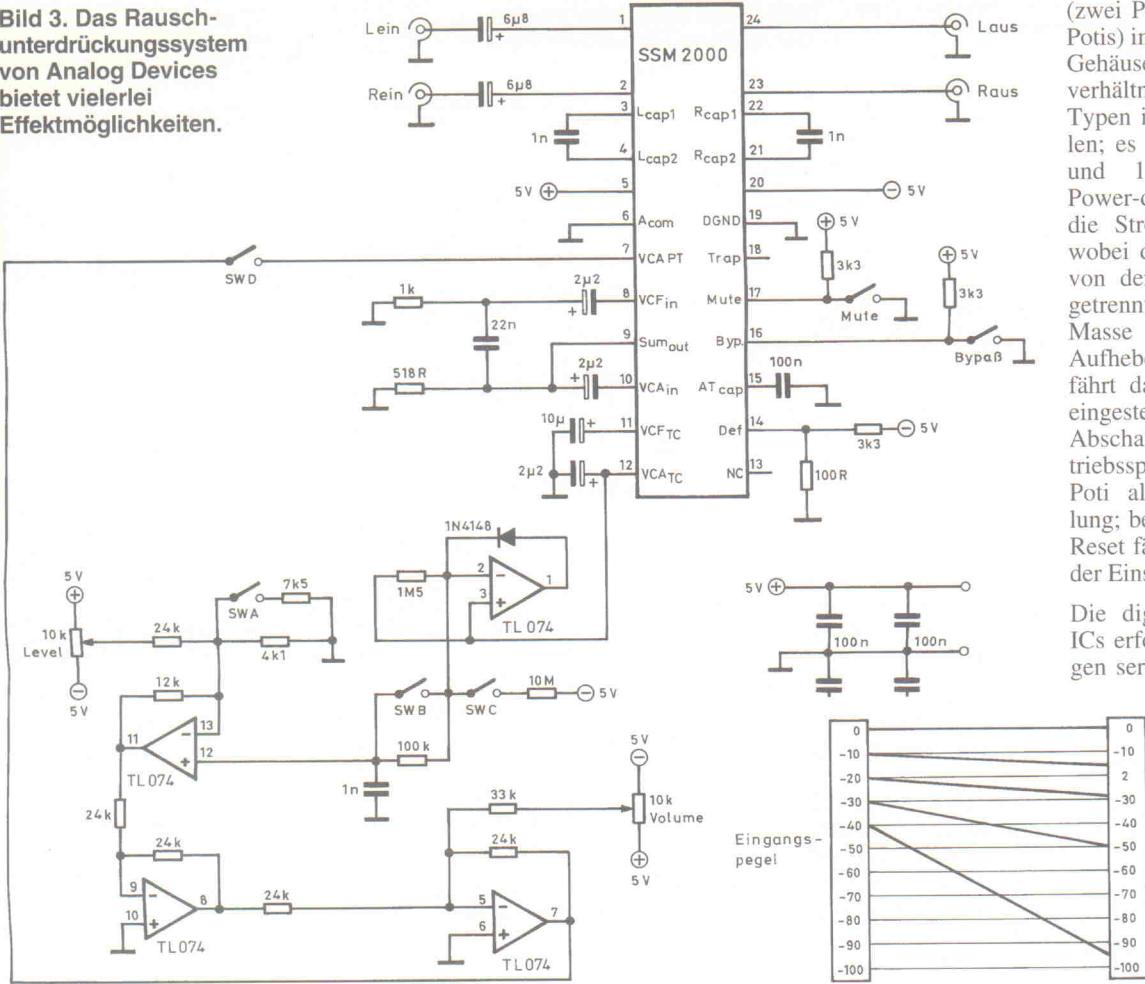
NOW, THE BATTLE IS OVER  
ULTIBOARD BUNDLED WITH SPECCTRA  
SHAPE BASED AUTOROUTER

ULTiboards Interaktive Qualitäten waren immer der Hauptgrund, warum professionelle Designer ULTiboard einsetzen. Jetzt kommt jede ULTiboard Designer System mit dem SPECCTRA SP4 Autorouter: the best of both worlds. Alle ULTiboard Designer Anwender mit gültigen Update-Abonnement bekommen ein kostenloses MAINTENANCE UPGRADE mit diesem berühmten Shape Based (konturiert, gridless) Autorouter SPECCTRA SP4 (4 Signal Layer + Power & Ground). Hiermit wird wieder klar, daß ULTimate Technology der EDA-Lieferant ist, der sich wirklich um seine Kunden kümmert!

Europazentrale: ULTimate Technology BV, Energieweg 36  
1411 AT Naarden, Niederlande  
tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345

Distributoren: Tuba Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338  
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 91236  
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

**Bild 3.** Das Rauschunterdrückungssystem von Analog Devices bietet vielerlei Effektmöglichkeiten.



Schaltungstopologien für Verstärker, Filter, Sample-and-Hold-Stufen oder Integratoren verwendbar sind. Die Eingangs-Offsetspannung beträgt  $200\text{ }\mu\text{V}$ , der Eingangs-Offsetstrom  $0,1\text{ }\mu\text{A}$ , die Gleichtaktunterdrückung liegt bei mindestens  $90\text{ dB}$ . Als besonderes Bonbon ist aber die Rauschspannung von  $2,3\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  zu werten, sie liegt im Bereich spezieller Mikrofonvorverstärker. Der Ausgangsverstärker ist auf Impedanzen von  $50\text{ R}...57\text{ R}$  optimiert und kann Spannungen von  $6\text{ V}_{\text{pp}}$  treiben. Durch eine eingebaute Strombegrenzung ist die Ausgangsstufe in der Lage, kurzzeitige Kurzschlüsse zu überleben.

## 2 × 1W-Stereo-Brücken

Von Philips Semiconductors kommt ein Endstufenbaustein mit der Bezeichnung TDA8542, er enthält zwei Brückenendstufen mit je  $1\text{ W}$  Ausgangsleistung bei  $5\text{ V}$  Versorgungsspannung, einem Klirrfaktor von  $10\%$  bei einem Lastwiderstand von  $8\text{ R}$ . Als minimale Versorgungsspannung werden  $2,2\text{ V}$

angegeben; das IC wird im 16poligen DIL- oder SO16L-Gehäuse geliefert (Bild 5).

Die Verstärkung der Applikationsschaltung errechnet sich nach der Formel:  $V=(R_3/R_1)x2$ . Am Pin SVR liegt die Betriebsspannungsmitte, die mit einem entsprechend großen Kondensator wechselspannungsmäßig auf Masse gelegt wird; an diesen Punkt sind auch die nicht-invertierenden Eingänge angebunden. Mit dem Mode-Pin kann man das IC in Stand-by schalten; die Stromaufnahme beträgt dann nur noch  $10\text{ }\mu\text{A}$ . Mit Pin BTL/SE ist zwischen Brückenbetrieb und Single-Ended umzuschalten – eine elegante Umschaltmöglichkeit auf Kopfhörerbetrieb ohne weitere Spannungsteiler; wenn Pin 5 auf Masse liegt, sind jeweils die nicht-invertierenden Brückenzweige abgeschaltet.

## 2 × 25 W-Stereo

Ein etwas stärkeres Kaliber ist das IC TDA7265 von SGS-Thomson; diese Stereo-Endstufen in einem Multiwatt-1-Gehäuse liefern zwei mal  $25\text{ Watt}$  Sinusleistung an  $8\text{ Ohm}$

Lasten und können in einem Betriebsspannungsbereich von  $\pm 5\text{ V}... \pm 25\text{ V}$  betrieben werden. Der Baustein erzeugt beim Ein- und Ausschalten keine Pop-Geräusche, hat eine trickreiche Stand-by/Mute-Funktion und verfügt über einen Kurzschlusschutz sowie eine thermische Überlastungssicherung (Bild 6).

Das Applikationsschaltbild zeigt die simple Außenbeschaltung: Wer keine Mute/Standby-Funktionen benötigt, kann die gesamte Beschaltung an Pin 5 weglassen und Pin 5 auf Masse legen. Die Spannungsverstärkung der Endstufe wird wie bei jedem anderen OpAmp auch über das Spannungsverteilerverhältnis der Gegenkopplungswiderstände eingestellt; in diesem Fall über den  $18\text{-k-Widerstand}$  in Verbindung mit dem  $560\text{ R-Widerstand}$ . Das Boucherot-Glied parallel zum Lautsprecher ( $4\text{R}_7-100\text{n}$ ) vermindert Schwingneigungen der Schaltung.

## Digitales Poti

Ein digital ansteuerbares Poti gibt es von Analog Devices unter der Bezeichnung AD8402

(zwei Potis) und AD8403 (vier Potis) im SO14/24- oder DIP14-Gehäuse. Das Spannungsteilverhältnis lässt sich bei allen Typen in 256 Schritten einstellen; es gibt sie in  $10\text{-k}$ -,  $50\text{-k}$ - und  $100\text{-k-Ausführung}$ . Ein Power-down-Modus reduziert die Stromaufnahme auf  $5\text{ }\mu\text{A}$ , wobei das heiße Bein des Poti von der speisenden Schaltung getrennt und der Schleifer mit Masse verbunden wird. Beim Aufheben des PWD-Modus fährt das Poti auf den zuletzt eingestellten Wert zurück. Beim Abschalten der gesamten Betriebsspannung „vergißt“ das Poti allerdings seine Einstellung; beim obligaten Power-up-Reset fährt es dann in die Mitte der Einstellskala (Bild 7a).

Die digitale Ansteuerung des ICs erfolgt über einen dreidimensionalen seriellen Bus mit SDI (Se-

**Bild 3a.** Pegeldiagramm des Abwärts-Expanders.

rial Data In), SCLK (Serial Clock) und /CS (Chip Select), wobei von dem 10 Bit langen Datenwort zwei Bits für die Adressierung abgezweigt werden; die restlichen acht Bits stellen die Daten dar.

Die Applikation zeigt die wohlbekannte Standardschaltung des State-Variable-Filters (Bild 7), in dem die Potis durch einen AD8403 ersetzt wurden. Mit RDAC2 und RDAC3 stellt man die Frequenz ein – wie bei einem Stereo-Poti erhalten sie die gleichen Befehle, während RDAC1 für die Verstärkung und RDAC4 für die Güte Q zuständig ist.

## Rail to Rail

Häufig stehen Entwickler vor dem doppelten Problem, einen großen Steuerspannungsbereich zu benötigen und andererseits nur eine einzelne relativ niedrige Betriebsspannung zur Verfügung zu haben. Jedes verschenkte Millivolt im Ausgangsspannungs-Swing ist dabei ein Grund für graue Haare. Von Maxim wird hier ein neuer Baustein angeboten, der zwar einerseits „nur“ ein neuer OpAmp ist, zum anderen aber in solchen

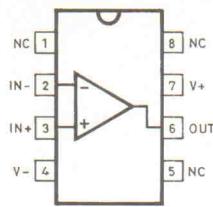


Bild 4. Anschlußbelegung des EL2075 von elantec.

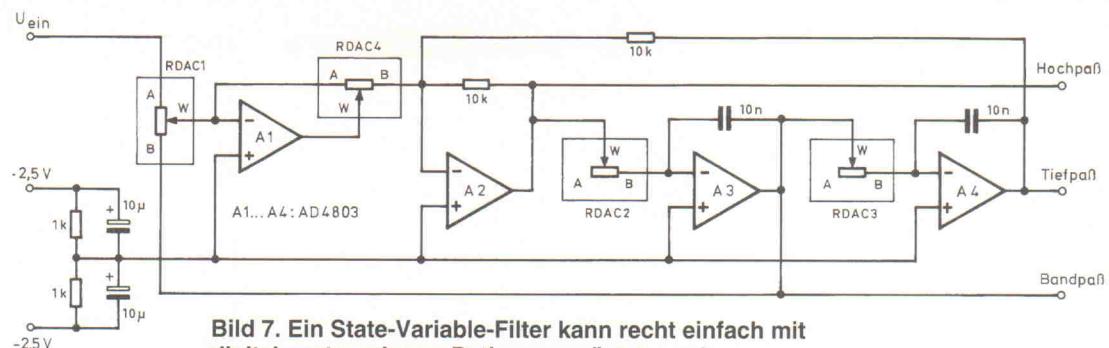


Bild 7. Ein State-Variable-Filter kann recht einfach mit digital ansteuerbaren Potis ausgerüstet werden.

Grenzfällen recht nützlich zu sein scheint. Es handelt sich um einen 1/2/4fach-IC mit der Bezeichnung MAX495/492/494 in DIP/SO oder μmax SO-Gehäuse, der nur eine einzelne Betriebsspannung zwischen 2,7 V...6 V benötigt. Der Aussteuerungsbereich wird vom Datenblatt mit Rail-to-Rail ange-

geben, und reicht auch bis auf 75 mV ( $R_{Last}$  100 k) oder 200 mV ( $R_{Last}$  1 k) an die Betriebsspannungen heran. Die niedrige Stromaufnahme von 150 µA lässt den Baustein als besonders geeignet für Batteriebetrieb erscheinen. Die Spannungsverstärkung von maximal 108 dB, verbunden mit einer

minimalen Last von 1 k und der Fähigkeit, auch kapazitive Lasten von 1 nF zu treiben, sind weitere interessante Features. Das Schaltbild zeigt den Einsatz eines MAX495 in einem A/D-Wandler (Bild 8).

### Symmetrische Leitungstreiber

Ein echter Spezialbaustein ist der symmetrische Leitungstreiber AD815 von Analog Devices (Bild 9). Er besteht aus zwei separaten OpAmps, die entweder in einem 24beinigen SOIC-Gehäuse oder in einem speziellen 15-Beiner, ähnlich einem doppelt breiten Spannungsregler, untergebracht sind. Die Ausgangsleistung beträgt etwa 5 W im Brückenbetrieb an 50R Lastwiderstand, der Klirrfaktor liegt bei 1 MHz, 200 R<sub>Last</sub> und 40 V<sub>pp</sub> etwa bei -66 dB; für 20 kHz und 200R ergeben sich -96 dB; das Ganze ist dauerkurzschluß-

fest bei Kurzschlüssen gegen Masse. Die -3-dB-Bandbreite beträgt 120 MHz und die Slew-Rate 900 V/µs. Die Applikationsschrift nennt als Anwendung: Leitungstreiber für Twisted-Pair-Leitungen, Video-Verteiler-Verstärker, Endstufen für Monitor- oder Oszilloskopraphen-Röhren und Treiber für Audio-Transformatoren beziehungsweise Magnetspulen.

Die Schaltung zeigt eine typische Anwendung für symmetrische Eingänge und Ausgänge; die Spannungsverstärkung beträgt in der gegebenen Dimensionierung 10.

### OpAmp mit Buffer

Präzisions-OpAmps liefern nur selten Ströme über den mA-Bereich hinaus und Leistungs-OpAmps sind nur selten präzise. Abhilfe schafft hier ein Schaltungsvorschlag von Burr-Brown (Bild 10), der beide Welten vereint. Ein OPA604 steuert einen BUF634, und die Gegenkopplung wird über beide Bauteile geführt. Man handelt sich dabei folgende Vorteile ein: Die wesentlichen Parameter wie beispielsweise Offset, Drift, Rauschen und Klirrfaktor werden fast ausschließlich vom Operationsverstärker bestimmt, die Temperatur des OpAmps wechselt zwischen Leerlauf bis Vollast nur unwesentlich und die aufzubringende Treiberleistung besteht lediglich aus dem geringen Eingangsstrom des Buffers. Der Buffer ist für einen maximalen Ausgangsstrom von 250 mA spezifiziert, werden höhere Werte benötigt, können mehrere BUF634 parallelge-

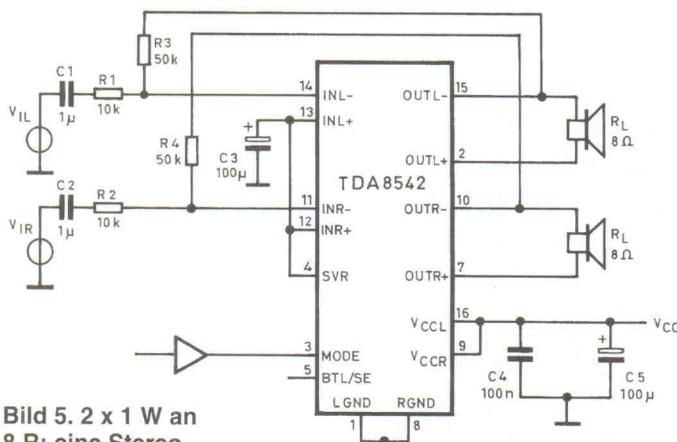


Bild 5. 2 x 1 W an 8 R; eine Stereo-Brückenschaltung von Philips.

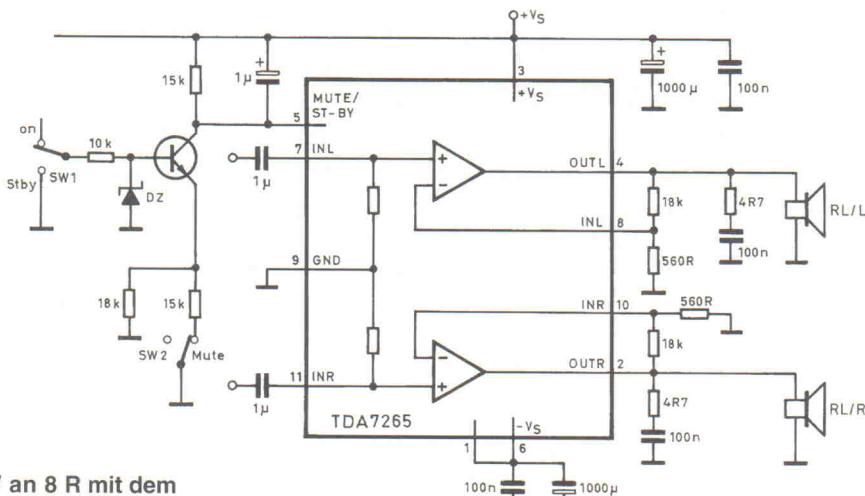


Bild 6. 2 x 25 W an 8 R mit dem TDA7265 von SGS-Thomson.

KOSTENLOS  
0130-829411

NOW, THE BATTLE IS OVER  
**ULTIBOARD** BUNDLED WITH **SPECCTRA**  
SHAPE BASED AUTOROUTER

ULTiboard's interactive qualities were always the main reason, why professional designers use ULTiboard. Now comes every ULTiboard Designer System with the SPECCTRA SP4 Autorouter: the best of both worlds. All ULTiboard Designer users with valid update subscription receive a free MAINTENANCE UPGRADE with this well-known Shape Based (gridless) Autorouter SPECCTRA SP4 (4 Signal Layer + Power & Ground). Here it will be clear, what ULTiboard technology the EDA-supplier is, which really cares about its customers!

**ULTIMATE TECHNOLOGY**

Europazentrale: **ULTimate Technology BV**, Energieweg 36  
1411 AT Naarden, Niederlande  
tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345

Distributoren:

- Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
- PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 91236
- AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

Europas  
meistgekaufte  
Unix-Zeitschrift



# MULTIUSER MULTITASKING MAGAZIN

**Super:**

## Das 500-MByte-Abo

**Jeder neue Abonnent\* bekommt  
eine CD-ROM mit freier  
Software für Unix,  
Gesamtumfang über  
500 MByte.**

\* Dieses Angebot gilt auch für unsere bisherigen Abonnenten. Postkarte mit vollständiger Anschrift und Abo-Nummer an den Heise-Verlag genügt.

**Über 50  
Programmpakete  
im Quellcode!**



Auf dieser CD-ROM finden Sie alles, was man unter Unix braucht:

Programmierwerkzeuge: Java Development Kit 1.0, GNU C-, Fortran- und Pascal-Compiler mit Debugger und weiteren Tools (mit gcc2.7.2-Binaries für Solaris 2.4, HP-UX 9.x, AIX 4.1.x, IRIX 5.3). PVM 3.0 – Parallelverarbeitung in heterogenen Netzen Perl 5, Tcl/Tk, Motif-C++ 2.0.

Grafiksoftware: xv 3.10, ImageMagick, Tgif, Xfig, vogl/vogle, GOOD, Ghostscript. Textverarbeitung: XEmacs 19.13, GNU Emacs 19.30, ispell, GNU recode. Shells und Tools: tcsh, bash, less, PBM-Tools. Netzwerke, World Wide Web: Mac-Unix-Connectivity, MSDOS-Unix-Connectivity, COPS, SATAN, TIS, wu-ftpd, HTTP-Server ... und vieles mehr.

**Ja, ich möchte ix abonnieren!**

Ausfüllen, ausschneiden, abschicken. Oder faxen Sie uns: 0511/53 52-289;  
Sie können uns auch eine EMail schicken: abo@ix.de

Schicken Sie mir bitte ix, von der nächsterreichbaren Ausgabe bis auf Widerruf. Das Jahresabonnement kostet:  
 Inland: 81,- DM    Ausland: 88,80 DM; Studentenabo (gegen Nachweis):  Inland: 71,40 DM    Ausland: 79,80 DM  
(Die Kündigung ist jederzeit zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich. Überbezahlte Beträge werden erstattet.)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohngort

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:  
 Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Konto-Nr.

BLZ

Bank

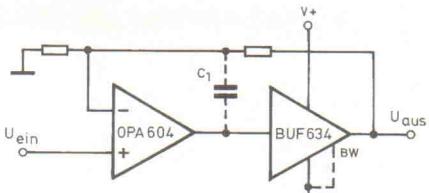
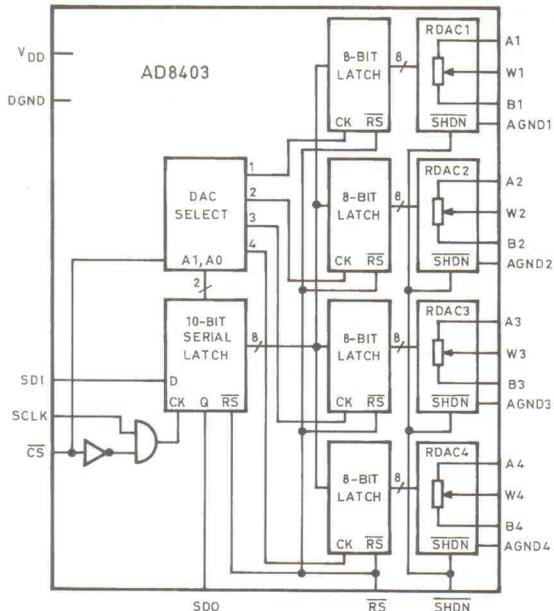
X

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Bitte schicken Sie mir als Dankeschön für den Bankeinzug den begehrten ix-Sticker.

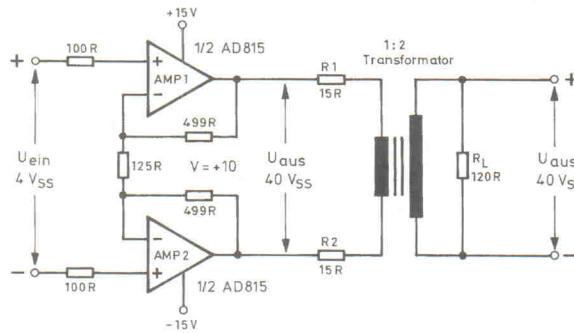
Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

**Verlag Heinz Heise, Vertrieb Zeitschriften,  
Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover**



**Bild 10.**  
Ein 250 mA-Buffer in  
Verbindung mit einem  
Präzisions-OpAmp stellt ein  
optimales Treibergespann dar.



**Bild 9.** Die symmetrische Brückenschaltung liefert etwa 5 W an 50 R.

schaltet werden. Wenn Pin BW auf negative Betriebsspannung gelegt wird, steigt die verfügbare Bandbreite von 30 MHz auf 180 MHz. Das Buffer-IC besitzt einen Übertemperaturschutz und ist kurzschlüssefest gegen Masse.

### Pegel-Sensor

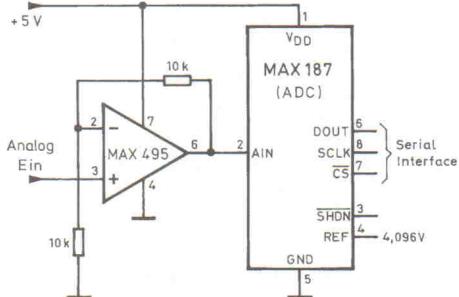
Für Überwachungs- oder Steuerungsaufgaben benötigt man oft einen Audio-Pegel-Sensor. Dabei ist aber nicht immer der genaue Wert der Amplitude gesucht; die Aussage 'Pegel vorhanden' oder 'Pegel nicht vorhanden' reicht für manche Anwendungen völlig aus – beispielsweise in aufwendigen Kassettenrecordinern für die Detektierung des Bandendes oder in Mehrspurgeräten zum Sprin-

gen zu den nächsten Spuren. Die Entwicklung einer solchen Schaltung ist nun sicher keine 'ingenieure' Meisterleistung, aber wenn man sie denn als 8binige SOP-Version mit allen möglichen Features fertig haben kann, sollte das einige Stunden Arbeit sparen (Bild 11).

Die japanische Firma Rohm bietet unter der Bezeichnung BA3708F solch einen Baustein an; man kann in der vorgestellten Applikation durch entsprechende Beschaltung von RC-Gliedern diverse Ansprechzeiten einstellen. Um Fehler zu minimieren, muß beispielsweise mit der Ansprechzeit  $T_c$  festgelegt werden, wie lange ein Eingangssignal anliegen muß, um eine bereits gesetzte Fehlermel-

dung wieder aufzuheben; mit den RC-Werten an Pin 1 ( $T_w$ ) bestimmt man die Zeitdauer  $t_w$  zwischen dem Ausfall des Signals und dem Setzen der Fehlermeldung – sozusagen die Denkpause der Schaltung: Fehler oder normale Pause zwi-

**Bild 7a.**  
Die Innen-  
schaltung  
des  
AD8403.



**Bild 8.**  
Analog-Digital-Umsetzer  
von Maxim.

116 dB beträgt. Der Klirrfaktor für das gesamte Audioband liegt bei 0,001 % und das Übersprechen zwischen den Kanälen ist kleiner als -110 dB (Bild 12). Das digitale Steuersignal besteht aus einem seriellen Dreidraht-Bus (serial data in, /chip select, serial clock), der 16 Bit breit ist – jeweils 8 Bit für den rechten Kanal und 8 Bit für den linken Kanal. Nach dem Anlegen der Betriebsspannung und bei jedem Hardware-Muting (Mute-Pin auf +5 V) führt der Baustein einen Offset-Abgleich durch, bei Ausgangsspannungen von kleiner als 200 mV gilt das IC als abgeglichen; nach dem Einschalten liegen alle Register auf Null und die Eingänge der Verstärker an Masse, daher sind zum Abspeichern aktueller Einstellungen vor dem Ausschalten besondere Maßnahmen zu treffen.

Das Besondere an diesem Baustein ist die pfiffige Übernahme von Stellbefehlen; normalerweise ist es so, daß mit der steigenden Flanke von /CS die neuen Stellwerte übernommen werden. Da sich dies jedoch bei Anliegen eines hohen niederfrequenten Pegels in Verzerrungen und Störgeräuschen äußern würde, wartet man auf den nächsten Nulldurchgang der Signalamplitude und übernimmt erst dann die neue Einstellung. Diese Detektion führen die Kanäle selbstverständlich unabhängig voneinander durch.

Dem Platinenlayout ist wie bei allen gemischt-digital-analogen Schaltungen besonderes Augenmerk zu widmen – die Störspannungsabstände können durch falsches Design dramatisch verschlechtert werden. Crystal bietet hier den Layout-Review-Service an: Vorgesenes Layout an eine Faxnummer schicken und die Verbesserungsvorschläge in die endgültige Vorlage einarbeiten – wohlgemerkt: bevor die Platte gefertigt wird!

### Integrierter Ruhstrom

Beim Schaltungsdesign von diskret aufgebauten MOSFET-Endstufen hat sich in den letz-

KOSTENLOS  
0130-829411

NOW, THE BATTLE IS OVER  
**ULTIBOARD** BUNDLED WITH **SPECCTRA**  
SHAPE BASED AUTOROUTER

Ultiboards Interaktive Qualitäten waren immer der Hauptgrund, warum professionelle Designer Ultiboard einsetzen. Jetzt kommt jede Ultiboard Designer System mit dem SPECCTRA SP4 Autorouter: the best of both worlds. Alle Ultiboard Designer Anwender mit gültigem Update-Abonnement bekommen ein kostenfreies MAINTENANCE UPGRADE mit diesem berühmten Shape Based (konturbasiert, gridless) Autorouter SPECCTRA SP4 (4 Signal Layer + Power & Ground). Hiermit wird wieder klar, daß Ultimate Technology der EDA-Lieferant ist, der sich wirklich um seine Kunden kümmert!

Europazentrale: Ultimatic Technology BV, Energieweg 36  
1411 AT Naarden, Niederlande  
tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345

Distributoren: Taube Electronic, tel. 030 - 6959238  
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 91236  
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

# Wer liefert Was in der Elektronik

Auf CD-Rom oder Diskette

## Sie suchen

- IC- Funktionstypen
- Bauteile/-elemente
- Bezugsquellen
- Ersatztypen
- Distributorenadressen



## Der IC-Scout findet

43.000 Basis-ICs von  
255 Herstellern  
895 Herstelleradressen  
(weltweit) und  
1235 Distributorenadressen

### Systemvoraussetzung:

386er PC, DOS 3.1.,  
Windows 3.1  
4 MB Hauptspeicher  
Der IC-Scout belegt 15 MB  
(Installation) bzw. 10 MB  
(Betrieb) auf der Festplatte

**148,- DM**

## Bestellcoupon

eMedia, Postfach 61 01 06, 30601  
Hannover oder Fax Nr: 0511/5352-147

Senden Sie mir bitte **IC-Scout** zum Preis von 148,- DM  
zzgl. 6,- DM für Porto und Verpackung.

auf CD-Rom  auf 3,5" Diskette

Bestellungen nur gegen Vorauskasse

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr.

BLZ

Bank

Verrechnungsscheck liegt bei.  
 Eurocard  Visa  American Express

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Monat/Jahr Monat/Jahr

**Absender:**

Name/Vorname

Firma

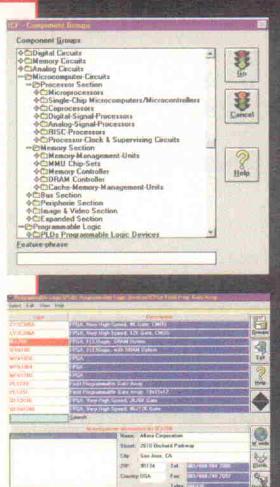
Straße/Postfach

PLZ/Ort

X

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Der IC-Scout ist eine Gemeinschaftsentwicklung der ELRAD-Redaktion und der Firma Nova Elektronik GmbH



Entwicklung

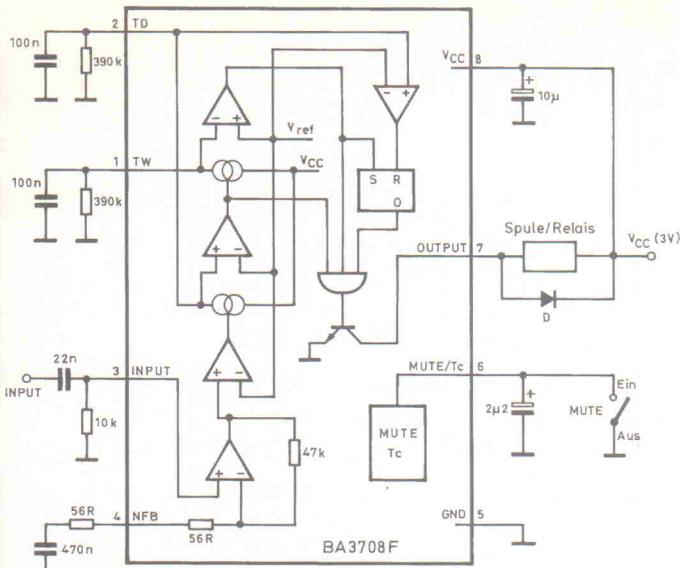


Bild 11. Sobald das Eingangssignal unter einen Pegel von -64 dBV fällt, schaltet der Ausgang nach Masse durch.

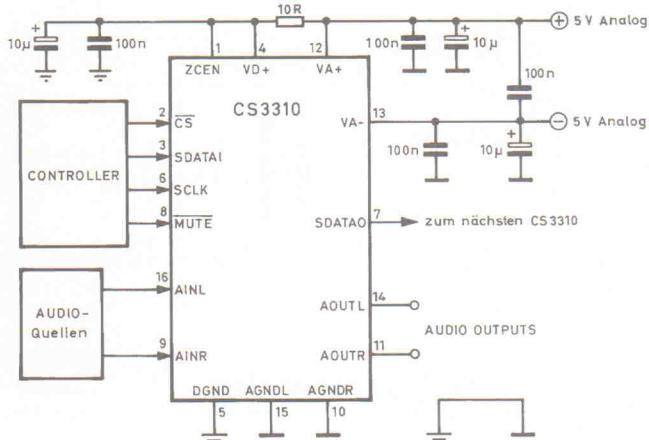


Bild 12. Ein digital steuerbares Stereo-Pot für anspruchsvolle Anwendungen.

ten Jahren nicht viel revolutionär Neues getan, im Prinzip ist die von Hitachi Anfang der 80er Jahre vorgestellte Schaltung mit AB-Arbeitspunkt nach wie vor Stand der Technik. Daran ändert auch das soeben von Linear Technology vorge-

stellte LT1166 nur insofern etwas, als wesentliche Teile zur Stabilisierung des Ruhestroms der Endstufen-FETs und zur Ansteuerung in ein IC hineinintegriert wurden – dies hat man jedoch gründlich getan. Darauf sieht die Grundschaltung so aufgeräumt aus wie ehedem von Röhren-Endstufen her gewohnt (Bild 13). Besonderes Feature: Eine Strombegrenzungsschaltung fragt den Spannungsabfall zwischen 'Sense' und 'Out' ab, und wenn 1,3 V überschritten sind (was bei einem Sense-Widerstand von 1R einen Strom von 1,3 A bedeuten würde), zieht sie dem zugehörigen Gate die Spannung weg: Die Kurzschlußsicherung ist also auch schon eingebaut.

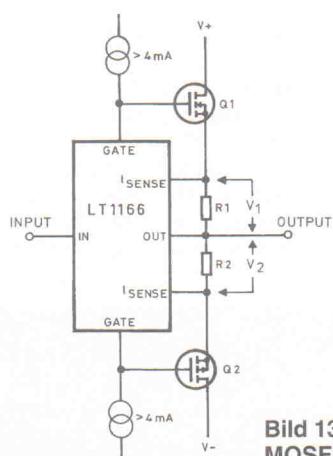


Bild 13. Die Grundschaltung für eine MOSFET-Endstufe mit dem LT1166.

Schneller Anbieterkontakt per Fax: Seite 71

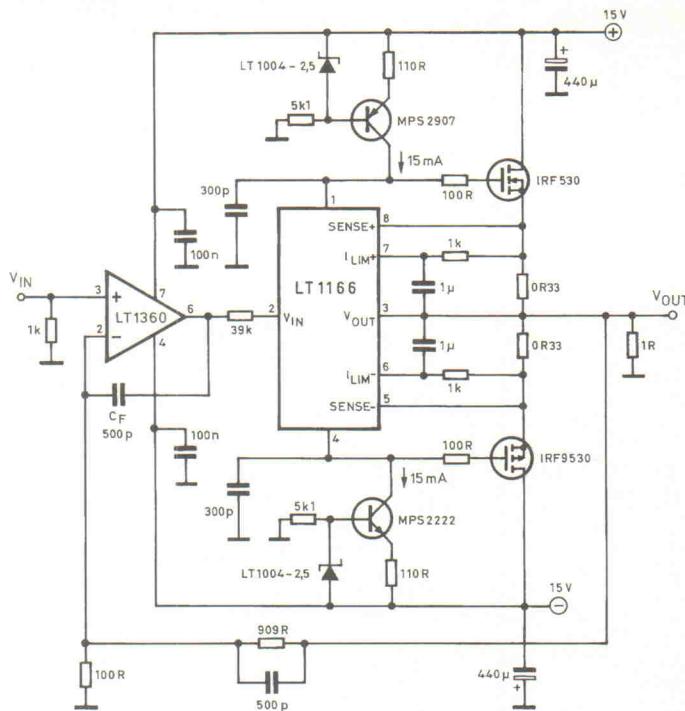


Bild 14. Fertig dimensionierte Endstufe mit dem LT1166.

Eine komplette Endstufe mit der Spannungsverstärkung von 10 zeigt die Applikationsschaltung. Außer den Endstufen-FETs, zwei

Stromquellen und dem Eingangs-OpAmp benötigt man nur noch eine Handvoll passiver Bauteile (Bild 14).

roe

## Hersteller/Lieferanten/Distributoren

National Semiconductor  
Livry-Gargan-Straße 10  
82256 Fürstenfeldbruck  
☎ 0 81 41/3 50  
📠 01 80/5 30 85 86  
➡ http://www.national.com

Analog Devices  
Edelsbergstraße 8–10  
80686 München  
☎ 0 89/57 00 50  
📠 0 89/57 00 51 57  
➡ http://www.analog.com

élan tec  
Gordon House Business Center  
First Floor  
6 Lissenden Gardens  
London  
NW5 1LX  
England  
Vertrieb: Atlantik-Elektronik  
Fraunhoferstraße 11a  
82152 Planegg  
☎ 0 89/8 57 00 00  
📠 0 89/8 57 37 02

Philips Semiconductors  
Postfach 106323  
20043 Hamburg  
☎ 0 40/3 29 60  
📠 0 40/3 29 62 13  
➡ http://www.semiconductors.philips.com/ps/

SGS-Thomson Microelectronics  
Bretonischer Ring 4  
85630 Grasbrunn  
☎ 0 89/46 00 60  
📠 0 89/4 60 54 54  
➡ http://www.st.com/

Maxim GmbH  
Lochhamer Schlag 6  
82166 Gräfelfing  
➡ http://www.maxim-ic.com/  
Vertrieb: SE Spezial Elektronik  
Kreuzbreite 15  
31675 Bückerburg  
☎ 0 57 22/20 30  
📠 0 57 22/20 31 20

Burr-Brown  
Kurze Straße 40  
70794 Filderstadt-Bonlanden 4  
☎ 0 711/7 70 40  
📠 0 711/7 70 41 09  
➡ http://www.burr-brown.com/

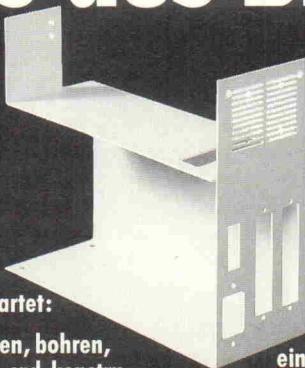
Rohm  
Karl-Arnold-Straße 15  
47877 Willlich-Münchheide  
☎ 0 21 54/92 10  
📠 0 21 54/92 14 00

Crystal Semiconductor  
Muhlfelderstraße 2  
82211 Herrsching  
☎ 0 815/2 20 30  
📠 0 815/2 00 77  
➡ http://www.cirrus.com/prodtech/crystal.html

Crystal Vertriebe  
Atlantik-Elektronik: siehe oben  
Tekelec Airtronic  
Kapuzinerstraße 9  
80337 München  
📠 0 89/51 64-1 10

Linear Technology  
Oskar-Meester-Straße 24  
85737 Ismaning  
☎ 0 89/96 24 55-0  
📠 0 89/96 31 47  
➡ http://www.linear-tech.com

# Alles aus Blech



Adler kann alles,  
was man von  
einem leistungs-  
fähigen Spezial-  
betrieb für Blech-  
verarbeitung erwartet:

Ausklinken, beraten, bohren,  
bolzenschweißen, cad-konstru-  
ieren, cam-unterstützen,  
cnc-biegen, cnc-schweißen,  
cnc-stanzen, eloxieren, falzen,  
fräsen, gewindedüsen, gewinde-  
schnieden, kontrollieren,  
lackieren, laserschneiden,  
mig / mag-schweißen, nibbeln,  
pulverbeschichten, punkt-  
schweißen, schneiden, sieb-  
drucken, versenden, verzinken,  
verzinnen, vormontieren,  
wig-schweißen.

Bei Adler  
bekommen Sie  
alles, was man  
aus Blech bis  
4 mm Dicke  
herstellen  
kann: vom  
einfachen Zuschnitt  
über mehrfach bearbeitete  
Teile bis hin zu komplexen,  
einbaufertig vormontierten  
Komponenten. Aus Aluminium,  
Cu-Legierungen, Edelstahl,  
Neusilber und Stahl.

Fordern Sie  
den informativen  
Farbprospekt an!

**ADLER**

KOMPETENZ IN BLECH

Adler GmbH • Gräfenau 56 • 75339 Höfen  
Telefon (0 70 81) 95 45 -0 • Telefax (0 70 81) 95 45 33

## isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial



◆ Materialstärke 1,5 mm

◆ 1. Wahl

◆ hochwertiger Foto-  
lack mit kurzen  
Prozeßzeiten und  
großem Verarbei-  
tungsspektrum

◆ Lichtschutzfolie  
für bequemen  
Transport

Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
100 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	1,10
100 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	3,00
100 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	5,70
100 160 0233	160 x 233	10 St.	40 St.	90 St.	7,10
100 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	11,30
100 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	22,60
100 160 0900	160 x 900	10 St.	30 St.	60 St.	27,10
100 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	45,00
100 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	84,30

lieferbar auch als:  
Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, zweiseitig

Pertinax FR2, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
102 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	0,70
102 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	2,10
102 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	3,80
102 160 0233	160 x 233	10 St.	40 St.	90 St.	4,80
102 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	7,50
102 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	15,00
102 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	29,90
102 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	56,20

ebenfalls  
bei uns  
erhältlich

isel-Basismaterial

wir empfehlen  
die Verwendung  
unserer Chemikalien  
zur Weiterverarbeitung



... sprechen Sie mit uns  
auch über Sonderzuschneidungen  
und Material für Kupferbilder

06672 / 898 - 241

A 10/02/06/96

Rund um die Leiterplatte

iselautomation

Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld • Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888  
Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz • Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

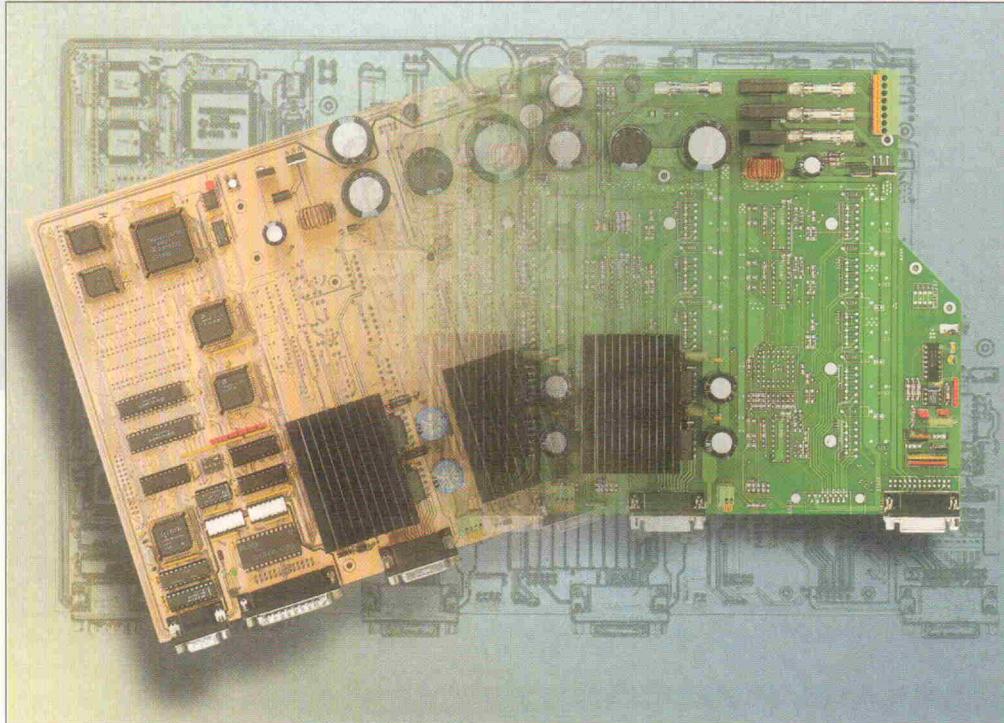
# Reif für die Serie

## Prototypenentwicklung in der Elektronik

Report

**Ulrike Kuhlmann,  
Peter Nonhoff-Arps**

**Der Weg von der Idee zum serienreifen Endprodukt ist meist steinig. Zwischen Start und Ziel einer Entwicklung liegen etliche Zwischenstationen, die nacheinander oder parallel erreicht werden wollen.** Zu den wichtigen Eckpunkten einer Elektronikentwicklung zählt die Fertigung eines Musteraufbaus, bei komplexeren Projekten das ASIC-Prototyping beziehungsweise dessen Emulation sowie die Softwareentwicklung. Der Report berichtet in kurzen Einzelporträts über diese Bereiche.



**B**evor die Entwicklung eines elektronischen Geräts in die Serienfertigung geht, wird es einen Prototypen geben. Wie bei einer Generalprobe im Theater muß er schon all das bieten, was das käufliche Endgerät auch können soll. Da die Herstellung eines solchen Mustergeräts sowohl zeit- als auch kostenintensiv ist, sollte sie möglichst weit hinten in der Entwicklungskette stehen und frei von Fehlern sein. Hierfür stehen während des gesamten Ablaufs Simulationen, Kontrollen und Tests an, um bereits im Vorfeld Schwachstellen aufzudecken und gegebenenfalls zu korrigieren. Ein Großteil dieser Tests spielt sich heute nicht im Labor am Musteraufbau, sondern schon vorher ab: Analoge wie digitale Schaltungen werden am Rechner gezeichnet, verifiziert und simuliert. Selbst das spätere (HF-)Verhalten einer Hardware läßt sich anhand des elektronisch erstellten Platinenlayouts per Software nachempfinden. CAD-Programme helfen beim Design und kontrollieren, ob alle Komponenten auch mechanisch zusammenpassen. CAE-Tools erlauben die paralle-

le Bearbeitung komplexer ICs. Und eine Projektmanagementsoftware begleitet systemübergreifend alle Entwicklungsschritte von der Idee bis zur Vermarktung.

### Platinenherstellung

Nach wie vor nimmt die Produktion von Platinen eine zentrale Bedeutung beim Prototyping elektronischer Systeme ein. Die Fertigung von Leiterplatten in Einzelstückzahlen außer Haus ist eine kostspielige Angelegenheit, vor allem, wenn der Faktor Zeit hinzukommt. Will man Standardfertigungszeiten von 10...15 Arbeitstagen nicht in Kauf nehmen, sind Preisaufschläge von 100 % und mehr an der Tagesordnung. Die Alternative ist eine In-house-Platinenfertigung. Hier gibt es zunächst zwei vollkommen verschiedene Verfahrensweisen: der chemische und der mechanische Weg. Ausgehend vom rechnergestützten Layout erfordert jeder Weg diverse Einzelschritte, die nacheinander durchzuführen sind. Beim chemischen Verfahren sind dies:

– Filmerstellung mit Laserdrucker, Plotter oder außerhaus,

– Belichtung des fotobeschichteten Leiterplattenbasismaterials,

– Entwicklung desselben in einem Entwicklungsbad,

– Ätzen der Platinen in einer Laborätzmaschine,

– Bohren mit einem Fräsböhrplotter und

– Durchkontaktieren (verschiedene Methoden).

Demgegenüber erfordert das mechanische Verfahren mit einem Fräsböhrplotter folgende Schritte:

– Generieren der Plottersteuerdaten aus den Layoutdaten am Rechner,

– Bohren mit einem Fräsböhrplotter,

– Isolationsfräsen der Leiterbahnen und Pads wiederum mit einem Fräsböhrplotter und

– Durchkontaktieren (verschiedene Methoden).

Die Anzahl der Arbeitsschritte sagt selbstverständlich nichts über den zeitlichen und finanziellen Aufwand aus, auch nicht darüber, welches Verfahren für den einen oder anderen Anwender am besten geeignet ist. Während den Chemikern unterstellt wird, ihre Methode sei umweltschädigend, behauptet man von den Mechanikern, daß die Werkzeugkosten hoch seien und die Arbeitsgeschwindigkeit zu langsam. Für alle Argumente gibt es natürlich auch Gegenargumente. Grundsätzlich haben beide Seiten ihre Verfahren in den letzten Jahren verfeinert und mittlerweile ein hohes technisches Niveau erreicht.

Was die Genauigkeit angeht, gibt es leichte, aber keine gravierenden Unterschiede. Die Chemiker bezeichnen Leiterbahnabstände von 75 µm bei einer Laborätzmaschine als problemlos. Hingegen geben Anbieter von Fräsböhrplottern für Microfräser 100 µm Fräsbreite an, was bei Feinstleitertechnik der Durchführung von fünf Leiterbahnen zwischen zwei IC-Pads entspricht. Standard sind hier 150 µm...200 µm, entsprechend zwei Leiterbahnen zwischen zwei Pads.

## Fräsen, Bohren, Gravieren

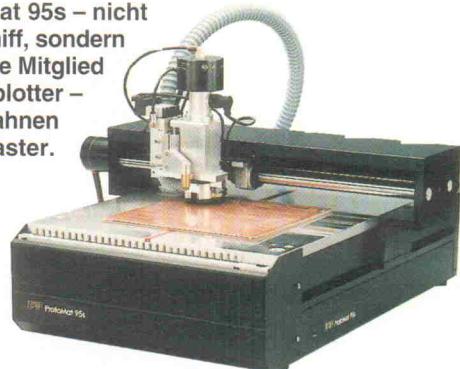
In den letzten Jahren erfreut sich besonders die mechanische Prototypenherstellung wachsender Beliebtheit. Marktführer in diesem Bereich ist die Firma LPKF aus Garbsen, die ihre Anlagen weltweit vertreibt. Die Firma Bungard, Windeck, ist bei der Prototypenherstellung vor allem bekannt durch ihre chemischen Verfahren, bietet aber auch einen leistungsfähigen Fräsböhrplotter an. Vor einiger Zeit hat sich die

Firma VHF aus Schönaich vor allem in der unteren Preisklasse für Fräse- und Graviersysteme einen Namen gemacht. Nicht zu vergessen die Firma Mutronic, Rieden, deren CNC-Bearbeitungsmaschine Diadrive 2000 sich durch Kreis- und Linearinterpolation gleichzeitig auf allen drei Hauptachsen auszeichnet. Neben den üblichen Fräse- und Bohraufgaben können aufgrund einer Gewindespindel mit Schrittmotor auch in der Z-Ebene dreidimensionale Bearbeitungen durchgeführt werden.

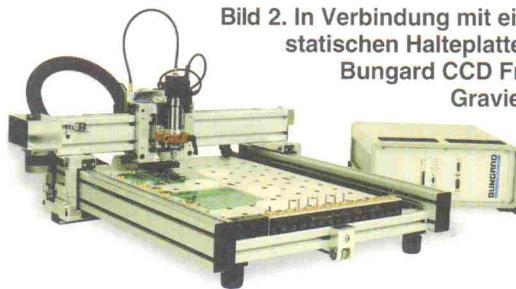
Allen Fräsböhrsystemen gemeinsam sind die Arbeitsabläufe, die von den PCB-Daten zum bestückungsfertigen Prototypen führen. An erster Stelle steht die Generierung der Bohr- und Fräsdaten aus den PCB-CAM-Daten. Hierzu bietet jeder Anbieter eine eigene Software an, die zunächst in der Lage sein muß, verschiedene gängige Formate wie Gerber, Excellon, Sieb & Meyer oder HPGL einzuladen. VHF bietet zusätzlich einen Vektorgrafikkonverter namens Open-End an, der weitere Formate wie PostScript, Adobe Illustrator und DXF einliest und in ein beliebiges Ausgabeformat konvertiert.

Sind die PCB-Daten erfolgreich importiert, lassen sich auf dem Bildschirm die Prints begutachten und auf Fehler oder Einhaltung der Designregeln untersuchen und gegebenenfalls nachbereiten. Ist alles in Ordnung, folgt die Aufbereitung der Daten für den angeschlossenen Fräsböhrplotter – der sogenannte Isolationslauf. Je nach Anspruch an die spätere Leiterplatte und den Möglichkeiten der eingesetzten Software lassen sich hier die unterschiedlichsten Manipulationen vornehmen (Bild 5). Grundsätzlich dient dieser Lauf dazu, die

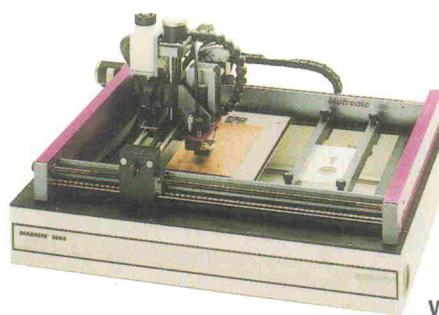
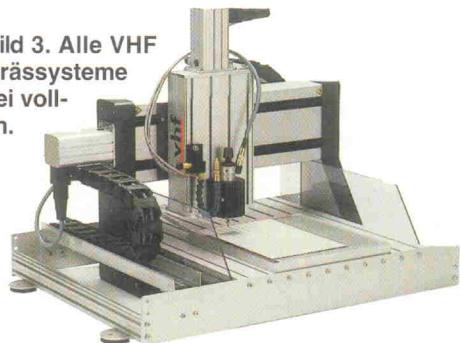
**Bild 1.** Der ProtoMat 95s – nicht nur Flaggschiff, sondern zugleich das jüngste Mitglied der LPKF Fräsböhrplotter – schafft fünf Leiterbahnen durch 1/10"-IC-Raster.



**Bild 2.** In Verbindung mit einer elektrostatischen Halteplatte ist die Bungard CCD Fräse/Bohr/Graviermaschine auch als Stiftplotter einsetzbar.

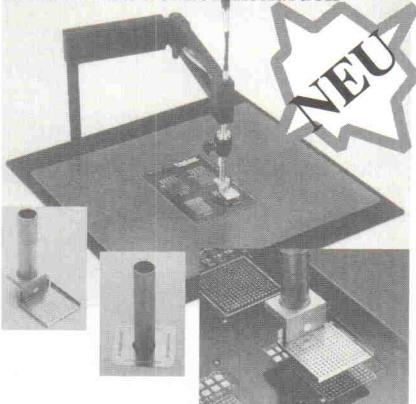


**Bild 3.** Alle VHF Gravier- und Frässysteme verfügen über drei vollwertige Achsen.



**Bild 4.** Die Diadrive 2000 von Mutronic erlaubt dank ihres besonderen Aufbaus auch die Bearbeitung großvolumiger Werkstücke.

### SMD-Einzelschablonendruck



### Systeme und Zubehör für die SMD-Reparatur



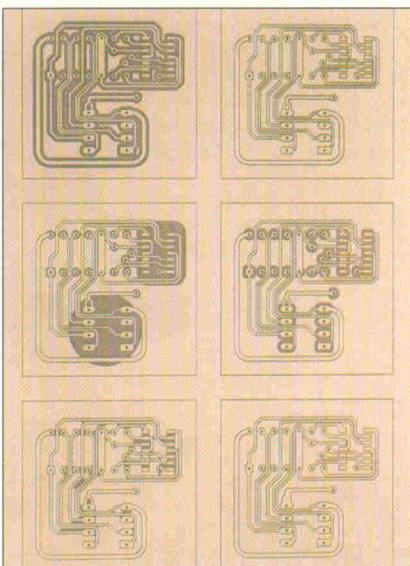
### DER SMT-SPEZIALIST

Tel. 06142-43061  
Fax 06142-43465

OK Industries



**Bild 5.**  
Vielseitige Isolationsverfahren verhelfen zu einem günstigen Mittel zwischen Aufwand und Nutzen.



einzelnen Leiterbahnen und Lötaugen durch um sie herum gelegte Fräsbahnen aus der Gesamtkupferoberfläche des Platinenrohmaterials zu isolieren.

## Wege zum PCB

Um das spätere manuelle Löten zu erleichtern, kann man nun weitere Fräskanäle und zusätzliche Isolationsbahnen um Leiterbahnen und Lötaugen herum parallel zu den ersten Kanälen herausrechnen. Bei Bedarf lassen sich die Restkupferflächen mit Massepotential verbinden. Sogenannte Rubout-Funktionen erlauben sogar die partielle oder globale Entfernung des kompletten Restkupfers, notwendig zum Beispiel bei Hochfrequenzanwendungen oder SMD-Bestückung. Weitere Möglichkeiten wie das Entfernen von 'Kupferhärtchen' und -spitzen, das Fräsen von T-Verbindungen unter Radius sowie das wahlweise Ein- und Ausschalten der inneren Isolationsbahnen zählen schon zu den speziellen Features einer solchen Software.

Sind die CAM-Daten soweit aufbereitet, werden im nächsten Arbeitsschritt die Parameter zur individuellen Ansteuerung der angeschlossenen Maschine festgelegt. Dieses geschieht entweder in einem separaten Programm oder ist gleich in die CAM-Software integriert. Um wertvolles Basismaterial optimal auszunutzen, lassen sich hier mehrere Projekte zu einem Mehrfachnutzen zusammenfassen und die einzelnen Arbeitsschritte wie Bohren, Fräsen der Lötsseite oder Fräsen der Bestückungsseite festlegen. Wichtig für qualitativ hochwertige Er-

gebnisse ist auch die Werkzeugverwaltung. Dazu gehört die Werkzeugkontrolle sowie die Einstellung der werkzeugspezifischen Arbeitsparameter. Die Frage, wie viele Meter ein Fräser bereits arbeitenderweise zurückgelegt hat, wie viele Löcher ein Bohrer bereits gebohrt hat oder mit welcher Umdrehung ein Werkzeug gefahren werden darf, lassen sich am besten per Software in einer Werkzeugbibliothek erfassen und überprüfen.

Verfügt der angeschlossene Plotter über einen automatischen Werkzeugwechsel, sollte dieser natürlich auch von der Treibersoftware unterstützt werden. Es ist vorteilhaft, wenn der Benutzer am Bildschirm grafisch verfolgen kann, welche Arbeiten die Maschine derzeit ausführt. Mit einer Lupenfunktion können Details beliebig vergrößert und dadurch besser kontrolliert werden. Bei auftretenden Problemen sollte der Vorgang an beliebiger Stelle abgebrochen und nach einer gewissen Zeit an derselben Stelle wieder gestartet werden können. Einige Fräsohrplotter beinhalten als zusätzliche Option einen Dispenser zum Aufbringen von Lötpaste, SMD-Kleber oder zur Durchkontaktierung.

## Kontaktfreudig

Problematischer als einseitige Platten ist die Prototypenherstellung von doppelseitigen oder Multilayern: Ist die Leiterplatte gebohrt und gefräst, fehlen noch die Durchkontakte, also die leitenden Verbindungen zwischen Ober- und Unterseite eines Doppelayers. Für diesen Arbeitsschritt bieten die Hersteller

sehr unterschiedliche Verfahren an. Die rein mechanische Durchkontakteierung mittels Hohlnieten von der Firma Bungard ist ein sehr einfaches Werkzeug, mit dem sich Bohrungen im Bereich 0,8 mm...2 mm einzeln und von Hand durchkontakteieren lassen.

Ein ähnliches Verfahren, das jedoch einen zusätzlichen Lötgang erfordert, offeriert LPKF mit dem CopperSet: sogenannte Bail-Barren werden in die entsprechenden Platinenbohrungen gesteckt und dort mechanisch fixiert. Es handelt sich bei diesen um einen Lötdraht, der mit einer dünnen Schicht aus hochreinem galvanisch aufgetragenen Kupfer umgeben ist. Für einen sicher leitenden Kontakt müssen die Bail-Barren zusätzlich per Lötkolben verlötet werden. Soll die Durchkontakteierung außerdem ein Bauteil aufnehmen können, muß sie per Entlötwerkzeug noch von überschüssigem Lötzinn befreit werden.

Sind niedrige Übergangswiderstände keine relevante Größe, kann man auf das AutoContact-Verfahren von LPKF zugreifen, bei dem wiederum ein Fräsohrplotter zum Einsatz kommt. Softwaregesteuert werden die zu kontaktierenden Bohrungen angefahren und mittels eines so genannten Dispomats mit einer speziellen, lötfähigen Leitpaste gefüllt, die sowohl Kupferflächen als auch Lochwandungen gleichmäßig abdeckt. Überflüssige Paste wird im gleichen Arbeitsgang wieder abgesaugt. Ein Aushärtevorgang, bei dem die Leiterplatte für zirka 30 Minuten bei 160 °C in einem Heizofen verweilt, brennt die Durchkontakteierungen dauerhaft ein.

Das bekannteste, aber auch teuerste Verfahren zur Labordurchkontakteierung ist die galvanische Verkupferung. Im Arbeitsablauf liegt sie zwischen dem Bohren und dem Fräsen einer Platine. Bei diesem Verfahren durchlaufen die Leiterplatten in einer Galvanisierungsanlage mehrere Behandlungs- und Galvanisierungsbecken. Beim Galvanisieren selbst wird auf elektrochemischem Weg auf die gesamte Platine einschließlich der Bohr-

löcher eine dünne Kupferschicht aufgebracht. Diese besitzt eine homogene Oberfläche und eine ausgezeichnete Leitfähigkeit.

## Dummies

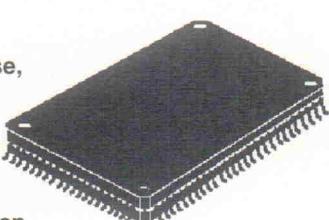
Im Laufe einer neuen Entwicklung muß nicht nur ein Testprogramm entwickelt oder Systemkonformität geprüft werden. Automatische Bestückungsmaschinen müssen zu Beginn eines Projekts auf andere Pinabstände oder gänzlich neue IC-Gehäuse eingestellt werden. Wer zu einer eher unüblichen Gehäusetechnologie greift oder die ICs per Hand einlöten möchte, wird gerade bei SMT-Formen (Surface Mount Technologie) 'Anlaufschwierigkeiten' haben. Hier helfen die sogenannten Dummy-Gehäuse von Topline. Sie entsprechen in ihrem Äußeren dem gewünschten IC und verfügen über interne Verschaltungen, die eine Prüfung nach dem Einlöten erlauben. Mit Dummies lassen sich Bestückungsmaschinen kostengünstig einstellen – schließlich müssen hierfür keine funktionsfähigen ICs verwendet werden. Auch möglicherweise notwendige Lötabübungen – beispielsweise für Fine-pitch-Gehäuse – lassen sich mit Dummies einfach und billig realisieren. Vom Distributor Tekelec Airtronic sind derzeit neben Pin- und BGA-Gehäusen auch Micro-BGAs als Dummies verfügbar.

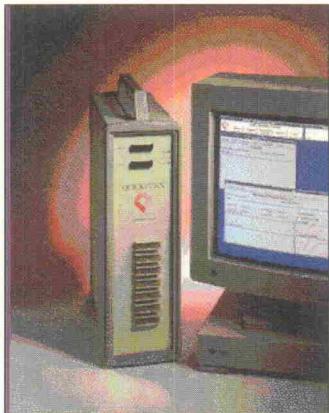
Passend zu den Placebo-Gehäusen bietet Tekelec Softwarebibliotheken mit gängigen Gehäuseformen, -größen und -counts an. Die Daten beziehungsweise schematischen Zeichnungen mit Rastermaß, Pinzahl und Außenmaße des IC werden bei der PCB-Entwicklung in das Vorlayout einer Platine eingelesen. Dieses vereinfacht das Layout und erlaubt genaue Aussagen über die möglichen minimalen Ausmaße des realen Boards.

## Selbst programmiert

Ist die Prototypenplatine schließlich gefertigt, wird sie mit diskreten Bauelementen und

**Bild 6.** Viel Gehäuse, wenig Innenleben:  
mit Dummies können Bestückungsmaschinen eingestellt und erste Gehversuche beim Fine-Pitch-Löten gestartet werden.





**Bild 7. Viel Innenleben, schickes Outfit: Emulationssysteme von Quickturn (links) und Icos (rechts).**

komplexen ICs bestückt und gelötet. Dabei kommen heute oftmals anwendungsspezifische ICs (ASICs) zum Einsatz. Die Entwicklungs- und Produktionszeit eines ASIC kann sechs bis acht Monate (oder länger) betragen, was aus Sicht der heutzutage immer kürzeren Time-to-Market ein erheblicher Zeitverlust sein kann. Deshalb verwendet man ein programmierbares Gate Array (FPGA) als Prototypen anstelle des ASICs. FPGAs können im Gegensatz zum ASIC vom Anwender *inhouse* selbst entwickelt und programmiert werden. Die Zeiträume für ein komplettes Design – von der Idee bis zum fertigen IC – liegen im allgemeinen unter acht Wochen (wobei der Test des Bausteins wiederum einen Großteil der Zeit beansprucht).

Um ein ASIC mit Kapazitäten oberhalb 50 000 Gattern vorab in der anvisierten Applikation überprüfen zu können – und damit auch das System selbst zu testen –, bedarf es einer noch komplexeren Hardware-Abbildung. Sämtliche Funktionen des Chips werden dafür in mehreren FPGAs untergebracht, die auf einem sogenannten Emulationboard sitzen. Mit Hilfe dieses Hardware-Models lässt sich das ASIC im Zielsystem in Echtzeit austesten (emulieren), ohne daß es bereits real als solches existiert. Außerdem kann man so vorab die notwendigen Softwaretools sowie Testfunktionen entwickeln.

Probleme bei dieser Hardware-Emulation tauchen vor allem aufgrund der begrenzten Verdrahtungsressourcen von FPGAs auf. Zudem ist eine leistungsfähige Software notwendig, die das Zeitverhalten des programmierbaren Bausteins dem des

ASIC anpassen muß und extrem große Designs auf mehrere FPGAs verteilen muß (sogenanntes Multichip Partitioning). Die Unternehmen Aptix, Icos Systems und Quickturn Design Systems bieten Hardware-Emulatoren nebst Software an, die auf FPGAs der Firma Xilinx basieren. Solche Systeme sind recht preisintensiv und rentieren sich deshalb erst bei sehr großen Designs – Quickturn spricht von Gatterzahlen größer 100 000, Icos legt die Latte bei circa 30 000 Gattern an.

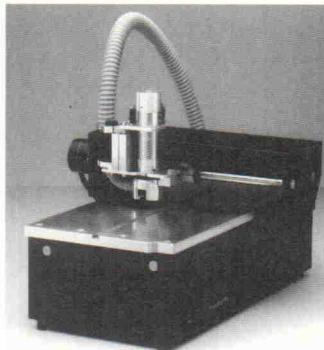
### Vom Brett zum ASIC

Einen ganz anderen Weg bei der Entwicklung von ASIC beschreitet die Firma Asic: Mit ihrem Bread-Board-System kann eine komplexe analoge oder Mixed-signal-Schaltung neben der Computersimulation zusätzlich mit diskreten IC-Komponenten – sogenannten Kit Parts – auf einem 'Brett' aufgebaut werden. Diese Kit Parts stimmen in ihren Funktion mit Teilen des anvisierten ASICs überein und sind im gleichen Prozeß hergestellt, mit dem auch das spätere ASIC gefertigt wird. Dadurch lassen sich Effekte wie parasitäre Widerstände oder Kondensatoren und auch Übersprechen zwischen nahe beieinanderliegenden ICs simulieren. Eine computergestützte Simulation kann solche 'Fallen' beim ASIC-Design nur unter größtem Aufwand aufzeigen. Hierfür sind sehr exakte Modelle und eine speicherintensive Hardware vonnöten – weshalb die Ergebnisse einer Softwaresimulation oftmals stark vom tatsächlichen Verhalten der realen Schaltung abweichen. Dies gilt insbesondere auch für die sehr kleinen Transistorstrukturen unterhalb 0,5 µm (die In-

**LPKF**

## ProtoMat 91s

### Prototypplatten durchkontaktiert



Der ProtoMat LPKF 91s mit AutoContac sorgt für flexible Prototypfertigung im eigenen Labor.

Präzises Gravieren, Bohren, Durchkontaktieren mit Dispenser - fertig ist die Leiterplatte.

Die Software CircuitCam Basis mit BoardMaster ist die 100%-ige Schnittstelle zu jedem CAD-System.

LPKF Fräsböhrplotter sind einfach zu bedienen, umweltfreundlich und passen auf jeden Labortisch.

Die stabile Maschinenkonstruktion läßt Präzisionsfertigung von Feinleiterschaltungen zu.

### Sie wollen mehr wissen?

**Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an: 05131/7095-90** (Tel.: 05131/7095-0)

LPKF CAD/CAM Systeme GmbH • Osteriede 7 • 30827 Garbsen



## MessComp '96

**Zum 10. Mal:  
Ihr Branchentreff Messtechnik**

### Die Ausstellung

präsentiert eine vollständige Marktübersicht messtechnischer Produkte für den professionellen Messtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

### Der Kongreß

wird von Prof. Dr.-Ing. K.W. Bonfig, Universität GH Siegen, organisiert. Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen messtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Messtechnik vorstellen.

### Die Produkt-Vorstellungen

der Aussteller vermitteln Ihnen Hintergrundwissen zu deren Produkten, die Sie anschließend am Stand in der praktischen Anwendung erleben können. Der Besuch der Aussteller-Produkt-Vorstellungen ist kostenlos.

### Die Grundlagen-Seminare

zu aktuellen Themen runden Ihre Informations-Möglichkeiten ab.

### Kostenlose Unterlagen über:

**NETWORK GmbH,  
Wilhelm-Suhr-Straße 14, D-31558 Hagenburg,  
Telefon (050 33) 70 57, Telefax (050 33) 79 44.**

**NETWORK**

# Vom Softwaredesign zum Prototypen

Von der Produktidee für ein bestimmtes Gerät – ob Labormultimeter, Handy oder HiFi-Gerät – bis zur Entwicklung der Funktions- und Bedienlogik sowie der endgültigen Gestaltung ist ein weiter Weg zurückzulegen. Während des Prozesses von der Idee bis zum Endprodukt lassen sich die Entwicklungsphasen durch Softwareunterstützung jedoch weitgehend integrieren und verkürzen. Die Bielefelder S&P MEDIA, aktiv in der Entwicklung von Hard- und Software für Firmen aus dem Telekom-Bereich, stellte kürzlich eine durchgängige Entwicklungsumgebung vom Softwaredesign und -test bis hin zum Rapid Prototyping vor. Sie besteht im wesentlichen aus den drei Entwicklungstools SDT und ITEX von Telelogic sowie Rapid 3.0 von Emultek. Damit können neben der CASE-Unterstützung für Softwareentwickler auch die Entscheidungsprozesse und Aktivitäten der Verantwortlichen in Marketing und Vertrieb in den Prozeß einbezogen werden.

## Systeme beschreiben ...

SDT ist eine Entwicklungsplattform, die auf dem International Telecommunication Union Standard (ITU) SDL 92 aufbaut. SDL steht für 'Specification and Description Language'. Diese Sprache trat erstmals 1980 als Empfehlung der ITU in Erscheinung. SDL ist eine generelle Beschreibungssprache für das Verhalten von Telekommunikationssystemen, kann aber auch zur Beschreibung erweiterter State-Machines dienen, die über Signale kommunizieren.

Die Stärke von SDL liegt in der einfachen, auch dem Laien verständlichen Beschreibung dynamischer Probleme, wie sie typischerweise bei der Entwicklung interaktiver Echtzeitanwendungen anfallen. Zeitabhängigkeit, ein wesentlicher Faktor dieser Anwendungsprobleme, können mit SDL hundertprozentig nachgebildet werden. Standards wie ISDN oder GSM sind zu großen Teilen in SDL beschrieben, und auch zur Entwicklung von ATM-Protokollen wird diese Sprache eingesetzt. Der

Entwickler muß also beim Design seiner Anwendung nicht von einer Gedankenwelt in eine andere wechseln. SDT erlaubt schon auf der 'Ideen-Ebene' die Verifikation und Validierung der Anwendung. Dabei überprüft ein Verifikationsmodul die Semantik und Syntax des Designs und weist vor den weiteren Arbeitsschritten wie der Erzeugung des eigentlichen Softwarecodes auf grundsätzliche Fehler hin. Wenn auf dieser Ebene alles in Ordnung ist, kann mit der tiefergehenden Umsetzung begonnen werden. SDT simuliert alle möglichen Zustände des endlichen Automaten und spürt Stellen auf, an denen das Design nicht funktioniert (beispielsweise Deadlocks) oder Definitionen mehrdeutig sind. Der anschließend von SDT erzeugte Code kann sowohl als C- wie auch als CHILL-Code, einer vom Internationalen Beratungskomitee zum Telegrafie- und Telefonwesen CCITT (Comité Consultatif International Telegraphique et Téléphonique) entwickelten Programmiersprache für Vermittlungssysteme, ausgegeben und für die Zielplattform optimiert werden. Mit dem Ergänzungsmodul SDT Cmicro Package lässt sich auch Code für Small Embedded Systems erzeugen.

## ... und testen

ITEX ist ein Programm für das computergestützte Testen von Telekommunikations- und anderen Elektronikanwendungen. Die Software behandelt die Anwendung als 'black box' und kontrolliert, ob deren Reaktion auf einen genau definierten Input im Rahmen der vorgegebenen Spezifikationen liegt. So lassen sich zum Beispiel Testsätze zusammenstellen, die die Anforderungen der X.25 des CCITT oder Konformitätstests des European Telecommunications Standard Institute (ETSI) abprüfen.

Diese Routinen sind als Software zu erwerben und können in ITEX eingelesen werden. Die vorab inhouse durchge-

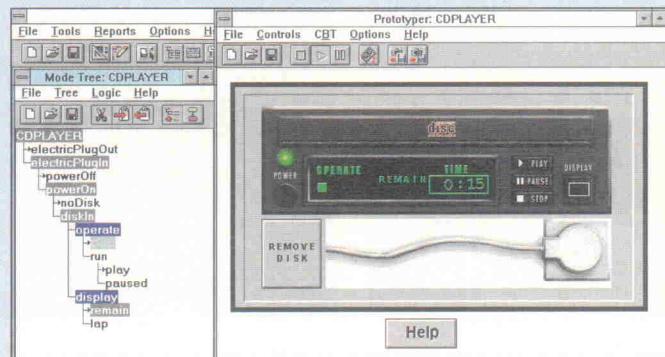


Bild 8. Mit dem System Rapid 3.0 lassen sich sowohl Geräteoberflächen grafisch gestalten als auch Funktionalitäten definieren und überprüfen.

führten Kontrollen und das frühe Aufspüren von Inkompatibilitäten erübrigen manch vergeblichen Gang zur amtlichen Prüfung. Beide Programme – SDT und ITEX – arbeiten eng zusammen: Wenn Projekte mit SDT entwickelt werden, können mit ITEX bereits während der Entwicklung Konformitätstests durchgeführt werden. ITEX lässt sich aber auch unabhängig von SDT zum Testen beliebiger anderer Anwendungen einsetzen.

## Rapid Prototyping

Das visuelle Entwicklungstool Rapid 3.0 von Emultek ermöglicht auf dem PC unter Windows die Modellierung und Simulation interaktiver Systeme. Durch die von S&P MEDIA entwickelte DDE-Schnittstelle ist es möglich, auch die in SDT entwickelte Programmlogik in Rapid zu übernehmen. Um einen funktionsfähigen Prototypen zu entwickeln, muß also nur noch die Oberflächengestaltung ergänzt werden. Entwicklung und Marketing bietet sich hierdurch eine ideale Kommunikationsmöglichkeit.

Mit dem in Rapid integrierten Logik-Editor läßt sich jedoch auch unabhängig von SDT in kurzer Zeit die Funktionalität eines Prototypen definieren. Objektbasierte Methoden und die Definition der Funktionalität über State Charts ermöglichen schnelles Arbeiten und erlauben auch Anwendern ohne Programmierkenntnisse den erfolgreichen Einsatz. Situations- und objektabhängig wird vom Programm eine Liste anwendbarer Funktionen bereitgestellt, aus denen der Entwickler nur auszuwählen braucht. Die grafischen Gestaltungsmöglichkeiten, Schnittstellen zu Multimedia-Entwicklungsprogrammen wie IconAuthor, Toolbook und Authorware und die Integration von Ton und Bild erweitern die Einsatzbereiche von Rapid um interaktive Präsentation und Computer Based Training – beides überaus nützliche Features für die integrierte Produktentwicklung.

S & P Medien  
Gadderbaumer Straße 19  
33602 Bielefeld  
Tel. 05 21/14 50 3-01  
Fax 0 05 21/14 50 3-50

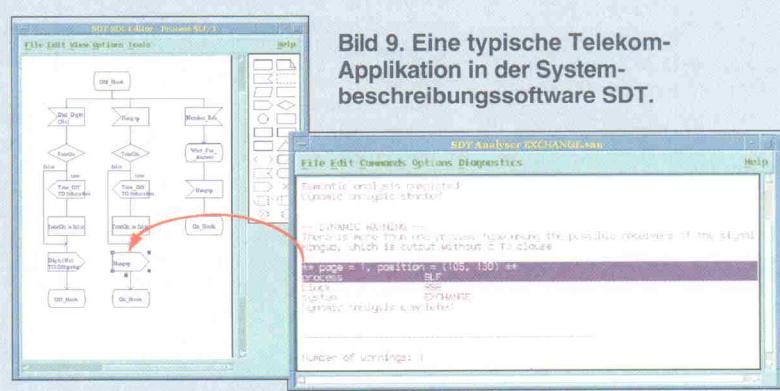


Bild 9. Eine typische Telekom-Applikation in der Systembeschreibungssoftware SDT.

dustrie spricht hier von 'deep submikron'). Das Bread-Board selbst bietet neben diversen Steckplätzen für lineare Bauelemente Platz für maximal sechs 18polige Kit Parts oder andere 18Beiner. Diese werden mit kleinen Kabeln auf dem Board verdrahtet. Damit das Ganze nicht unübersichtlich wird, ist für jedes IC ein Schild vorhanden, was über dem IC liegend sämtliche Anschlüsse zeigt. (Schaut man sich einmal einen kompletten Aufbau an, macht diese scheinbar spielerische Methode durchaus Sinn.) Mehrere sogenannte Systemboxen lassen sich natürlich ebenfalls untereinander verdrahten. Außerdem existieren Anschlußboxen, die die Verbindung zwischen den Systemboxen und der Außenwelt (Meßgeräte, Spannungsversorgung, Takt usw.) herstellen. Die nötige mechanische Stabilität erhält der komplette Aufbau durch einen Rahmen für jeweils acht Boxen, der die Schaltung nach unten hin abschirmt.

Das System vom Designhaus ASIC wurde ursprünglich zur hausinternen Simulation kundenspezifischer Linearschaltungen kreiert. Wer ein analoges oder mixed-mode ASIC entwickeln will, kann zwar die digitalen Teile seines IC relativ sicher am Rechner simulieren. Gerade in der Analogtechnik ist es jedoch nach wie vor schwierig, geeignete Modelle für die jeweiligen Schaltungsteile zu entwerfen oder gar fertig vorzufinden. Hier können die Kit Parts eine recht einfach und leicht nachvollziehbare Hilfe sein. Allerdings wird eine solche Hardware-Abbildung immer nur im Zusammenspiel mit einer Software-Simulation zum Ziel führen! Derzeit sind von der Firma ASIC Kit Parts in der hauseigenen Bipolarechnik (24 V und 40 V) und dem Bipolarprozeß von Cherry Semiconductor (ebenfalls 24 V und 40 V) sowie im CMOS-Prozeß von Hughes erhältlich. In den Bread-Board-Aufbau lassen sich auch beliebige andere Bausteine in maximal 18-Pin-DIL einbinden, beispielsweise Operationsverstärker, Comparatoren oder DACs.

Wie überall gibt es auch beim Bread-Board Einschränkungen: Das System arbeitet 'nur' bei Frequenzen bis circa 100 kHz exakt, anschließend haben die Boxen sowie die Verdrahtungen einen zu großen Einfluß auf die Stabilität des Boards. Auch das Temperaturverhalten eines

ASIC läßt sich mit Kit Parts kaum nachbilden. Auf einem hochintegrierten ASIC sitzen die gesamten Komponenten sehr viel dichter zusammen und sind von einem einzigen Gehäuse umschlossen. Trotz dieser 'Mängel' ist der Hardwareaufbau unter einem weiteren, nicht unerheblichen Gesichtspunkt sinnvoll: Mit ihm läßt sich bereits ähnlich wie mit einem Emulator vorab ein Testprogramm für das fertige ASIC entwickeln und debuggen. Außerdem ist auch mit dem Bread-Board-System vor dem recht großen Zeitraum bis zum ersten ASIC-Muster eine Verifikation des kompletten Systems, in dem das IC integriert werden soll, möglich.

uk, pen

## Adressen

### Fräsböhrplotter:

Bungard-Elektronik  
Rilkestraße 1  
51570 Würselen  
0 22 92/50 36  
0 22 92/61 75  
LPKF CAD/CAM Systeme GmbH  
Osteriede 7  
30827 Garbsen  
0 51 31/70 95-0  
0 51 31/70 95-90  
Mutronic GmbH  
St.-Urban-Straße 20  
87669 Rieden  
0 83 62/70 62  
0 83 62/70 65  
VHF Computer GmbH  
Daimlerstraße 13  
71101 Schönaich  
0 70 31/7 50 19-0  
0 70 31/65 40 31

### ASIC-Entwicklung:

Aptix Corporation  
2880 North First Street  
San Jose, CA 95134, USA  
(001) 408 - 4 28-62 00  
(001) 408 - 9 44-06 46  
<http://www.aptix.com>

Asic GmbH  
Münchener Straße 8  
85667 Oberpfaffenhofen  
0 80 93-50 67  
0 80 93-40 50

Ikos Systems, Inc.  
19050 Pruneridge Ave.  
Cupertino, CA 95014, USA  
(001) 408 - 2 55-45 67  
(001) 408 - 3 66-86 72  
<http://www.ikos.com>

Quickturn Design Systems GmbH  
Kronstädter Straße 9  
81677 München  
0 89-93 94 41 -0  
0 89-93 94 41 50  
<http://www.quickturn.com>

Tekelec Airtronic GmbH  
Kapuzinerstraße 9  
80337 München  
0 89-5 16 40  
0 89-5 16 41 10

TopLine  
P.O. Box 5100  
Garden Grove, CA 92645, USA  
(001) 310-4 33-70 00  
(001) 310-4 98-04 90

## Kompletter SMD-Reparatur-Arbeitsplatz Modell: SMD 2004

**beinhaltet:**

- Heißluft- / Löt- und Entlötsystem
- Sicherheitstransformator
- Vakuum-Pinzette
- reichhaltiges Zubehör

Weitere Informationen erhalten Sie bei:  
EDSYN GMBH EUROPA • D-97888 Kreuzwertheim  
Postfach 11 69 • Tel. 0 93 42 / 64 13\* • Fax 0 93 42 / 64 17

## BASISTA

CAD-Design • Leiterplatten-Prototyping • Leiterplatten-Serien

## Prototypen

innerhalb 72 Std.... ??

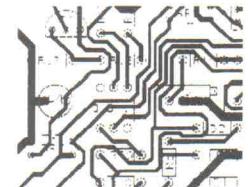
Zu schnell ? Zu teuer?

Technik auf den Punkt gebracht

Kardinal-Hengsbach-Str. 4 • 46236 Bottrop  
Tel: 02041/263641 • Fax: 263542 • Mail-Box: 263846 (24 h online)

## Platon

Leiterplattenentwicklung



Prototypen und Kleinserien

1-seitig und 2-seitig

Durchkontaktierungen

Lötstopplack

24-Std.-Service

## Platon

Leiterplattenentwicklung

Neustadter Str. 36

96487 Dörflas-Esbach

TEL: 09561/50072

FAX: 09561/50074

## GPIB+

Kontroller und Analysator auf einer einzigen Karte!

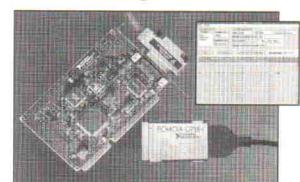
### AT-GPIB/TNT PCMCIA-GPIB+

- Signifikante Kostenersparnis durch Ein-Karten-Lösung
- Vollständig Software konfigurierbar
- Hochgeschwindigkeits-TNT4882-Lösung für höchste Leistung
- Einfach anzuwendende Analysator-Software unter Windows

### Analysator-Eigenschaften

- Erfassen von GPIB-Hardware- und Software-Ereignissen
- Verschiedene Druck- und Datenanzeige-Optionen
- Ergebnissezeichnung für Analyse und Benchmark
- Gleichzeitige Operation mit GPIB-Kontroller-Aktivitäten

Enthält NI-488.2 Controller-Software für DOS und Windows  
zur vollständigen Kompatibilität mit bestehenden Anwendungen.



Weitere Informationen über diese  
Produkte und einen kostenlosen  
Katalog erhalten Sie von:  
Tel.: 089/741 31 30

## NATIONAL INSTRUMENTS

The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH • Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München

Fax: 089/714 60 35 • WWW: <http://www.niinst.com>

Copyright 1993 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

Wir stellen aus: MessComp Wiesbaden, Halle 1, Stand 10-16, 45, 50, 69

# Jumper ade

Plug&Play-Interface-ICs von National Semiconductor

Design Corner



Hartmut Rogge

**'Plug&Play-Lüge'** titelte im April dieses Jahres eine Münchener PC-Zeitschrift und beschrieb die Diskrepanz zwischen Anspruch und 'gebauter' Wirklichkeit sowohl auf PC- als auch auf PCI-Einsteckkartenseite. Bei Entwicklungen für das inkrementierte Bus-System können wir zwar nicht helfen, wohl aber wenn es um PnP für den ISA-Bus geht.

**D**er Plug&Play-Standard definiert die beiden Seiten einer Medaille: Die notwendigen Software-Routinen (BIOS und Gerätetreiber), um eine ISA-PC-Karte automatisch konfigurieren zu können, und die notwendige Logik, die sich auf einer Einsteckkarte befinden muß, damit sie sich konfigurieren läßt. Erstgenanntes erledigt zum Beispiel Windows 95, letzteres National Semiconductor mit seinen ICs NM95MS14 und NM95MS15. Die beiden Bausteine unterscheiden sich prinzipiell nur in der Anzahl der logischen Geräte, die sie handhaben können (siehe Tabelle). Welche Arbeit die neuen Chips dem Entwickler abnehmen, wird klar, wenn man sich den Plug&Play-Standard näher ansieht.

Möchte man eine PC-Einsteckkarte in einem ISA-Bus-PC betreiben, müssen ihr im Maximalfall vier Systemressourcen

eindeutig und zum alleinigen Gebrauch zugewiesen werden:

- der I/O-Adressraum, in dem sie mit dem System kommuniziert,
- gegebenenfalls der Speicheradressraum für den gleichen Zweck,
- Interruptleitungen sowie
- DMA-Request- und Acknowledge-Leitungen.

Bis dato mußten diese Zuordnungen per Jumper oder DIL-Schalter erfolgen. Und der Anwender hatte sicherzustellen, daß es zu keinen Konflikten durch Mehrfachbelegungen kam. Dabei war immer zu berücksichtigen, daß es Einstellungen gibt, an denen nicht gerüttelt werden durfte.

Von den 16 Interruptleitungen, die der ISA-Bus zur Verfügung stellt, sollte man tunlichst von

denen mit der Nummer Null und eins die Finger lassen: IRQ 0 wird vom Systemtimer genutzt und der Einser von der Tastatur. Andere Interrupts haben 'traditionelle' Zuordnungen. So sollte IRQ 5 eingesetzt werden, wenn man einen Festplattencontroller entwirft, und Com-Ports teilen sich den IRQ 3 und 4.

Ähnlich verhält es sich bei den DMA-Leitungen: Von den insgesamt 8 Kanälen gehört zum Beispiel immer die Nummer Null dem DRAM-Refresh und die Nummer zwei der Floppy.

PnP unterstützt diese Vorbelegungen im PC durch spezielle Kennzeichnungen, die von der Konfigurationssoftware nicht angetastet werden dürfen.

Um nun jeder eingesetzten Karte quasi aus dem verbleibenden 'Rest' die benötigten Ressourcen zuweisen zu können,

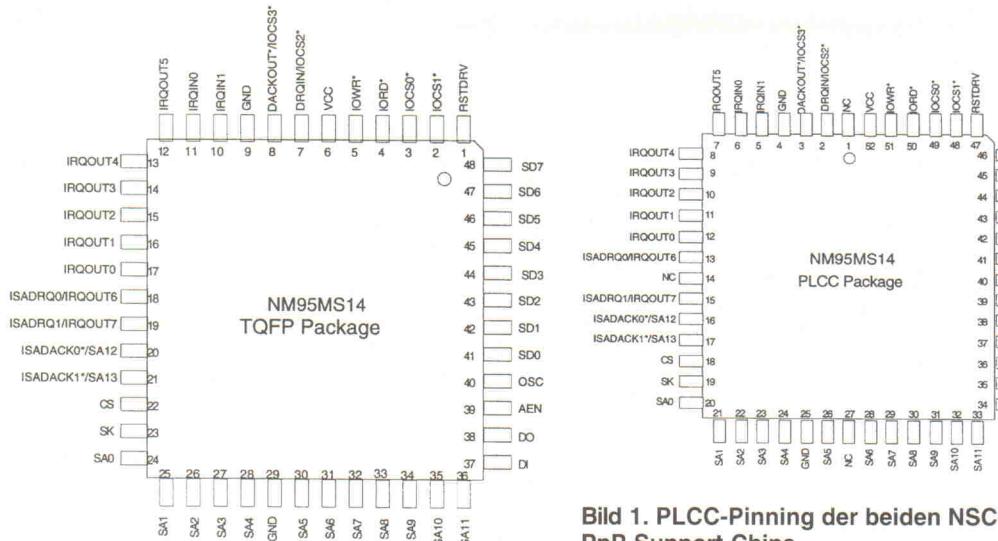


Bild 1. PLCC-Pinning der beiden NSC-PnP-Support-Chips.

benötigt ein Plug&Play-PC Informationen über die genauen Bedürfnisse der Hardware – zum Beispiel wird nicht immer ein direkter Speicherzugriff benötigt. Idealerweise werden diese Daten bei den National-Chips in einem EEPROM-Bereich abgelegt.

Diese Resource-Configuration-Daten enthalten neben den rein technischen Systemanforderungen auch allgemeine Informationen über die Karte:

- Hersteller ID (32 Bit), Seriennummer (32 Bit),
- PnP-Versionsnummer (aktuell 1.0a),
- Kartenbeschreibung (z. B. 'ELRAD-A/D-Wandler'),
- Anzahl der logischen Geräte auf der Karte (z. B. 2 bei A/D und D/A-Kanälen).

Die genannten Daten ergeben zusammen mit einer 8-Bit-Prüfsumme den sogenannten Serial Identifier (Bild 2), der eine eindeutige Zuordnung jeder je produzierten Karte zuläßt.

Ein Plug&Play-System muß nun eigentlich nichts anderes tun, als die folgenden vier Schritte auszuführen:

- Bringe alle PnP-ISA-Karten in einen Modus, in dem sie sich konfigurieren lassen.
- Lese die Konfigurationsdaten der Karte.
- Teile ihnen die benötigten Systemressourcen zu.
- Aktiviere alle Karten.

Da alle PnP-Karten beim Einschalten des Rechners auf der gleichen I/O-Port-Adresse liegen, gibt es, um eine Karte gezielt ansprechen zu können,

einen Isolationsmechanismus, der sich auf das eindeutige Datum des Serial Identifier stützt.

Dieses 72 Bit lange Datum besteht aus einer vier Byte langen Vendor ID (Herstellerkennung), einer ebenso langen Seriennummer und einer acht Bit langen Checksumme. Die ersten zwei Byte der Vendor ID werden zentral vergeben, so daß eine Überschneidung ausgeschlossen ist. Die folgenden zwei Byte beherbergen eine vierstellige Produktnummer, die der Hersteller in eigener Regie vergibt. Die Seriennummer verwaltet ebenfalls der Kartenhersteller. Er

muß sicherstellen, daß jede einzelne Karte einer Produktreihe eine individuelle Nummer erhält.

Neben dem Serial Identifier besitzt jede Karte noch eine Datenstruktur, die Auskunft über die benötigten Ressourcen gibt.

Die Adressierung der ISA-Plug&Play-Karten durch das BIOS erfolgt über drei acht Bit breite I/O-Ports. Als Adreßport (ADDRESS) dient der Printer-Statusport (279H). Auf ihn wird nur geschrieben, so daß keine Konflikte mit seiner üblichen Aufgabe zu befürchten sind. Für die Datenausgabe nutzt Plug & Play den Port A79h, also den um 800h verschobenen Statusport des Druckers. Die Dateneingabe schließlich erfolgt über einen vom BIOS frei definierbaren Port im I/O-Bereich zwischen 203h und 3FFh. Das BIOS wählt diesen Port so, daß möglichst keine Konflikte auftreten. Die ISA-Karten erfahren über zwei Schreibbefehle, welchen Port das BIOS aktuell verwendet.

Nach dem 'Power On' befinden sich alle ISA-Plug&Play-Karten in nichtaktivem Zustand. Das Plug&Play-BIOS beginnt zunächst mit dem Isolationsprozeß: es versucht, eine ISA-Karte anhand ihrer individuellen Seriennummer zu erkennen. Alle Karten lauschen zu diesem

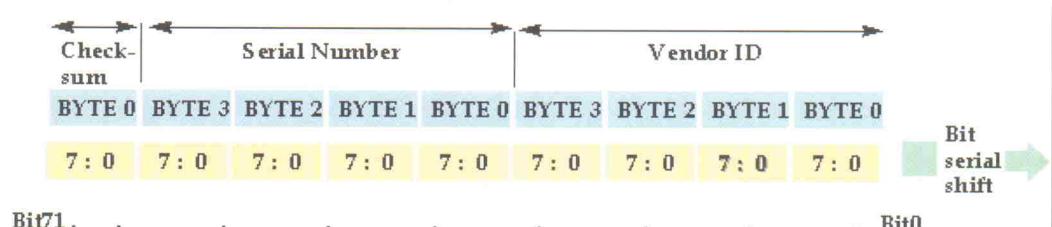


Bild 2. Die Angaben im Serial Identifier ergeben für jede PnP-Karte eine eindeutige Nummer.

## Neuer Hoschar EDA-Katalog mit Gratis-CD

In der soeben erschienenen vierten Ausgabe präsentiert der neue Hoschar EDA-Katalog auf über 80 farbigen Seiten "Design-Tools für mehr Erfolg in der Elektronik-Entwicklung". Für Elektronik-Entwickler und Entscheider ist das Werk zweifellos eine unverzichtbare Hilfe bei der Auswahl kostengünstiger Entwicklungswerzeuge für Windows, Windows 95 & NT. Der EDA-Katalog informiert über Low-Cost-Lösungen für Schaltplan-Design, PLD-Synthese, Analog-/Digitalsimulation, Timing-Design,



Neu mit Gratis Test-CD: Der Hoschar EDA-Katalog 1/96

Leiterplatten-Layout, Autorouting, CAD/CAM, EMV-Analyse, Chip-Design und vieles mehr. Der Clou ist die ebenfalls gratis enthaltene Test-CD. Auf ihr finden Anwender Präsentationen und Windows-Testversionen der im Katalog vorgestellten Programme. Gratis-Katalog und CD können telefonisch, per Fax, per Kennziffer und mit dem nebenstehenden Coupon angefordert werden bei der Hoschar Systemelektronik GmbH, Postfach 2928, 76016 Karlsruhe, Tel: 0180/530 35 05, Fax: 0180/530 35 09.

## Abruf-Coupon

Ja, bitte senden Sie mir gratis den Hoschar EDA-Katalog und die Test-CD. Meine Anschrift lautet:

Name, Vorname	14
Firma, Abt.	
Strasse	
PLZ/Ort	
Telefon	
Am besten kopieren und per Fax an: 0180/530 35 09 oder per Post an Hoschar GmbH, Postfach 2928, 76016 Karlsruhe	



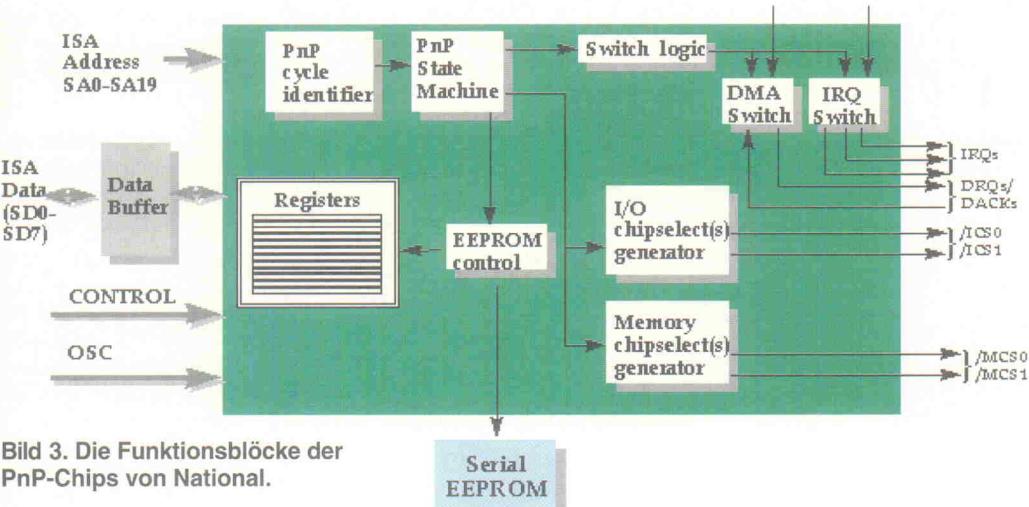


Bild 3. Die Funktionsblöcke der PnP-Chips von National.

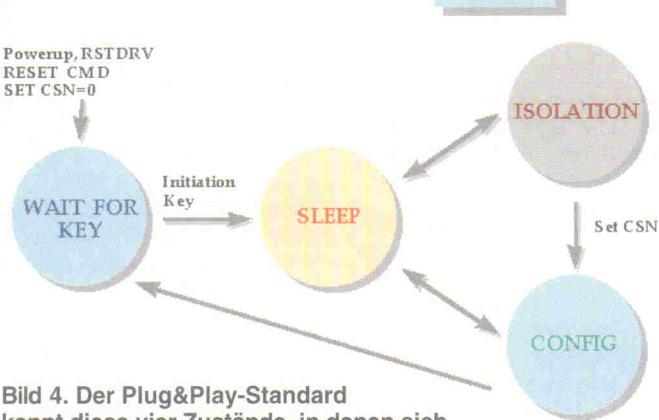


Bild 4. Der Plug&Play-Standard kennt diese vier Zustände, in denen sich eine entsprechende Karte befinden kann.

Zeitpunkt am Adressport. Als erstes versetzt das BIOS alle Plug&Play-Karten in den Konfigurationsmodus. Dies erfolgt durch Senden eines 32 Byte langen Initialisierungsschlüssels auf dem Adressport. Anschließend setzt es den Befehl 'Set Data\_Read Port' ab (00h) und sendet auf dem Data\_Write-Port (A79h) die I/O-Adresse des Data\_Read-Ports. Alle Karten verwenden danach den übermittelten I/O-Port als Datenport.

### Isolieren

Der Befehl 'Serial Isolation' (01h) versetzt anschließend alle Karten in den Isolationsstatus.

Jetzt kann das BIOS mit der eigentlichen Isolation einzelner Karten beginnen. Dazu liest es den Datenport aus. Alle Karten, deren Seriennummer im letzten Bit eine '1' haben, antworten auf diesen Lesebefehl mit '55h', Karten die eine '0' als letztes Bit haben, antworten nicht, sondern lauschen passiv am Datenport. Auf den nächsten Lesezugriff auf den Datenport antworten alle Karten, die zuvor '55h' gesendet haben, mit 'AAh'. Karten, die beim ersten Zugriff nicht '55h' gesendet haben, lauschen, ob eine andere Karte 'Ah' sendet. Ist dies der Fall, so scheiden sie aus dem weiteren Wettbewerb aus und gehen in den 'Sleep'-Modus. Antwortet

keine Karte mit 'AAh', so bleiben sie im Spiel.

Alle noch im Wettbewerb befindlichen Karten setzen jetzt ihren internen Zähler auf das zweite Bit der Seriennummer. Die oben beschriebene Prozedur wiederholt sich so lange, bis alle Bits der Seriennummer inklusive der acht Prüf-Bits abgearbeitet sind. Dabei merkt sich das BIOS für jedes '55h/AAh'-Paar eine '1' an der betreffenden Position.

### Numerieren

Mit der Checksumme prüft es, ob die eingelesene Seriennummer korrekt ist. Wenn ja, teilt es der so isolierten Karte die Card Select Number (CSN) mit, über die die Karte bei späteren Zugriffen angesprochen wird. Jede Karte, die eine CSN erhalten hat, nimmt an den folgenden Isolationsläufen nicht mehr teil.

Die gesamte Prozedur, also Aktivieren des Isolationsmodus, Selektion einer Karte und Zu-

weisung einer CSN, wiederholt das BIOS so lange, bis jede Karte eine CSN hat.

Der in der verbalen Beschreibung aufwendig erscheinende Isolationsprozeß, bei dem jeweils nur ein Bit der Seriennummer ausgewertet wird, muß nur einmal mehr durchlaufen werden, als Karten im System stecken. Dagegen würde die auf den ersten Blick vielleicht näheliegende Möglichkeit, nacheinander alle Seriennummern 8-Bitweise abzuklappern, wohl erheblich mehr Zeit in Anspruch nehmen, als unserem Universum noch beschieden ist ...

Mit der CSN hat das BIOS eine einfache Möglichkeit, jede Karte individuell anzusprechen. Dies geschieht mit dem Befehl WAKE[CHS], der die adressierte Karte erweckt und alle anderen in den Sleep-Modus schickt. Die wichtigste Voraussetzung für eine automatische Konfiguration ist damit gegeben.

### Hilfestellung

Als Entwicklerunterstützung bietet National Semiconductor ein Evaluation-Board an. Es handelt sich um eine lange AT-Bus-Karte (Bild 5) mit einer Unmenge an Pfostenfeldleisten und zwei Sockeln zur Aufnahme eines MS14P und eines MS15P im TQFP-Gehäuse. Zum Lieferumfang der Karte gehören Test- und Programmier-Utilities. Diese Software, die komplette Spezifikation des Plug&Play-Standards sowie die Datenblätter der beiden Bausteine findet man auch in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01).

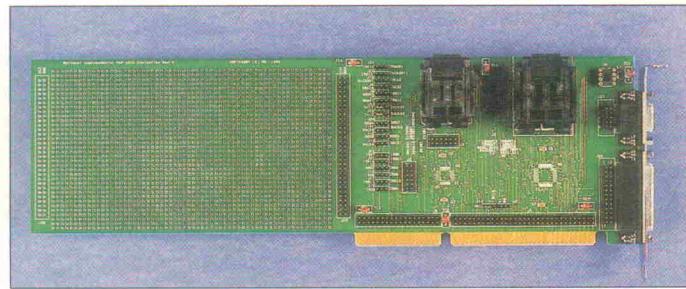


Bild 5. National Semiconductor unterstützt PnP-Entwickler mit diesem Evaluation-Board.

### NSC Plug&Play-Chips

#### NM95MS14

Unterstützt 1 logisches Gerät  
Zwei Betriebsmodi

1. DMA-Modus
    - 6 ISA-Bus IRQ wählbar
    - 2 ISA-Bus DMA-Kanäle wählbar
    - 2 I/O-Chipselects
    - 12 Bit ISA Adress-Dekodierung
  2. Erweiterter Interrupt Modus
    - 8 ISA-Bus IRQ wählbar
    - 4 I/O-Chipselects
    - 14 Bit ISA Adress-Dekodierung
- Onchip EEPROM  
- 2 KBit für PnP  
- 4 KBit für Applikation  
48 Pin TQFP-Gehäuse  
52 Pin PLCC-Gehäuse

#### NM95MS15

Unterstützt 2 logische Geräte  
Drei Betriebsmodi

1. DMA-Modus
    - 8 ISA-Bus IRQ wählbar
    - 3 ISA-Bus DMA-Kanäle wählbar
  2. Erweiterter Interrupt-Modus
    - 11 ISA-Bus IRQ wählbar
  3. Erweiterter DMA-Modus
    - 6 ISA-Bus IRQ wählbar
    - 3 ISA-Bus DMA-Kanäle wählbar
    - 20 Bit ISA Adress-Dekodierung
    - 4 I/O-Chipselects
    - 4 Memory Chipselects
- Onchip EEPROM  
- 4 KBit für PnP  
- 4 KBit für Applikationen  
64 Pin TQFP-Gehäuse

# c't plus-Abo

*Das einzige Abo mit c't-ROM*

Mit der c't-ROM haben Sie endlich die ganze

Informationsfülle der c't optimal im Zugriff. Sie recherchieren blitzschnell und effizient mit den mitgelieferten Suchprogrammen eMedia Navigator für Windows oder eMedia Register für OS/2 und Macintosh. Sie rufen die kompletten Artikel sekundenschnell auf den Bildschirm. Unter Windows mit dem mitgelieferten Navigator, unter anderen Betriebssystemen mit einem WWW-Browser Ihrer Wahl wie Netscape oder WebExplorer (werden nicht mitgeliefert). Denn alle Artikel liegen im Standardformat HTML vor. Das bedeutet: bildschirmgerechte Darstellung auf jeder Plattform, schnelles Scrollen und Umblättern, nützliche Hyperlinks.

**Das c't plus-Abo bietet Ihnen also doppelten Nutzen:  
aktuelle Berichte und komfortables Archivieren!**

Nutzen Sie die Möglichkeit: Bestellen Sie am besten noch heute! Einfach den Coupon ausfüllen und abschicken!

Der Versand der c't-ROM für das abgelaufene Jahr erfolgt jeweils mit der Heftausgabe 1 des Folgejahres.

Gilt erst ab c't-ROM 96. Eine rückwirkende Lieferung ist nicht möglich.

# ABOSOLUT



## Bestellschein

Ausfüllen, ausschneiden, abschicken. Nutzen Sie auch die Abokarte in diesem Heft. Oder faxen Sie uns: 0511/53 52-289; Sie können uns auch eine EMail schicken: abo@ct. ix.de

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Konto-Nr. BLZ

Bank

Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

**Absender:** (bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Firma

Straße/Postfach

PLZ/Ort

**Ich möchte mein bestehendes c't Abonnement in das c'tplus-Abo umwandeln (kündbar frühestens nach einem Jahr).**

Meine Abo-Nr. lautet 14 \_\_\_\_\_ (siehe Adressaufkleber/erste 8 Stellen)

Ich habe bereits eine Bankeinzugsgenehmigung erteilt. Bitte buchen Sie den Mehrpreis von 12,70 DM von meinem Konto ab.

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Gegen Rechnung.

Oder ich überweise vorab den Mehrpreis von 12,70 DM an den Heise-Verlag: Postbank Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304, BLZ 250 100 30. **Bitte unbedingt Abo-Nummer auf der Überweisung angeben!** Die Einsendung dieses Bestellscheins ist dann nicht erforderlich.

**Na klar, ich möchte das c't plus-Abo**  
**Das einzige Abo mit c't-ROM**

Der Versand der c't-ROM für das abgelaufene Jahr erfolgt jeweils mit der Ausgabe 1 des Folgejahres. Das Abo läuft mindestens 1 Jahr und ist danach jederzeit zur jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Das Jahresabo kostet: Inland 109,90 DM, Ausland 119,50 DM; Studentenabo (gegen Nachweis): Inland 97,90 DM, Ausland 108,70 DM.

Ich möchte das Standard-Abo ohne c't-ROM.

Bitte schicken Sie mir das Jahresabo ohne c't-ROM. Inland 97,20 DM, Ausland 106,80 DM; Studentenabo (gegen Nachweis): Inland 85,20 DM, Ausland 96,- DM. Die Kündigung dieses Abos ist jederzeit mit Wirkung zur übernächsten Ausgabe möglich.

X

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Vertragsgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

X

Datum 2. Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

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

Senden Sie mir das Abo ab Ausgabe: \_\_\_\_\_

**L** Verlag Heinz Heise, Vertrieb Zeitschriften,  
Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover  
Tel.: 0511/53 52-157, <http://www. ix. de>

# Achter-C

## Hochsprachen-Evaluation-Kit für Fujitsu F<sup>2</sup>MC-8L



**Claus R. Wickinghoff**

Wer einen Mikrocontroller auf den Markt bringt, muß laute Töne anschlagen, um die Aufmerksamkeit des Anwenders zu erhalten. Entweder weist der Baustein reichhaltige Onchip-Peripherie oder eine interessante Software-Ausstattung auf. Fujitsus Evaluation-Kit zur F<sup>2</sup>MC-8L-Familie bietet beides.

Zur Zeit macht das 8-Bit-Segment rund zwei Drittel des gesamten Mikrocontroller-Marktes aus, wobei sich das Volumen bis zum Jahr 2000 nochmals verdoppeln soll. Der Nachschub an neuen Varianten und zugehörigen Einsteiger-Kits dürfte also nicht so schnell versiegen.

Fujitsus 8-Bit-Controller-Familie F<sup>2</sup>MC-8L eignet sich nach Herstellerangabe besonders für industrielle Applikationen wie Schrittmotor-Controller oder intelligente Feuersensoren, Anwendungen in der Medizintechnik oder im Automobilbereich – beispielsweise Airbag-Steuерungen, Alarmanlagen und Wegfahrsperren.

Zu dieser MCU-Serie bietet Fujitsu ein mit rund 250 D-Mark preiswertes, auf dem MB89P637 basierendes Starter-Kit an. Das Highlight des Pakets ist ein optimierender ANSI-C-Compiler, der bequemes Programmieren in Hochsprache gestattet. Die Hardware besteht im

wesentlichen aus einem Controller MB89P637, 64 KB RAM (davon rund 62 KB nutzbar), einer im 32-KB-EPROM abgelegten Monitor-Software, Bausteinen zur Realisierung der RS-232-Schnittstelle sowie zwei 'User-LEDs', die von Applikationen angesteuert werden können. Lediglich das notwendige Steckernetzteil (7...9 V, 150 mA) muß man beistellen.

Die Monitor-Software erscheint per Bank-Switching im Speicher, so daß der gesamte Adressraum des Controllers für die Applikation zur Verfügung steht. Über zwei Taster wird der Controller initialisiert und entweder das Monitor-Programm oder die User-Applikation gestartet. Die Monitor-Software kann im Debug-Betrieb selbstständig die Speicherbänke umschalten.

Natürlich kostet solch eine Lösung auch Ressourcen, so fallen hier die Ports 0, 1 und 2 als I/O-Ports weg, da sie für das ex-

terne Bus-System benötigt werden. Die einzige Software-Beschränkung ist der Verzicht auf CALLV#7 (Vektor-Call mit vorgebbarer Zieladresse), der hier der Breakpoint-Verarbeitung dient. Die verbleibenden Ports des Controllers sind komfortabel über Steckerleisten zugänglich.

Die Kommunikation mit dem Monitor erfolgt über eine serielle Verbindung mit 9600 Bit/s. Ein einfaches Terminalprogramm sowie ein Schnittstellenkabel liegt bei. Der Monitor verfügt über alle wichtigen Funktionen zum Austesten von Controller-Applikationen: Download von Programmen aus Hex-Dateien (Intel-Format) in den µC, verschiedene Funktionen zum Anschauen von Speicher und Registern, Suche nach Bytemustern, Füllen, Verschieben und Ändern von Speicherbereichen, Ausführen der Applikation – sogar der Aufruf von Unterprogrammen ist möglich, Setzen von bis zu zehn Haltepunkten

# Familienbande

Die MB89630-Familie stellt eine Reihe universeller 8-Bit-Mikrocontroller mit kurzer Zyklenzeit (0,4 µs bei 3,5 V und 10 MHz) und geringem Stromverbrauch dar. Die Chips bestehen aus dem eigentlichen CPU-Kern und zusätzlicher Hardware wie Timer, seriellem Interface, Watchdog und A/D-Wandler, die über Ports von der Außenwelt erreichbar sind (Bild 1). Jedes Element dieser Onchip-Peripherie erhält einen kleinen Bereich im Adressraum des Bausteins, um seine Register einzublenden.

Die CPU adressiert maximal 64 KB Speicher, der je nach Chip aus 512...1024 Byte RAM und ROM in Stufen von 16, 24 oder 32 KB besteht. Über die Ports 0, 1 und 2 kann man externen Speicher (ROM, RAM oder weitere Peripherie) anbinden, um die Lücken in den 64 KB aufzufüllen. Im Onchip-RAM liegen bis zu 256 8-Bit-Register in maximal 32 Registersätzen. Damit sind schnelle Interrupt-Reaktionen möglich: Statt eines aufwendigen Sicherns der Inhalte auf einen Stack schaltet die CPU einfach auf die zur Interrupt-Routine gehörende Registerbank um.

Wie für einen modernen 8-Bit-Controller üblich, verfügt der CPU-Kern über eine 16-Bit-Arithmetik, Multiplikations- und Divisionsanweisungen, Befehle zur Bitmanipulation, Vergleichs- und Sprungbefehle und weiteres. Insgesamt 136 Assembler-Instruktionen stehen bereit. Als Besonderheit bietet der Kern einen Doppelakkumulator. Dieser funktioniert nach dem Stack-Prinzip wie bei umgekehrter polnischer Notation. Zwei zu verknüpfende Operanden werden zunächst geladen, bevor im nächsten Befehl die eigentliche Operation folgt:

```
...  
MOVW A,_counter  
MOVW A,#1000  
CMPW A  
BGE L1_4  
...
```

Die Aktivität und damit der Stromverbrauch des Controllers lässt sich über zwei kombinierbare Maßnahmen steuern:

zum einen kann der Controller mit zwei unterschiedlichen Taktraten laufen und zum anderen stehen drei Modi RUN, SLEEP und STOP zur Verfügung. Im Schlafbetrieb werden je nach Betriebsart Teile des Chips abgeschaltet. Normalerweise zieht der Controller rund 10 mA (max. 20 mA), per SLEEP und STOP lässt sich der Verbrauch in die Größenordnung von wenigen µA drücken.

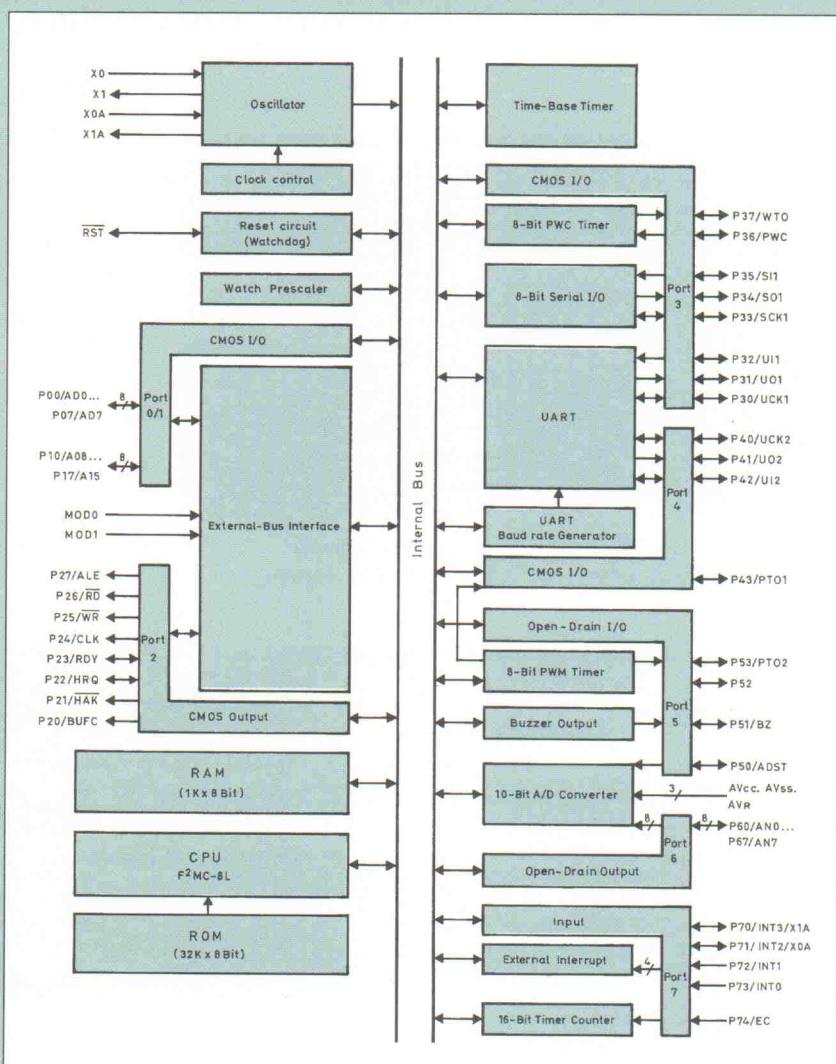
Das Aufwecken geschieht entweder durch einen Reset-Impuls oder wird mittels Interrupt eingeleitet. Einen Reset löst bei Bedarf auch der Watchdog-Timer aus, wenn eine bestimmte Zeitspanne abgelaufen ist und er nicht (neu) initialisiert wurde. So gelangt ein festgefahrener Controller schnell wieder auf den richtigen Weg.

Ein zweikanaliger PWM-Timer mit 8 Bit Auflösung generiert Signale bis zu 19,5 kHz. Ein zweiter 8-Bit-PWC-Timer/Counter erzeugt entweder einzelne Pulse (one-shot) oder gibt kontinuierlich Impulse auf den Ausgang (reload). Zusätzlich kann er zum Messen von PWM-Signalen dienen. Der dritte Zeitgeber im Chip ist ein 16-Bit-Timer/Counter, der entweder nach Ablauf einer Zeitspanne einen Interrupt auslöst oder die Zeitspanne zwischen zwei Signalen erfäßt. Bei Bedarf fungiert er als Zähler eintreffender Signale.

Zur Kommunikation mit externer Peripherie steht eine synchrone serielle Schnittstelle zur Verfügung, die frei programmiert werden kann. Weiterhin enthält der MB89637 einen zweikanaligen UART,

der verschiedene Bitraten verarbeitet (in Stufen von 300...9600 Bit/s und zusätzlich 62,5 kBit/s). Ebenso sind Datenbits, Stopbits und Parität einstellbar. Dieser UART unterstützt ein Master-Slave-Protokoll, mit dem mehrere CPUs miteinander kommunizieren können.

Um die Außenwelt zu 'fühlen', muß ein Mikrocontroller Spannungen umsetzen können. Dies erledigt beim '637er ein sequentieller 10-Bit-A/D-Wandler, der alle 13,2 µs eine Umsetzung abschließt. Im schnelleren Vergleichsmodus ist er alle 7,2 µs wieder bereit. Zu guter Letzt kommt noch ein Piezo-Ausgang sowie der 21 Bit breite Time-Base Timer, der in vier Intervallen von 0,81 ms bis 0,419 s herunterzählt und eine Systemzeitbasis zur Verfügung stellt.



**Bild 1.**  
**Vielfalt:**  
**Neben**  
**umfangreicher**  
**Peripherie**  
**weist der**  
**MB89637 mit**  
**1 KByte**  
**reichlich RAM**  
**für einen**  
**8-Bit-Con-**  
**troller auf.**

und Tracen des Programmablaufs in Einzelschritten. Der integrierte Online-Assembler rundet den Monitor ab.

Zum Lieferumfang des Pakets gehört neben der beschriebenen Hardware natürlich auch eine Sammlung von Software-Tools. Zwei HD-Disketten enthalten C-Compiler, Makro-Assembler, Linker, Library-Tool, Software-Emulator und eine Entwicklungsumgebung. Auf jeder Disk liegt eine kleine Batchdatei, die die Programme in vorgegebene Pfade auf Laufwerk C: installiert. Anschließend sind rund drei MB auf der Platte belegt.

Der optimierende C-Compiler erzeugt aus ANSI-C-Quelltexten einen Quelltext, den man anschließend dem Assembler 'verfüttert'. Der ANSI-C-Sprachumfang ist um die Unterstützung spezieller Controller-Features erweitert: Zum einen gibt es ein asm-Statement, womit der Programmierer Assembler-Anweisungen direkt in den Output des C-Compilers schreiben kann. Andererseits steht die 'direct'-Speicherklasse zur direkten, schnellen Adressierung bereit. Außerdem unter-

stützt der C-Übersetzer die Trennung von ROM und RAM, da Variablen nicht im Programmcode abgelegt werden können. Schließlich bietet er Arithmetik-Routinen für 32-Bit-Integer (longint) und 64-Bit-Fließkomma-Verarbeitung (long double). Controller-spezifische Include-Dateien sowie Beispielprogramme in Assembler und C (z. B. Blinklicht, A/D-Ansteuerung, BIOS-Funktionen) erleichtern den Start.

Makro-Assembler, Linker und Library-Tool sind gewöhnliche Werkzeuge, die von der Kommandozeile aufgerufen werden und problemlos ihre Arbeit verrichten. Stolpern sie über einen Fehler im Quelltext, geben sie eine aussagefähige Fehlermeldung unter Angabe der Zeilennummer des Bugs aus.

Damit bei all den Tools und Daten nicht der Überblick verloren geht, gibt es den 'Proman', eine integrierte Entwicklungsumgebung im Stil von Borlands Turbovision (Bild 2). Dabei werden alle zu einer Applikation gehörenden Quelltexte zu einem Projekt zusammengefasst. Zu jedem Projekt gehört eine Datei

mit Bemerkungen, etwa über Änderungen und Updates.

Im Proman können mehrere Editorfenster mit Quelltexten geöffnet werden, zwischen denen Daten über eine Zwischenablage ausgetauscht werden können. Suchen-, Ersetzen- und Undo-Funktionen stehen ebenfalls zur Verfügung. Ist der Quelltext erstellt, kann er entweder in einzelnen Schritten übersetzt werden (Compiler, Assembler und Linker) oder man überlässt dem Proman die Arbeit, der dann die Dateien vergleicht und geänderte Quelltexte selbstständig kompiliert.

Schließlich entsteht eine Hex-Datei, die dann aus dem Proman heraus in den Speicher des Evaluation-Boards geladen wird. Danach läuft sich das Programm im Terminalfenster unter Zuhilfenahme der Monitor-Software testen. Am Ende der Entwicklungsphase kann man die Applikation mit einem beliebigen EPROM-Brenner, der 27C256er unterstützt, in die EPROM-Variante des Controllers brennen.

## Paperware

Ein Entwicklungspaket ist natürlich nur so gut wie die vorhandene Dokumentation. Dem Kit liegen zwei Broschüren zur Bedienung der Software, eine Beschreibung des Evaluation-Boards sowie Datenblatt und Hardware-Manual zum Controller bei.

Wer jetzt noch ein Handbuch zur Hard- und Software-Architektur der MCU vermisst, kann dieses sowie ausführliche Manuals zu C-Compiler, Assembler, Linker und den anderen Tools auf Anfrage bei Fujitsu erhalten. Derart gerüstet

## 8-Bit-Chance

Das getestete Kit sowie zwei weitere Exemplare stellt Fujitsu Elektronik zur Verlosung. Wer eines gewinnen möchte, schickt bis zum 22. Juli eine Postkarte, ein Fax oder eine EMail (Achtung, neue Domain!) an:

Redaktion ELRAD  
Stichwort F2MC-8L  
Postfach 61 04 07  
30604 Hannover  
Fax 05 11/53 52-4 04  
E-Mail post@elrad.heise.de

Bitte teilen Sie auch in einer EMail Ihre Postanschrift mit, damit ein eventueller Gewinn ankommt. Mitarbeiter der Firma Fujitsu sowie des Heise-Verlages und ihre Angehörigen dürfen nicht teilnehmen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

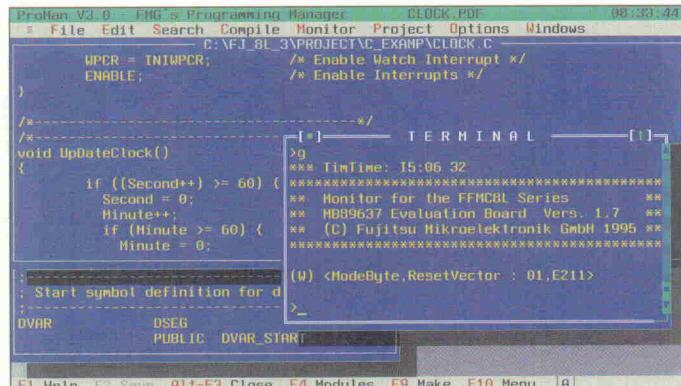


Bild 2. Integral: Der 'Proman' fasst die verschiedenen Entwicklungs-tools unter einer Oberfläche zusammen.

- ◆ Quarze
- ◆ Quarzoszillatoren
- ◆ Echtzeituhren
- ◆ Temperatursensoren
- ◆ Anwenderspezifische integrierte Schaltkreise (ASICs)
- ◆ Anwenderspezifische Mikrocomputer (ASMICs)
- 4-Bit und 8-Bit
- ◆ Anwenderspezifische Standardprodukte (ASSPs)
- ◆ Speicherbausteine

**EPSON**  
groß in Quarztechnologie, Speichern und CARD-PCs

**Mehr Info's unter:**  
**01805 - 31 31 20** Telefon  
**01805 - 31 31 23** Fax

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

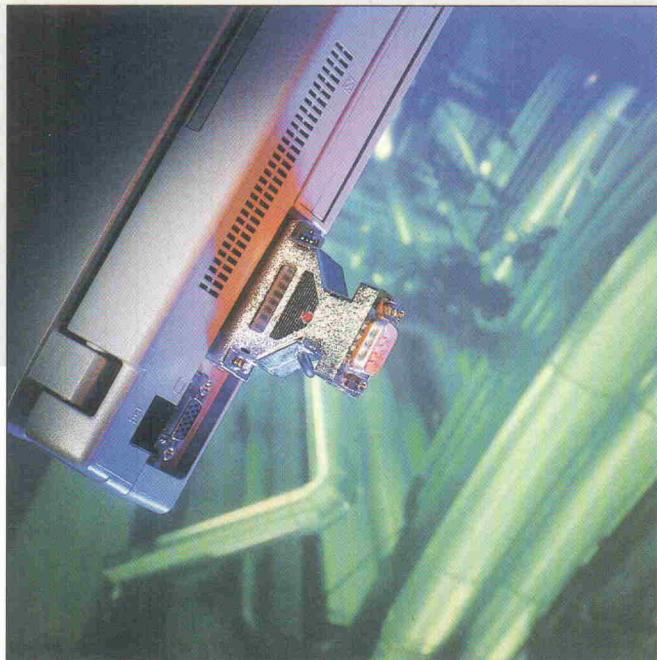
# CAN-Dongle

## Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN (1)

Axel Dohmann,  
Andreas Staat

**Hardware-Entwickler haben es mit dem Druckeranschluß des PC nicht leicht: Sollen Daten in den Rechner fließen, muß man beim Standard-Printerport über Steuerleitungen multiplexen. Am neu-modischen Enhanced-Parallel-Port wird's etwas einfacher. Daß eine Schaltung auch mit beiden Versionen klarkommt, zeigt der CAN-Dongle.**

Die Autoren studierten Elektrotechnik mit Vertiefungsrichtung Automatisierungstechnik an der FH Darmstadt. Axel Dohmann gründete 1992 die Firma PEAK-Service GmbH, die Auftragsentwicklungen im Automobil- und Automatisierungsfeld übernimmt. Andreas Staat betreut seit 1994 bei PEAK kundenspezifische Entwicklungen im Feldbusbereich.



Feldbusse gehörten in MSR-Anlagen mittlerweile zum Alltag. Oft fehlt es aber an Visualisierungs- und Entwicklungstools für komplexe Netzwerke. PC-Einsteckkarten helfen bei der rechnergestützten Inbetriebnahme zwar weiter, allerdings bleiben damit Notebooks außen vor. Der CAN-Dongle bringt auch diese ans Industrie-Netz.

CAN, das Controller Area Network, wurde von Bosch ursprünglich für den Einsatz in Automobilen konzipiert. Es hat sich in den letzten Jahren auch im Bereich der Automatisierungstechnik und der Gebäudeinstallationstechnik ausgebreitet. Die Philosophie des CAN-Protokolls begreift CAN-Messages nicht als Nachrichten von einem Knoten an einen anderen, sondern als global auf dem Bus zur Verfügung gestellte Objekte, die bestimmte Sensorwerte oder spezifische Aktorstellgrößen transportieren. CAN ist also ein nachrichtenorientiertes, kein teilnehmerorientiertes Protokoll.

Dieser Ansatz garantiert, daß CAN-vernetzte Systeme flexibel gestaltet und leicht erweitert werden können, da ein neu-

anzuschließender Teilnehmer nicht alle anderen Knoten kennt, sondern lediglich die auf dem Bus verfügbaren CAN-Nachrichten auswerten muß. Da frühzeitig Interface-Bausteine entwickelt wurden, die das vollständige CAN-Protokoll beherrschen, muß sich der Entwickler respektive Programmierer kaum noch um die Handhabung von Übertragungsfehlern, deren Korrektur, Buskollisionen und der gleichen kümmern.

Details über die mit Differenzsignalen arbeitende CAN-Hardware mit ihren Eigenschaften wie Multimaster-Buszugriff, Übertragungsraten bis 1 MBit/s oder hoher Störfestigkeit gab es bereits ausführlich in vorhergehenden Artikeln [1...4]. Das CAN-Dongle soll neben dem PC-Adapter auch die prinzipielle Vorgehensweise bei der Programmierung eines CAN-Monitors in Pascal oder C darstellen. Dadurch wird nicht nur im Profibereich, sondern auch in der Ausbildung die prinzipielle Funktion eines Feldbusystems veranschaulicht.

Will man nicht jedesmal seinen PC auseinanderschrauben oder steht in dem vorhandenen Note-

book kein ISA-Steckplatz zur Verfügung, so muß eine der externen Schnittstellen herhalten. Von den beiden gängigsten Interfaces eines PC – Druckerport und serielle Schnittstelle – bietet sich der LPT-Port nicht zuletzt aus Geschwindigkeitsgründen an.

Im CAN-Dongle versieht der CAN-Controller 82C200 von Philips seinen Dienst. Diesen an den Druckerport anzuschließen entpuppt sich bei näherem Hinsehen als nicht ganz so trivial. Die acht Datenleitungen des Ports arbeiten nämlich ursprünglich nur als Ausgabe. Sollen Daten in den PC zurückfließen, so muß man dies über die Handshake-Leitungen der Schnittstelle bewerkstelligen.

‘Fein heraus’ wähnt man sich beim Gedanken an den Enhanced-Parallel-Port (EPP). Dieser wurde schließlich für den Durchsatz großer Datenmengen in beide Richtungen konzipiert [5, 6]. Da aber nicht jeder PC über eine solche Schnittstelle verfügt, versteht sich das CAN-Dongle mit beiden Varianten.

In den meisten Fällen stößt man auch heute noch auf LPT-Ports nach der alten Centronics-Bauart. Diese Schnittstellen verfügen über zwölf Ausgänge (acht Daten- und vier Steuerleitungen) sowie fünf Eingänge (Rückmeldungen des Druckers).

### Orthodox

Die Datenflußrichtung läßt sehr gut erkennen, daß über die Datenleitungen des Ports zwar Bytes an eine externe Peripherie ausgegeben werden können, jedoch das Rücklesen über die ursprünglichen Steuerleitungen erfolgen muß. Mangels Leitungen muß dies per Multiplexer für die acht Datenbits in zwei Schritten zu Vier-Bit-Päckchen (Nibble) erfolgen (Bild 1).

Zunächst legt der PC die Adresse des zu lesenden oder zu beschreibenden Registers auf die Datenleitungen des Druckerports. Daß dabei ein Teil der Adresse über den Multiplexer auf die Steuerleitungen zurückläuft, ist unkritisch. Im nächsten Schritt teilt der PC über die Steuerleitung /Init dem im Motorola-Adressierungsmodus laufenden 82C200 mit, daß eine gültige Adresse ansteht (High-Low-Flanke an ALE). Bei einem Schreibzugriff legt der PC anschließend das zu schrei-

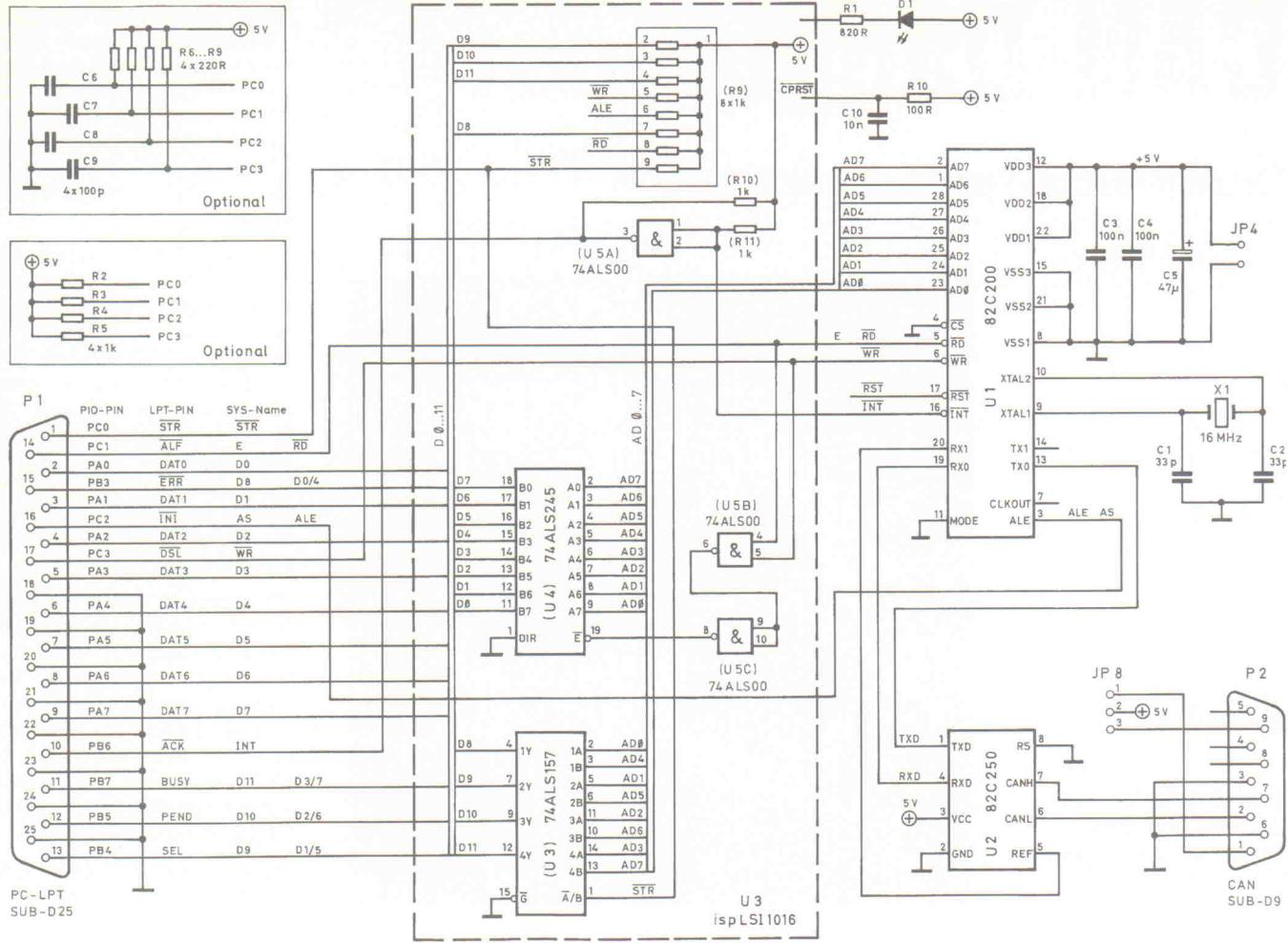


Bild 1. Am Standard-Druckerport sorgt ein im CPLD realisierter Multiplexer (74ALS157) für die Vier-Bit-weise Übertragung von Daten in Richtung PC.

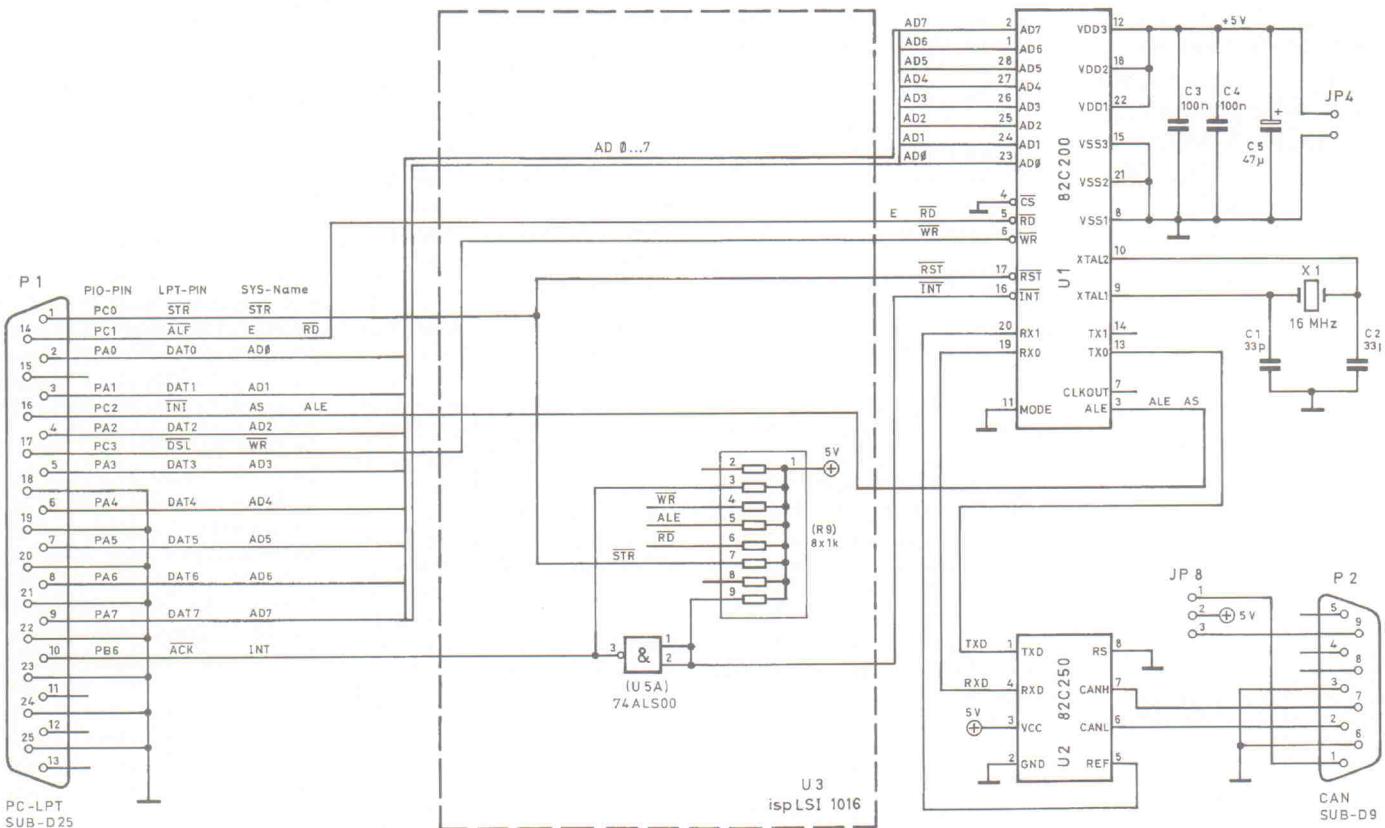


Bild 2. Die EPP-Version reicht Daten vom CAN-Controller direkt durch.

bende Datum auf die Datenleitungen. Mit einem High-Low-Wechsel an /WR übernimmt der CAN-Controller die neuen Registerdaten.

Findet ein Lesevorgang statt, dann erfährt der 82C200 dies über einen Low-Puls an /RD. Er gibt daraufhin den Inhalt des vorher adressierten Registers an seinem Bus aus. Der PC holt das Byte in zwei Schritten über den im CPLD realisierten Multiplexer (74ALS157) ab, wobei er mittels des Strobe-Signals (/STR) das jeweilige Nibble auswählt. Während /RD auf Low liegt, ist der Drucker-Datenbus über eine Treiber-Funktion (74ALS245) entkoppelt, damit keine Bus-Kollision zwischen Druckerport und CAN-Controller stattfindet.

## Modern

Bei der EPP-Variante gestaltet sich die Handhabung wesentlich einfacher. Hier verbleibt als ein-

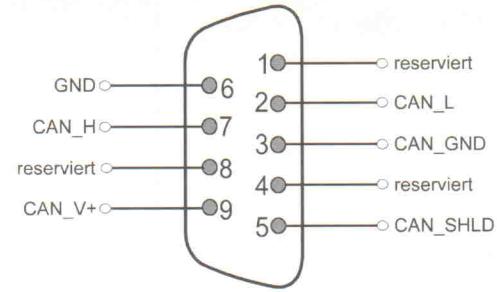


Bild 5.  
Standard-  
belegung des  
neunpoligen  
Sub-D-  
Steckers  
gemäß  
Normungs-  
vorschlag der  
CiA.

ziges Gatter lediglich ein Inverter für das Interruptsignal des 82C200 (Bild 2). Bei sogenannten Logik fragt sich nun der Anwender, ob er jetzt zwei Varianten des CAN-Dongle herstellen muß oder sich zunächst der einfacheren EPP-Version widmet, die allerdings eine entsprechend moderne Schnittstelle voraussetzt.

Integriert man die in den Schaltplänen umrandete Logik in ein CPLD, das sich in der Schaltung umprogrammieren läßt (In System Programmable), so kann man mit geeigne-

ter Software [7] innerhalb kürzester Zeit aus einer Multiplex-Version die EPP-Variante erzeugen, ohne daß der Anwender davon etwas merkt. Die Integration hat zudem den Vorteil, daß sich die gesamte Schaltung auf einer SMD-bestückten Platine (Bild 3 und 4) in einem kompakten Adaptergehäuse unterbringen läßt.

## Spannend

Verbindung mit dem CAN-Bus nimmt der Adapter über einen Sub-D9-Stecker (P2 in Bild 5) auf. Steht auf dem CAN Hilfsenergie in Form einer Gleichspannung von +5 V an Pin 1 oder 9 von P2 bereit, dann rangiert man diese über die Lötbrücke JP8 auf den CAN-Dongle (der sich maximal rund 100 mA gönnt). Eine externe Energieversorgung mittels Tastaturadapterkabel an JP4 kann damit entfallen. Wählt man letztere Option, dann sollte eine eventuell vorhandene Lötbrücke auf JP8 entfernt werden, damit sich Notebook-Akku und CAN nicht ins Gehege kommen.

Bleibt noch zu erwähnen, daß das CAN für seine korrekte Funktion Abschlußwiderstände von  $120 \Omega$  an den Enden der verdrillten Zweidrahtleitung benötigt. Diese bringt man in der Regel in den Endsteckern des Kabelbaumes unter.

## Aussichten

Im zweiten Teil dieses Projekts geht es um die Inbetriebnahme des Miniaturfeldbusknotens mittels geeigneter Software. Hierbei soll neben dem prinzipiellen Abriß eines interruptgesteuerten Treibers auch ein Monitor für den CAN-Bus dargestellt werden. Damit ist man in der Lage, CAN-Messages einzufangen und auf dem Bildschirm darzustellen. Aber nicht nur die gezielte Beobachtung der Busaktivitäten, sondern auch die aktive Teilnahme am Datenverkehr wird so möglich.

ea

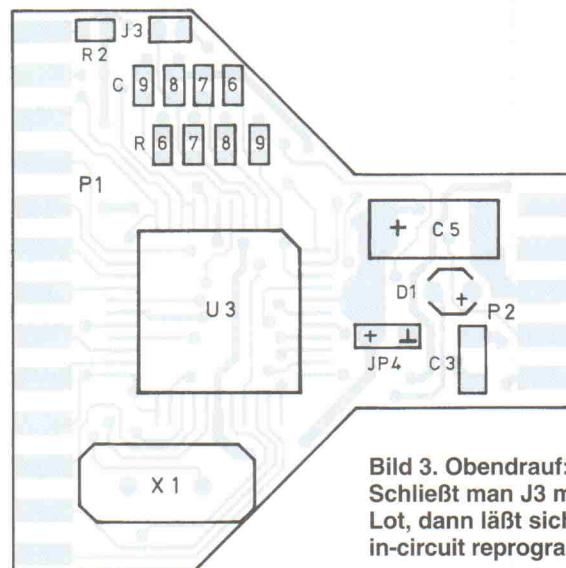


Bild 3. Obendrauf:  
Schließt man J3 mit etwas  
Lot, dann läßt sich das CPLD  
in-circuit reprogrammieren.

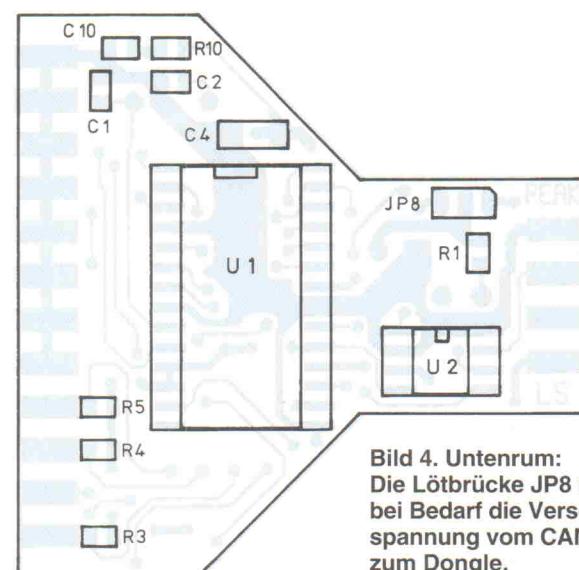


Bild 4. Untenrum:  
Die Lötbrücke JP8 rangiert  
bei Bedarf die Versorgungs-  
spannung vom CAN-Bus  
zum Dongle.

## Stückliste

### Widerstände

R1	820R
R2...5	1k, optional
R6...9	220R, optional
R10	100R
alle R	Bauform 0805

### Kondensatoren

C1,2	33p, Bauform 0805
C3,4	100n, Bauform 1206
C5	47μ, Bauform 7343-D
C6...9	100p, Bauform 0805, optional
C10	10n, Bauform 1206

### Halbleiter

D1	LED, 3mm
U1	82C200, SOL28
U2	82C250, SO8
U3	ispLSI1016, PQFP44

### Sonstiges

P1	25poliger Sub-D-Stecker
P2	9poliger Sub-D-Stecker
X1	Quarz 16 MHz, HC18UV
J3	Lötjumper ISPEN
JP4	Kabelanschluß Vcc/Gnd
JP8	Lötjumper +5V auf P2, Pin 9/1 optional Adapterkabel für JP4 zum Einschleifen in PC-Tastatur- kabel (PS/2 oder DIN), z. B. Arp Datacom, Dietzenbach

## Literatur

- [1] Bruno Sontheim, Der PC CANs, CAN-Bus, Teil 1: Die PC-Karte, ELRAD 12/93, S. 24
- [2] Bruno Sontheim, Der PC CANs, CAN-Bus, Teil 2: Protokoll und Controller 82C200, ELRAD 1/94, S. 77
- [3] Bruno Sontheim, CANtate, CAN-Bus, Teil 3: Feldknoten mit SLIO 82C150, ELRAD 4/94, S. 74
- [4] Bruno Sontheim, CANtate, CAN-Bus, Teil 4: Ansteuerung CANtate und Applikationsbeispiel, ELRAD 5/94, S. 76
- [5] Torge Storm, Port Knox, Teil 1: Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle, ELRAD 9/95, S. 56
- [6] Torge Storm, Port Knox, Teil 2: Programmierung der EPP-Schnittstelle, ELRAD 11/95, S. 66
- [7] Klaus Engelhardt, Volks-PLD, Starter-Kit für die Lattice-PLDs ispLSI1016, ispGAL22V10 und ispGDS14, ELRAD 10/94, S. 72
- [8] Klaus Engelhardt, Lustschlosser, Architektur der ISP-Bausteine von Lattice, ELRAD 5/95, S. 35

# SPIintern

## Das Serial Peripheral Interface des 68HC11

Grundlagen

Oliver Thamm

**Soll externe Peripherie wie AD/DA-Wandler, Uhren, zusätzliche I/O-Ports oder ähnliches mit Mikrocontrollern Kontakt aufnehmen, kommt meist die klassische Lösung, eine Anbindung an den parallelen Datenbus, zum Zug. Es geht aber auch mit weniger Leitungen – und damit mehr freibleibenden Portpins.**



Peripherie an den parallelen Datenbus eines Mikrocontrollers anzuschließen gestaltet sich eigentlich recht einfach: Etwas Auswahllogik, die Adress- sowie Schreib-/Lesesignale zur Erzeugung des nötigen Chip-Select-verknüpft und die Anbindung an den Datenbus, das war's. Damit hat die MCU den schnellen, direkten Zugang zum Peripherie-Chip. Nachteilig bei dieser Lösung ist jedoch, daß eine satte Zahl kostbarer Portpins verloren geht, sie müssen als Adress-, Daten- und Steuerbus fungieren. Das schmerzt, weil man die I/O-Funktionalität nur mittels externer Portexpander wiederherstellen kann. Eine serielle Verbindung mit weniger Portverlust wäre aus der Sicht eines Hardware-Designers günstiger.

Als Lösung entwickelte Motorola das Serial Peripheral Interface, kurz SPI. Dahinter verbirgt sich ein einfaches, aber leistungsfähiges serielles Bussystem zum Anschluß von Peripheriebausteinen an Mikrocontroller. SPI arbeitet synchron, das heißt, Daten werden gleichlaufend mit einem Taktsignal übertragen. Als Busteilnehmer kennt das SPI Master und Sla-

ves. Der Master gibt den Takt für einen oder mehrere Slaves vor. Die Einteilung in Master und Slaves erfolgt unabhängig von der Daten-Sende- beziehungsweise Empfangsrichtung. Transfers finden stets bidirektional statt (vollduplex), dies wird durch getrennte Sende- und Empfangsleitungen ermöglicht.

Der Vorteil jeder seriellen Verbindung gegenüber parallelen Lösungen ist die einfache Interfacehardware. Durch die Einsparung von Verbindungsleitungen können Bauelemente mit kompakteren Gehäusen versehen werden, die benötigte Platinenfläche für Bauelemente und Leitungen sinkt und die Fehleranfälligkeit ebenso. Hinzu kommt die günstigere Ausgangsposition für EMV-gerechtes Design: Weniger Leitungen und kleinere Grundflächen sind die besten Voraussetzungen für ein induktivitätsarmes Layout.

Spezifische Vorteile des SPI liegen in der hohen Kompatibilität zu einer Reihe von seriell getakteten (nicht unbedingt explizit als SPI-kompatibel geführten) Logikbausteinen bis hin zu komplexen SPI-Subsystemen, wie

A/D-Wandler oder Real-Time-Clocks. Durch die Beschränkung auf ein einfaches logisches Protokoll läßt sich der Softwareaufwand sehr niedrig halten.

Das im HC11 integrierte SPI-Device arbeitet weitestgehend autonom und minimiert dadurch einerseits den Softwareaufwand, andererseits die CPU-Belastung. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist mit bis zu 1 Mbps höher als bei vergleichbaren Systemen.

Neben dem 68HC11 gibt es eine Reihe von Mikrocontrollern, die SPI unterstützen. Außer MCUs der HC05-Familie sind dies alle Motorola-Mikrocontroller, die das QSM (Queued Serial Module) enthalten wie zum Beispiel der 68332 oder 68HC16Z1. Microchip bietet mittlerweile eine ganze Reihe von PIC-Typen mit SPI-Support, beispielsweise die PIC16C62...65 und PIC16C73/74. Ganz nebenbei kann man bei diesen Mikrocontrollern die synchrone serielle Schnittstelle mittels einiger Konfigurationsbits von SPI- auf I<sup>2</sup>C-Betrieb umschalten.

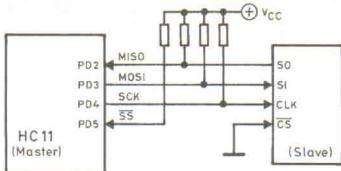
Bei SGS-Thomson findet man SPI bei den gebräuchlichen Mikrocontrollerfamilien ST6 und ST9 (jeweils repräsentiert durch eine ganze Reihe Derivate), aber auch bei weiteren Mikros und DSPs. Auch National Semiconductor unterstützt SPI-Transfers bei den COP400/800-Mikrocontrollern durch das Microwire- respektive Microwire/Plus-Protokoll.

Die Vielzahl der auf dem Halbleitermarkt verfügbaren Bauelemente mit SPI- oder SPI-kompatiblem Interface ist schier unüberschaubar. Nahezu jeder Halbleiterhersteller führt verschiedene Clients mit geeigneten seriellen Interfaces in seinem Programm. Die Tabelle 'SPI-Steine' enthält eine Auflistung verschiedener Peripheriebausteine mit serieller Ansteuerung. Je nach Hersteller und Funktion haben diese ICs einen 'waschechten' SPI-Anschluß oder ein in irgendeiner Form dazu kompatibles serielles Interface. Die Zusammenstellung ist keineswegs vollständig, hierfür sorgt schon die Innovationsfreude der Halbleiterindustrie. Hinweise und Ergänzungen an den Autor sind daher willkommen.

Eine SPI-Verbindung besteht im wesentlichen aus drei Leitungen zuzüglich Masse: MOSI, MISO und SCK (Bild 1). MOSI

---

Dipl.-Ing. Oliver Thamm ist seit seinem Elektrotechnik-Studium an der TH Leipzig mit dem 68HC11 vertraut. Seither veröffentlichte er zu diesem µC nicht nur eine Reihe von Artikeln in der Fachpresse, sondern fungierte auch als Herausgeber des kürzlich erschienenen Mikrocontroller-Praxisbuches 'Hip Hop HC11'.



**Bild 1. SPI einfach:** Eine Minimalkonfiguration besteht aus einem Master und einem Slave, die mittels dreier Signale kommunizieren.

(Master Out Slave In) ist die Datenleitung vom Master- zum Slave-Baustein. In der Gegenrichtung wird die Leitung MISO (Master In Slave Out) benutzt. Den Takt liefert der Master auf der Leitung SCK (Serial Clock).

Schließt man an das SPI mehrere Slaves an, dann muß eine Adressierung zur Auswahl eines bestimmten Slaves möglich sein. Hierzu verfügt jeder Slave üblicherweise über einen separaten Slave-Select-Eingang (/SS). Der Master wählt den gewünschten Slave aus, indem er vor dem Transfer über einen Portausgang die /SS-Leitung des Slaves auf L-Pegel zieht. Existiert nur ein einziger Slave, kann man dessen /SS-Eingang natürlich auch permanent auf Low legen.

Alle Leitungen des SPI arbeiten mit TTL-Pegel. Normalerweise werden die Ausgänge im Wired-Or-Mode betrieben, um Kollisionen zwischen mehreren auf den Bus arbeitenden Treibern zu vermeiden. Im Wired-Or-Mode können Meinungsverschiedenheiten unblutig ausgetragen werden, es siegt automatisch immer der Vertreter der Low-Partei. Es sind dann selbstverständlich Pull-Up-Widerstände vorzusehen.

Das Bild 1 zeigt eine solche Master-Slave-Verbindung. Es handelt sich hier nur um einen einzigen angeschlossenen Slave, dieser kann daher permanent selektiert werden (L-Pegel am /CS-Eingang). Beim Betrieb mehrerer Slaves muß der Master eine Auswahl treffen. Normalerweise bedient man sich dazu einiger I/O-Leitungen, die zur Ansteuerung der Chip-Select-Signale herangezogen werden. Hierfür bietet sich gegebenenfalls auch der Port D5 des HC11 an. Dieser Portpin ist zwar mit dem Slave-Select-Eingang des SPI verknüpft, läßt sich aber umkonfigurieren. Soll

der HC11 nur als Master arbeiten, kann Port D5 als General-Purpose-Output definiert werden. Hierzu dient das Register DDRD (siehe unten).

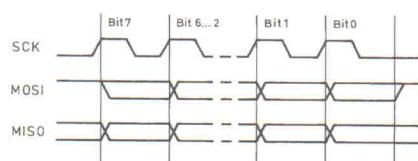
Die maximale Übertragungsrate beträgt 1 MBit/s, als Slave akzeptiert der HC11 einen Takt bis zu 2 MBit/s. Andere SPI-Master, wie das QSPI-Modul des MC68332, können weitaus höhere Taktraten erreichen. Zu niedrigen Frequenzen hin ist die Datenrate nicht begrenzt, das heißt, zwischen zwei Taktimpulsen kann beliebig viel Zeit verstreichen. Normalerweise kommt es aber nicht erst zu Unregelmäßigkeiten, da das SPI-Subsystem im Master den Clockimpuls unabhängig von den Aktivitäten der CPU generiert.

## Low-Level

Datentransfers erfolgen stets bidirektional – Datenaussendung und Empfang geschehen gleichzeitig – mit einer Breite von 8 Bit. Das MSB (Bit 7) wird stets zuerst gesendet. Jeder Taktimpuls schaltet die Schieberegister im Master wie im Slave eine Position weiter.

Für die Taktpolarität stehen zwei Konfigurationsvarianten zur Auswahl, zur Festlegung dient das CPOL-Bit im SPI-Control-Register (SPCR, siehe S. 60). Nach einem Reset ist CPOL stets logisch 0, hierbei ist das Taktsignal im Ruhezustand auf L-Niveau, und die Taktimpulse haben H-Pegel. Wird CPOL gesetzt, tritt der umgekehrte Fall ein.

Ein weiteres Konfigurationsbit (CPHA) im SPI-Control-Register entscheidet über die Phasenlage des Taktsignals – welche Flanke die Übernahme der Daten durch den Slave bewirkt. Nach einem Reset ist CPHA = 1, dabei schaltet die steigende Taktflanke die Schieberegister in Master und Slave weiter. Die fallende Flanke löst



**Bild 2. SPI-Transfer mit CPHA = 1 und CPOL = 0 (Default nach Reset).**

die Datenübernahme aus. Das Diagramm in Bild 2 illustriert dieses (Standard-)Verhalten.

Funktioniert ein HC11 als Slave, so muß eine Besonderheit bei der Wahl der Clock-Phase beachtet werden: Ist CPHA gesetzt, kann die Slave-Select-Leitung (/SS) permanent auf aktivem L-Pegel verbleiben. Diese Variante findet bevorzugt Verwendung, wenn jeweils nur ein Master mit

einem (HC11)-Slave verbunden ist. Ist CPHA hingegen logisch 0, so muß /SS zwischen jeder Byteübertragung deaktiviert und wieder aktiviert werden, sonst kommt es nicht zum gewünschten Datentransfer.

## High-Level

Bei jedem SPI-Transfer werden acht Datenbits übertragen (mögl-

## SPI-Steine

Baustein	Hersteller	Bemerkung
<b>Uhren</b>		
RTC4553	S-E	RTC & Calendar
MC68HC68T1	MOT	RTC & 32 Byte RAM
<b>Anzeigentreiber</b>		
MC15589; MC14499;	MOT	LED Display Driver
MC144100		
MC144115; MC145000,1;	MOT	LCD Driver
MC145003,4; MC145453		
<b>A/D-Wandler</b>		
MC145040,41	MOT	8 Bit ADC (11 Ch)
MC145050,51,53	MOT	10 Bit ADC (5...11 Ch)
LTC1096,1089,1196,1198	LT	8 Bit ADC (1...2 Ch)
LTC1090...95; LTC1283	LT	10 Bit ADC (1...8 Ch)
LTC1290...98; LTC1285...89	LT	12 Bit ADC (1...8 Ch)
AD7890,93	AD	12 Bit ADC (8/1 Ch)
AD7701	AD	16 Bit ADC
MAX186,188	MAX	12 Bit ADC (8 Ch)
MAX187,189	MAX	12 Bit ADC
MAX110,111	MAX	14+Sign Bit ADC (2 Ch)
MAX121	MAX	14 Bit ADC
MAX192	MAX	10 Bit ADC (8 Ch)
MAX132	MAX	18+Sign Bit ADC
ADC0831,2,4,8; ADC0831,2,4,8;	NS	8 Bit ADC (1/2/4/8 Ch)
ADC08131,4,8; ADC08231,4,8		
ADC10731,2,4,8; ADC10831,2,4,8	NS	10+Sign Bit ADC (1/2/4/8 Ch)
ADC12030,2,4,8; ADC12130,2,8;	NS	12+Sign Bit ADC (1/2/4/8 Ch)
ADC12434,8		
<b>D/A-Wandler</b>		
MC144110,11	MOT	6 Bit DAC (6/4 Ch)
LTC1257	LT	12 Bit DAC
AD648; AD7233,43	AD	12 Bit DAC
AD7568	AD	12 Bit DAC (8 Ch)
AD7242,44	AD	12/14 Bit DAC (2 Ch)
DAC0854	NS	8 Bit DAC (4 Ch)
DAC1054	NS	10 Bit DAC (4 Ch)
<b>Schieberegister/Port-Expander</b>		
74x299	div.	8 Bit bidirectional Shift Register with parallel I/O
74x595	div.	8 Bit Serial-In/Parallel-Out Shift Register
74x589,597	div.	8 Bit Parallel-In/Serial-Out Shift Register
<b>Speicher</b>		
X25020,021,040,041,043,080,128,160,320,640,642	XIC	Serial EEPROM (256...16K x 8)
X25F008,016,032,064	XIC	Serial Flash Memory (1K...4K x 8)
NM25C020,040,160	NS	Serial EEPROM (256...2K x 8)
CAT64LC10,20,40	CAT	Serial EEPROM (64...256 x 16)
ST95010,11,20,21,40,41,80,81; ST95P02,P04,P08	ST	Serial EEPROM (128...1K x 8)

AD: Analog Devices, CAT: Catalyst, LT: Linear Technology, MAX: Maxim, MOT: Motorolla, NS: National Semiconductor, S-E: Seiko-Epson, ST: SGS-Thomson, XIC: Xicor

liche Abweichungen, wie etwa beim QSPI, bestätigen die Regel). Dabei wird das höchstwertige Bit zuerst, das niedrigstwertige Bit zuletzt gesendet. Weiter beinhaltet SPI keine Empfehlungen für höhere Softwareprotokolle. Das Interface ist dadurch sehr flexibel, nahezu jeder synchrone serielle Peripheriebaustein läßt sich ansteuern. Die Bedeutung der übertragenen Daten und die Belegung der Bitpositionen hängt ganz vom eingesetzten Peripheriebauteil ab.

Ein Blick auf die SPI-relevanten Register des HC11 soll die Kunst der Konfiguration des SPI ein wenig erhellen. Eigentlich ist die Einrichtung des SPI kein Problem, aber im Detail lauern einige Fallen. Vor den Konfigurationsregistern sei hier auf das SPI-Data-Register (SPDR, Registeradresse 102AH) hingewiesen. Vor einem Transfer legt die CPU hier das zu sendende Byte ab, anschließend findet sie das empfangene Byte vor.

Dreh- und Angelpunkt der Einstellungen des SPI-Subsystems des HC11 ist das SPI-Control-Register (SPCR, 1028H), ohne korrekte Settings dieser Bits geht beim SPI gar nichts (in der unteren Reihe in Bild 3 ist der Zustand nach Reset angegeben).

Mittels Setzen von SPE (SPI Enable) wird das SPI-Subsystem aktiviert. Hierbei verlieren die Portleitungen D2 bis D5 ihre allgemeine I/O-Funktion und führen statt dessen die SPI-Signale. Nichtsdestotrotz behält das Register DDRD seinen Einfluß auf PD2...5 respektive MISO, MOSI, SCK und /SS (beim SCI-Subsystem ist das anders!).

Eine Eins in DWOM (Port D Wired-Or-Mode) schaltet alle Ausgänge des Port D vom Push-Pull-Mode in die Open-Drain-Betriebsart um. Die Ausgänge müssen nun mit Pull-Up-

Widerständen versehen werden. Das MSTR-Bit bestimmt, ob der HC11 im Master- oder Slave-Mode arbeitet. In den meisten Anwendungen übernimmt der Controller die Rolle des Masters, MSTR muß dazu gesetzt werden.

Über die Konfigurationsbits CPOL und CPHA wählt man eines von vier möglichen Transferformaten aus (siehe oben). Für die meisten Fälle tun es die angegebenen Standardwerte. Wenn der HC11 als Master arbeitet, kann mit den beiden SPI-Rate-Select-Bits SPR0 und SPR1 die Bitrate eingestellt werden. Die MCU leitet sie aus dem E-Clock ab. Dieser beträgt 2 MHz bei dem meist verwendeten 8-MHz-Quarz. Damit ergeben sich folgende mögliche Datenraten:

SPR1	SPR0	Teilerfaktor	Bitrate
0	0	2	1000 kbps
0	1	4	500 kbps
1	0	16	125 kbps
1	1	32	62,5 kbps

Das verbleibende Bit 7, SPIE, dient zur Freigabe der SPI-bezogenen Interrupts. Ein solcher kann ausgelöst werden, wenn entweder das Flag SPIF oder MODF gesetzt ist (siehe SPI-Status-Register SPSR). Ist SPIE zurückgesetzt (Default), sind diese Interrupts gesperrt. Um den Interrupt freizugeben, muß die MCU SPIE setzen sowie das globale Interruptmaskierungsflag (I-Bit im Condition-Code-Register) freigeben (I = 0). Die genannten Flags im SPSR kann die CPU bei Verzicht auf Interruptbetrieb alternativ auch durch Polling auswerten.

Die Portleitungen PD2...5 dienen beim HC11 im Grundzustand als General-Purpose-I/Os, das heißt, man kann sie als binäre Ein- oder Ausgänge benutzen. Die Datenrichtung wird in DDRD (Data Direction Register D, 1009H) für jeden Portpin einzeln festgelegt. Die

Bits 6 und 7 sind im DDRD nicht belegt, da der Port D nicht acht, sondern nur sechs Leitungen aufweist.

Nach einem Reset arbeiten alle Portleitungen zunächst als Eingang. Das Schreiben einer Eins in das entsprechende DDRD-Bit schaltet die zugehörige Portleitung zum Ausgang um. Hierdurch ist es jederzeit möglich, die Datenrichtung einzelner oder aller Pins zu ändern.

Arbeitet der HC11 als SPI-Master, so hat der Zustand von DDRD2 keinen Einfluß auf den MISO-Eingang. DDRD3 hingegen muß auf Eins stehen, um die Ausgabe des MOSI-Signals zu ermöglichen. Dies gilt auch für DDRD4: Durch Setzen des Bits wird der Takt ausgang SCK eingeschaltet. Etwas komplizierter verhält es sich mit /SS: Der harmlose Fall ist DDRD5 = 1, wodurch PD5 als Ausgang ohne besondere Funktion konfiguriert wird. DDRD5 = 0 ist nur in Multi-master-Systemen sinnvoll. Geht der /SS-Pin (also PD5) hier auf Low, so hat ein anderer Master versucht, den Controller als Slave auszuwählen. Der 'Bevormundete' dankt dies mit einem SPI-Mode-Fault-Error.

Im Fall des HC11 als Slave verhält es sich genau umgekehrt: DDRD3 bleibt hier ohne jegliche Auswirkung auf MOSI, ebenso wie DDRD4 auf SCK – beide Pins arbeiten stets als Eingang. DDRD2 hingegen muß gesetzt werden, um den MISO-Ausgang freizugeben. DDRD5 hat nichts zu melden, da PD5 als Slave-Select-Eingang fungiert.

Mittels einer von den oben genannten Standardeinstellungen abweichenden Behandlung des DDRD kann man auch diverse Sonderfälle realisieren – beispielsweise einen Master, der den Takt auf SCK ausgibt und Daten über MISO empfängt, aber keine Daten auf MOSI ausgibt.

Das SPI-Status-Register (SPSR, 1029) enthält drei Flags, die über die Beendigung eines Transfers und über Fehlerzustände Auskunft geben.

SPIF, das SPI-Transfer-Complete-Flag, zeigt an, daß eine Übertragung beendet ist. Aufeinanderfolgendes Lesen der

Register SPSR und SPDR setzt SPIF zurück.

Das Write Collision Flag WCOL wird gesetzt, wenn die CPU das SPI-Data-Register mit einem neuen Wert beschreibt, während noch ein Transfer läuft. In diesem Fall verhindert das SPI-System, daß das Schieberegister während der Übertragung modifiziert wird (SPDR ist für Schreiben nicht gepuffert). Das Löschen des Flags erfolgt wie bei SPIF.

Bei Auftreten eines Mode-Fault wird das Mode-Fault-Flag MODF gesetzt. Rücksetzen erfolgt hier durch Lesen des Registers SPSR und nachfolgendes Schreiben von SPCR.

## Artverwandte

SPI ist von Motorola selbst weiterentwickelt worden und steht in Mikrocontrollern, die das Queued Serial Module (QSM) enthalten, als QSPI zur Verfügung. Neben der höheren Transferrate ist als Unterschied vor allem die variable Wortlänge zu nennen (bei SPI werden hingegen immer acht Bit übertragen).

Weitestgehend funktionsgleich zu SPI ist National Semiconductors Microwire/Plus-Interface. National verwendet es bei den eigenen COP8xx-Controllern ebenso wie bei Peripherie-ICs. Andere Hersteller haben gleichfalls eigene Bausteine mit Microwire ausgestattet. ea

## Literatur

- [1] *M68HC11 Reference Manual, M68HC11RM/AD*, Motorola
- [2] *QSM Queued Serial Module Reference Manual, QSMRM/AD*, Motorola
- [3] Oliver Thamm (Hrsg.), *Hip Hop HC11, Das Praxisbuch zur 68HC11-Mikrocontrollerfamilie*, Electronic Media, Detmold, ISBN 3-9804331-2-9
- [4] *MICROWIRE/PLUS Serial Interface for COP800 Family, Application Note AN-579*, National Semiconductor, erhältlich via <http://199.2.26.194/ds/AN/AN-579.pdf> oder in der ELRAD-Mailbox (NS\_AN579.PDF, 05/11/53 52-4 01)
- [5] *PIC16/17 Microcontroller Databook 1995/1996*, Arizona Microchip
- [6] *Data on Disc, June 1995, Order Code CDDATAS-HI106*, SGS-Thomson sowie weitere Datenbücher verschiedener Hersteller

Bild 3.  
SPI-Register des HC11.

SPCR (1028H)									
7	6	5	4	3	2	1	0		
SPIE	SPE	DWOM	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0		
0	0	0	0	0	0	1	-	-	-

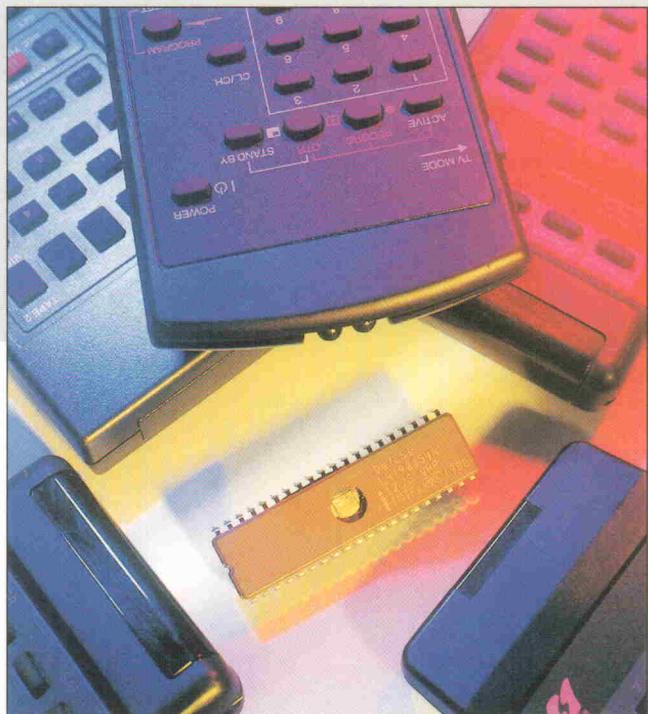
DDRD (1009H)									
7	6	5	4	3	2	1	0		
-	-	DDRD5	DDRD4	DDRD3	DDRD2	DDRD1	DDRD0		
0	0	0	0	0	0	0	0		

SPSR (1029H)									
7	6	5	4	3	2	1	0		
SPIF	WCOL	-	MODF	-	-	-	-		
0	0	0	0	0	0	0	0		

# IR-Automatik

## Software-Decoder für RC5-Fernsteuersignale



Steffen Schmid

Soll ein Mikrocontroller-System durch Infrarotbefehle ferngesteuert werden, so führt der klassische Weg über den Einsatz eines IR-Decoderbausteins. Doch weshalb Hardware-Aufwand treiben? Die softwaremäßige Auswertung der IR-Codes ist ebensogut möglich, spart Bauteile und ist flexibler.

Nicht nur in der Unterhaltungselektronik hat die Fernsteuerung von Gerätefunktionen mittels Infrarotsignalen Bedeutung. Daß dieses Prinzip dennoch außerhalb der Großserie kaum eingesetzt wird, kommt nicht von ungefähr: Störsicherheit und Trefferquote mancher Algorithmen stehen einfach nicht in Relation zur benötigten Rechenzeit. Aber der µC kann auch anders.

Wesentlicher Bestandteil bei der Auswertung eines Infrarotsignals auf konventionelle Weise – also durch einen IR-Decoderbaustein – ist ein endlicher Automat, der das eingehende Signal auf seine Gültigkeit prüft und die enthaltenen Daten extrahiert.

Sehr gut eignen sich Software-Automaten, wenn es um die Auswertung komplexer Protokolle serieller Datenströme geht, die moderate Geschwindigkeiten aufweisen. Aber auch so simple Probleme wie die Entprellung von Tasten und Digital-Encodern kann dieses Verfahren lösen, wobei man

auch noch Funktionalität hinzugewinnt. So sind bei Encodern beispielsweise höhere Betätigungs frequenzen möglich als bei konventioneller Entprellung mittels Monoflop oder RC-Glied. Der Softwareansatz besitzt interessante Eigenschaften:

- Da der Algorithmus im wesentlichen in einer Tabelle von Automatenzuständen steckt, bleibt der Code-Umfang gering.
- Der Automat läßt sich tolerant gegenüber statistischen Stör-einflüssen (variierende Übertragungsgeschwindigkeit des Datenstroms, Spikes) gestalten. Der Umfang der Toleranz läßt sich genau festlegen, so daß trotz der Unempfindlichkeit gegenüber Störungen Codes mit falschem Format keine Fehlfunktion auslösen. Hierzu muß keine zeitaufwendige Arithmetik betrieben werden.
- Die beanspruchte Rechenzeit steht in vernünftigem Verhältnis zur Leistung, so daß sich

dieses Verfahren gut in Mikrocontrollern der unteren Leistungsklasse implementieren läßt.

Die weiteren Überlegungen sollen am Beispiel des RC5-Formaten geschehen, das von vielen europäischen Herstellern der Unterhaltungselektronik benutzt wird. Dieses Format ist gut dokumentiert [1, 2], so daß hier eine kurze Zusammenfassung genügen soll. Der RC5-Datenstrom (Bild 1) besteht aus 14-Bit-Worten, die einem 36-kHz-Träger aufmoduliert sind. Man erkennt ein Startbit, ein Kennbit, ein Toggle-Bit, fünf Adreß- und sechs Datenbits.

Die Datenbits stellen die Nummer der Fernbedienungstaste dar. Die Zuordnung zwischen Tastennummer und Funktion ist in weiten Teilen herstellerübergreifend festgelegt. Die fünf Adreßbits legen zusammen mit dem Kennbit die Art des fernzusteuern Geräts fest. Ist das Kennbit logisch Eins, so handelt es sich um einen Standard-RC5-Code, während man im anderen Fall von einem erweiterten RC5-Code spricht. Das Kennbit wurde nachträglich zur Erweiterung des Adreßraums von 32 auf 64 Adressen eingeführt. Die Zuordnung zwischen Adresse und Gerätetyp ist ebenfalls herstellerübergreifend festgelegt.

### Schaltspiele

Bis dahin unterscheidet sich das Konzept des RC5-Formats nicht sonderlich von dem anderer Fernsteuerprofile. Das Ungewöhnliche steckt im Toggle-Bit: dieses ändert seinen Wert immer dann, wenn ein neuerlicher Tastendruck auf der Fernbedienung erfolgt. Dies führt zu Problemen mit lernfähigen Fernbedienungen. Diese gehen davon aus, daß alle IR-Datenworte, die durch den Druck auf eine bestimmte Taste entstehen, identisch sind. Sie nehmen ein IR-Signal während der Lernphase solange auf, bis sie eine Wiederholung erkennen.

In der Folge sendet die Fernbedienung das Toggle-Bit mit einem stets gleichen Wert, und zwar auch dann, wenn man die betreffende Taste nicht kontinuierlich, sondern mehrfach hintereinander betätigt. Beim ersten Tastendruck wird der RC5-Empfänger das Signal

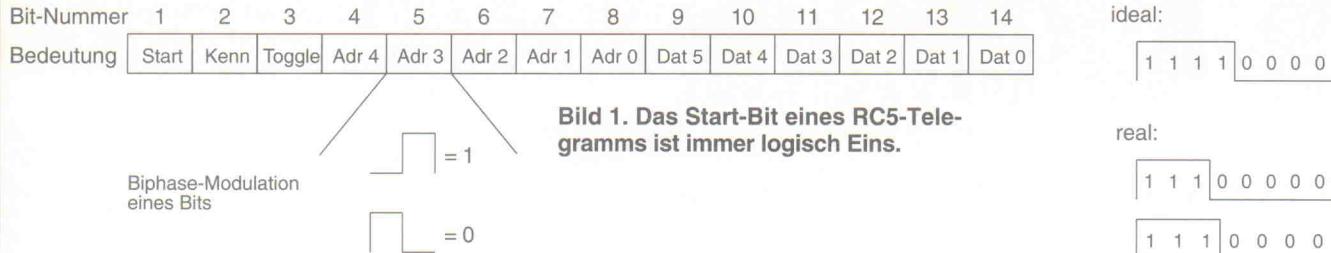


Bild 1. Das Start-Bit eines RC5-Telegrams ist immer logisch Eins.

noch erkennen, doch bei allen weiteren nicht mehr.

Jedes Bit eines RC5-Wortes ist biphase-kodiert (Bild 1). Die Übertragungszeit beträgt stets 1,778 ms  $\pm 25\%$ , so daß ein Wort innerhalb von knapp 25 ms übertragen wird. Die einzelnen Worte folgen in Abständen von 64 Bitdauern (rund 114 ms) aufeinander.

## Entschlüsselung ...

Die Dekodierung des Infrarotsignals geschieht in drei Schritten, die sich periodisch wiederholen:

- Einlesen des Signals,
- Prüfen des Formats und Dekodierung der Biphase-Modulation sowie
- Ermittlung der übertragenen Daten.

Das Einlesen des vom Träger befreiten, jedoch weiterhin biphase-kodierten Signals muß mit mehrfacher Überabtastung erfolgen, da der Abtastvorgang asynchron zum Sender-Timing verläuft. In der Praxis zeigt sich, daß eine sichere Erkennung möglich ist, sobald auf jedes Bit mindestens sechs Abtastwerte entfallen.

Die beim Einlesen erhaltene Bitfolge wird dem Decoder-Automaten zugeführt. Immer dann, wenn der Automat ein gültiges Code-Element erkennt (Startsequenz, Nutzbit), tritt eine übergeordnete Routine in Funktion, die jedes Nutzbit – abhängig von seiner Position innerhalb des Wortes – der Adresse, der Tastennummer oder dem Toggle-Bit zuordnet. Diese Daten stehen dann zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

## ... automatisch

Der nachfolgend dargestellte Decoder-Automat verarbeitet Standard-RC5-Codes, die mit acht Werten pro Bit abgetastet werden. Er toleriert Timing-Ab-

weichungen bis zu 10 %, was deutlich oberhalb der praktisch auftretenden Werte liegt.

Bild 2 zeigt anhand eines '0'-Datenbits, wie durch Abtastung des RC5-Signals die Bitfolge entsteht, die der Automat als Eingangssignal erhält. Im Idealfall führt das Einlesen eines '0'-Bits zu der Bitfolge '11110000'. Aufgrund der asynchronen Abtastung sowie durch Timing-Schwankungen auf Senderseite kann es jedoch vorkommen, daß auch die übrigen in Bild 2 dargestellten Bitfolgen erscheinen. Der große Vorteil des Automaten gegenüber einer konventionellen, auf direkter Zeitmessung basierenden Auswerteroutine liegt in seiner Toleranz – deren Ausmaß man exakt einstellen kann – gegenüber solchen Abweichungen. Der Automat erfüllt im Verlauf der Dekodierung vier Aufgaben:

- Erkennung einer Pause zwischen zwei Telegrammen,
- Erkennung einer Startsequenz aus Startbit und Kennbit,
- Erkennung eines '1'-Datenbits oder
- Erkennung eines '0'-Datenbits.

Das Zustandsdiagramm des Automaten (Bild 3) zeigt die diesen Aufgaben entsprechenden Abschnitte farblich hinterlegt. Die Bereiche der Toleranz sind grau markiert. Der Automat läuft im Takt der eintreffenden Abtastwerte von Zustand zu Zustand, wobei der neu eingelesene Wert die Bedingung bildet, anhand derer er den Folgezustand ermittelt. Die farblich hervorgehobenen Zustände 20, 33, 42 und 50 kennzeichnen jeweils den erfolgreichen Abschluß einer der oben beschriebenen Aufgaben. Nur sie sind es, deren Auftreten die umgebende Software später erkennt. Alle anderen Zustände sind Zwischenstadien der Dekodierung.

Bild 2. Mögliche Auswerte-Ergebnisse bei Achtfach-Abtastung eines RC5-Impulses.

ideal:	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0		

real:	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0		
	<table border="1"><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0		

```

nextremote: ; nächsten Automatenzustand ermitteln
    mov    dptra, #tblRemote
    mov    c, p1.7          ; IR-Eingang
    mov    a, rc5state      ; bisheriger Zustand
    rlc    a
    movc   a, @a+dptra
    mov    rc5state, a      ; neuer Zustand
    ret

; Folgezustände bei ; Zustandsnummer
; IR=0  IR=1          ; Pausenerkennung
tblRemote: ; Startsequenz-Erkennung
    db    1, 0             ; 0
    db    2, 0             ; 1
    db    3, 0             ; 2
    db    4, 0             ; 3
    db    5, 0             ; 4
    db    6, 0             ; 5
    db    7, 0             ; 6
    db    8, 0             ; 7
    db    9, 0             ; 8
    db   10, 0             ; 9
    db   11, 0             ; 10
    db   12, 0             ; 11
    db   13, 0             ; 12
    db   14, 0             ; 13
    db   15, 0             ; 14
    db   16, 0             ; 15
    db   17, 0             ; 16
    db   18, 0             ; 17
    db   19, 0             ; 18
    db   20, 0             ; 19
    db  20, 21             ; 20

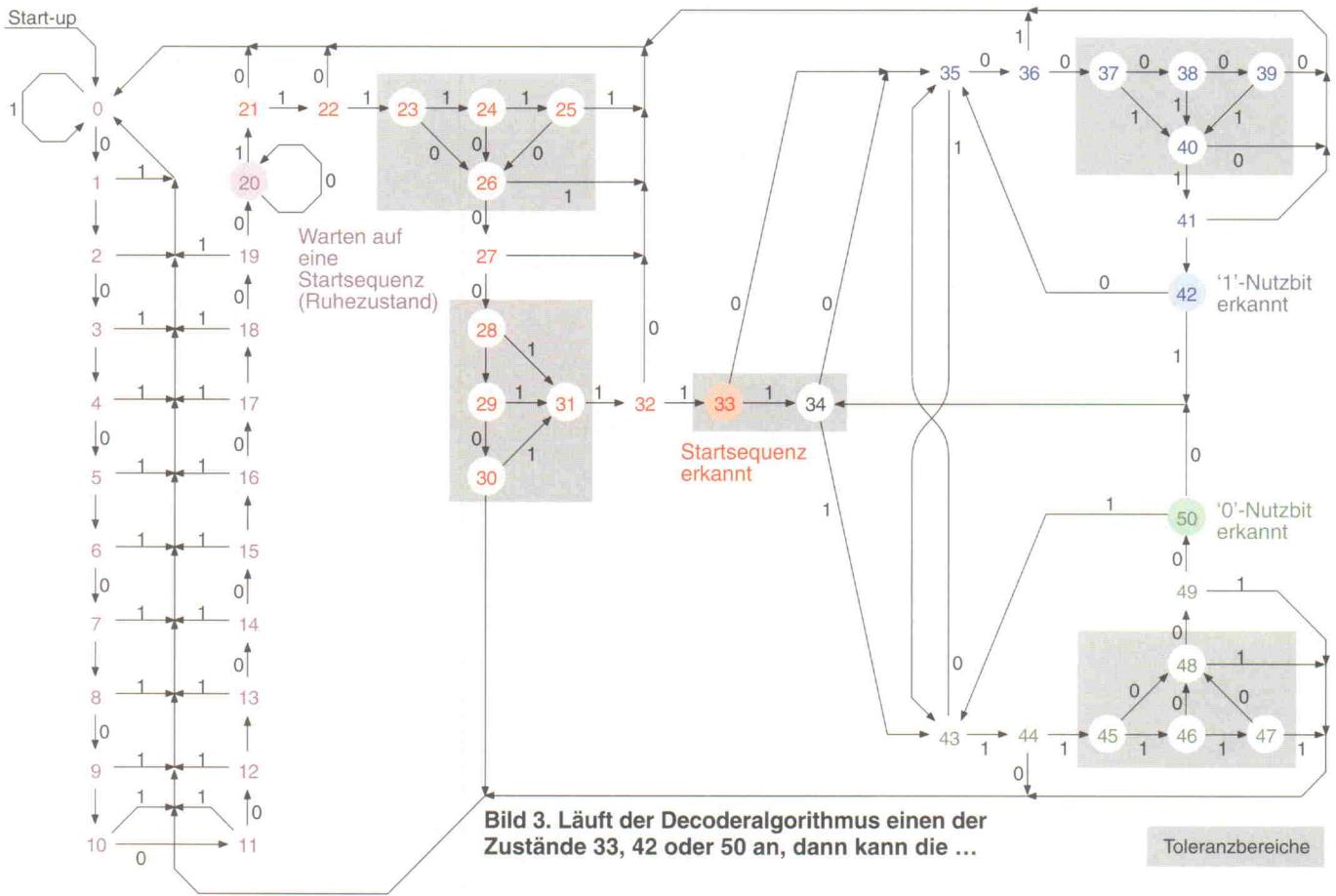
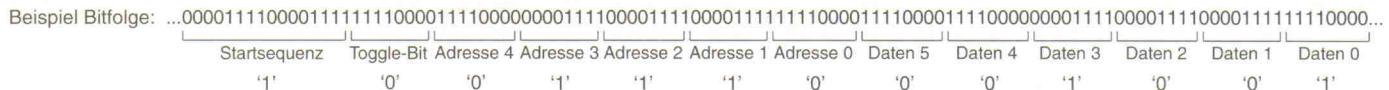
; Routing
    db    0, 22            ; 21
    db    0, 23            ; 22
    db   26, 24            ; 23
    db   26, 25            ; 24
    db   26, 0             ; 25
    db   27, 0             ; 26
    db   28, 0             ; 27
    db   29, 31            ; 28
    db   30, 31            ; 29
    db   0, 31             ; 30
    db   0, 32             ; 31
    db   0, 33             ; 32
    db  35, 34             ; 33

; Erkennung eines 1-Bits
    db   36, 43            ; 35
    db   37, 0              ; 36
    db   38, 40            ; 37
    db   39, 40            ; 38
    db   0, 40             ; 39
    db   0, 41             ; 40
    db   0, 42             ; 41
    db  35, 34             ; 42

; Erkennung eines 0-Bits
    db   35, 44            ; 43
    db   0, 45             ; 44
    db   48, 46            ; 45
    db   48, 47            ; 46
    db   48, 0              ; 47
    db   49, 0              ; 48
    db   50, 0              ; 49

```

Listing 1. Automatenroutine in 8051-Assembler.



Ist das Zustandsdiagramm des Automaten einmal erstellt, dann läßt sich daraus rasch – und vor allem ohne großes Fehlerrisiko – das zugehörige Assemblerprogramm erstellen. Es besteht aus zwei Teilen:

– einer Automatenroutine, die das Zustandsdiagramm als Tabelle enthält und die den Automaten abhängig vom aktuellen Abtastwert von Zustand zu Zustand führt sowie

– einer Steuerroutine, die die Automatenroutine aufruft. Sie erkennt die hervorgehobenen Zustände des Automaten und ermittelt mit deren Hilfe die übertragenen Daten. Dieser Programmteil ist eine Interruptroutine, die mit Hilfe eines Timers aufgerufen wird.

## Realisiert

Das Automatenprogramm ist nachfolgend im Assembler-Quelltext eines MCS51-Prozessors aufgeführt (Listing 1), während die Steuerroutine in

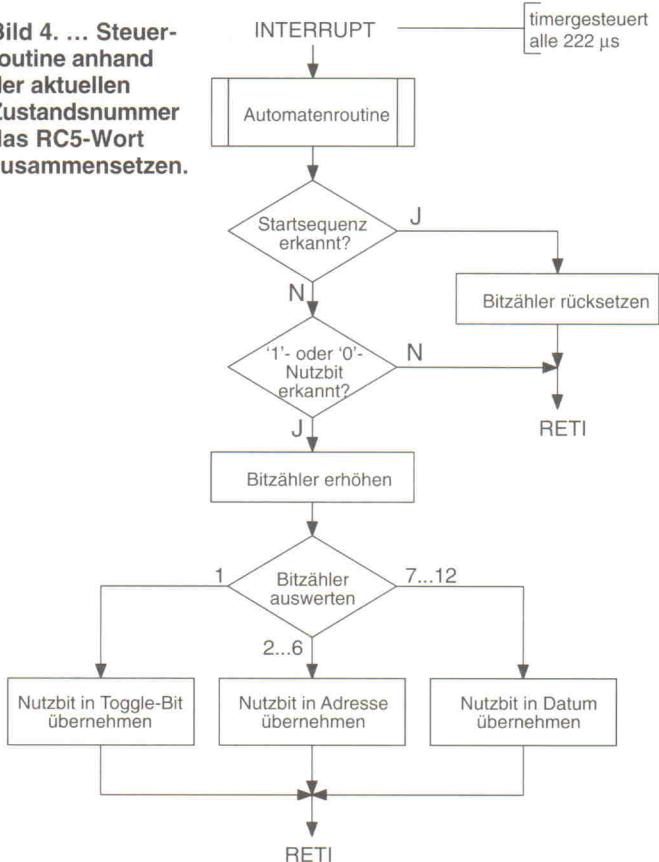
Form eines Flußdiagramms (Bild 4) vorliegt. Letztere muß sich nicht um die logische Konsistenz eines Datenworts kümmern, sondern lediglich anhand eines Bitzählers ermitteln, welchem Teil des Worts die übertragenen Bits zuzuordnen sind. Der vollständige Quelltext der Routinen steht in der ELRAD-Mailbox (Archivname RC5DEKO.LZH) bereit.

ea

## Literatur

- [1] Datenblatt SAA3049, Philips
- [2] Datei RC5CODES.TXT im Archiv RC5DEKO.LZH, ELRAD-Mailbox, 05/11/53 52-401
- [3] Wilfried Brauer, Automatentheorie, Teubner, 1984
- [4] Peter Pernards, Digitaltechnik, Band 2, Einführung in die Schaltwerke, Hüthig, 1995
- [5] Ulrich Vietzen, Unplugged, RC5-IR-Empfänger mit serieller Schnittstelle, ELRAD 9/94, S. 64 ff.

**Bild 4.** ... Steuerroutine anhand der aktuellen Zustandsnummer das RC5-Wort zusammensetzen.



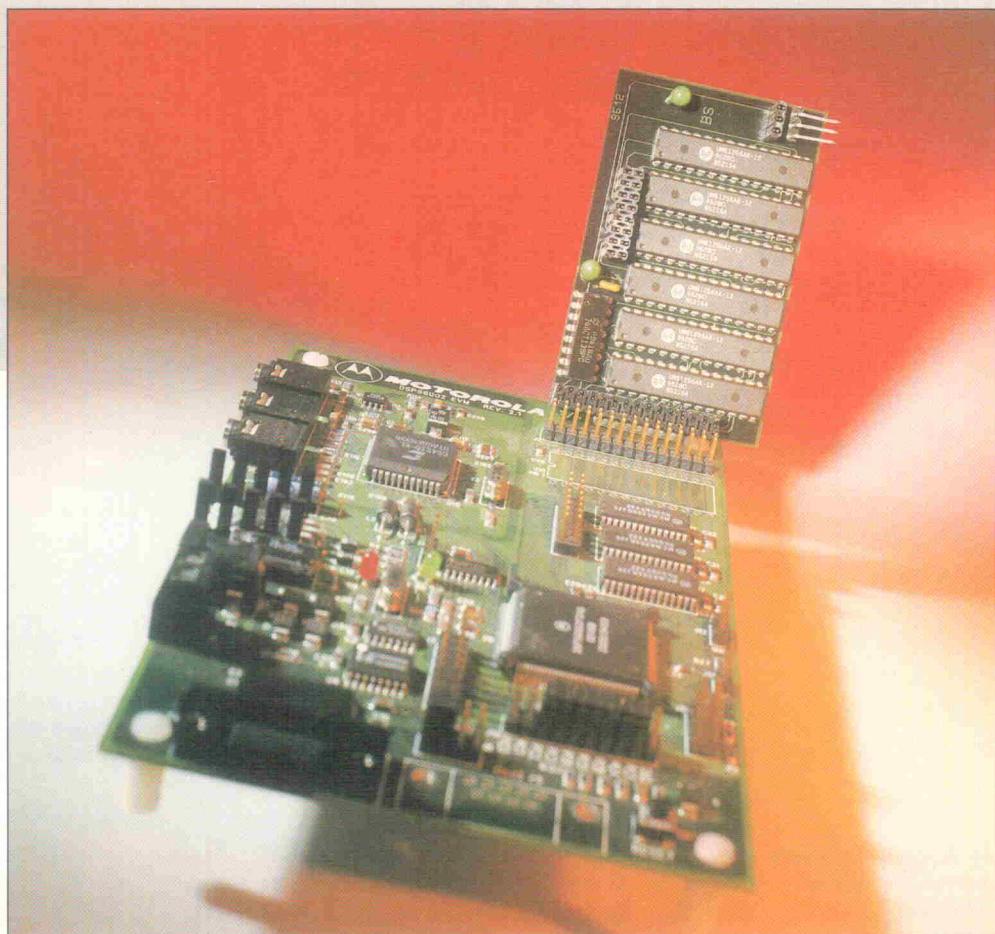
# Zeitspeicher

## RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM

Jörg Weißflog

**Motorolas EVM-Kit erfreut sich großer Beliebtheit, bietet es doch einen preisgünstigen Einstieg in die Programmierung des Signalprozessors DSP 56002. Auch bei seiner Ausstattung bleiben kaum Wünsche offen. Der auf dem Board befindliche Speicher ist mit seinen 32 KWorten für einen Großteil der Fälle ausreichend. Manchmal braucht man allerdings etwas mehr ...**

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Weißflog studierte Elektrotechnik mit der Vertiefungsrichtung Ton- und Bildtechnik an der Fachhochschule Düsseldorf. Dabei spezialisierte er sich auf das Gebiet der digitalen Audio-Signal-Verarbeitung. Derzeit befasst er sich am Institut für Rundfunktechnik in München mit Echtzeit-Audiokompression nach MPEG-I-Layer-II (Musicam) sowie mit virtueller Akustik.



In den meisten Bereichen der digitalen Signalverarbeitung kommt es nicht auf einen umfangreichen Speicher an. So benötigen FIR-Filter und FFT eher Rechenleistung als RAM. Basiert jedoch ein Algorithmus auf Signalverzögerungen, so wächst der Speicherhunger unverhältnismäßig schnell: Soll der DSP beispielsweise ein Audiosignal um lediglich 500 Millisekunden verzögern, benötigt er bei einer Abtastrate von 48 kHz gleich 24 KWorte. Raumsimulations- und Hall-Algorithmen erfordern zudem auch noch mehrere Verzögerungsleitungen parallel. Unter diesem Gesichtspunkt wird klar, daß die Möglichkeiten des EVM-Boards begrenzt sind.

Das Ziel steht fest: Der externe Speicher wird ausgebaut. Das EVM bietet 32 KWorte zu

24 Bit, die man auf zwei verschiedene Weisen nutzen kann (Bild 1). Dazu muß man wissen, daß der 56002 drei verschiedene Bänke zu 64 KWorte adressieren kann: nämlich Programmspeicher, X- und Y-Memory-Bereich. Da der DSP lediglich 16 Adreßleitungen aufweist, besitzt er drei zusätzliche Steuerleitungen zur Auswahl eines dieser Bereiche.

Man kann mit Hilfe des Jumpers J12 einstellen, ob man in einem Adressbereich von 32 KWorten den gesamten externen Speicher adressieren (Bild 1a) oder jeweils für P/X und Y getrennt zwei 16 K große Blöcke zur Verfügung gestellt haben möchte (Bild 1b). Meist wird die 16K-Stellung zum Einsatz kommen, da Long-Memory-Moves sonst nicht möglich sind.

In beiden Fällen bleibt der Adressraum von 8000H bis 0FFFFH frei. Dieser Block wird mit zweimal 32 KWorten zusätzlichem RAM aufgefüllt. Damit erhält man jeweils für X- und Y-Memory 48 KWorte zusammenhängendes RAM, was bei der bereits erwähnten Sampelerate von 48 kHz etwa zweimal einer Sekunde Verzögerung entspricht.

Die auf dem 66-MHz-EVM-Board befindlichen SRAMs haben eine Zugriffszeit von 15 Nanosekunden. Geht man von 66 MHz Taktfrequenz aus, was einer Zykluszeit von rund 30 Nanosekunden entspricht (in der jeweils ein externer Speicherzugriff erfolgen kann), ist man damit auf der sicheren Seite. Es soll jedoch auch Anwender geben, die durch Manipulation der PLL mit geringeren

**Bild 1. Der Adreßraum des EVM-Boards in Abhängigkeit von J12: a) 32 K, b) 16 K, die Erweiterung liegt immer im Bereich 8000...0FFFFH.**

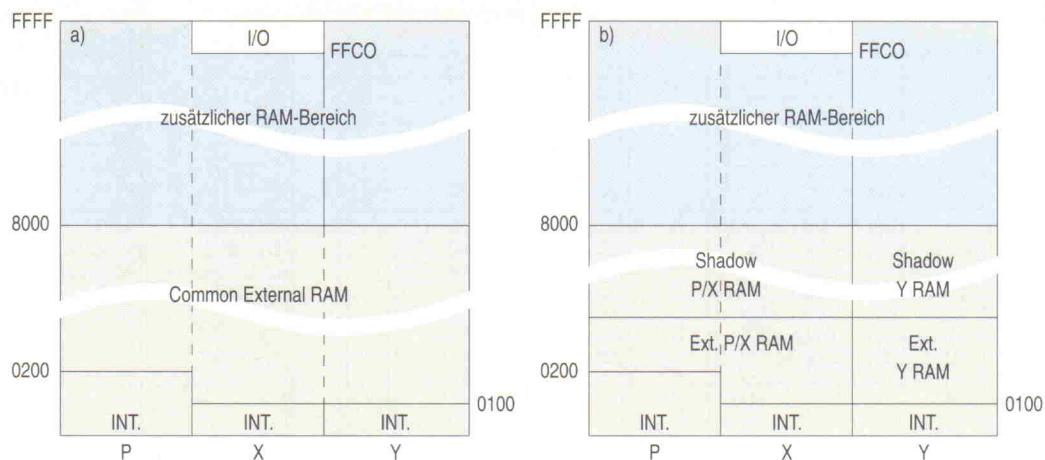
Zykluszeiten arbeiten, so daß statische RAMs mit 12,5 ns angenommen sind.

Selbst mit dieser Forderung gibt es noch genug Möglichkeiten bei der Auswahl von Speicherbausteinen: So gibt es 512-KBit-SRAMs, die zu  $64\text{ K} \times 8$  organisiert sind. Hier wäre man mit drei Bausteinen bereits am Ziel. Wichtige Punkte bei der Auswahl sind die Verfügbarkeit und die Preise: Zwar benötigt die Erweiterung bei 256-KBit-Speichern (zu  $32\text{ K} \times 8$  organisiert) die doppelte Anzahl an Bausteinen, aber diese Chips haben den entscheidenden Vorteil, daß sie zum einen gut erhältlich und anderseits erschwinglich sind, da sie auf vielen PC-Mainboards als Cache-Speicher zum Einsatz kommen. Mitunter ist es möglich, die Cache-RAMs alter 386er- und 486er-Boards zu verwenden, was den höheren Lötaufwand rechtfertigt.

Jeweils drei Bausteine bilden mit ihren 8 Datenleitungen den 24 Bit breiten Datenbus. Die Adreßleitungen sowie Write- und Output-Enable können durchverbunden und an den DSP angeschlossen werden. Damit fehlen noch die Chip-Select-Signale für den X- und Y-Speicher für Adressen höher oder gleich 8000H. Hier kommt ein 2-zu-4-Decoder (IC7, 74ACT139) zum Einsatz, der aus Verknüpfungen der DSP-Memory-Interface-Leitung X/Y – mit der der DSP zwischen P/X- und Y-Speicherbereich (X/Y = low) auswählt – und der Adreßleitung DAB15 die Chip-Select-Signale erzeugt.

## Baustelle

Die elektrische Verbindung zwischen Speichererweiterung und EVM erfolgt über die auf dem EVM vorgesehenen Pfostenleisten J2, J4 und J12. Auf dem RAM-Board stehen diesen Pfosten jeweils Buchsenleisten gegenüber (Bild 3). Diese sollten mit maximalem Abstand zur Platine aufgelötet werden, da sonst die ICs der Erweiterung mit den EVM-SMD-Speicherchips kollidieren können. Da



schmale 28-Pol-DIL-Fassungen schwer erhältlich sind, kann man sich mit jeweils zwei 14poligen Fassungen behelfen. Es ist vor allem darauf zu achten, daß man die Entkoppelkondensatoren zuerst auflöst, da sie unter den IC-Sockeln liegen – notfalls ‘landen’ sie auf der Lötseite.

Die Platine ist vierlagig ausgeführt. Durchgängige Versorgungsspannungslagen tragen dazu bei, daß die Bussignale ‘verständlich’ bleiben. Da der Jumper 12 weiterhin zur Konfiguration des Adreßbereichs 0000...7FFFH dient, ist er an eine Pfostenleiste durchverbunden und so von der Seite her zugänglich.

Nach der Fertigstellung wird die Platine auf das EVM-Board aufgesteckt, so daß die Lötseite nach oben zeigt. Die Funktionsprüfung unterstützt ein kurzes Programm, das jeweils den linken und rechten Kanal um etwa 700 Millisekunden verzögert (Listing 1). Im Initialisierungsteil entsteht mit r0/m0 ein Ringspeicher mit Basisadresse und Größe der Speichererweiterung. Dabei ist darauf zu achten, daß man die obersten 64 Worte im X-Memory nicht beschreibt, da sie für den I/O-Bereich reserviert sind. In der Hauptschleife erfolgt dann die eigentliche Verzögerung. Da der A/D-Wandler nur 16 Bit breite Worte liefert, würden so nur vier der sechs Speicherchips benutzt. Um sicherzustellen, daß alle Bausteine funktionieren, wird das Signal vor dem Schreiben in den Speicher um vier Bits nach rechts und nach dem Auslesen wieder nach links geschoben.

Auf diese Weise muß ein Audiosignal den gesamten Speicher der Platine durchlaufen, bevor es an die Ausgänge ge-

```

START EQU $40
        org p:$0
        jmp START

        org p:$000c
        jsr ssi_rx_isr ; SSI receive data
        jsr ssi_rx_isr ; SSI receive data with exception
        jsr ssi_tx_isr ; SSI transmit data
        jsr ssi_tx_isr ; SSI transmit with exception

        org p:START
        movep #$261009,x:PLR ; these labels are defined in the
        movep #0000,x:BCR ; ada_init.asm program
        ori #3,MR ; mask interrupts
        movec #0,SP ; clear hardware stack pointer
        move #0,OMR ; operating mode 0
        move #$40,r6 ; initialise stack pointer
        move #-1,m6 ; linear addressing

        include 'ada_init.asm'

        move #$_$8000,r0 ; Basis-Adresse für Delay-Buffer
        move #$_$7FBF,m0 ; Größe Ringspeicher (32K-64 Worte)

TONE_OUTPUT EQU HEADPHONE_EN+LINEOUT_EN+(4*LEFT_ATTN)+(4*RIGHT_ATTN)
TONE_INPUT EQU MIC_IN_SELECT+(15*MONITOR_ATTN)

loop_1
        jset #2,x:SSISR,* ; wait for frame sync to pass
        jclr #2,x:SSISR,* ; wait for frame sync

        move x:RX_BUFF_BASE,a ; receive left
        move x:RX_BUFF_BASE+1,b ; receive right
        jsr process_stereo
        move a,x:TX_BUFF_BASE ; transmit left
        move b,x:TX_BUFF_BASE+1 ; transmit right

        move #TONE_OUTPUT,y0 ; set up control words
        move y0,x:TX_BUFF_BASE+2
        move #TONE_INPUT,y0
        move y0,x:TX_BUFF_BASE+3

        jmp loop_1

process_stereo
        do #4,LeCl ; Eingangs-Signal 4 Bits nach rechts
        asr a ; -> %000XXXXXXXXXXXXXX0000
        move x:(r0),x0 ; verzögertes Sample aus X holen
        move a,x:(r0),x0,a ; neues Sample (L) in Delay-Line
        do #4,LeCr ; Ausgangs-Signal 4 Bits nach links
        asl a ; -> %XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX00000000

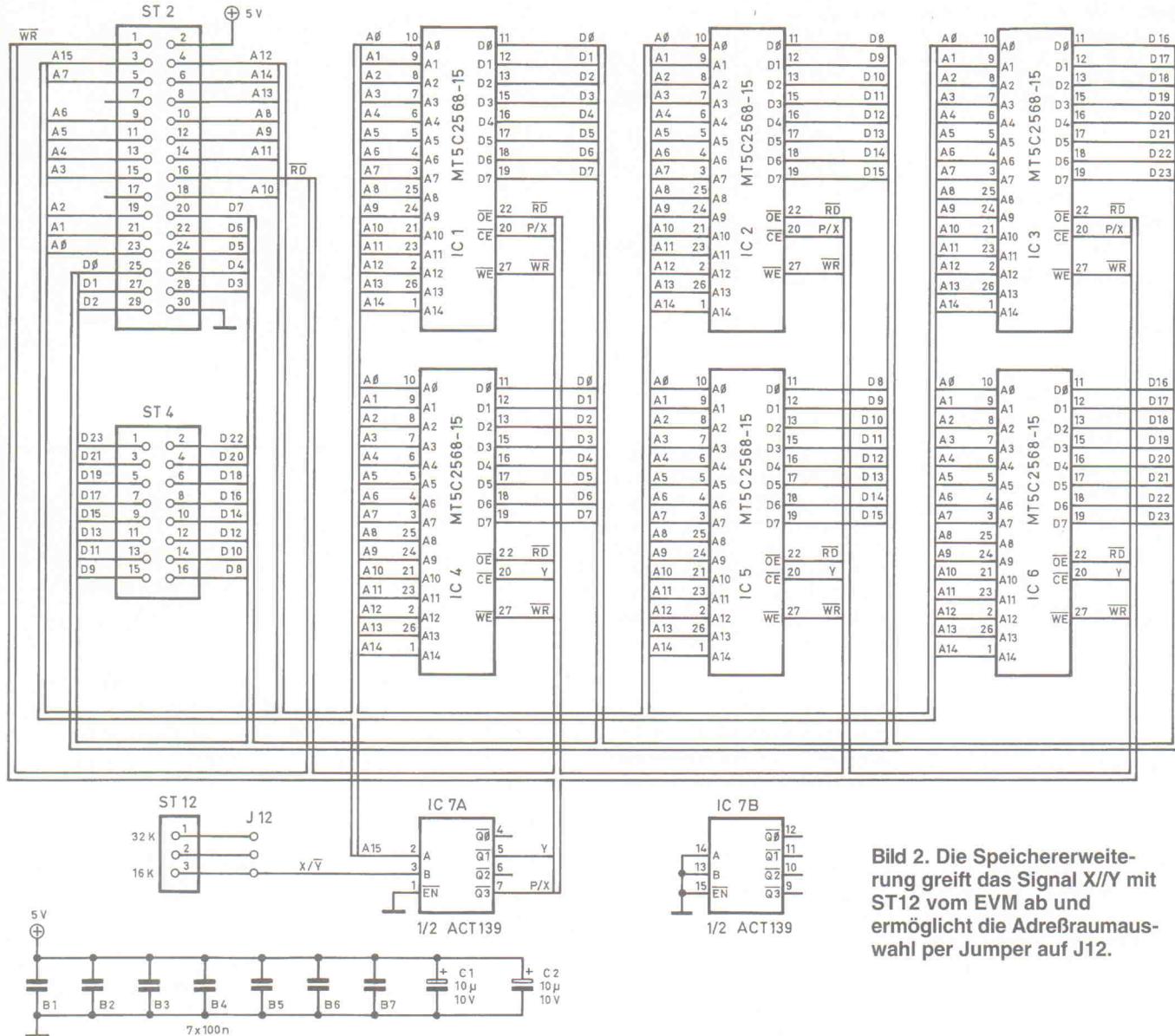
        LeCl do #4,RiCl
        asr b
        RiCl move y:(r0),y0
        move b,y:(r0)-y0,b
        do #4,RiCr
        asl b

        RiCr rts

        include 'txrx_isr.asm'

        end
    
```

**Listing 1. Die fett gedruckten Zeilen ergänzen das dem EVM beiliegende Programm *qs6\_3.asm* zur Speichertestroutine.**



**Bild 2.** Die Speichererweiterung greift das Signal X/Y mit ST12 vom EVM ab und ermöglicht die Adreßraumauswahl per Jumper auf J12.

langt. Ist das Ausgangssignal störungsfrei, kann man davon ausgehen, daß der Speicher einwandfrei arbeitet. Das vollständige Programm steht im Quelltext und als CLD-Datei in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, bis 28k8, 8N1) unter dem Namen *EVM56MEM.LZH* zum Download bereit.

Die ersten Versuche mit dem Testprogramm für die Speicherplatine zeigten überraschende Ergebnisse. So funktionierte der X-Speicher (linker Kanal) bis zu einer EVM-Taktfrequenz von 80 MHz. Der Y-Speicher (rechter Kanal) arbeitete dagegen nur bis 60 MHz störungsfrei. Oberhalb dieser Frequenzen überlagern durch Schreib- und Lesefehler hervorgerufene Störungen das Audiosignal. Die kritischen Stellen liegen vermutlich bei der dürtigen Spannungsversorgung des EVM-Boards sowie

an verzerrten Bussignalen (besonders bei X//Y).

Nichtsdestotrotz sind die Ergebnisse befriedigend, da wohl wenige Nutzer das EVM oberhalb einer Taktfrequenz von 60 MHz betreiben. Weitere Untersuchungen zeigten, daß ein fehlerfreier Betrieb des Speichers sehr vom Assemblerprogramm abhängt – insbesondere davon, in welcher zeitlichen Sequenz die Speicherzugriffe erfolgen. Wer es genau wissen muß, sollte sich für seinen speziellen Fall ein Programm erstellen, das den gesamten Speicher mit Code-Wörtern beschreibt und anschließend beim Auslesen eine Prüfsumme errechnet. ea

#### Literatur

- [1] Andreas R. Bayer, *Routen 56, Motorolas DSP-Starterkit DSP56002EVM, ELRAD 9/95, S. 88*

#### Stückliste

##### Kondensatoren

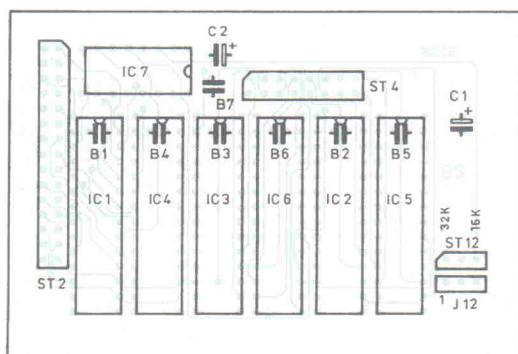
- B1...7 100n, 10V, RM2,5  
C1,2 10 $\mu$ , 10V, RM2,5

##### Halbleiter

- IC1...6 MT5C2568-15,  
CY7C199-15 oder  
UM61256AK-15  
(z. B. Segor, Reichelt)  
IC7 74ACT139

##### Sonstiges

- ST2 Buchsenleiste 2x15  
ST4 Buchsenleiste 2x8  
ST12 Buchsenleiste 1x3  
J12 Pfostenleiste 1x3 gewinkelt  
Sockel für IC1...7



**Bild 3.** Bei Platzproblemen bestückt man die Blockkondensatoren B1...7 in SMD auf der Lötseite.



Anschrift der Firma, zu  
der Sie Kontakt aufnehmen  
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

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

Abt./Position \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

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

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

**Postkarte**

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

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

**Antwortkarte**

Porto zahlt  
Empfänger

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 610407**

30604 Hannover

Meine Adresse / Fax-Nummer:

elrad

Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL  
Teilnahmebedingungen !



Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC  
kostenlos zu !



Die PREVUE Software kann ich aus  
der BETA MAILBOX downloaden !



Mach  
mich  
frei !

**Beta**  
L A Y O U T  
Festerbachstr.32  
65329 Hohenstein

Abgesandt am

199

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

**Angefordert**

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

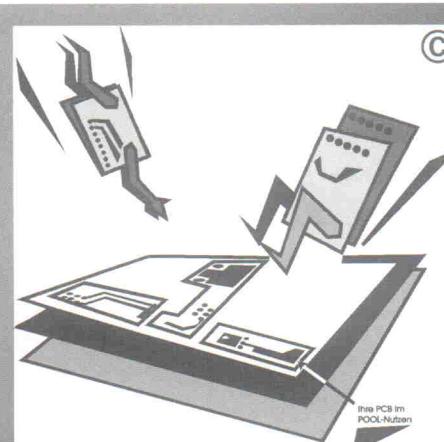
**ELRAD-Abonnement  
Bestellkarte**

Abgesandt am:

199

zur Lieferung ab Heft:

199



**PCB-POOL®**

Tel	06120 - 907010
Fax Info-Abruf	907015
Fax	6487
Mailbox analog1	6489
Mailbox analog2	907016
Mailbox isdn	907018
<a href="http://wwwpcbpool.com">http://wwwpcbpool.com</a>	

# ELRAD

## Leser werben Leser

- Sie erhalten als Dankeschön für Ihre Vermittlung ein Buch „Motorola“ nach Wahl. (Bitte umseitig ankreuzen).
- Der neue Abonnent bekommt ELRAD jeden Monat pünktlich ins Haus, das heißt, die Zustellung ist bereits im günstigen Preis enthalten. Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr, danach ist die Kündigung jederzeit zur übernächsten Ausgabe möglich.
- Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.
- Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenkabonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).
- Um einen neuen Abonenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonnement zu sein.

# ELRAD

## Leser werben Leser

Schicken Sie bitte ELRAD, von der nächsterreichbaren Ausgabe für mindestens 1 Jahr zum Preis von  Inland DM 79,20  Ausland DM 86,40 an:

Vorname/Zuname	Firma
Straße/Nr.	
PLZ/Wohnort	
Ich wünsche folgende Zahlungsweise:	
<input type="checkbox"/> Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug	Bankleitzahl: <input type="text"/>
Konto-Nr. <input type="text"/>	Geldinstitut: <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.	

**X**

Datum Unterschrift des neuen Abonenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

**Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.**

**X**

Datum 2. Unterschrift des neuen Abonenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)  
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

Schicken Sie die Prämie an diese Adresse, sobald der neue Abonnent bezahlt hat:

Vorname/Zuname
Straße/Nr.
PLZ/Wohnort

Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenk-Abonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).

1847

## ELRAD-Kleinanzeigen

### Auftragskarte

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

Abgesandt am:

199

Bemerkungen

---



---



---

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

## ELRAD-Kleinanzeigen

### Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als  
 private Kleinanzeige       gewerbliche Kleinanzeige\* (mit ☐ gekennzeichnet)

DM 4,30 (7,20)	<input type="text"/>
8,60 (14,40)	<input type="text"/>
12,90 (21,60)	<input type="text"/>
17,20 (28,80)	<input type="text"/>
21,50 (36,00)	<input type="text"/>
25,80 (43,20)	<input type="text"/>
30,10 (50,40)	<input type="text"/>
34,40 (57,60)	<input type="text"/>

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 umstehenden Absender nicht vergessen!**



### Bestellung

7947

Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr.

BLZ

 Eurocard Visa American Express

Bank

Scheck liegt bei.

 Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von  /  bis  /   
Monat/Jahr Monat/Jahr

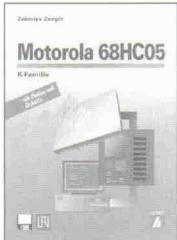
Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

**Absender nicht vergessen!**

**X**  
Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

## **ELRAD-** **Leser werben Leser**

**2** Bücher „Motorola“  
stehen zur Auswahl !  
Eins für Sie...  
(bitte ankreuzen)



①

②

Bitte  
freimachen,  
falls Marke  
zur Hand.

## **ELRAD** **Leser werben Leser**

Antwortkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Verlag Heinz Heise  
Zeitschriften-Vertrieb  
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto-Nr. 000-019 968  
Postgiro Hannover, BLZ 250 520 99, Kto. Nr. 9305-308

Scheck liegt bei:

X

Datum Unterschrift  
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte  
ausreichend  
frankieren.

## **ELRAD-Kleinanzeige** **Auftragskarte**

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

Private Kleinanzeigen  
je Druckzeile 4,30 DM

Gewerbliche Kleinanzeigen  
je Druckzeile 7,20 DM

Chiffregebühr 6,10 DM

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise  
Anzeigenabteilung  
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

Bitte  
ausreichend  
frankieren.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

## eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

Antwortkarte

eMedia GmbH  
Postfach 61 01 06

30601 Hannover

Bitte  
ausreichend  
frankieren.

**TELEFAX**

# **ELRAD**

**Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**

**AN**

(Empfänger)

Firma

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Fax-Nr.

Ich bitte um weitere Informationen zu

Anzeige

Beihefter

Beilage

Ausgabe Nr.

Seite

Produkt

Schlagzeile

Senden Sie mir Ihre Unterlagen

Rufen Sie mich bitte an

Ich wünsche Ihren Besuch

**VON**

(Absender)

Firma

Abteilung

Name

Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Fax-Nr.

*Kleiner Tip:* Kopieren Sie sich diese Seite.

ELEKTRONIKRING 1  
26452 SANDE  
TEL: 0 44 22 / 9 55 - 0  
FAX: 0 44 22 / 9 55 - 111  
ANRUFBEANTWORTER:  
0 44 22 / 9 55 - 222

## KATALOG KOSTENLOS!

Versand ab DM 10,-/ Ausland ab DM 100,-  
Versandkostenpauschale: NN 7,-  
Versand per Nachnahme oder Bankenzug  
(außer Behörden, Schulen usw.)

Versandkostenpauschale: NN 7,-  
Bankenzug: DM 5,80  
UPS: DM 9,00

Stand: 31. Mai 1996

## Transistoren

BC	BD	BDW	BFR	BUW
107A	0.34	238	0.60	93B
107B	0.34	239C	1.05	93C
108B	0.34	240C	0.87	94B
108C	0.34	241B	0.93	94C
109C	0.34			1.35
140-10	0.56			
140-16	0.56			
141-10	0.56			
141-16	0.56			
160-10	0.44			
160-16	0.44			
161-10	0.59			
161-16	0.59			
177A	0.31			
177B	0.31			
237A	0.11			
237B	0.11			
238B	0.11			
239B	0.11			
327-25	0.18			
327-40	0.18			
328-25	0.18			
328-40	0.18			
337-25	0.18			
338-25	0.18			
338-40	0.18			
368	0.25			
516	0.25			
517	0.25			
546A	0.14			
546B	0.14			
547A	0.14			
547B	0.14			
547C	0.14			
548A	0.14			
548B	0.14			
548C	0.14			
549B	0.14			
550B	0.17			
550C	0.17			
556A	0.14			
556B	0.14			
557A	0.14			
557B	0.14			
557C	0.14			
558A	0.14			
558B	0.14			
558C	0.14			
559A	0.14			
559B	0.14			
559C	0.14			
560B	0.17			
635	0.24			
636	0.37			
637	0.37			
638	0.27			
639	0.34			
640	0.34			
875	0.56			
876	0.56			
877	0.56			
878	0.59			
879	0.56			
880	0.64			

## Halbleiterangebot

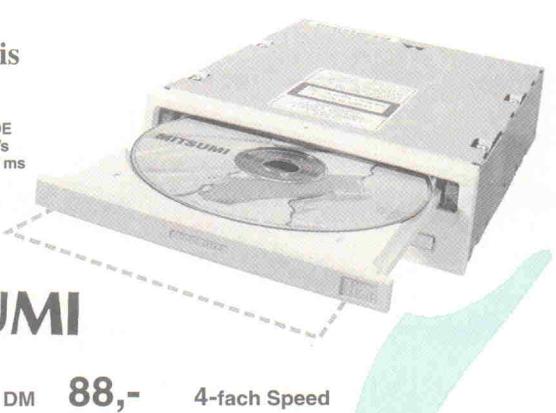
	<b>BU 208A</b>	<b>2,20</b>
	<b>BU 208D</b>	<b>2,40</b>
	<b>BU 508A</b>	<b>1,90</b>
	<b>BU 508AF</b>	<b>1,95</b>
	<b>BU 508D</b>	<b>2,40</b>
	<b>BU 508DF</b>	<b>2,40</b>
	<b>BU 2508AF</b>	<b>2,60</b>

## CD-ROM Laufwerk



**zum einmalig  
konkurrenzlosen Preis**

Schnittstelle: Enhanced IDE  
Übertragungsrate: 600 / 900 kB/s  
mittlere Zugriffszeit: 180 ms / 135 ms  
Tellerlader



**MITSUMI**

Bestellnummer:

<b>PC-CDR FX400</b>	DM <b>88,-</b>	4-fach Speed
<b>PC-CDR FX600</b>	DM <b>168,-</b>	6-fach Speed

## Halbleiterangebot

	<b>BUT 11A</b>	<b>1,20</b>
	<b>BUT 11AF</b>	<b>1,35</b>
	<b>BUT 12A</b>	<b>1,70</b>
	<b>BUZ 11</b>	<b>1,90</b>
	<b>BUZ 11A</b>	<b>1,85</b>

## BD

135 0.41

136 0.33

137 0.35

138 0.41

139 0.52

140 0.41

175 0.48

179 0.53

180 0.54

189 0.93

190 0.69

234 0.60

235 0.60

236 0.60

237 0.67

84D 3.10 | 982 0.87 | 2508A 2.85 | 15004 6.10 | 7216B 68.80

## Integrierte Schaltungen

uA (TSL)	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74F
7805 0.55	7216D	57.00	1310DIL 1.10	5608 3.60	2593 1.50	251DIP 3.55	00 0.34	00 0.63
7806 0.56	7217D	27.80	1327DIL 3.30	5708 2.30	2594 5.50	271DIP 0.87	01 0.35	02 0.63
7807 0.94	7218A	13.60	1350P 1.85	660 1.70	2595 3.35	272DIP 1.45	02 0.32	04 0.63
7808 0.56	7224	25.00	1377DIL 4.95	670 1.70	2611A 1.80	274DIP 2.15	03 0.33	08 0.72
7809 0.56	7226A	88.00	1408DIL 2.65		2653A 4.50	372DIP 1.30	04 0.34	10 0.63
7810 0.63	7555	0.81	1458DIP 0.42				05 0.38	11 0.80
7812 0.55	7556	1.40	1496DIL 1.35				06 0.65	14 0.73
7815 0.55			1558DIP 1.65				07 0.69	20 1.20
7818 0.56			3361N 1.95				08 0.34	27 2.50
7820 0.56			3403DIP 0.67				09 0.35	38 3.00
7824 0.56	1700A	15.50	3423DIP 1.60				10 0.35	74 0.78
	1702N	16.50	3486DIL 1.35				11 0.33	66 1.65
			3487DIL 1.45				12 0.35	112 1.80
			411CN 1.80				13 0.38	113 2.70
							14 0.43	133 1.20
							15 0.31	138 1.55
							20 0.34	139 1.45
							21 0.36	148 2.00
							26 0.35	157 1.20
							27 0.35	161 1.90
							28 0.32	194 3.10
							30 0.33	241 2.50
							32 0.37	244 3.10
							37 0.33	245 2.20
							38 0.35	373 1.75
							40 0.35	374 1.75
							42 0.48	540 6.90
							47 1.10	541 8.80
							48 0.98	
							74HC	

## Halbleiterangebot

<b>uA 7805</b>	<b>-,55</b>
<b>uA 7812</b>	<b>-,55</b>
<b>uA 7815</b>	<b>-,55</b>
<b>uA 7905</b>	<b>-,55</b>
<b>uA 7912</b>	<b>-,55</b>
<b>uA 7915</b>	<b>-,55</b>

<b>LM 317-220</b>	<b>-,77</b>
<b>LM 324 DIL</b>	<b>-,38</b>
<b>LM 339 DIL</b>	<b>-,38</b>
<b>LM 358 DIP</b>	<b>-,38</b>
<b>NE 555 DIP</b>	<b>-,39</b>
<b>NE 556 DIL</b>	<b>-,49</b>
<b>NE 5532 DIP</b>	<b>0,98</b>
<b>NE 5532A DIP</b>	<b>1,05</b>
<b>NE 5534 DIP</b>	<b>1,05</b>
<b>NE 5534A DIP</b>	<b>1,10</b>
<b>TL 071 DIP</b>	<b>-,68</b>
<b>TL 072 DIP</b>	<b>-,75</b>
<b>TL 074 DIP</b>	<b>-,91</b>
<b>TL 081 DIP</b>	<b>-,58</b>
<b>TL 082 DIP</b>	<b>-,65</b>
<b>TL 084 DIL</b>	<b>-,90</b>

<b>TL 071 DIL</b>	<b>1,20</b>
<b>TL 072 DIL</b>	<b>1,20</b>
<b>TL 074 DIP</b>	<b>1,20</b>
<b>TL 081 DIP</b>	<b>1,20</b>
<b>TL 082 DIP</b>	<b>1,20</b>
<b>UAA</b>	<b>170 12.10</b>
<b>UAA</b>	<b>180 5.30</b>
<b>UC</b>	<b>3842 1.40</b>
<b>UC</b>	<b>3843N 1.40</b>
<b>UC</b>	<b>3844N 1.40</b>
<b>ULN</b>	<b>2001 0.81</b>
<b>ULN</b>	<b>2002 0.81</b>
<b>ULN</b>	<b>2003 0.80</b>
<b>ULN</b>	<b>2004 0.80</b>
<b>ULN</b>	<b>2003 1.10</b>
<b>ULN</b>	<b>2004 1.10</b>
<b>YM</b>	<b>3437CD28.50</b>
<b>YM</b>	<b>3623B 24.50</b>
<b>YM</b>	<b>7128 32.50</b>
<b>ZN</b>	<b>404 0.98</b>
<b>ZN</b>	<b>409CE 3.20</b>
<b>ZN</b>	<b>4142 2.55</b>
<b>ZN</b>	<b>416B 3.95</b>
<b>ZN</b>	<b>423 3.20</b>
<b>ZN</b>	<b>425B 10.30</b>
<b>ZN</b>	<b>426B 5.60</b>
<b>ZN</b>	<b>427B 16.50</b>
<b>ZN</b>	<b>428B 9.20</b>
<b>ZN</b>	<b>429B 3.70</b>
<b>ZN</b>	<b>432E 41.65</b>
<b>ZN</b>	<b>433B 1.30</b>
<b>ZN</b>	<b>435B 1.95</b>
<b>ZN</b>	<b>436B 0.71</b>
<b>ZN</b>	<b>437B 0.92</b>
<b>ZN</b>	<b>438B 0.63</b>
<b>ZN</b>	<b>439B 0.99</b>
<b>ZN</b>	<b>440B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>441B 1.65</b>
<b>ZN</b>	<b>442B 0.53</b>
<b>ZN</b>	<b>443B 0.99</b>
<b>ZN</b>	<b>444B 0.53</b>
<b>ZN</b>	<b>445B 0.63</b>
<b>ZN</b>	<b>446B 0.53</b>
<b>ZN</b>	<b>447B 0.63</b>
<b>ZN</b>	<b>448B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>449B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>450B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>451B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>452B 0.64</b>
<b>ZN</b>	<b>453B 0.64</b>
<b>ZN&lt;/</b>	

## EAD-Dosen

<b>EAD AP</b>	<b>26,90</b>
<b>EAD UP</b>	<b>26,90</b>

## EAD-Kabel

<b>EAD 2m</b>	<b>14,50</b>
<b>EAD 3m</b>	<b>16,50</b>
<b>EAD 5m</b>	<b>20,50</b>

## TAE-Dosen

<b>TAE 6F-AP</b>	<b>2,85</b>
<b>TAE 6F-UP</b>	<b>3,85</b>
<b>TAE 3x6NFF-AP</b>	<b>3,75</b>
<b>TAE 3x6NFF-UP</b>	<b>4,85</b>
<b>TAE 3x6NFN-AP</b>	<b>3,45</b>
<b>TAE 3x6NFN-UP</b>	<b>4,45</b>
<b>TAE 6F-S Stecker</b>	<b>0,87</b>
<b>TAE 6N-S Stecker</b>	<b>0,87</b>

## SUB-D-Stecker/Buchse

<b>Mind-Stift 09</b>	<b>0,22</b>
<b>Mind-Stift 15</b>	<b>0,30</b>
<b>Mind-Stift 25</b>	<b>0,30</b>
<b>Mind-Buchse 09</b>	<b>0,24</b>
<b>Mind-Buchse 15</b>	<b>0,30</b>
<b>Mind-Buchse 25</b>	<b>0,30</b>

<b>BNC-Crimp-Stecker/Ku</b>		
<b>UG 88U-C58</b>	Stecker	<b>0,70</b>
<b>UG 88U-C59</b>	Stecker	<b>0,82</b>
<b>UG 89U-C58</b>	Kuppl.	<b>1,30</b>
<b>UG 88U/50</b>	Abschluß	<b>1,05</b>
<b>BNCT-58</b>	Tülle	<b>0,18</b>
	Crimpzange	<b>32,70</b>

## 65..

6502AP	6.70	8031P	2.80
6522P	5.80	8032P	7.20
6522AP	6.70	8035LP	4.70
6532P	11.30	8039LP	5.90
6551P	7.60	80535N	17.60
6551AP	7.90	8085AP	5.50
65C02P1	7.80	8086	13.35
65C02P2	7.80	8088P	10.80
65C02P4	16.70	8155P	5.70
65C22P1	7.95	8243	3.70
65C22P2	8.30	8250P	8.75
65C51P2	9.50	8251A	4.10
		8251P	3.65
		8255AP	3.50
		8259AP	3.90
6800P	10.20	8279P	4.95
6802P	13.80	8282P	7.20
6803P	6.15	8284P	3.90
6809P	6.95	8286P	7.20
6810P	3.60	8287P	6.90
6821P	3.55	8288	6.20
6845P	8.40	8748HD	14.30
6850P	3.10	8749HD	18.20
6880P	8.40	87CS1 CCF	37.40
68B21P	3.60	87CS1 CCN	25.00

## 68..

80..	80..	AMD Prozessoren	D-Rams
6502AP	6.70	CPU-AM486DX4-100	41256-80
6522P	5.80	CPU-AM486DX4-120	41256-100
6522AP	6.70	CPU-AM486DX4-133	41464-100
6532P	11.30	"	514256-70
6551P	7.60	"	511000-70
6551AP	7.90	"	"
65C02P1	7.80	CPU-PENTIUM 100	4.50
65C02P2	7.80	CPU-PENTIUM 120	4.40
65C02P4	16.70	CPU-PENTIUM 133	4.20
65C22P1	7.95	CPU-PENTIUM 150	12.90
65C22P2	8.30	CPU-PENTIUM 166	9.95
65C51P2	9.50	CPU-PRO 150	2.60
		"	PCF 2111P
		"	PCF 2112P
		"	PCF 8570P
		"	PCF 8571P
		"	PCF 8573P
		"	PCF 8574AP
		"	PCF 8582AP
		"	PCF 8583P
		"	PCF 8584P
		"	PCF 8591P

## Microcontroller / Speicher

<b>Intel Prozessoren</b>	<b>Eproms N-Mos</b>	<b>S-Rams</b>	<b>PALs</b>
CPU-AM486DX4-100	22.00	6116-90	PAL 16L8-15
CPU-AM486DX4-120	11.00	6116-100	PAL 16L8-25
CPU-AM486DX4-133	9.50	6264-70	PAL 16R4-25
"	"	6264-100	PAL 16R4-35
"	"	62256-80	PAL 16R6-25
"	"	62256-100	PAL 16R8-25
"	"	628128-70	PAL 20L8-25

## Eproms C-Mos

<b>Eproms C-Mos</b>	<b>Cach-Rams</b>	<b>Simm-Module</b>	<b>PIC-Controller</b>
Z7C64-150	4.50	SIMM 1M-9CHIP-70	PIC 16C54-JW
Z7C128-150	4.95	SIMM 1MX9-70	PIC 16C54-RC/P
Z7C256-100	6.80	SIMM 4MX9-70	PIC 16C55-JW
Z7C256-120	4.95	"	PIC 16C55-XT/P
Z7C512-80	6.90	"	PIC 16C56-JW
Z7C512-100	5.80	"	PIC 16C56-XT/P
Z7C512-120	4.95	"	PIC 16C57-JW
Z7C1001-60	12.90	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-80	10.30	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-120	7.10	"	PIC 16C58-JW
Z7C1004-120	24.85	"	PIC 16C58-XT/P
Z7C4001-80	32.80	"	PIC 16C59-JW
Z7C4001-120	20.70	"	PIC 16C59-XT/P
Z7C4002-100	24.85	"	PIC 16C60-JW
Z7C4002-120	24.85	"	PIC 16C60-XT/P

## EEproms

<b>EEproms</b>	<b>UARTs</b>	<b>Gals</b>	<b>ZeroPower</b>
2816-250	8.70	GAL 16V8-12	MR 48T02 B15
2864-250	18.10	GAL 16V8-15	MR 48T02 B20
28C64-250	14.95	GAL 16V8-25	MR 48T02 B30
28C256-250	34.50	GAL 20V8-15 QB	MR 48T02 B35
28F256-150	13.80	GAL 20V8-25	MR 48T02 B40
28F512-150	14.80	GAL 20V8-25 QB	MR 48T02 B45
		"	MK 48Z02 B15
		"	MK 48Z02 B20
		"	MK 48Z02 B30
		"	MK 48Z02 B40
		"	MK 48Z02 B50
		"	MK 48Z08 B20
		"	MK 48Z08 B25

## Flash-Eeproms

<b>Flash-Eeproms</b>	<b>Lattice</b>	<b>Diverse</b>	
28F010-150	14.95	I2PGL 22V10B-15	16.70
28F020-150	45.50	ISPDNS 14-71	8.65
28F256-150	13.80	ISPLSI 1016-60LJ	21.00
28F512-150	14.80	ISPLSI 1032-60LJ	86.00

## Proms

<b>Proms</b>	<b>Lattice</b>	<b>Diverse</b>	
82623	3.00	I2PGL 22V10B-15	16.70
82S123	2.60	ISPDNS 14-71	8.65
82S126	3.15	ISPLSI 1016-60LJ	21.00
	3.15	ISPLSI 1032-60LJ	86.00
	3.15	ISPLSI 2032-80LJ	23.30
	3.15	ISPLSI START-KIT	239.00

## Microcontroller / Speicher

<b>AMD Prozessoren</b>	<b>Eproms N-Mos</b>	<b>S-Rams</b>	<b>PALs</b>
CPU-AM486DX4-100	22.00	6116-90	PAL 16L8-15
CPU-AM486DX4-120	11.00	6116-100	PAL 16L8-25
CPU-AM486DX4-133	9.50	6264-70	PAL 16R4-25
"	"	6264-100	PAL 16R4-35
"	"	62256-80	PAL 16R6-25
"	"	62256-100	PAL 16R8-25

## Eproms C-Mos

<b>Eproms C-Mos</b>	<b>Cach-Rams</b>	<b>Simm-Module</b>	<b>PIC-Controller</b>
Z7C64-150	4.50	SIMM 1M-9CHIP-70	PIC 16C54-JW
Z7C128-150	4.95	SIMM 1MX9-70	PIC 16C54-RC/P
Z7C256-100	6.80	SIMM 4MX9-70	PIC 16C55-JW
Z7C256-120	4.95	"	PIC 16C55-XT/P
Z7C512-80	6.90	"	PIC 16C56-JW
Z7C512-100	5.80	"	PIC 16C56-XT/P
Z7C512-120	4.95	"	PIC 16C57-JW
Z7C1001-60	12.90	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-80	10.30	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-120	7.10	"	PIC 16C58-JW
Z7C1004-120	24.85	"	PIC 16C58-XT/P

## Eproms C-Mos

<b>Eproms C-Mos</b>	<b>Cach-Rams</b>	<b>Simm-Module</b>	<b>PIC-Controller</b>
Z7C64-150	4.50	SIMM 1M-9CHIP-70	PIC 16C54-JW
Z7C128-150	4.95	SIMM 1MX9-70	PIC 16C54-RC/P
Z7C256-100	6.80	SIMM 4MX9-70	PIC 16C55-JW
Z7C256-120	4.95	"	PIC 16C55-XT/P
Z7C512-80	6.90	"	PIC 16C56-JW
Z7C512-100	5.80	"	PIC 16C56-XT/P
Z7C512-120	4.95	"	PIC 16C57-JW
Z7C1001-60	12.90	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-80	10.30	"	PIC 16C57-XT/P
Z7C1001-120	7.10	"	PIC 16C58-JW
Z7C1004-120	24.85	"	PIC 16C58-XT/P

## Eproms C-Mos

<tbl\_struct

# Gläserne Wandler

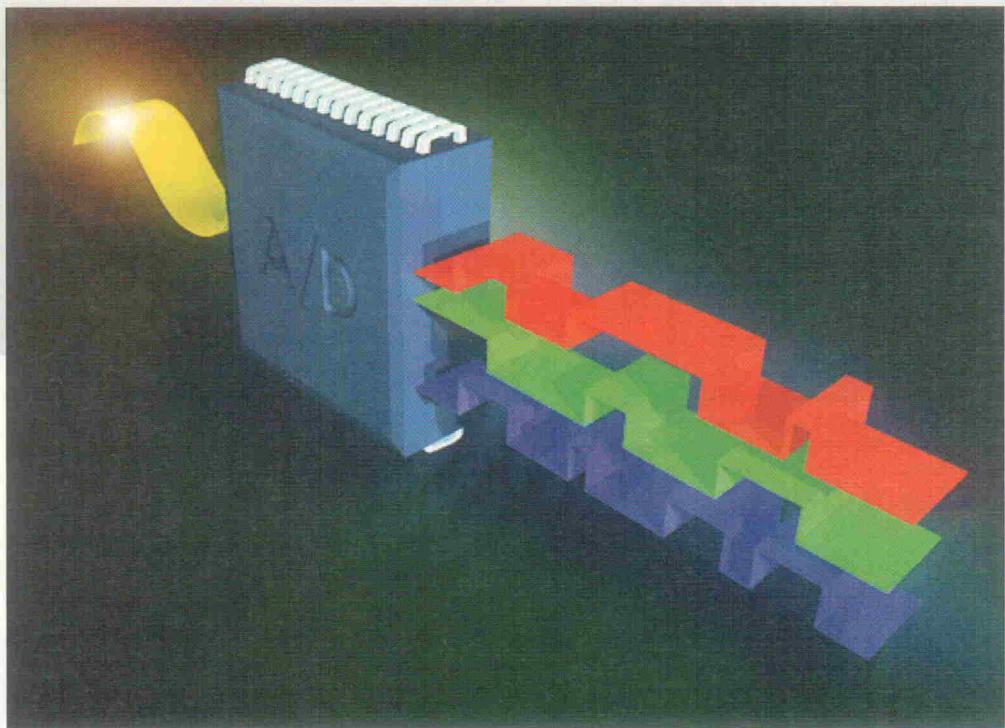
## Modellierung hochauflösender A/D-Umsetzer mit SPICE

Grundlagen

Dr. Martin Heine

A/D-Umsetzer beschreiben die Schnittstelle zwischen den analogen und digitalen Komponenten von Signalverarbeitungssystemen. Da die meisten auf dem Markt erhältlichen Simulatoren eine ganzheitliche Betrachtung von analogen und digitalen Systemen nicht zulassen, ist die Erfassung von A/D-Umsetzern in der Simulation schwierig. Auch die Halbleiterhersteller lassen die Entwickler im Regen stehen. Durch eine strukturfreie Betrachtung lassen sich jedoch Modelle generieren, die eine Simulation auch hochauflösender A/D-Umsetzer in SPICE3f4 erlauben.

Dr. Martin Heine arbeitet seit 1995 bei Siemens im Bereich Automobiltechnik in der IC- und Modulentwicklung. Vor seiner Promotion war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITEM der Universität Bremen. Er assistierte dort Prof. Dr. Laur bei der Durchführung des vom BMFB geförderten Verbundprojekts 'Modellbibliothek für komplexe analoge Bauelemente'.



Während im Bereich der digitalen Signalverarbeitung eine große Zahl leistungsfähiger, preiswerter und standardisierbarer CAD-Werkzeuge zur Verfügung stehen, die den Entwurf auch hochkomplexer digitaler Schaltungen ermöglichen, ist im Bereich der analogen Signalverarbeitung die Situation eher unbefriedigend. Für die akkurate Entwicklung eines Systems ist insbesondere in den Grenzbereichen der Temperatur, der Betriebsspannung und der Fertigungstoleranzen eine genaue Analyse unverzichtbar. Nur durch die Bereitstellung von exakten Simulationsmodellen lassen sich kostspielige Brettaufbauten aus der Systementwicklung durch kostengünstigere Computer Aided Engineering(CAE)-Methoden ersetzen.

Die Verfahren im Bereich der analogen CAE bauen zum größten Teil auf dem an der University of California in Berkeley entwickelten Simulator SPICE auf. Analysen mit diesen Simu-

lato ren basieren auf Schaltkreisberechnungen, die auf Transistor-Ebene durchgeführt werden. Zuverlässige Simulationen erfordern jedoch leistungsfähige Transistormodelle, die weitgehend technologieabhängige Parameter und die dazu erforderlichen Strukturkenntnisse umfassen. Eine Simulation auf dieser Basis ist für die Anwendung in der konventionellen Elektronik nicht sinnvoll, da die erforderlichen Parameter und Strukturinformationen Anwendern nicht zugänglich sind. Halbleiterhersteller stellen diese Informationen aus Konkurrenzgründen nicht zur Verfügung, da sie Einblicke in die Herstellungsverfahren ermöglichen. Außerdem wächst der Simulationsaufwand von Schaltungen überproportional mit der Anzahl an Funktionslementen. Dies führt insbesondere für die transiente Simulation (Analyse im Zeitbereich) zu sehr langen Simulationszeiten.

Die Grenze der Leistungsfähigkeit der verfügbaren Analogsimulatoren ist damit schnell erreicht.

Abhilfe bietet unter anderem der Einsatz von Makromodellen. Mit dieser Art von Modellen wird die Funktion einer Schaltung durch wenige, dem Simulator zur Verfügung stehende Elemente nachgebildet. Angestrebt wird dabei unter Berücksichtigung aller relevanten Betriebsbedingungen eine hinreichend genaue Beschreibung des Klemmenverhaltens [1]. Die Verfügbarkeit von genauen und zuverlässigen Makromodellen reduziert den Simulationsaufwand, führt zu kurzen Antwortzeiten und macht eine effiziente Optimierung des Entwurfs durch Simulation erst möglich.

Für die im folgenden beschriebenen Methoden wurde als Referenz der Simulator SPICE3f4 gewählt. SPICE3f4 ist eine Weiterentwicklung des sich im Entwurf von mikroelektronischen Schaltungen bewährten Simulators SPICE2 und bietet erweiterte Möglichkeiten wie frei programmierbare gesteuerte Quellen, die vor allem in der

Makromodellierung genutzt werden können. Des weiteren ist SPICE3f4 public domain. Eine Windows-Version inklusive grafischer Ausgabe kann über die *ELRAD*-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-401) oder den Server der Redaktion (<ftp://ftp.heise.de/pub/elrad/>) kostenlos bezogen werden [2]. Die in diesem Beitrag beschriebenen Beispiele lassen sich nach erfolgreicher Installation sofort umsetzen.

## Neue Ansätze

Wie bereits erwähnt, lassen sich durch den Einsatz von Makromodellen in der Regel die Simulationszeiten bei gleicher Genauigkeit reduzieren. In einigen Fällen werden Makromodelle eingesetzt, um eine Simulation überhaupt erst zu ermöglichen (z. B. Sensoren und Aktoren) oder um die Qualität einer Simulation durch leistungsfähige Makromodelle zu erhöhen. Die ersten Makromodelle wurden bereits 1971 von Wooley, Wong und Peterson [3] sowie von Trealeaven und Trofimenoff [4] für Operationsverstärker entwickelt. Die Makromodellierung anderer Funktionselemente wurde erst in den letzten Jahren aufgrund der steigenden Integrationsdichte in der Mikroelektronik und der zunehmenden Bedeutung der Mikrosystemtechnik begonnen [5].

In der Makromodellierung werden verschiedene Methoden angewendet. Zum einen kann das Modell aus einer parametrischen Ersatzschaltung bestehen, die auf der eigentlichen Schaltungstopologie basiert. Hiermit lassen sich aber nur die Effekte im Modell nachbilden, die in den Transistormodellen des Simulators implementiert sind. Zum anderen gibt es die Möglichkeit, Effekte durch technologiefremde Elemente des Simulators wie gesteuerte Quellen nachzubilden. Nachteil dieser Strategie ist, daß meist für jeden nachgebildeten Effekt eine separate Quelle zur Verfügung gestellt werden muß. Die Folge kann eine hohe Anzahl an Knoten sein. Und dies führt anstatt zu einer Reduktion zur Erhöhung der Simulationszeit. Eine wesentliche Aufgabe in der Makromodellierung ist daher abzuschätzen, welche Effekte mit welcher Modelltopologie und -struktur simulationstechnisch

optimal beschrieben werden können. Eine pauschale Antwort hierfür existiert nicht. Die meisten Makromodelle bestehen daher aus einer Mischung von strukturnahen und -fernen Systemkomponenten.

Davon abgesehen erfolgt die Entwicklung eines Modells meist iterativ nach einem bestimmten Ablaufschema (Bild 1): Aus einer Systemspezifikation heraus wird ein Basismodell durch Auswerten der spezifischen Systemeigenschaften und unter Berücksichtigung des Simulators erstellt. Je nach Genauigkeitsanforderung wird dieses Modell erweitert und schließlich in ein Präzisionsmodell überführt.

Fertige Makromodelle bestehen funktional aus Eingangs-, Transfer- und Ausgangsböcken. Der Umfang des jeweiligen Blocks hängt von den Anforderungen an die Genauigkeit ab. Der Eingangsblock beschreibt den komplexen Eingangswiderstand, das Übersprechverhalten von anderen Signaleingängen, die Temperatur- und Betriebsspannungsempfindlichkeit des Eingangsverhaltens sowie das Ausgangsverhalten der Rückkopplungen.

Im Transferblock werden das statische und dynamische Übertragungs- und Rückkopplungsverhalten des Systems unter Berücksichtigung von Temperatur- und Betriebsspannungseinflüssen sowie das speichernde Verhalten des Systems (z. B. in hysteretischen und sequentiellen Schaltungen) beschrieben. Die Reaktion des Systems wird vom Transferblock an den Ausgangsblock weitergegeben, der

**Tabelle 1: Verfahren zur A/D-Umsetzung**

Verfahren	Umsetzer
Parallelverfahren	Flash ADU Halbparallel ADU
Wägeverfahren	Sukzessive Approximation ADU Kompensation ADU Sigma-Delta ADU Zyklische ADU
Zählverfahren	Spannungs-Frequenz ADU Ladungsausgleich ADU Single-Slope ADU Dual-Slope ADU Triple-Slope ADU Quad-Slope ADU Hex-Slope ADU

schließlich das Ausgangsverhalten des Systems beschreibt.

Im Ausgangsblock wird der komplexe Ausgangswiderstand, ebenfalls unter Berücksichtigung des Temperatur- und Betriebsspannungseinflusses und die Eigenerwärmung des Systems sowie die abgegebene Leistung nachgebildet.

## A/D-Umsetzer modellieren

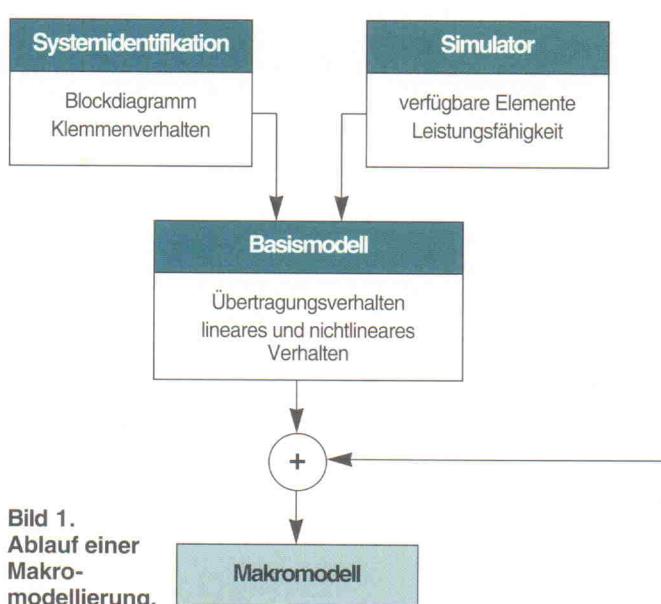
Ein A/D-Umsetzer (ADU) überführt einen analogen Spannungsverlauf in ein definiertes digitales Ausgangssignal. Dieses repräsentiert in seiner Gesamtheit einen numerischen Code, dessen Wert dem Verhältnis der angelegten Eingangsspannung  $V_{in}$  und einer Referenzspannung  $V_{ref}$  entspricht. A/D-Umsetzer finden überall dort ihren Einsatz, wo analoge Signale in digitalen Auswerteeinheiten verarbeitet werden. Mit der zunehmenden Verbreitung solcher Systeme

wie zum Beispiel in Bereichen der Meßtechnik, Unterhaltungselektronik oder Mikrosystemtechnik sind A/D-Umsetzer zu wichtigen Bestandteilen heutiger Signalverarbeitungssysteme geworden.

Je nach Anforderung an die Umsetzung bezüglich Kosten, Geschwindigkeit, Genauigkeit und Verlustleistung werden unterschiedliche Umsetzerverfahren verwendet. Von ihrem Verhalten her lassen sich die gebräuchlichsten in drei Klassen einteilen (Tabelle 1):

- Parallelverfahren,
- Wägeverfahren und
- Zählverfahren.

Die einzelnen Verfahren einer Klasse zeichnen sich durch ein ähnliches charakteristisches Verhalten aus. Allen gemeinsam ist, daß sie aus funktionaler Sicht einen Kern besitzen, der als idealer Umsetzerblock interpretiert werden kann. Dieser ideale Kern beschreibt eine zeitlich nicht verzögerte Umsetzung des analogen Signals in einen entsprechenden digitalen Ausgangscode. Durch die Trennung in einen idealen Umsetzerblock und zusätzliche Blöcke, die das charakteristische Verhalten des Umsetzerverfahrens beschreiben, existiert die Möglichkeit einer hierarchischen Modellierung. Das heißt, es lassen sich hinsichtlich Genauigkeitsanforderung



Klemmenverhalten
Ein- und Ausgangswiderstand, Ein- und Ausgangsoffset, Verstärkung und Bandbreite, Anstiegs- und Abfallzeiten, ...

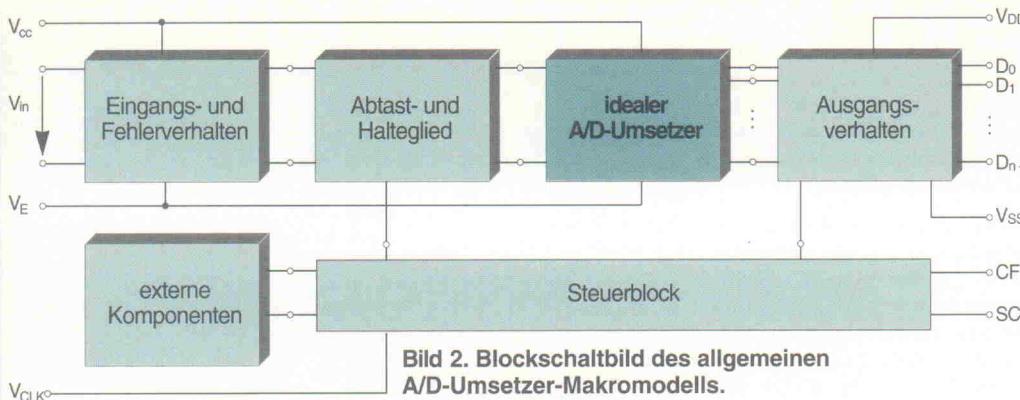


Bild 2. Blockschaltbild des allgemeinen A/D-Umsetzer-Makromodells.

in der Simulation abgestufte Simulationsmodelle bezüglich des Simulationsaufwandes erstellen.

### Im Kern sind alle gleich

Berücksichtigt man die Effekte, die in einem A/D-Umsetzer auftreten können, ergibt sich das in Bild 2 dargestellte allgemeine Makromodell für A/D-Umsetzer [6]. Der Kern des Modells ist ein idealer A/D-Umsetzer-Block, der in jedem A/D-Umsetzer-Makromodell enthalten ist. Alle anderen Komponenten des Makromodells beschreiben das charakteristische Verhalten des zu modellierenden A/D-Umsetzer-Typs. Durch zusätzliche Beschaltung des Blockes lassen sich Makromodelle für verschiedene Umsetzertypen entwickeln.

Bezogen auf die Klassifizierung erhält man die in Bild 3a...3c dargestellten Simulationsmodelle. Sie beschreiben die wesentlichen Merkmale der einzelnen Klassen und sollen die Allgemeingültigkeit des Modells aus Bild 2 verdeutlichen. Unabhängig von der Auflösung erfolgt die Umsetzung im Parallelverfahren innerhalb einer Takelperiode. In einem n-Bit-A/D-Umsetzer ( $n = \text{Anzahl der Ausgangsbits und Auflösung des A/D-Umsetzers}$ ) wird die Eingangsspannung mit  $2^n - 1$  äquidistanten Spannungspegeln verglichen. Die dazu benötigten  $2^n - 1$  Komparatoren liefern einen Thermometercode, der von einem Prioritätsdecoder in das digitale Ausgangswort umgesetzt wird.

Hochauflösende Umsetzungen werden mit dem Halbparallelverfahren realisiert. Ein n-Bit-A/D-Umsetzer nach dem Halbparallelverfahren enthält zwei  $n/2$ -Bit-A/D-Umsetzer, die eine Umsetzung sequentiell abarbeiten.

ten. Das Basismodell dieser Umsetzer besteht, da diese Verfahren dem idealen Umsetzerverfahren am nächsten kommen, nur aus dem idealen Modellkern (Bild 3a).

In A/D-Umsetzern nach dem Wägeverfahren wird das Ausgangswort in  $n$  Schritten sukzessive gebildet. Das Basismodell dieser Umsetzer enthält daher zusätzlich zum idealen Modellkern noch einen Steuerblock, der den Takt verarbeitet, und einen Ausgangsblock für die verzögerte Ausgabe des Ausgangswortes (Bild 3b).

Um das digitale Ausgangswort in den A/D-Umsetzern nach dem Zählverfahren zu bilden, wird während einer Umsetzung

die Anzahl der Taktpulse gezählt. Diese Anzahl ist proportional zur analogen Eingangsspannung und kann zum Beispiel durch einen auf die Referenzspannung skalierten Binärzähler direkt in das digitale Ergebniswort umgesetzt werden. Eine wichtige Eigenschaft des Zählverfahrens ist die von der Eingangsspannung abhängige Umsetzzeit. Das Basismodell dieses Verfahrens besteht daher aus dem idealen Umsetzerkern und einem Steuerblock, der das Zeitverhalten der Umsetzung nachbildet (Bild 3c).

Bei näherer Betrachtung des idealen Umsetzerkerns fällt auf, daß trotz der Trennung in einen idealen Umsetzerkern und zusätzliche Komponenten das Pro-

blem des hohen Simulationsaufwands bestehen bleibt. Dieser läßt sich aber nur dann senken, wenn der ideale Kern ein hohes Auflösungsvermögen, kurze Umsetzzeiten und geringen Simulationsaufwand bietet.

### Der ideale Umsetzer

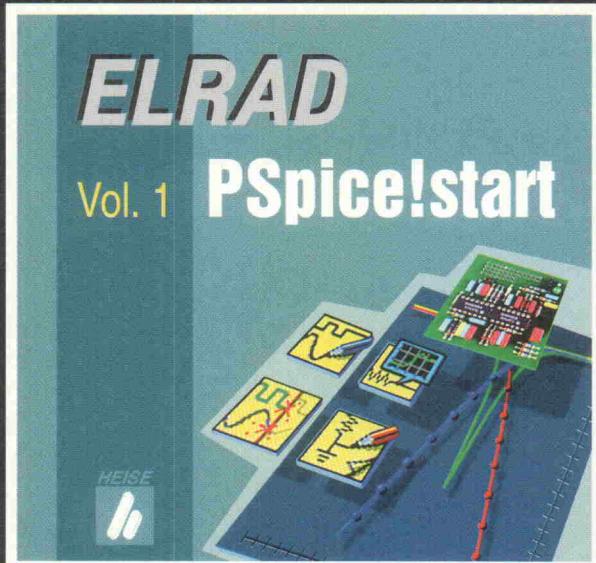
Ziel bei der Makromodellierung eines idealen A/D-Umsetzerkerns ist die Entwicklung eines elektrischen Netzwerkes, das aus möglichst wenigen Elementen und Schaltungsknoten aufgebaut ist. Dabei ist zu bedenken, daß zum Beispiel ein 16-Bit-A/D-Umsetzer an seinen Ausgängen über 65 000 verschiedene Kombinationen darzustellen hat. Bei ersten Ansätzen zur Entwicklung von A/D-Umsetzer-Makromodellen wurde versucht, die Struktur des Modells an den realen Aufbau anzulehnen. Die strukturanahen Ansätze sind jedoch insbesondere bei hochauflösenden Umsetzern mit erheblichem Simulationsaufwand und Konvergenzschwierigkeiten verbunden. Solche Modelle sind daher für den 'ökonomischen' Einsatz in der Systemsimulation wenig geeignet. Andere Ansätze versuchen das Verhalten von A/D-Umsetzern funktional zu beschreiben. Da die

Tabelle 2: Gegenüberstellung verschiedener Makromodelltopologien

Auflösung [bit]	Modellstruktur		Modellkomplexität		Zahl der Iterationen	Simulationszeiten [s]
	Zahl der Blöcke	Auflösung e. Blocks [bit]	Zahl der Knoten	Zahl der Elemente		
4	1 × 4		41	47	2219	26,17
	2 × 2		26	33	2143	11,81
	4 × 1		28	37	2172	13,09
8	2 × 4		78	89	2394	57,90
	4 × 2		48	61	2526	26,49
	8 × 1		52	69	2539	29,39
12	2 × 6		274	289	2273	622,45
	3 × 4		115	131	2691	97,47
	4 × 3		84	101	2711	56,24
	6 × 2		70	89	3127	48,62
	12 × 1		76	101	5631	96,19
16	4 × 4		152	173	2870	146,38
	8 × 2		92	117	9918	205,36
18	3 × 6		409	431	2293	1083,83
	6 × 3		124	149	5451	173,49
	9 × 2		103	131	54538	1331,51
20	4 × 5		284	309	15705	2360,05
	5 × 4		189	215	3053	208,65

\*cpu-Zeit (Signal mit  $f_s = 250$  Hz wurde 75 mal in einer Zeitspanne von 3 ms abgetastet, Simulator: HSPICE Rechner: SUN SPARC2)

# Elektronik-Know how auf CD-ROM



## Schaltungssimulation mit PSpice:

- Evaluation-Version MicroSim PSpice 6.2 mit Schematics, PSpice A/D, Probe, Stimulus-Editor, Polaris, Optimizer
- Komplettes deutsches Handbuch zu MicroSim PSpice als Hypertextsystem
- Original Herstellermodelle von Analog Devices, Burr-Brown, Comlinear, Harris, Linear Technology, Maxim, Motorola, National Semiconductor, Philips, Siemens, Matsushita, Texas Instruments

- Modell-Datenbank zum schnellen Auffinden und Einbinden der Modelle
- 11teilige ELRAD-Serie „Schaltungssimulation mit PSpice“ als Hypertextsystem mit sämtlichen Beispielen als PSpice-Schematic-Datei bzw. PSpice-Listing (ELRAD 8/94...10/95)
- Public Domain SPICE3f4 für Windows (Version 1.3) einschließlich sämtlicher Sourcecodes, vorgestellt in ELRAD 12/95
- BOP: Evaluation-Software zur Modellierung von Operationsverstärkern aus ELRAD 10/94
- BJT: Evaluation-Software zur Modellierung von Bipolartransistoren aus ELRAD 4/95
- Mini-Spice zum Selbstprogrammieren aus ELRAD 7/95
- Hilfsprogramme zur Optimierung aus ELRAD 10/95

Bestellen Sie  
jetzt zum  
Preis von

**nur 98,- DM**

## Bestellcoupon

Bitte ausschneiden und ab die Post an eMedia, Postfach 610106, 30601 Hannover, oder faxen Sie uns: 0511/5352-147

Senden Sie mir bitte die **ELRAD-PSpice!start-CD-ROM** zum Preis von **98,- DM** zzgl. 6,- DM für Porto und Verpackung.

Bestellungen nur gegen Vorauskasse

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr.

BLZ

Bank

Verrechnungsscheck liegt bei.

Eurocard     Visa     American Express

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von / bis /  
Monat/Jahr    Monat/Jahr

Absender: (bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Firma

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Datum  Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



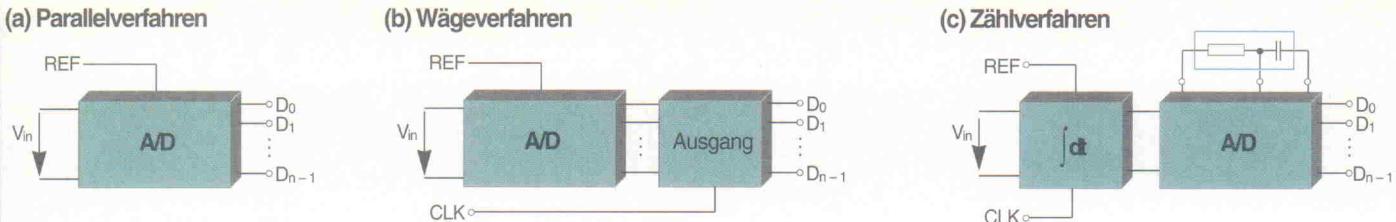


Bild 3. Blockschaltbilder für die klassenspezifischen Makromodelle.

meisten Simulatoren, zu denen auch SPICE zählt, nicht über funktionale Schnittstellen verfügen, sind diese Modelle nur begrenzt einsatzfähig.

Zur Realisierung eines idealen A/D-Umsetzerkerns sind die parallelen Typen sicherlich prädestiniert, da diese nur einen einfachen kombinatorischen Steuerteil besitzen. Allerdings nimmt bei hochauflösenden A/D-Umsetzern die Anzahl der Funktionselemente überproportional zu. Eine andere Möglichkeit, hochauflösende A/D-Umsetzerkerne zu realisieren, ist die Anwendung der sukzessiven Approximation. Hierbei werden die einzelnen Bits Schritt für Schritt und zeitlich nacheinander berechnet, indem jeweils auf die bereits ermittelten Bits zurückgegriffen wird. Die Anwendung dieses Verfahrens führt zu Netzlisten mit wenigen Elementen. Allerdings nimmt der Rechenaufwand aufgrund der massiven Rückkopplungen innerhalb des Systems stark zu. Die Folge sind hohe Simulationszeiten und bei hochauflösenden A/D-Umsetzern unter Umständen ein Abbruch der Simulation.

## Die Lösung

Eine Verbindung beider Verfahren führt zu einer Kaskadenschaltung von kleineren, parallelen A/D-Umsetzern. In den parallelen A/D-Umsetzern werden zunächst die höherwertigen Bits berechnet und anschließend der Rest sukzessive in weiteren kleineren, parallelen A/D-Umsetzern ermittelt (Bild 4). Je nach Stufenzahl der Kaskade und Größe der parallelen A/D-Umsetzer erhält man unterschiedliche Simulationsaufwände.

In Tabelle 2 sind die Simulationszeiten für verschiedene Umsetzer mit einer Auflösung zwischen 4 und 20 Bit in verschie-

denen Modelltopologien exemplarisch aufgeführt. Man erkennt, daß sich mit zunehmender Stufenzahl der Kaskadierung kürzere Simulationszeiten ergeben. Bei zu großer Stufenzahl nimmt jedoch der Simulationsaufwand aufgrund der Zunahme an Iterationen pro Zeitschritt wieder zu. Die Modelltopologien mit den gering-

sten Simulationszeiten sind in der Tabelle hell unterlegt.

Zum Beispiel ergibt sich bei einem 16-Bit-A/D-Umsetzer die kürzeste Simulationszeit durch eine Modelltopologie bestehend aus vier Umsetzerblöcken (4 Bit paralleler ADU) mit einer Auflösung von jeweils 4 Bit (Bild 4 und Bild 5). Die Umsetzer be-

stehen aus einer Komparatorkette, die aus 15 spannungsgesteuerten Spannungsquellen  $E_{KOMP1}$  bis  $E_{KOMP15}$  aufgebaut ist. Die Kodierung des digitalen Ausgangssignals erfolgt durch einfache arithmetische Operationen der Komparatorausgangssignale in den Quellen  $E_{DIG0}$  bis  $E_{DIG3}$ . Durch die Reihenschaltung der als Kompara-

```
* 10-Bit A/D-Umsetzer Makromodell
*
*      VIN
*      | VREF
*      | GND
*      | D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9
* .SUBCKT ADU 4 2 90 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
* BIN 1 90 v=uamp(v(4,90))-uamp(v(4,2))
*
B0 10 90 v=u(-sin(2^1*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B1 11 90 v=u(-sin(2^2*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B2 12 90 v=u(-sin(2^3*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B3 13 90 v=u(-sin(2^4*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B4 14 90 v=u(-sin(2^5*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B5 15 90 v=u(-sin(2^6*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B6 16 90 v=u(-sin(2^7*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B7 17 90 v=u(-sin(2^8*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B8 18 90 v=u(-sin(2^9*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
B9 19 90 v=u(-sin(2^10*3.14*v(1,90)/V(2,90)+0.001))
*
.ENDS ADU
```

```
A/D-Umsetzer Simulationsbeispiel
*
INCLUDE c:\spice\models\adi10.mod
*
VIN1 1 2 PWL(0 -2 10 21)
VIN2 2 0 SIN(0 10 0.1)
VREF 3 0 10
*
X1 1 3 0 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 ADU
*
.TRAN 0 .01 10
```

Listing 2. SPICE3-Listing zu den Simulationsbeispielen aus Bild 10.

Listing 1. SPICE3-Listing eines 10-Bit A/D-Umsetzer-makromodells (Kern).

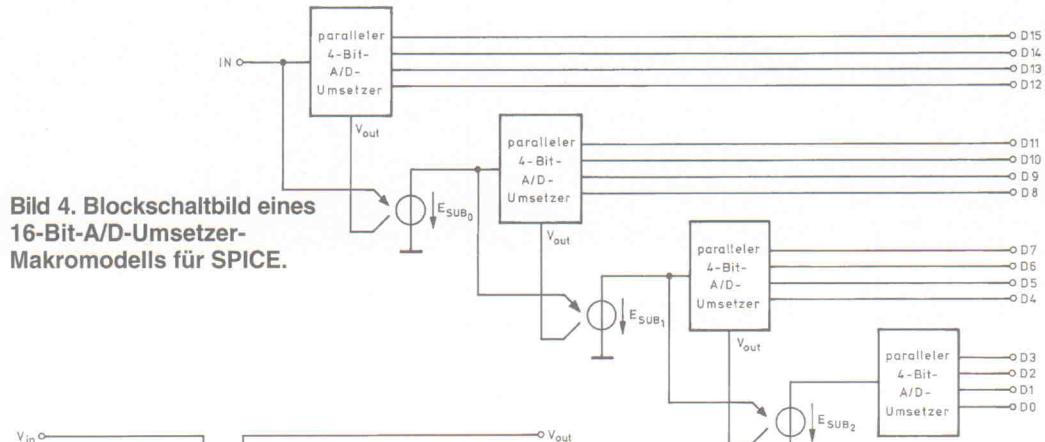


Bild 4. Blockschaltbild eines 16-Bit-A/D-Umsetzer-Makromodells für SPICE.

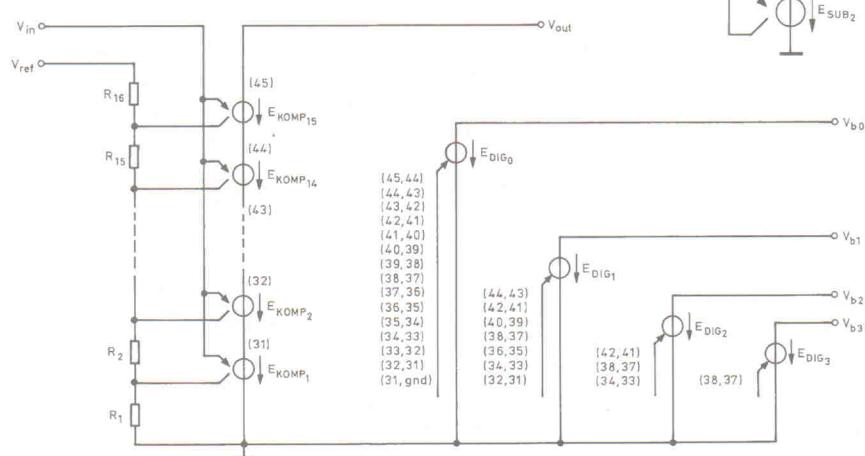


Bild 5. Schaltbild des parallelen 4-Bit-A/D-Umsetzers aus Bild 4.

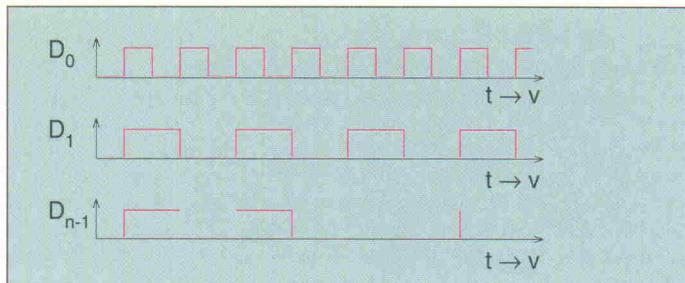


Bild 6. Darstellung des Prinzips der Frequenzteilung auf die A/D-Umsetzerkodierung.

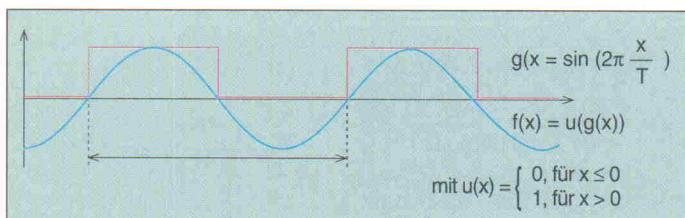


Bild 7. Umformung eines Sinussignals in ein Rechtecksignal.

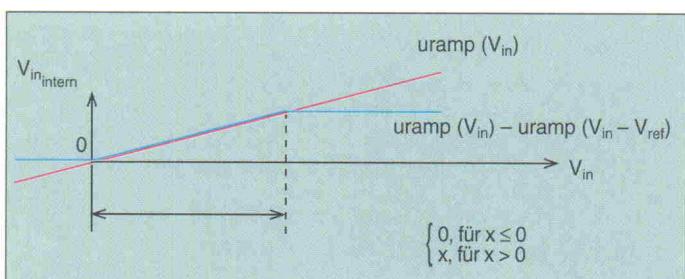


Bild 8. Begrenzung der Eingangsfunktion auf den Gültigkeitsbereich der Referenzspannung  $V_{ref}$ .

tor geschalteten Quellen  $E_{KOMPI} \dots E_{KOMP15}$  lassen sich die für die Rückumsetzung des digitalen Ausgangssignals zusätzlich notwendigen D/A-Umsetzer einsparen. Man erhält am Ausgang  $V_{OUT}$  ein Treppensignal, das dem D/A-umgesetzten Signal des digitalen Ausgangswertes entspricht.

## Grenzfälle

Betrachtet man komplexe Systeme, in denen der A/D-Umsetzer eingesetzt wird, stößt man mit diesem Modell insbesondere bei den hochauflösenden A/D-Umsetzern unweigerlich an die Grenzen der Simulation. Sieht man von einer SPICE2-Kompatibilität ab, dann bieten moderne Simulatoren weitere Möglichkeiten, gemischt analog/digitale Systeme zu simulieren. Oft bieten diese Simulatoren auch Schnittstellen zu Digitalsimulateuren, so daß die zeitaufwendige und rechenintensive analoge Simulation des digitalen Teils entfallen kann. Verhaltenssimulatoren wie Saber, Bonsim, Eldo bieten die Möglichkeit, das Verhalten

eines Modells über eine Verhaltensmodellschnittstelle in einer Verhaltensbeschreibungssprache, ähnlich einer höheren Programmiersprache, zu beschreiben. In dieser Beschreibungssprache kann das Verfahren nach der sukzessiven A/D-Umsetzung relativ einfach beschrieben werden [7]. Über die Verhaltensmodellschnittstelle werden in der Simulation die entsprechenden Funktions-

zuweisungen vorgenommen, so daß eine Simulation mit wenigen Rechenschritten auskommt.

## Vereinfacht

Andere moderne Netzlisten-Simulatoren, wie HSpice, PSPice und auch das in ELRAD 12/95 beschriebene SPICE3f4 bieten die Möglichkeit, den gesteuerten Quellen Funktionen zuzuweisen. Aufgrund dieser Fähigkeit läßt sich das A/D-Umsetzermodell aus Bild 4 und Bild 5 vereinfachen. In Bild 9 ist das Modell eines allgemeinen n-Bit-A/D-Umsetzer-Makromodells unter Ausnutzung der Funktionszuweisungen in den gesteuerten Quellen dargestellt. Ausgenutzt wird die periodische Abhängigkeit der Ausgangssignale vom Eingangssignal sowie die Periodizität der jeweils niedrigerwertigen Bits.

Ähnlich dem Prinzip von digitalen Zählern werden hier die einzelnen Bits des A/D-Umsetzers gebildet. Beim Zählen geht man von rechteckförmigen Signalen mit den Periodenlängen  $T, 2T, 3T, \dots, nT$  aus (Bild 6). Ersetzt man in der Betrachtung die Zeit durch die Eingangsspannung  $V_{in}$ , dann beschreibt der 'Takt der Grundfrequenz'  $D_0$  den Verlauf des niederwertigsten Bits. Das nächsthöhere Bit ergibt sich aus dem Signalverlauf mit der durch zwei geteilten Frequenz. Das Bit darauf resultiert aus dem Signal mit der durch drei geteilten Grundfrequenz. In dieser Art fährt man fort, bis durch  $n$ -faches Teilen der Grundfrequenz der Verlauf für das  $n$ -te Bit entsteht. Aus der Kombination der Signale können schließlich die entspre-

chenden digitalen Werte berechnet werden.

Dieses Prinzip läßt sich auch mit den Mitteln des Simulators SPICE 3f4 sinnvoll umsetzen. Für die periodische Realisierung stehen die B-Quellen zur Verfügung. Diesen spannungsabhängigen Spannungsquellen kann eine sinusförmige Abhängigkeit zugeordnet werden. Um von den sinusförmigen Signalen auf rechteckförmige zu schließen, werden die einzelnen Sinusfunktionen mit der Sigma-Funktion  $u(x)$  verknüpft (Bild 7). Durch die Überlagerung sind die negativen Werte der Sinusfunktion abgeschnitten und die positiven auf den Wert 1 gesetzt. Es ist auch denkbar, durch andere Teilverhältnisse in den Sinusfunktionen neben dem Binär-Code auch den BCD-Code zu realisieren.

## Modell für SPICE3f4

In der cir-Datei für SPICE3f4 (Listing 1) ist für den in Bild 9 dargestellten 10-Bit-A/D-Umsetzer die Spannungsabhängigkeit des digitalen Codes mit den Quellen  $B_0 \dots B_9$  realisiert. Die Spannungsquelle  $BIN$  berücksichtigt die bei A/D-Umsetzungen notwendige Referenzspannung.

Die Referenzspannung beschreibt in der Regel den gültigen Bereich, in dem eine Umsetzung des analogen Eingangssignals erlaubt ist. Um sie zu berücksichtigen, wird in der Modellierung die in SPICE3f4 verfügbare Rampenfunktion  $uramp(x)$  verwendet. Die Rampenfunktion hat die Eigenschaft, daß sie den Wert Null annimmt, wenn das Argument  $x$

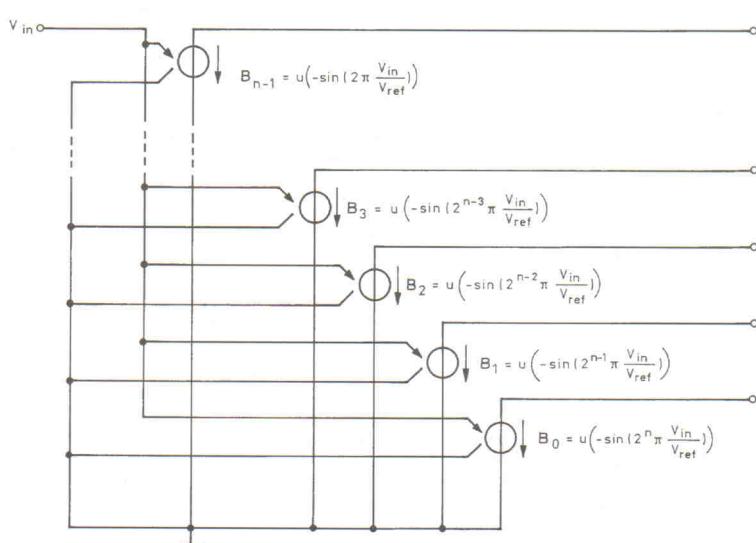
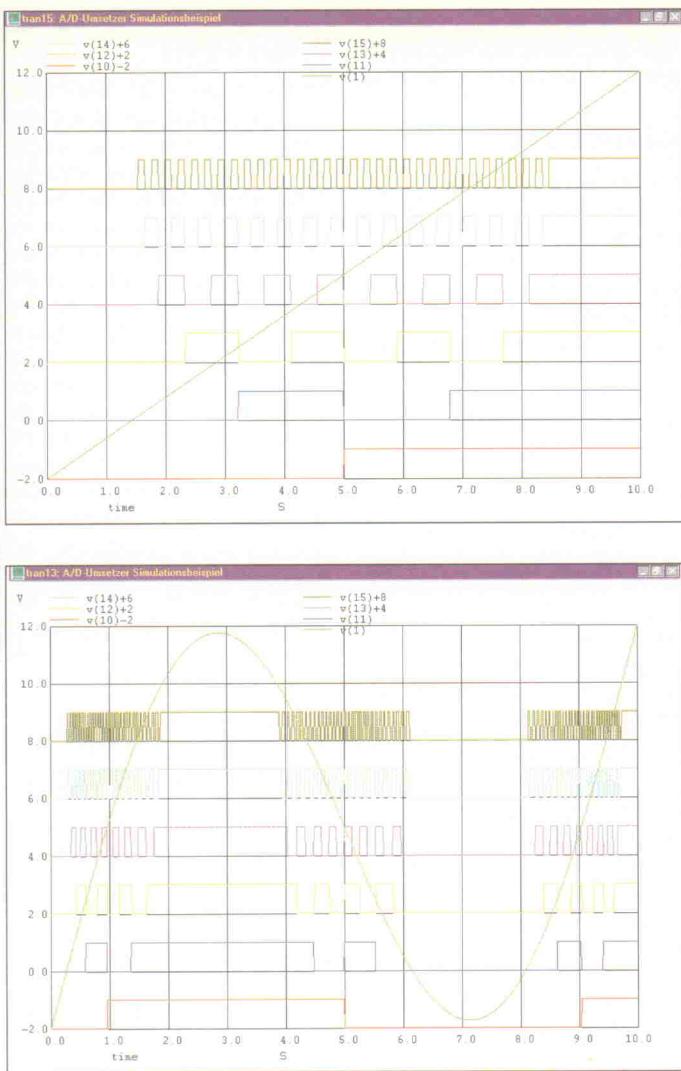


Bild 9. n-Bit-A/D-Umsetzer-Makromodell unter Ausnutzung der funktionalen Beschreibung in den gesteuerten Quellen.



**Bild 10.** Verhalten des 10-Bit-A/D-Umsetzer-Makromodells aus Bild 9 und Listing 1 oben bei linearem Eingangssignal und unten bei beliebiger Eingangsspannung, simuliert mit SPICE3f4. Dargestellt sind nur die unteren 6 Bit.

kleiner ist als Null und den Wert  $x$  annimmt, wenn das Argument größer ist als Null. Durch geschickte Ausnutzung dieser Funktionen lassen sich zwei Rampenfunktionen generieren, die durch Addition das Eingangssignal  $V_{IN}$  in den zulässigen Bereich transformieren (Bild 8). Die am Eingang des A/D-Umsetzers anliegende Eingangsspannung  $V_{IN}$  wird dadurch so abgeschnitten, daß mo-

dellintern nur gültige Spannungswerte  $V_{IN}$ -intern auftreten.

## Ergebnisse

Die grafischen Ausgabeschirme von SPICE3f4 (Bild 10) zeigen Ergebnisse von Simulationen eines 10-Bit-A/D-Umsetzers. Links in Bild 10 ist die Antwort der Schaltung auf ein lineares Eingangssignal zu sehen. Der allgemeine Fall, die Reaktion

auf ein beliebiges analoges Signal, ist rechts in Bild 10 wiedergegeben. Bei beiden Simulationen ist ein analoger Signalverlauf  $V_{IN}$  entsprechend des Binärcodes in eine Folge von digitalen Werten umgesetzt worden. Die Analyse des hochauflösenden A/D-Umsetzers läuft auch auf einem 486-PC/33 MHz problemlos. Und selbst noch höher auflösende A/D-Umsetzer lassen sich mit Hilfe dieses Modellierungsverfahrens und SPICE3f4 simulieren. Einen Vergleich der Simulationszeiten bei verschiedenen Auflösungen des A/D-Umsetzer-Makromodells gibt Bild 11 wieder. Bei der Gegenüberstellung der Simulationszeiten ist zu berücksichtigen, daß die Simulation mit SPICE3f4 auf einem 486-PC durchgeführt wurde, während die anderen Simulationen auf einer schnelleren SUN-Workstation SPARC 2 liefen.

Für geringe Auflösungen, bis circa 10 Bit, lassen sich die SPICE-Makromodelle mit vernünftigen Aufwänden simulieren. Bei höheren Auflösungen nimmt der Simulationsaufwand überproportional zu, eine effiziente Simulation ist dann nur noch mit funktionalen Modellen (SPICE 3, HSPICE) oder Verhaltensmodellen (SABER, BONSIM) möglich. Die Zahl der Iterationen ist bei den SPICE-Makromodellen gering. Der Grund liegt in den stetigen und differenzierbaren Übergängen zwischen den einzelnen Zuständen des Ausgangssignals. Bei den Verhaltensmodellen ist durch die programmiersprachenähnliche Beschreibung ein abrupter Übergang programmiert worden. Der Übergang ist in den Modellen nicht stetig, wodurch der Simulator für das Auffinden von Lösungen viele Iterationsritte benötigt und die Simulation dadurch entsprechend verlängert.

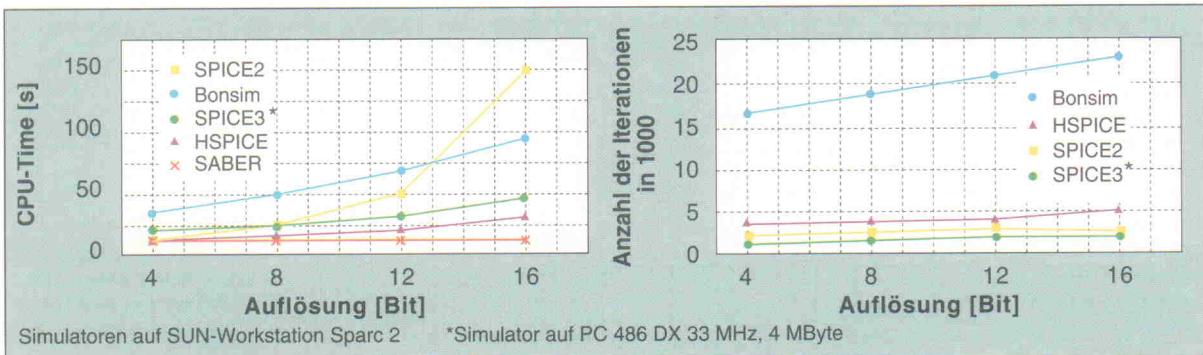
Trotz der unterschiedlichen Rechenleistungen zeigte sich

aber, daß mit SPICE3f4 und dem beschriebenen A/D-Umsetzerverfahren kurze Simulationszeiten auch auf kostengünstigen PCs durchführbar sind. Simulationstechnische Untersuchungen auf dem Gebiet der gemischt analog/digitalen Systeme sind somit für jedermann auch im analogen Bereich möglich. In Vorbereitung ist ein weiterführender Beitrag, der auf die Modellierung des charakteristischen Verhaltens eingeht.

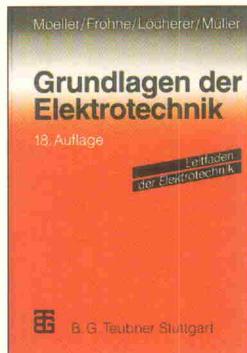
pen

## Literatur

- [1] Martin Heine, *Synthese von Makromodellen für Informationsverarbeitungssysteme der Mikrosystemtechnik*, Dissertation, Universität Bremen, Shaker Verlag, 1995
- [2] Stephan Weber, *Simulation zum Nulltarif*, Windows-Vollversion von SPICE3f4 als Public Domain, ELRAD 12/95, S. 32 ff.
- [3] Wooley, B.A.; Wong, S.-J.J.; Pederson, D.O., 'A computer-aided Evaluation of the 741 Amplifier', IEEE Journal of Solid-State Circuits, SC-6, December 1971
- [4] D. H. Treleaven, F.N. Trofimoff, *Modeling Operational Amplifiers for Computer-Aided Circuits Analysis*, IEEE Transactions on Circuit Theory, January 1971
- [5] VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik GmbH, *Modellbibliothek für komplexe analoge Bauelemente*, Abschlußbericht, Reihe: Innovationen in der Mikrosystemtechnik, Band 28, 1995
- [6] M. Anton, St. Bechtold, *Komplexe Makromodellierung hochauflösender Analog-Digital-Wandler unter HSPICE*, Studienarbeit, Universität Bremen, Februar 1993
- [7] G. Ruan, *A Behavioural Model of A/D Converter Using a Mixed-Mode Simulator*, IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 26, No. 3, März 1991



**Bild 11.** Gegenüberstellung der Simulationsaufwände bei den verschiedenen A/D-Umsetzer-Makromodellen unter Ausnutzung der Möglichkeiten in den verschiedenen Simulatoren.



## Grundlagen der Elektrotechnik

Der neue 'Moeller' ist da. Seit über 60 Jahren hat der 'Moeller' vielen Studentengenerationen die elektronischen Grundlagen vermittelt und der Lehrbuchreihe 'Moeller, Leitfaden der Elektrotechnik' das Fundament gegeben. Für die 18. Auflage wurde dieses Lehrbuch dem neuesten Stand der Technik angepasst und vollständig neu bearbeitet. In dem Buch wird der Studienanfänger zunächst in die Grundlagen der auf Gleichstromvorgänge eingeschränkten Netzwerklehre und erst dann in die abstrakte Lehre des elektromagnetischen Feldes anhand vieler Beispiele praxisnah und anschaulich eingeführt. Um die Motivation zum Lernen zu fördern und das Selbststudium zu erleichtern, haben die Autoren auf eine möglichst einfache mathematische Behandlung der Themen Wert gelegt. Besonders auffällig ist der Einsatz von Farben in zahlreichen Abbildungen. Sie verhelfen den Darstellungen und Diagrammen zu einer guten Anschaulichkeit.

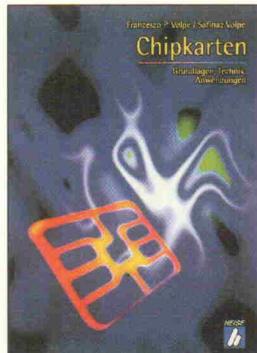
PvH



## Automatisierungstechnik

Vor allem Studenten und Praktikern will der Autor Walter Jakoby die Automatisierungstechnik nahebringen. Sein Werk gliedert sich in neun Kapitel: Ausgehend von einer Einführung präsentiert Jakoby Verknüpfungssteuerungen, Ablaufsteuerungen, die Technik strukturierter Programme, digitale Steuerungen, die Theorie der Abtastsysteme, digitale Signalverarbeitung und digitale Regelung sowie Fuzzy-Control. Der Schwerpunkt der Programmbeispiele liegt bei den Steuerungstypen sowie strukturierter Programmierung. Sie erscheinen in AWL nach Step-5, DIN 19239 oder IEC-1131, daneben findet man manche Lösungen auch hochsprachlich als strukturierten Text gemäß IEC-1131. Für die Abschnitte über Abtastsysteme, digitale Signalverarbeitung und Regelung sollte man ein gesundes mathematisches Grundwissen mitbringen, um maximalen Nutzen aus dem Buch zu ziehen. Über alles gesehen dürfte dieses Buch als Grundlagenwerk eine wertvolle Hilfe für Einsteiger und Praktiker sein.

ea



## Chipkarten

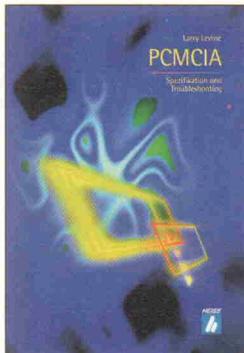
Die universelle Multifunktionskarte, die den Kartenstapel im Portemonnaie auf ein erträgliches Maß reduzieren könnte, liegt wohl noch in weiter Ferne. So beschränkt sich das Buch auf die Beschreibung aktueller Karten wie Krankenversicherten-, Pay-TV- oder Telefonkarten. Die Autoren gehen auf Einsatzgebiete und bestehende Normen ein. Besonderes Augenmerk liegt auf den unterschiedlichen Datenübertragungsprotokollen zwischen Karte und Interface. Entweder über Goldkontakte oder runden geschützt durch kontaktlose Datenübertragung erreicht man damit den Inhalt der Speicherchips – oder sogar komplett 'Rechner' bis hin zu hochkomplexen Kryptoprozessoren. Für sicherheitskritische Applikationen können diese innerhalb kürzester Zeit eine Verschlüsselung nach dem RSA-Verfahren vornehmen. Ein weiteres Kapitel beschäftigt sich mit Chipkarten-Lesegeräten und Entwicklungswerkzeugen. Der Anhang führt neben begleitender Literatur auch Herstelleradressen, Bezugsquellen und eine Liste gängiger Chipkarten-ICs auf.



## Elektrische Meßtechnik

In einem umfassenden Fachbuch handelt der Autor das komplette Spektrum der Meßtechnik ab. Geeignet zum Selbstlernen für Studenten sowie ebenso zum Nachschlagen, vermitteln zwölf abgeschlossene Kapitel aktuelles Wissen zum elektrischen Messen. Angefangen bei Erklärungen einfacher Grundbegriffe, Normierungen, physikalischen Größen und der Klassifizierung von Meßmethoden, reichen die Inhalte von der Bestimmung möglicher Meßfehler und analogen Meßverfahren über Signaldarstellungen, digitale Meßtechnik und Signalverarbeitung bis hin zur Hard- und Software der rechnergestützten Datenerfassung. Dabei liefert das Buch zu allen behandelten Themen neben mathematischen Berechnungs- und Darstellungsmethoden auch die erforderlichen elektronischen Grundlagen. Unter dem Titel 'Übungen zur Elektrischen Meßtechnik' ist ein zusätzlicher Begleitband erhältlich, der sich besonders für das Selbststudium empfiehlt.

kle



## PCMCIA

Jeder aktuelle Laptop- oder Notebook-PC ist heute mit Interfaces nach dem Standard der Personal Computer Memory Card International Association, kurz PCMCIA, ausgestattet. Vor allem für Software-EntwicklerInnen, die sich mit der Ansprache und Einrichtung von Hardware-Erweiterungen derartiger Rechner befassen, stellt Larry Levine mit seinem Buch eine kompakte, aber dennoch ausführliche Informationsammlung zur PCMCIA-Schnittstelle bereit. Seine Beschreibung reicht von den Interface-Spezifikationen und -funktionen über Kartentechnologien, Client-Services und die Karteneininformationsstruktur CIS bis hin zum Power-Management und dem Zusammenspiel mit verschiedenen Betriebssystemen. Neuheiten wie das CardBus-Interface und die Multifunktion des aktuellen PC-Card-Standard fehlen ebenso wenig wie der Ausblick auf zukünftige Entwicklungen der Kompaktschnittstelle.

Bücher

Heinrich Frohne,  
Karl-Heinz Löcherer,  
Hans Müller  
Grundlagen der  
Elektrotechnik  
Stuttgart 1996  
Verlag B. G. Teubner  
660 Seiten  
DM 76,-  
ISBN 3-519-46400-4

Walter Jakoby  
Automatisierungstechnik  
– Algorithmen und  
Programme  
Heidelberg 1996  
Springer-Verlag  
338 Seiten  
DM 48,-  
ISBN 3-540-60371-9

Francesco P. Volpe,  
Safinaz Volpe  
Chipkarten  
Grundlagen, Technik,  
Anwendungen  
Hannover 1996  
Verlag Heinz Heise  
240 Seiten  
DM 69,80  
ISBN 3-882229-065-X

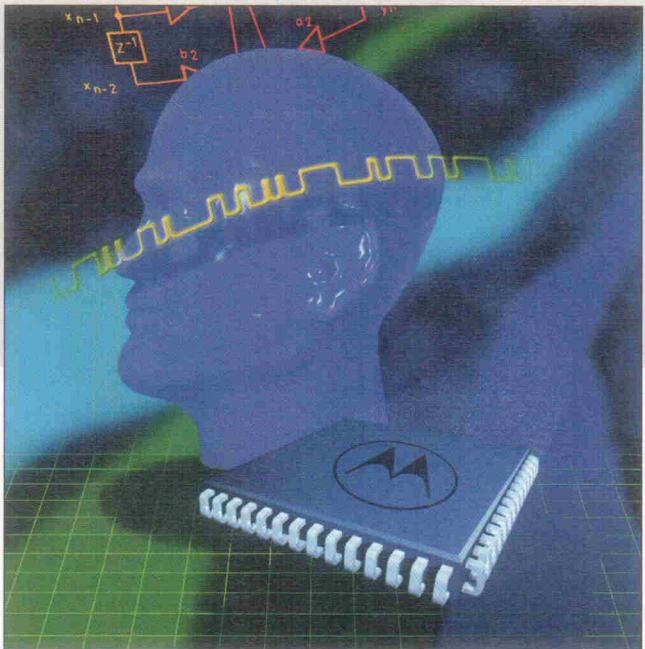
Reinhard Lerch  
Elektrische Meßtechnik  
Heidelberg 1996  
Springer Verlag  
392 Seiten  
DM 58,-  
ISBN 3-540-59373-X

Larry Levine  
PCMCIA  
Hannover 1996  
Verlag Heinz Heise  
180 Seiten  
DM 79,80  
ISBN 3-88220-073-0

# Signal Processing

## Digitale Signalverarbeitung, Teil 8: FIR-Filter und Filtersynthese

Grundlagen



Dipl.-Ing. Holger Strauss

In dieser Folge werden der Zusammenhang zwischen den FIR-Filterkoeffizienten und Frequenzgang des Filters aufgezeigt und Möglichkeiten zur Filtersynthese beschrieben.

Nachdem in der letzten Folge die technischen Details zur Implementierung eines FIR-Filters geklärt wurden, wird sich mancher Leser gefragt haben, wie der Frequenzgang des Filters in Abhängigkeit von den Koeffizienten aussieht. Der Lösungsansatz hierfür unterscheidet sich kaum von dem bereits für das MittelungsfILTER beschriebenen. Wiederum nimmt man als Eingangssignal ein (co-)sinusförmiges Signal mit bekannter Amplitude  $\hat{x}$  und Phase  $\varphi_x$  an, also (Formel (1)).

Die Cosinusfunktion wurde mit Hilfe der komplexen Exponentialfunktion geschrieben (siehe Eulersche Formel aus der letzten Folge), da man hierdurch mit einfachen Potenzgesetzen weiterrechnen kann. Durch Zeidiskretisierung mit der Periode  $T$  erhält man die Abtastwerte der Schwingung (Formel (2)). Dieses Eingangssignal kann man nun in die Differenzengleichung einsetzen, die das Verhalten des Filters beschreibt. (Formel (3))

Nach einigen Umformungen erhält man hieraus schließlich (Formel (4)) mit (Formel (5)).

dem FTP-Server (ftp.heise.de) befindet sich neben dem Quelltext auch das fertig übersetzte Programm, so daß zur Benutzung kein C++-Compiler notwendig ist. Das Programm fragt zunächst nach der Länge der Impulsantwort (Anzahl der Abtastwerte), den einzelnen Werten der Impulsantwort und der Abtastfrequenz (in Hz). Anschließend kann man mehrere Frequenzwerte eingeben, und das Programm liefert die Verstärkung und die Phasenverschiebung des Systems mit der eingegebenen Impulsantwort bei diesen Frequenzen. Durch Eingabe einer negativen Frequenz wird das Programm beendet. Eine grafische Darstellung in Form eines Bode-Diagramms erhält man bei Eintrag von Verstärkung und Phase über einer logarithmischen Frequenzachse. In der ELRAD-Mailbox befindet sich auch eine Programmversion, die eine einfache grafische Darstellung automatisch auf dem Bildschirm anzeigt.

### Linearphasige Filter

Meist werden jedoch nicht nur monofrequente Signale auf ein Filter gegeben, sondern solche, die sich aus vielen Frequenzkomponenten zusammensetzen. Beispielsweise besteht ein Rechtecksignal aus vielen (idealerweise aus unendlich vielen) überlagerten sinusförmigen Signalen zusammen. Neben der sinusförmigen Komponente mit der Frequenz entsprechend der Grundfrequenz des Rechtecksignals findet man sogenannte *Harmonische*, deren Frequenzen ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind. Filtert man ein derartiges Signal, so wird zu jeder Signalkomponente eine frequenzabhängige Phase addiert, die durch den Phasengang  $\varphi(\omega) = \arg H(\omega)$  des Filters gegeben ist. Wenn diese addierte Phase nicht linear mit der Frequenz  $\omega$  zunimmt, so bedeutet das, daß die unterschiedlichen Frequenzkomponenten unterschiedlich lange durch das Filter verzögert werden. Die Frequenzkomponenten des Signals laufen hierdurch 'auseinander', so daß beispielsweise das ursprünglich rechteckförmige Eingangssignal nicht mehr als solches erkennbar sein kann. Bei herkömmlichen Analogfiltern sind derartige Phasenverzerrungen immer vorhanden, da sich hierbei keine exakt linear mit der Frequenz ansteigende

Phase realisieren läßt. Anders bei einem digitalen FIR-Filter – hier kann ein Auseinanderlaufen der Frequenzkomponenten verhindert werden kann. Für ein System mit linearer Phase muß folgende Beziehung gelten (Formel (6)).

Das Minuszeichen zeigt an, daß das Signal verzögert wird, was bei einem real existierenden Filter aus Kausalitätsgründen immer der Fall sein muß, da das Filter sonst wahrsagerische Qualitäten haben müßte.  $\tau_g$  ist die sogenannte *Gruppenlaufzeit*, die allgemein als negative Ableitung der Phase nach  $\Omega = \omega \cdot T$  definiert ist. Sie gibt folglich die Steigung (Steilheit) der Phase an. Bei einem linearphasigen Filter ist die Gruppenlaufzeit für alle Frequenzen gleich groß. Man kann nun zeigen, daß ein FIR-Filter genau dann eine lineare Phase besitzt, wenn die Impulsantwort symmetrisch ist (Bild 1). Dabei ist es unerheblich, ob die Symmetriearchse genau zwischen zwei Abtastwerten liegt (Länge N der Impulsantwort gerade) oder genau auf dem mittleren Abtastwert

(Länge N der Impulsantwort ungerade). Wenn diese Bedingung erfüllt ist, ergibt sich als Gruppenlaufzeit (Formel (7)) und somit für die Phase (Formel (8)) der gewünschte lineare Zusammenhang mit der Frequenz.

## Filtersynthese

Wir haben bereits gesehen, wie sich durch Auswertung der Summe aus Gleichung 5 der Frequenzgang eines FIR-Filters bei vorgegebenen Koeffizienten ermitteln läßt. In der Praxis interessiert jedoch viel öfter der umgekehrte Fall: Der Frequenzgang eines gesuchten Filters ist vorgegeben, und die passenden Filterkoeffizienten werden gesucht. Dieses Problem ist nicht trivial und immer noch Gegenstand aktueller Forschungen. Es existieren eine Vielzahl unterschiedlicher Algorithmen zur Filtersynthese, die alle spezielle Vor- und Nachteile aufweisen und teilweise weitreichende Kenntnisse voraussetzen. Im Rahmen dieser Reihe sollen daher nur zwei einfache Algorithmen beschrieben werden.

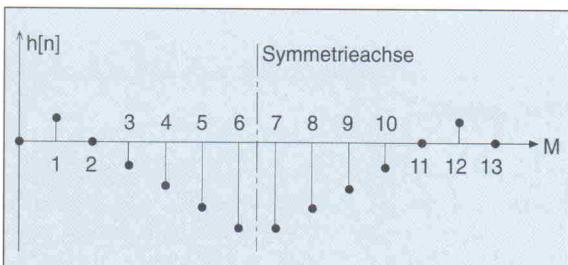


Bild 1.  
Beispiel  
für eine  
symme-  
trische  
Impuls-  
antwort.

```
// fg.cpp: Berechnet Frequenzgang
// Holger Strauss, 11/95, ELRAD DSP-Reihe

#include <iostream.h>
#include <math.h>

void main() {
    int n;
    float f, fa, sum1, sum2, omega, phi;

    cout << "Laenge der Impulsantwort: ";
    cin >> n;
    float *h = new float[n];
    for(int i=0;i<n;i++)
        ( cout << "h[" << i << "] = ";
        cin >> h[i]; )
    cout << "Abtastfrequenz: ";
    cin >> fa;
    for(;;) {
        cout << "Frequenz: ";
        cin >> f;
        if(f<0) break;
        omega = 2*M_PI*f/fa; sum1 = sum2 = 0;
        for(int k=0;k<n;k++)
            ( sum1 += h[k]*cos(omega*k); sum2 += h[k]*sin(omega*k); )
        if(sum1) phi = 180/M_PI*atan(-sum2/sum1);
        else phi = sum2>0 ? 270 : 90;
        if(sum1<0) phi += 180;
        if(phi<0) phi += 360;
        cout << "Verstaerkung : "
            << sqrt(sum1*sum1+sum2*sum2) << "\n"
            << "Phase (in Grad): " << phi << "\n";
    }
    delete[] h;
}
```

Listing 1. Frequenzgang.

## Formelkasten

$$x(t) = \hat{x} \cos(\omega t + \varphi_x)$$

$$= \frac{\hat{x}}{2} (e^{j(\omega t + \varphi_x)} + e^{-j(\omega t + \varphi_x)}) \quad (1)$$

$$x[n] = x(n \cdot T)$$

$$= \frac{\hat{x}}{2} (e^{j(\omega T n + \varphi_x)} + e^{-j(\omega T n + \varphi_x)}) \quad (2)$$

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} a_k x[n-k]$$

$$= \frac{\hat{x}}{2} \sum_{k=0}^{N-1} a_k (e^{j(\omega T n + \varphi_x)} + e^{-j(\omega T n + \varphi_x)}) \quad (3)$$

$$y[n] = \hat{x} |H(\omega)| \cos(\omega n T + \varphi_x + \arg H(\omega)) \quad (4)$$

$$H(\omega) = \sum_{k=0}^{N-1} a_k e^{-j\omega T k} \quad (5)$$

$$\varphi(\omega) = -\tau_g \omega T \quad (6)$$

$$\tau_g = \frac{N-1}{2} \quad (7)$$

$$\varphi(\omega) = -\frac{N-1}{2} \omega T \quad (8)$$

$$a_k = a_{N-1-k} \quad (9)$$

$$H(\omega) = e^{-j\omega T \frac{N-1}{2}} \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}-1} 2a_k \cos\left(\omega T \left(\frac{N-1}{2} - k\right)\right) \quad (10)$$

$$A(\omega) = \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}-1} 2a_k \cos\left(\omega T \left(\frac{N-1}{2} - k\right)\right) \quad (11)$$

$$A[0] = A\left(0 \cdot \frac{2\pi}{NT}\right),$$

$$A[1] = A\left(1 \cdot \frac{2\pi}{NT}\right), \\ \vdots$$

$$A\left[\frac{N}{2}-1\right] = A\left(\frac{N}{2}-1\right) \cdot \frac{2\pi}{NT}$$

$$a_n = \frac{A[0]}{N} + \frac{2}{N} \sum_{k=1}^{\frac{N}{2}-1} (-1)^k A[k] \cos\left(\frac{k\pi(1+2n)}{N}\right) \quad (13)$$

Die erste Methode setzt voraus, daß das gesuchte FIR-Filter linearphasig sein soll und aus einer geraden Anzahl von Filterkoeffizienten besteht (letztere Bedingung ist nicht unbedingt notwendig, macht aber die folgenden Betrachtungen einfacher). Aufgrund der Linearphasigkeit sind von N Filterkoeffizienten nur N/2 frei wählbar, da sich die übrigen aufgrund der Symmetriebedingung automatisch ergeben, entsprechend (Formel (9)).

Hiermit kann man Formel 5 für den Frequenzgang mit einigen Rechenschritten umformen zu (Formel (10)).

Man erkennt sofort den linearen Phasengang entsprechend Gleichung 8 im ersten Faktor des Ausdrucks wieder. Der zweite Term dieses Ausdrucks stellt den Amplitudengang dar, der sich durch Betragsbildung ergibt (Formel (11)).

Da man aufgrund der N/2 frei wählbaren Filterkoeffizienten auf der rechten Seite dieser Gleichung ebenso viele Freiheitsgrade beim Filterdesign hat, liegt es nahe, den gewünschten Amplitudengang für N/2 Frequenzen fest vorzugeben. Der sinnvolle Bereich hierfür erstreckt sich von 0 Hz bis zur halben Abtastfrequenz, so daß man folgende Verstärkungen festlegen kann (Formel (12)). Für jede dieser vorgegebenen Amplituden läßt sich Gleichung 11 aufschreiben, so daß man insgesamt N/2 Gleichungen erhält. Durch Lösen dieses Gleichungssystems kann man schließlich N/2 Filterkoeffizienten berechnen, welche die Unbekannten in dem Glei-

chungssystem darstellen. Als Lösung erhält man, daß sich die Filterkoeffizienten aus den vorgegebenen Verstärkungen A[k] gemäß der Formel (13) berechnen. Auf die Herleitung einer geeigneten Lösungsmethode hierfür wird im Rahmen dieser Reihe verzichtet; statt dessen soll die Verwendung an einem Beispiel demonstriert werden. Die gefundene Formel wird man kaum von Hand auswerten; ein einfaches C++-Programm (Listing 2) kann diese Arbeit übernehmen. Das Programm fragt zunächst nach der Anzahl der festzulegenden Amplitudenwerte (also N/2) und anschließend nach den Amplitudenwerten selber. Hierfür wird dann obige Formel ausgewertet und nach einem Dateinamen für die Filterkoeffizienten gefragt. Das Programm schreibt die Koeffizienten direkt im DSP56000-Assembler-Format in die Datei, so daß diese nur noch per 'include' eingebunden werden muß. Als Beispiel soll ein Bandpaß berechnet werden, der nur die Signalanteile im Bereich von 300 Hz bis 3400 Hz hindurchläßt.

## Durch die Leitung

Dies entspricht dem beim analogen Telefon üblichen Frequenzbereich. Bei einer Abtastfrequenz von 48 kHz ergibt sich aufgrund des Abtasttheorems die maximale relevante Frequenz zu 48 kHz/2 = 24 kHz. Bei der Wahl einer geeigneten Anzahl von Filterkoeffizienten zeigt sich schon das erste Problem. Entscheidet man sich für 80 Koeffizienten, also N/2 = 40, so beträgt die Frequenzauf-

```
// filtsyn.cpp: einfache FIR-Filter Synthese
// Holger Strauss, 02/96, ELRAD DSP-Reihe

#include <iostream.h>
#include <fstream.h>
#include <math.h>

void main() {
    int n2, m, n, k, fenster;
    char dateiname[80];

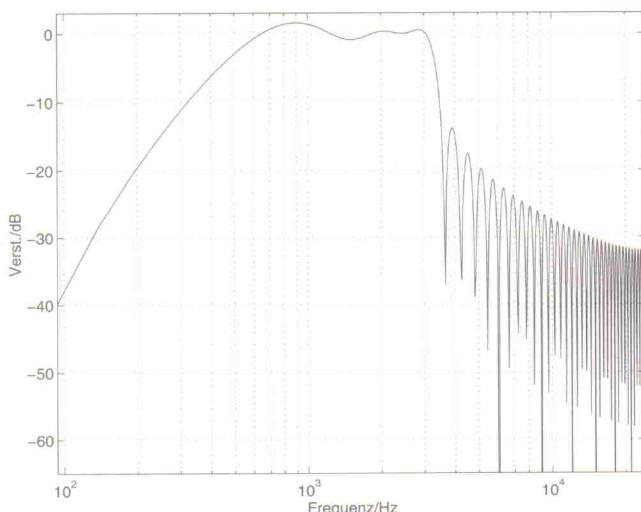
    cout << "N/2: "; cin >> n2; m = 2*n2-1;
    float *a = new float[n2];
    float *h = new float[n2];
    float *w = new float[n2];
    for(n=0;n<n2;n++) { cout << "A[" << n << "] = "; cin >> a[n]; }
    for(n=0;n<n2;n++) {
        h[n] = 0;
        for(k=1;k<n2;k++) h[n] += (-2*(k&1)+1)*a[k]*cos(k*M_PI*(1+2*n)/2/n2);
        h[n] /= n2;
        h[n] *= a[0]/n2/2;
    }
    cout << "Fenster (0=Rechteck, 1=Bartlett, 2=Hanning,
              3=Hamming, 4=Blackman): ";
    cin >> fenster;
    switch(fenster) {
        case 0: for(n=0;n<n2;n++) w[n] = 1.0;
                  break;
        case 1: for(n=0;n<n2;n++) w[n] = 2.*n/m;
                  break;
        case 2: for(n=0;n<n2;n++) w[n] = 0.5*(1.-cos(2.*M_PI*n/m));
                  break;
        case 3: for(n=0;n<n2;n++) w[n] = 0.54-0.46*cos(2.*M_PI*n/m);
                  break;
        case 4: for(n=0;n<n2;n++)
                  w[n] = 0.42-0.5*cos(2*M_PI*n/m)+0.08*cos(4.*M_PI*n/m);
                  break;
    }
    cout << "Dateiname: "; cin >> dateiname;
    ofstream datei(dateiname);
    for(n=0;n<n2;n++) datei << "      DC " << w[n]*h[n] << endl;
    for(n=0;n<n2;n++) datei << "      DC " << w[n2-1-n]*h[n2-1-n] << endl;
    datei.close();
    delete[] a;
    delete[] h;
}
```

**Listing 2. Filtersynthese.**

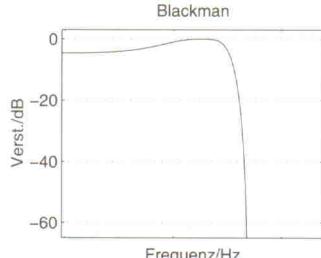
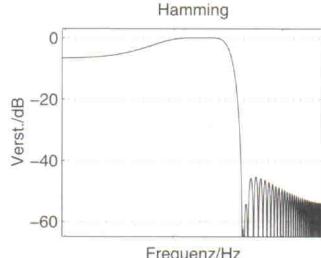
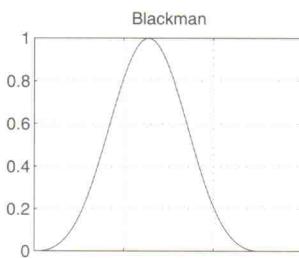
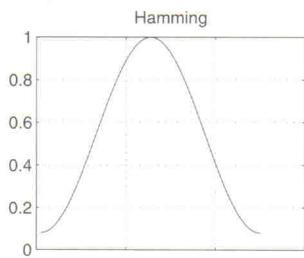
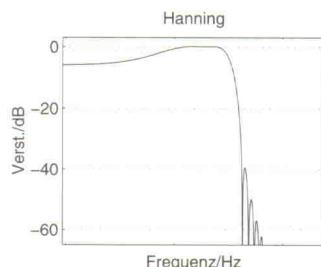
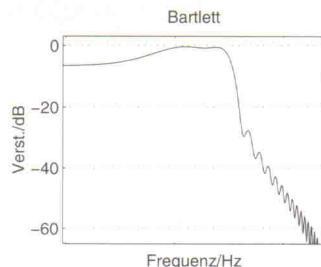
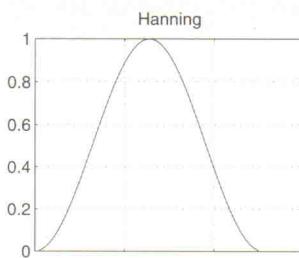
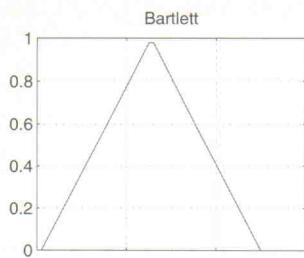
lösung nur 24 kHz/40 = 600 Hz, was zur Spezifikation des gewünschten Filters nicht gerade entgegenkommt ist. Andererseits ist ein FIR-Filter mit 80 Koeffizienten schon relativ lang, so daß wir uns im folgenden hiermit zufrieden geben. Die Verstärkung muß nun für die Frequenzen 0 Hz, 600 Hz, 1200 Hz, 1800 Hz und so weiter spezifiziert werden. Folglich ist für unser Filter die Zahlenfolge 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0 und so weiter einzugeben. Als Fenstertyp sollten Sie zunächst 'Rechteck' und als Dateiname 'telecoef.asm' wählen, so daß man das DSP-Programm aus Listing 3 verwenden kann, um das Filter auf dem DSP56002EVM auszuführen. Um echtes Telefongefühl aufkommen zu lassen, kann man auch noch den Dynamikbereich entsprechend begrenzen. Dies kann durch Quantisierung mit weniger als 16 Bit erfolgen. Für eine Ortsleitung kann man in etwa von einem Signal-zu-Rauschabstand von 39 dB ausgehen, was sich durch Quanti-

sierung mit 6 Bits näherungsweise erreichen läßt. Wie man dies programmtechnisch umsetzt, wurde bereits in Folge 3 gezeigt.

Eine unangenehme Überraschung erlebt man vermutlich, wenn man sich den Frequenzgang des synthetisierten Filters ansieht (Bild 2). Besonders im Durchlaßbereich weist das Filter eine große Welligkeit beziehungsweise Überschwingen bei den Eckfrequenzen auf (sog. *Gibbsches Phänomen*) und im Sperrbereich findet man nur eine geringe Dämpfung mit großer Welligkeit. Für alle angegebenen Frequenzen erfüllt das Filter zwar die Spezifikation, aber nicht für die dazwischen liegenden. Beispielsweise ist das Filter für Frequenzkomponenten mit 3600 Hz und 4200 Hz relativ undurchlässig, aber dazwischen erreicht die Sperrdämpfung einen ungünstigen Wert von nur etwa 15 dB. Auf den ersten Blick scheint eine Erhöhung der Anzahl von Filterkoeffizienten eine Lösung



**Bild 2. Frequenzgang des mit Listing 2 berechneten Filters.**



**Bild 3.** Die unterschiedlichen Bezeichnungen gehen auf die 'Erfinder' der jeweiligen Fensterfunktionen zurück.

**Bild 4.** Amplitudengänge des Telefonfilters nach Glättung mit verschiedenen Fenstern.

```

; TELEFON.ASM
; FIR-Bandpass (Telefonbereich)
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 02/95

N      EQU  80           ; Anzahl der Filterkoeffizienten
                    ; Verzögerungsspeicher im X-Bereich
data   BSM  N           ; Speicher für Ringpuffer reservieren
                    ; Koeffizienten im Y-Bereich
koeffs ORG  y:0         ; Koeffizienten reservieren
ORG  y:koeffs
INCLUDE 'telecoef.asm'
INCLUDE 'init.asm'

move #data,r0          ; r0 zeigt auf Daten
move #koeffs,r4         ; r4 zeigt auf Koeffizienten
move #N-1,m0           ; Datenanzahl = N
move #N-1,m4           ; Koeffizientenanzahl = N

clr  a                 ; Akku A löschen
rep  #N                ; Schleife zum
move a,x:(r0)+          ; Datenspeicher löschen

loop   jset #2,x:SSISR,* ; auf nächsten Frame warten
jclr #2,x:SSISR,*
move x:RX_BUFF_BASE,a   ; linken Kanal einlesen
move a,x:-(r0)           ; in Datenspeicher schreiben

clr  a x:(r0)+,x0 y:(r4)+,y0 ; Vorbereitungen
rep  #N-1               ; Filterschleife
mac  x0,y0,a x:(r0)+,x0 y:(r4)+,y0 ; FIR-Tap
firloop macr x0,y0,a       ; letzte Multiplikation mit runden
; move #$fc0000,x0        ; zum Quantisieren Kommentar entfernen
; and x0,a
move a,x:TX_BUFF_BASE   ; Ergebnis ausgeben
move a,x:TX_BUFF_BASE+1

jmp  loop              ; und wieder von vorne

```

**Listing 3.** Telefonfilter.

darzustellen. Durch Verdopplung der Anzahl erreicht man beispielsweise eine Frequenzauflösung von 300 Hz statt 600 Hz, so daß man hierdurch auch die Verstärkung bei den Zwischenfrequenzen auf 0 'zwingen' könnte. Allerdings

gibt es bei 300 Hz Auflösung auch wieder entsprechend neue Zwischenfrequenzen, und hier scheint das Filter wieder das zu machen, 'was es will'. Ganz so ist es in Wirklichkeit nicht, denn der Verlauf zwischen den Stützfrequenzen ergibt sich

```

; FIR bandstop filter
; Generated by FIRfilt(c)
;
; DSP56000 family format
;
; Edges (normalized):
; 0...0.06497524752
; 0.1021039604...0.1596534653
; 0.2054455446...0.5
;
; Specified deviations (dB):
; 1.621621622
; -26.08108108
; 1.621621622
;
; Worst deviations (dB):
; 1.288533434
; -28.27091342
; 1.286541698
;
; Target precision: fixed point 24 bit, normalized
; 23 coefficients:
;
; NOTE: all coefficients scaled by 1/7.859117736470862E-001

dc  -9.936499595642090E-002 ; h[0]
dc  5.174636840820312E-003 ; h[1]
dc  -5.258917808532715E-003 ; h[2]
dc  -3.993797302246094E-002 ; h[3]
dc  -6.945943832397461E-002 ; h[4]
dc  -3.583538532257080E-002 ; h[5]
dc  7.575857639312744E-002 ; h[6]
dc  1.889836788177490E-001 ; h[7]
dc  1.873701810836792E-001 ; h[8]
dc  3.1992911229248047E-002 ; h[9]
dc  -1.762161254882812E-001 ; h[10]
dc  9.999998807970104E-001 ; h[11]
dc  -1.762161254882812E-001 ; h[12]
dc  3.1992911229248047E-002 ; h[13]
dc  1.873701810836792E-001 ; h[14]
dc  1.889836788177490E-001 ; h[15]
dc  7.575857639312744E-002 ; h[16]
dc  -3.583538532257080E-002 ; h[17]
dc  -6.945943832397461E-002 ; h[18]
dc  -3.993797302246094E-002 ; h[19]
dc  -5.258917808532715E-003 ; h[20]
dc  5.174636840820312E-003 ; h[21]
dc  -9.936499595642090E-002 ; h[22]

```

**Listing 4.** Bandpaßfilter.

zwangsläufig. Wir haben es hier mit dem *Abtasttheorem im Frequenzbereich* zu tun. Ein Rückblick auf das Abtasttheorem im Zeitbereich, wie es in der ersten Folge dargestellt wurde, soll dies veranschaulichen. Tastet man eine Zeitfunktion mit einer

endlichen Abtastfrequenz ab, so kann man die ursprüngliche Zeitfunktion durch Tiefpaßfiltrierung wieder *exakt* aus den Abtastwerten rekonstruieren, wenn die Maximalfrequenz des Signals unterhalb der halben Abtastfrequenz liegt. Hierbei ist

der Frequenzbereich des Signals also beschränkt. Umgekehrt verhält es sich bei der Filterspezifikation, denn hierbei legt man die 'Abtastwerte' primär nicht im Zeitbereich, sondern im Frequenzbereich fest, indem man die Verstärkung für äquidistante Frequenzen vorgibt. Statt des Frequenzbereichs ist hier die Länge der Impulsantwort im Zeitbereich beschränkt. Für die Bereiche zwischen den festgelegten Frequenzen gibt es hierdurch nur einen möglichen Verlauf, der sich durch Interpolation aus den gegebenen Abtastwerten ergibt. Genauso wie ein frequenzbegrenztes Signal vollständig durch Abtastwerte im Zeitbereich beschreibbar ist, ist ein zeitbegrenztes Signal unter gewissen Bedingungen also exakt aus den Abtastwerten des Spektrums im Frequenzbereich rekonstruierbar.

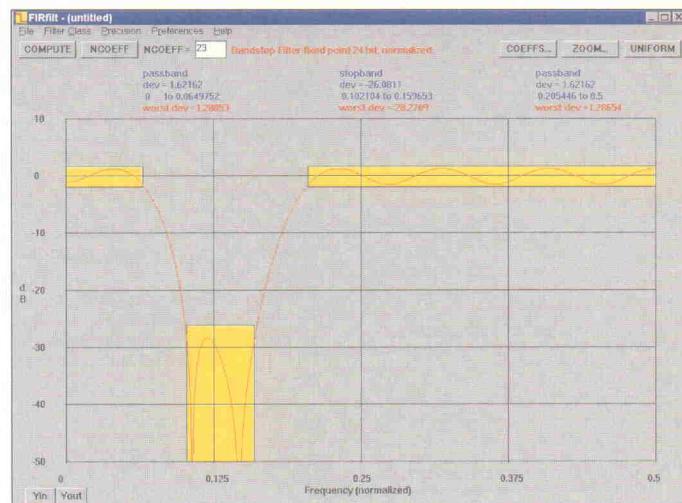
## Blick durchs Fenster

Wenn man einen glatteren Verlauf des Amplitudengangs haben möchte, so muß die Forderung nach exakt festgelegten Verstärkungen an den Stützstellen im Frequenzbereich aufgegeben werden. Eine Möglichkeit besteht darin, den Frequenzgang zu glätten, indem man es mit einem GlättungsfILTER nachbehandelt. Eine geeignete Filterung im Frequenzbereich entspricht einer Multiplikation im Zeitbereich, so daß man zur Glättung des Frequenzgangs die einzelnen Filterkoefizienten durch Multiplikation mit einer geeigneten Funktion unterschiedlich stark gewichten muß. Dieser Vorgang wird als *Fensterung* bezeichnet; die einzelnen Filterkoefizienten werden durch verschiedene *Fenster* jeweils unterschiedlich stark gewichtet. Es gibt recht viele, meist nach ihren Erfindern benannte Fenster, die allesamt verschiedene Vor- und Nachteile

aufweisen. Die wichtigsten davon sind das *Bartlett*-, *Hanning*-, *Hamming*- und *Blackman*-Fenster (siehe Bild 3). Durch die Fenster wird die Dämpfung des ersten Seitenmaximums (sog. *erste Nebenkeule* oder *erster Nebenzipfel*) des Amplitudengangs, die beim Rechteckfenster nur 13 dB beträgt, stark erhöht und ein Überschwingen im Durchlaßbereich verringert beziehungsweise vermieden. Allerdings erkauft man sich diesen Vorteil bei der Glättung durch weniger steile Übergänge des Filters, das heißt, das Hauptmaximum des Amplitudengangs wird breiter. Bild 4 verdeutlicht die Auswirkungen der verschiedenen Fenster auf den Amplitudengang unseres Filters. Man erkennt deutlich die größere Dämpfung im Höhenbereich und den flacheren Verlauf des Amplitudengangs im Tiefenbereich. Die Wahl eines geeigneten Fensters bedeutet stets einen Kompromiß zwischen gewünschter Filtersteilheit und Dämpfung der Nebenzipfel.

## Parks-McClellan-Algorithmus

Der hier vorgestellte Algorithmus zum Filterentwurf ist, wie man bereits an unserem einfachen Bandpaßfilter erkennen konnte, mit vielen Nachteilen verbunden. Beispielsweise ist die Angabe des Amplitudengangs für äquidistante Frequenzen nur selten sinnvoll. Einfacher kann ein Filter oft durch Angabe von sogenannten *Toleranzschemata* spezifiziert werden. Bild 5 zeigt beispielsweise ein Toleranzschema für eine Bandsperre. Durch das Toleranzschema sind die Mindestdämpfungen in den Sperrbereichen, die maximale Welligkeit im Durchlaßbereich und der Übergangsbereich des Filters einge-



**Bild 6.** Filtersyntheseprogramm mit grafischer Benutzeroberfläche von Robert R. Schnitzer.

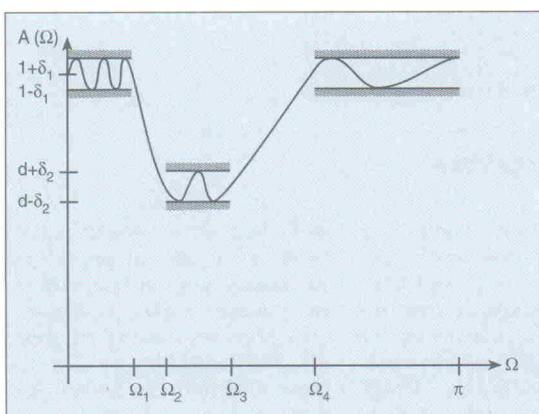
grenzt. Der Algorithmus von Parks-McClellan zählt heute zu den am meisten verwendeten und baut hierauf auf. Die Filterordnung und damit der Rechenzeitbedarf bei den hiermit synthetisierten Filtern ist in der Regel wesentlich geringer als bei dem oben vorgestellten Algorithmus. Um eine optimale Koefizientenfolge zu gewinnen, variiert der Algorithmus systematisch die einzelnen Filterkoefizienten. Der sogenannte Approximationsfehler, definiert als frequenzabhängig gewichtete Differenz aus gesuchtem und tatsächlichem Frequenzgang wird hierbei iterativ minimiert, so daß Filterkoefizienten gefunden werden, die die Spezifikation optimal erfüllen. Der eigentliche Algorithmus ist relativ kompliziert und nutzt komplexe mathematische Zusammenhänge, so daß hier im Detail nicht darauf eingegangen werden kann. Das ursprünglich von Parks-McClellan vorgestellte Syntheseprogramm wurde mittlerweile von Fortran nach C portiert und liegt in der *ELRAD-Mailbox*. Das textbasierende Interface ist jedoch alles andere als komfortabel. Kommerziell erhältliche Filterdesign-Software mit einer grafischen Benutzeroberfläche ist in den meisten Fällen unverhältnismäßig teuer.

Eine Ausnahme bildet das Programmpaket von Robert R. Schnitzer, bei dem der Parks-McClellan-Algorithmus in eine moderne Windows-Benutzeroberfläche integriert wurde. Eine Demoversion hiervon, bei der nur die Ausgabe der Filterkoefizienten abgeschaltet ist, befindet sich in der *ELRAD-Mailbox*. Als Lizenzgebühr

sind \$30 zu veranschlagen, wobei ein IIR-Filter-Design-Programm noch eingeschlossen ist. Das gewünschte Filter wird anhand von Toleranzbändern spezifiziert. Das Programm schätzt selbstständig die notwendige Filterordnung und zeigt den Amplitudengang des ermittelten Filters an (Bild 6). Durch nachträgliches Vergrößern oder Verkleinern der Filterordnung läßt sich das Filter noch weiter optimieren. Die Filterkoefizienten können nach Abschluß der Berechnung in zahlreichen Formaten ausgegeben werden, unter anderem auch direkt im Motorola-Assembler-Format. Für die in Bild 6 gezeigte Spezifikation erhält man beispielsweise ein Filter 23ter Ordnung, dessen Koeffizienten in Listing 4 zu finden sind. Diese lassen sich problemlos in das Filterprogramm aus Listing 3 einbinden.

## Literatur

- [1] Oppenheim, Schafer: *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*, Oldenbourg Verlag
- [2] Fettweis: *Elemente nachrichtentechnischer Systeme*, Teubner Verlag
- [3] Jürgen Petsch: *In Filter veritas – Entwurf digitaler Filter*, Teil 1; *ELRAD* 11/91, S. 16 ff.
- [4] Rabiner, Gold: *Theory and Application of Digital Signal Processing*
- [5] Parks, McClellan: *A Program for the Design of Linear Phase Finite Impulse Response Filters*, *IEEE Trans. Audio Electroacoustics*, Ausgabe AU-20, Nr. 3
- [6] Blauert: *Räumliches Hören*, S. Hirzel Verlag Stuttgart



**Bild 5.** Toleranzschema für eine Bandsperre.

# Analogtechnik

**Schaltungen verstehen, dimensionieren, selbst entwickeln**

## Teil 3: Zeigerrechnung

Dr. Stephan Weber

**Analoge Schaltungen zeichnen sich oft dadurch aus, daß man mit wenig Aufwand recht komplizierte Funktionen realisieren kann. Meist geht es dabei aber über den bisher betrachteten Gleichstrom hinaus. Zunächst also einige Grundkenntnisse zum Arbeiten mit Wechselspannungen.**

Genauso wie man mit einem Wasserreservoir die zeitlichen Schwankungen des Wasserstandes mehr oder weniger ausgleichen kann, ist auch in der Elektronik ähnliches realisierbar. Möchte man von einer sich zeitlich ändernden Spannung nur den Mittelwert haben, kann man die Spannung mit einem sogenannten RC-Tiefpaß glätten (Bild 1). R steht für Widerstand und C für Kapazität. Um diese Schaltung dimensionieren zu können, muß man nur die bereits bekannten Gesetze auch anwenden. Diese lauten:

Ohmsches Gesetz:  $I = U_R / R$

Kondensator-Gleichung:  $Q = C \cdot U$  beziehungsweise  $I = C \cdot \Delta U_C / \Delta t$

Maschenregel:  $U_a = U_C = U_e - U_R \Rightarrow U_C = U_e - I \cdot R = U_e - C \cdot R \cdot \Delta U_C / \Delta t$

Genauer gesagt gilt diese Gleichung für sehr kleine  $\Delta t$ , man schreibt dann  $\lim \Delta t = dt$ . In unserer Endglei-

chung entsteht dann eine Differentialgleichung:

$$U_C = U_e - C \cdot R \cdot dU_C / dt$$

Mit den Mitteln der Schulmathematik (bis etwa 11. Klasse) ist diese Gleichung ( $U_C$  steht leider auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens) nicht lösbar. Der Ausdruck  $dU_C / dt$  wird auch als sogenannte zeitliche Ableitung von  $U_C$  bezeichnet. Wenn man jedoch  $R = 1 \text{ k}\Omega$  und  $C = 1 \mu\text{F}$  vorgibt, und  $\Delta t = t_2 - t_1 = 10 \mu\text{s} < R \cdot C$  annimmt, dann kann man wenigstens eine Näherungslösung ermitteln.

Nimmt man an, daß der Kondensator im Einschalt-Augenblick ( $t_1 = 0$ ) ungeladen ist ( $U_C(t_1) = 0$ ) und dann sofort eine Spannung  $U_{eo} = 1 \text{ V}$  auf den Eingang gegeben wird, so ergibt sich:

$$U_C(t_2) = U_e - C \cdot R \cdot (U_C(t_2) - U_C(t_1)) / (t_2 - t_1)$$

Diese Gleichung kann man jetzt tatsächlich einfach auflösen und so die Ausgangsspannung  $U_a(t_2)$  ermitteln. Dies ist zwar mühselig, aber so ähnlich arbeiten praktisch fast alle Schaltungssimulatoren. Das Ergebnis zeigt Bild 2.

Die Reaktion eines Systems auf einen Sprung am Eingang nennt man ganz allgemein Sprungantwort. Beim RC-Tiefpass stellt sich als Sprungantwort eine Exponentialkurve ein:

$$U_C(t) = U_{eo} \cdot (1 - e^{-t/R \cdot C})$$

Zuerst steigt die Spannung ziemlich genau mit einer Geraden an, dann wird die Steigung kontinuierlich geringer, und es stellt sich nach einiger Zeit der Endzustand von  $U_a = U_{ein} =$

$U_{eo}$  ein. Dies ist anschaulich klar, da in diesem sogenannten statischen Fall durch den Kondensator kein Strom fließen kann (die Kondensatorplatten sind schließlich gut isoliert voneinander). Am Anfang dagegen ist der Kondensator entladen und die volle Eingangsspannung liegt am Widerstand. Dies bewirkt einen am Anfang großen Ladestrom, der stetig geringer wird. Bemerkenswert ist hierbei, daß unabhängig von den konkreten Werten der Bauelemente die Kurvenform immer gleich ist und nach einer Zeit  $t = \tau = R \cdot C$  immer 63 % (= 100% · (1 - e<sup>-1</sup>)) des Endzustandes erreicht werden. Auch die Anstiegzeit  $t_f$  für einen Anstieg von 10 % bis 90 % beträgt immer

$$t_f = RC \cdot \ln 9 \approx 2,2 \cdot RC$$

Dieser Zusammenhang ist wichtig, wenn man eine Spannung genau messen möchte (z. B. mit einem Analog/Digital-Umsetzer), denn man muß bei praktisch allen Systemen eine gewisse Zeit warten, bis das Ergebnis mit der geforderten Genauigkeit vorliegt.

Leider ist – wie angedeutet – zur Berechnung höhere Mathematik erforderlich, so daß sich die Elektrotechniker für die Praxis etwas Ele-

len 230V-Lichtnetz verwendet wird. Eine Besonderheit der Sinus-Spannung ist, daß sie, wie ein reiner Ton, nur eine einzige Frequenz aufweist, während andere Kurvenformen immer aus mehreren Frequenzen bestehen. Bild 3 zeigt den periodischen Verlauf. Für die Frequenz gilt  $f = 1/T$ . Den Verlauf kann man – außer mit einem Taschenrechner – leicht dadurch erzeugen, daß man einen Zeiger im Kreis rotieren läßt und die y-Abschritte (die sogenannte Gegenkathete) über die Zeit aufträgt. Mit dem Wissen über den Kondensator kann man sich leicht überlegen, wie der Kondensatorstrom bei dieser Spannung aussehen würde. Bild 4 zeigt den Zeitverlauf, man erkennt genau die 90°-Phasenverschiebung.

Es gilt:

$$i(t) = C \cdot d(U_{max} \cdot \sin(\omega t)) / dt$$

(sin ax abgeleitet ergibt a · cos ax – steht in fast jedem Buch über höhere Mathematik)

$$= C \cdot U_{max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t) = I_{max} \cdot \cos(\omega t) \text{ mit } I_{max} = U_{max} \cdot \omega \cdot C$$

Gilt das Ohmsche Gesetz so wie bei echten Widerständen? Nein, da  $R_C(t) = u(t)/i(t)$  (Zeitgrößen werden zur Unterscheidung klein geschrieben) nicht konstant ist und sogar

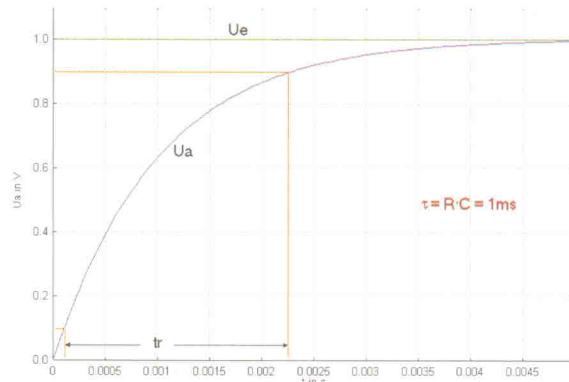


Bild 2.  
Reaktion  
des RC-  
Tief-  
passes  
auf einen  
1V-  
Sprung  
am  
Eingang.

ganteres haben einfallen lassen. Hier ist der Aufwand an 'höherer' Mathematik nur gering und anschaulich leichter nachvollziehbar.

Wenn man einen Kondensator auflädt, dann gilt immer die bekannte Beziehung  $I = C \cdot dU_C / dt = C \cdot \Delta U_C / \Delta t$ . Wenn sich die Spannung nicht ändert ( $\Delta U_C = 0$ ), fließt kein Strom, und wenn diese sich schnell ändert, dann ein entsprechend hoher. Interessant sind hier also zeitlich veränderliche Spannungen.

Die wichtigste Wechselspannung ist die Sinus-Wechselspannung. Dies ist auch die Kurvenform, die im norma-

Polstellen hat (1/0 geht bekanntlich nicht). Was allerdings dennoch geht, ist die Betrachtung der Amplituden (Großbuchstaben)  $U_{max}$  und  $I_{max}$ . Es gilt dann:

$$|X_C| = U_{max} / I_{max} = 1 / (\omega C)$$

Dieses Verhältnis ist unabhängig von U oder I, also konstant und nur von der Kapazität selbst abhängig. Zur Unterscheidung von den bekannten ohmschen Widerständen schreibt man X statt R. Man spricht auch nicht mehr von ohmschen Widerständen (sogenannten reellen Widerständen, siehe Kasten 'Kaum vorstellbar'), sondern von einem

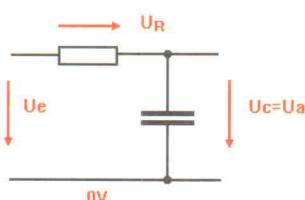


Bild 1. RC-Tiefpaß erster Ordnung.

## Kaum vorstellbar

Wer tiefer in mathematischen Zusammenhängen steckt, wird die Zeiger leicht als sogenannte komplexe Zahlen erkennen. Auch komplexe Zahlen haben einen Betrag und eine Phase, genau wie man auch Sinus-Spannungen durch die Amplitude und die Phasenlage eindeutig festlegen kann. Das Gute an dieser Parallelität der Ereignisse ist, daß die Mathematik leistungsfähige Mittel entwickelt hat, um mit komplexen Zahlen (Spannungen, Ströme, Impedanzen!!) genauso zu rechnen, wie mit ganz normalen Zahlen! Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren, Dividieren – alles ist fast wie gehabt. Ohne geometrische Konstruktionen, sondern einfach per Taschenrechner oder nach Altväterart.

Kennen Sie eine Zahl  $x$ , die mit sich selbst multipliziert 4 ergibt? Einfach, denn  $x^2 = 4 = 2 \cdot 2$ , also  $x = 2$ . Man schreibt dafür  $\sqrt{4} = 2$ . Oder  $x^2 = -1$ ? Hier ergibt sich die bekannte Zahl  $\sqrt{-1} = 1,414 \dots$  Aber das Problem  $x^2 = -1$  hat die Mathematiker einige Jahrhunderte länger beschäftigt. Die Lösung ist genial einfach: Es gibt offensichtlich keine normale (reelle) Zahl  $\sqrt{-1}$ . Man kann also eine neue Zahl einführen, die man imaginäre Einheit  $i$  genannt hat. Auch hier hilft eine geometrische Veranschaulichung weiter. Alle normalen Zahlen kann man sich auf einer Geraden hintereinander angeordnet vorstellen. Die Null ist in der 'Mitte', nach links die negativen Zahlen und nach rechts die positiven, alle gleichmäßig aufgetragen. Man kann nun kontrollieren, wie man die Rechengesetze geometrisch verstehen kann. Legt man bildlich gesprochen einen Winkelmaß auf die Gerade, so haben alle positiven Zahlen den Winkel Null und alle negativen Zahlen den Winkel  $180^\circ$ . Die Regel 'minus mal minus gleich plus' kann man dann so interpretieren: Man multipliziert zwei (negative) Zahlen, indem man die Beträge multipliziert und die Winkel addiert,

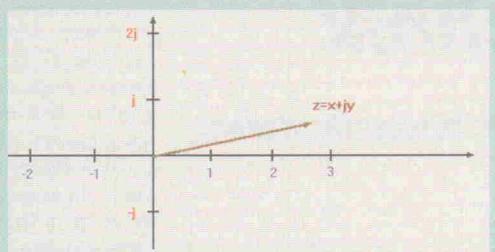


Bild 6: Veranschaulichung der reellen (Zahlengerade) und komplexen Zahlen (Zahlenebene).

denn  $180^\circ + 180^\circ$  ergeben  $360^\circ = 0^\circ$ . Zeiger und komplexe Zahlen werden genauso multipliziert: Betrag multiplizieren und Winkel addieren. Die Division – man denke an das ohmsche Gesetz  $R = U/I$  – ist genau das 'Gegenteil': Die Beträge teilt man und die Winkel subtrahiert man (Phasendifferenz). Addieren und Subtrahieren ist ohnehin einfach, was will man mehr? Wurzelziehen:  $x^2 = x \cdot x = -1$ . Gesucht ist hier eine Zahl, die mit sich selbst multipliziert  $-1$  ergibt. Bei  $x \cdot x$  werden die Winkel addiert: Da  $-1$  den Winkel von  $180^\circ$  hat, muß  $x$  den Winkel  $90^\circ$  (oder  $270^\circ$ ) haben! Da außerdem der Betrag Eins sein muß, ist die Zahl eindeutig festgelegt:  $i = 1 \angle 90^\circ$  (in der Elektrotechnik schreibt man meistens  $j$  statt  $i$ , damit Verwechslungen mit dem Strom  $i(t)$  ausgeschlossen werden). Während also alle 'normalen' Zahlen auf der Zahlengeraden liegen, liegt  $i (=j)$  sozusagen auf der y-Achse, so daß insgesamt alle komplexen (komplex heißt zusammengesetzt  $z = x + iy$ ) Zahlen auf einer Zahlenebene liegen. Benannt wurde diese Ebene nach dem vielleicht bedeutendsten Mathematiker Carl Friedrich Gauß, der all diese Zusammenhänge im 19. Jahrhundert entdeckt hat. Eine Beziehung zum Abschluß, da sie sehr häufig benötigt wird:  $i^2 = -1 \Rightarrow -i = 1/i$ .

'Blindwiderstand'. Man kann das Ergebnis so interpretieren, daß man einfach die Amplituden der Zeiger von  $U$  und  $I$  durcheinander teilt. Auf diese Art und Weise kann man also doch noch einen Kondensator fast genauso einfach mathematisch handhaben wie einen normalen Widerstand. Und was ist mit der Phasenverschiebung?

## Alles Schiebung

Sinus-Spannungen und -Ströme kann man also durch Zeiger darstellen. Im Beispiel entsprach  $u(t)$  genau einer Sinus-Schwingung und  $i(t)$  einer Cosinus-Schwingung. Eine Cosinus-Schwingung hat genau dieselbe Kurvenform wie ein Sinus, jedoch mit einer zeitlichen Verzögerung. In Winkeln ausgedrückt beträgt sie genau  $\Delta\phi = 90^\circ$  ( $= \pi/2$  im Bogenmaß). Die beiden Signale  $u(t)$  und  $i(t)$  kann man also durch zwei Zeiger  $U$  und  $I$  konstruieren, die sich im Kreis um  $90^\circ$  ge-

geneinander verschoben mit der gleichen Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  drehen. Dies alles funktioniert ohne jede höhere Mathematik, man schreibt einfach:

$$u(t) = U_0 \angle \phi \text{ oder in Zahlen: } u(t) = 10 \text{ V } \angle 0^\circ \text{ und } i(t) = 1 \text{ mA } \angle 90^\circ$$

Letzteres (gesprochen 1 mA 'Dreher'  $90^\circ$ ) meint also einen Strom mit einer Amplitude von 1 mA und einer Phasenverschiebung von  $90^\circ$ . Die Nullage der Phase kann man meistens beliebig festlegen, in der Praxis setzt man meistens die Phase des Eingangssignals zu Null. Wich-

tig sind eigentlich immer nur die Phasendifferenzen. Das Interessante daran ist, daß man mit Zeigern auch Spannungen oder Ströme addieren kann. Statt ganze Funktionen an jedem Zeitpunkt zu addieren  $u_1(t) + u_2(t)$ , braucht man nur Zeiger  $U_1$  und  $U_2$  geometrisch aneinandersetzen. Während die Division bei den kompletten Zeitsignalen keinen Sinn macht ( $1/0$ ), ist dies bei Zeigern sehr einfach und hat die physikalische Bedeutung eines Wechselstromwiderstandes (Impedanz). Einige Einschränkung ist, daß dies zunächst nur für die – wenn auch sehr wichtigen – Sinusgrößen gilt.

## Hallo Partner

Die Spule  $L$  (Induktivität) verhält sich praktisch genau umgekehrt wie ein Kondensator (Kapazität). Es gilt allgemein:

$$U = L \cdot dI/dt$$

und bei Sinusgrößen (man kann dann immer  $d/dt$  durch  $j\omega$  ersetzen):

$$U = L \cdot j\omega I = jX_L \cdot I \quad \text{mit } X_L = \omega L$$

Mit diesen Zusammenhängen kann man auch leicht die Reihenschaltung von verschiedenen Bauelementen ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ) berechnen. Den Gesamtscheinwiderstand (Impedanz) nennt man  $Z$  (man unterstreicht  $Z$ , um zu kennzeichnen, daß es sich um eine komplexe Zeigergröße handelt).  $Z$  besteht aus dem normalen ohmschen Widerstand  $R$  und dem Blindwiderstand  $X$ , der von einer Kapazität oder einer Induktivität herrühren kann:

$$Z = R + jX \text{ mit } X = (X_C + X_L) \text{ und } X_C = -1/\omega C \\ \text{bzw. } X_L = \omega L$$

Die Spule hat also einen positiven Blindwiderstand, während eine Kapazität einen negativen aufweist.

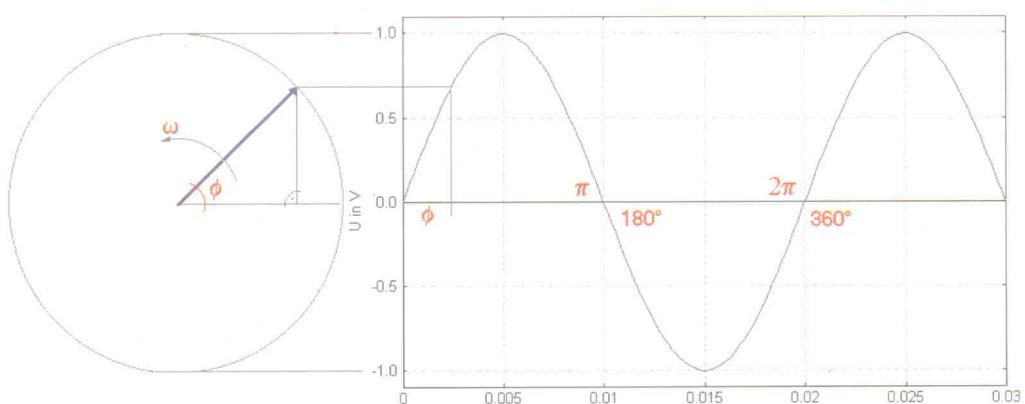


Bild 3: Verlauf einer Sinus-Wechselspannung  $u(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t)$  mit Zeigerkonstruktion ( $\omega = 2\pi f$ ).

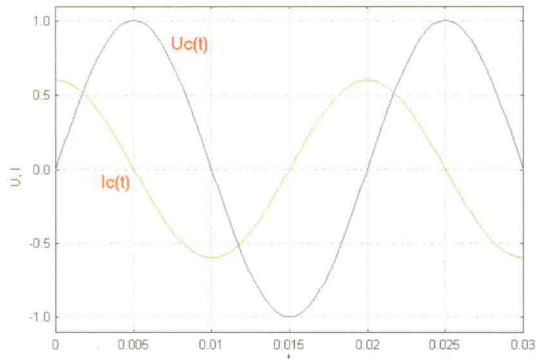
Dies dient zur Unterscheidung der Phasenverschiebung  $\varphi$ . Beim Kondensator eilt die Spannung  $U$  dem Strom  $I$  um  $90^\circ$  nach, während es bei einer Spule genau umgekehrt ist. Der Kehrwert  $\underline{Y} = 1/\underline{Z}$  heißt Admittanz.

In dieser Darstellung von  $\underline{Z}$  sind der normale Widerstand  $R$  und der Blindanteil  $X$  getrennt. Man kann diese Form auch leicht umrechnen, um eine Darstellung nach Betrag  $|\underline{Z}|$  und Phase  $\varphi$  zu erhalten (siehe Kasten):

$$Z = R + jX = |\underline{Z}| \angle \varphi$$

mit  $|\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + X^2}$   
und  $\tan \varphi = X/R$   
bzw.  $\varphi = \arctan(X/R)$   
bzw.  $R = |\underline{Z}| \cdot \cos \varphi$   
und  $X = |\underline{Z}| \cdot \sin \varphi$

Anschaulich klar machen kann man sich dieses leicht am Zeigerdiagramm.  $R$  und  $X$  stehen senkrecht aufeinander, so daß ein rechtwinkliges Dreieck mit den Seiten  $R$ ,  $X$  und  $|\underline{Z}|$  entsteht. Dieses kann man mit den trigonometrischen Funktionen  $\sin$ ,  $\cos$  und  $\tan$  und beziehungsweise dem Satz vom Pythagoras berechnen (Bild 5).



**Bild 4.**  
**Verlauf des Kondensatorstroms bei einer angelegten Sinus-Wechselspannung.**

Eine häufig benutzte Kurzschreibweise lautet:

$$\begin{aligned} R &= \text{Realteil}(\underline{Z}) = \text{Re}(\underline{Z}) \\ \text{und } X &= \text{Imaginärteil}(\underline{Z}) = \text{Im}(\underline{Z}) \end{aligned}$$

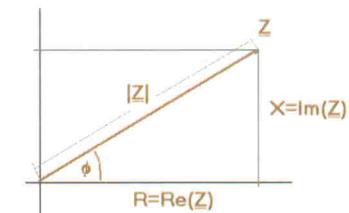
Wie fügen sich diese Sachverhalte in die bereits bekannten Gesetze ein? Völlig bruchlos, wie zum Beispiel die Spannungsteilerregel zeigt. Statt  $R$  schreibt man einfach  $\underline{Z}$  und kann dann direkt die Ausgangsspannung  $\underline{U}_a$  (auch  $U_a$  ist jetzt eine Zeigergröße!) in Abhängigkeit von der Frequenz ermitteln:

$$\underline{U}_a = \underline{U}_{\text{ein}} \cdot \underline{Z}_2 / (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)$$

Nimmt man z. B. für  $\underline{Z}_1$  einen Widerstand  $R$  und für  $\underline{Z}_2$  einen Kondensator  $C$ , so ergibt sich:

$$\begin{aligned} \underline{U}_a &= \underline{U}_{\text{ein}} \cdot (1/j\omega C) / (R + 1/j\omega C) \\ &= \underline{U}_{\text{ein}} / (1 + j\omega RC) \end{aligned}$$

Dies bedeutet beispielsweise, daß für  $\omega = 0$  (entspricht Gleichspannung)  $\underline{U}_a$  zu  $\underline{U}_{\text{e}}$  wird, daß Gleichspannungen voll übertragen werden, während bei  $\omega > 0$   $|\underline{U}_a| < |\underline{U}_{\text{e}}|$  wird, also ein Tiefpass entsteht. Besonders praktisch ist die Formel auch deshalb, weil kompliziertere Bauelemente wie Dioden und Transistoren ebenfalls diesen Gesetzen gehorchen, sich also ganz analog berechnen lassen. Die Hersteller liefern dazu in ihren Datenblättern den Verlauf der Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_1 = |\underline{Z}_1| \angle \varphi$ . Diese Impedanz liest man ab und berechnet damit seine Schaltung. Mehr dazu in einer späteren Folge.



**Bild 5 : Zeigerdiagramm zur Veranschaulichung der komplexen Impedanz  $\underline{Z}$ .**

sistoren ebenfalls diesen Gesetzen gehorchen, sich also ganz analog berechnen lassen. Die Hersteller liefern dazu in ihren Datenblättern den Verlauf der Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_1 = |\underline{Z}_1| \angle \varphi$ . Diese Impedanz liest man ab und berechnet damit seine Schaltung. Mehr dazu in einer späteren Folge.

Für diesen Teil der Beitragsreihe befindet sich in der ELRAD-Mailbox ein Windows-Programm zur Berechnung von komplexen Impedanzen. In der nächsten Folge wird dann das erworbene Wissen direkt zur Realisierung verschiedener häufig verwendeter Filters angewendet.

roe

## Das bringen

## Änderungen vorbehalten



**Backup:** Daten sichern unter Windows 95

**High-End-PCs:** Neue Boards mit Intels Pentium Pro

**Suchmaschinen:** Recherche-Werkzeug für Web und Festplatte

**Laserdrucker:** Die richtige Wahl für Kostenbewußte

**CAD:** Konstruieren zum Sparpreis



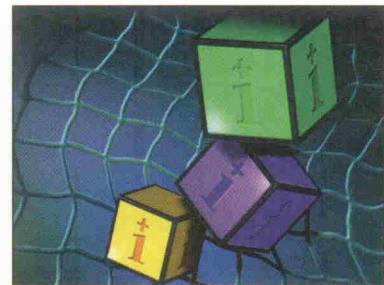
**TK-Anlagen:** Kosten sparen mit Least-Cost-Routing

**Sichere Netze:** Firewalls, Verschlüsselung und Virenschutz

**PPP-Weiterentwicklung:** Mehr Bandbreite durch Kanalbündelung

**Satelliten-Kommunikation:** Fahrzeugmanagement mit Euteltracs

**Stackable Hubs:** Was bietet der Markt?



**NIS+ von Sun:** Der Network Information Service im neuen Gewand

**Bildbearbeitung:** Professionelle Software unter Unix und NT

**Microsofts freier IIS-Server:** WWW, ftp, Gopher und ODBC inklusive

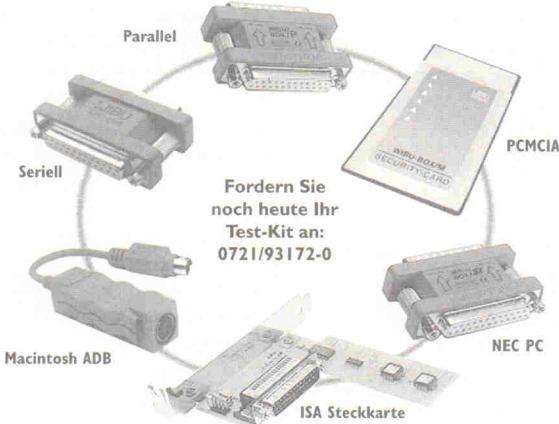
**Portierung:** X/Motif-Applikationen auf NT mit Nutcracker

**Iomegas Jaz-Drive:** GByte-Wechselplattenlaufwerk im 3,5"-Format

**Heft 7/96 am 20. Juni am Kiosk**

<b>Industrierestposten &amp; Gebrauchtelektronik</b>											
<b>CoverTronic GmbH</b>						33181 Haaren/NRW - Adam Opel Straße 11 Tel.: 02957-1507 Fax: 02957-1522					
Bei größeren Stückzahlen, Preise anfragen.	Eeprom 2764	ab 1,20 DM	D-RAM 256Kx4-80	5,50 DM	MCU 80C32-PLCC	2,50 DM	RAMDAC Bt458-KG110 7,30 DM	Weiterhin im Programm:	S-RAM/D-RAM,EEROM,		
Mindestbestellwert DM 50,- netto	Eeprom 27128	ab 1,60 DM	D-RAM 1Mx1-80	5,50 DM	MCU 8741	3,90 DM	RAMDAC Bt451-KG110 6,30 DM	Transistoren,Dioden,			
S-RAM 2Kx8 ab 1,00 DM	Eeprom 27256	ab 2,30 DM	D-RAM 1Mx1-100	5,00 DM	MCU 8742	3,70 DM	DSP TMS 320C25 21,00 DM	Kondensatoren,			
S-RAM 8Kx8 ab 1,50 DM	Eeprom 27512	ab 2,20 DM	D-RAM 1Mx4-80	18,00 DM	MCU 8748	4,20 DM	DSP4X2901 16-Bneu 21,00 DM	Relais,Steckverbinder,			
S-RAM 32Kx8 ab 3,40 DM	Eeprom 27020	ab 4,90 DM	D-RAM 4Mx1-70	19,00 DM	MCU 8749	9,40 DM	AD-neu AD390KD 288,00 DM	Sockel, AD/DA-Wandler,			
S-RAM 128Kx8 ab 9,80 DM	Eeprom 27040	ab 8,50 DM	D-RAM 4Mx1-100	17,50 DM	MCU 8751	7,40 DM	CPU 80353-PLCC 6,90 DM	LED/LCD usw.			
Auch in CMOS - gleicher Preis											
Technik: NMOS - CMOS Bauform: DIP / PLCC / ZIP / SOJ - Fast alle Hersteller						Entlüftet - gerichtet - neuverziert - entsockelt oder neu					

Make Everyone Happy!



Fordern Sie  
noch heute Ihr  
Test-Kit an:  
0721/93172-0

Ihre mit WIBU-KEY geschützte Software spricht jede dieser WIBU-BOX-Varianten ohne Anpassung Ihres Programms an. Dabei erfolgt nicht nur eine einfache Abfrage, ob die WIBU-BOX angeschlossen ist – der Schutz basiert auf Verschlüsselung im WIBU-KEY ASIC. Höchste Sicherheit des Schutzes und Flexibilität, zusammen mit anderen großartigen Funktionen wie Remote Programming, Begrenzungszähler und automatischer oder API-basierter Verschlüsselung lassen sie schnell erkennen, warum WIBU-KEY der beste Software Kopierschutz ist.

## WIBU-KEY

High Quality in Software Protection

**WIBU**  
SYSTEMS

**WIBU-SYSTEMS AG**  
Rüppurrer Straße 54  
D-76137 Karlsruhe

Tel. 0721/93172-0  
FAX 0721/93172-22  
CIS 100142,1674

### Ihre Platinen in hoher Qualität ? Kein Problem !

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...

- + 1000 DPI-Plotter oder Reprofilm von uns
- + CNC bohren und fräsen
- + hohe Auflösung durch Sprühätzten
- + Rollverzinn

**Layout Service Oldenburg** Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung  
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145



**Layout Service Oldenburg**  
Kostenlose Preisliste anfordern

### Mikrocontroller-versand

schon jetzt über 150

### 8051 Derivate in DIL und LCC Gehäusen

EPROM, OTP und ROMlose Versionen

kostenloses Lieferprogramm  
anfordern bei



Dipl. Ing. Sven Pohl  
Schlehenweg 6  
31812 Bad Pyrmont

Fax  
**05281 - 60 75 71**

### Fernstudium

Staatl.  
geprüft

### Computer-Techniker Fernseh-Techniker Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. Info-Mappe kostenlos.

**FERN SCHULE WEBER**  
Abt. 504

D-26192 Großenkneten - PF 21 61  
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

### μ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 -

#### 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

**μ-BASIC/51-Compiler**

**Assembler/51-Paket**

**Hardware (Bausatz)**

- |          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | Strukturiertes BASIC  |
|          | • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zellennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch        |
| <b>2</b> | Makroassembler  |
|          | • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos 2-Schriftmotivsteuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer, • Deutsches Handbuch   |
| <b>3</b> | 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32kB RAM & EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 IO Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt |

Versand: NN-UPS 11,50, NN-Post 12,-, Vorkasse (Scheck) 8,50. Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen: Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage.

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h  
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h  
Tel. 0721/9 88 49-0 Fax/88 68 07

**WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK**  
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser  
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

### Heise Online:

### News-Service-Kontakte

<http://www.heise.de/>  
Klicken Sie sich ein!

Nutzen Sie den kostenlosen Service

# ADES

analoge & digitale  
elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen  
Entwicklungsbegleitende Untersuchungen und Beratungen im Hinblick auf das EMV-Gesetz und die CE-Kennzeichnung

Durchführung von normgerechten Tests gemäß DIN EN 50081 und EN 50082

# EMV-Test

**ADES GmbH**

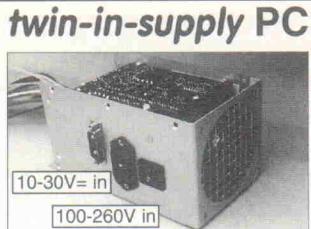
Dahlienweg 12  
51399 Burscheid

Tel.: 02174/64043

Fax: 02174/64045

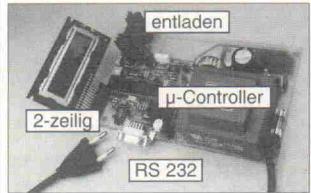
Ihr Ansprechpartner:  
Dipl. Ing. Frank Scheid





- unterbrechungsfrei, potentialgetr.
- 200W Leistung, Lüfterregelung
- 1,33 ltr. groß, variable Maße nach Kundenwunsch
- auch kleine Stückzahlen zu vernünftigen Preisen
- auch andere Leistungen

### control-charge PC



- Ladegerät n. Ihren Anforderungen in kleinen u. mittleren Stückzahlen
- Leistungen bis 60W, sekundär oder primär getaktet
- low-cost und high-end Versionen
- Ladeschacht oder Buchse

**CE** wir messen bei uns Ihre Einsatzkonfiguration!

**briechle**  
elektronik  
Tel. (08282) 7974 Fax () 7976  
Schulstraße 1  
D-86480 Aletshausen

### PC - Meßtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)  
AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, <40µs, 8 TTL-I/O 269,-  
AD12Bit Karte 25/7µs, 4 s&h, 16 ch., 16 TTL-I/O 588,-/749,-  
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-  
ADGVT12 16ch 12Bit AD, galv. get. >3.5/10V, 10µs 789,-  
AD16B8 8ch, 25µs/D, DA12Bit, 3Timer, 20 TTL, 2Relais 1998,-  
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4µs 529,-  
AD-MESS A/D-Messungen, Drucken unter Windows 115,-  
24 TTL I/O Karte mit 1x PPI 8255 99,-  
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-  
OPTO-3 Optokopplerplatine mit 18 IN, 16 OUT, IRQ 429,-  
OPTOLCA 16 Opto In, 16 Opto Out, intelligente IRQ, 16 Bit 667,-  
TIMER-1/2 9"16 Bit Timer, 8 TTL I/O, IRQ, max. 4/8 MHz 298,-  
UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2"LCAs 598,-  
TY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS SS 349,-  
RS422/485 DUAL 2"RS422/RS485 jeweils galv. getrennt 698,-  
3\*24Bit U/D-Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-  
IEEE-488 Karte (mit NEC7210), mit DEVICE-Treiber 298,-  
WATCHDOG1/2 für autom. PC-Reset, LED, 1\*Relais 99,-/129,-

### Logikanalytator

#### Neue Versionen:

LOG50LC 50MS/s low, cost 598,-  
LOG50 50MS/s, Trigger-Optionen 698,-  
LOG50/100 Taktverdoppelung 898,-  
LOG100 100MS-32 Kanäle 1248,-  
LOG100/200 Taktverdoppelung 1498,-  
○ Alle Versionen: 32KBit Speicher / Kanal  
○ Neuste Windows-Software Logic-Analyze2.0  
○ Ab LOG50: Trigger-Fenster + Triggercounter  
○ 32 Kanäle  
○ 32KBit Tiefe  
○ bis 250 Hz  
○ kurze Karte  
○ Preise ab 598,-

#### DCF-77 Funkuhren

CLOCK-77/LPT, Atomzeit für den PC, DOS, Windows 99,-  
CLOCK-77/ISA mit 8-Bit Einsteckkarte, DOS, Windows 129,-  
CLOCK-77/NLM für Novell 3.xx und 4.xx (ohne UHR) 198,-

**QUANCOM** GM  
ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl  
Tel.: 02232/9462-20 \* Fax.: 9462-99  
www.quancom.de \* Mailbox: 9462-98

## Ihr Elektronik-Spezialist Neuheiten:

- 3 vorprogrammierte Universalfernbedienungen für jeweils 2, 5 und 8 Geräte.
- Drahtloser IR-Stereo-Kopfhörer.
- 3 neue Meßgerätytypen von „Finest“ u. a. die AC/DC-Stromzange F-135 mit True RMS.
- Neue Alarmanlagen mit Zubehör.
- Taschenlampenserie im schwarzen Design mit Metallgehäuse. 5 attraktive Typen mit Längen von ca. 18 cm bis 47 cm. Sehr robust und teils auch mit Magnethalter, zu ganz kleinen Preisen.



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

Bauelemente, Stromversorgungen, Meßtechnik, Audio-Geräte und vieles mehr.

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an und lassen Sie sich in unseren Verteiler für monatliche Sonderangebotsaktionen aufnehmen (nur gewerbliche Anfragen).

**POP**  
electronic GmbH

Postfach 22 01 56, 40608 Düsseldorf  
Tel.: 0211/2 00 02 33-34  
Fax: 0211/2 00 02 54

**Xaruba**®

**PIC ENTWICKLUNGEN**

**Microchip** Wir erstellen Software - Hardware - Konzepte für Ihr Projekt

Sie erreichen uns auch im Internet  
<http://www.mainhattan.de>  
EMail: office@mainhattan.de

**MAINHATTAN-Data**  
Schönbornering 14  
63263 Neu-Isenburg  
Tel.: 06102 / 756042  
FAX: 06102 / 51525

### ELRAD

Studenten lesen billiger!

Gegen Einsendung Ihres Studiennachweises erhalten Sie Ihr ELRAD-Abo zum Vorzugspreis von 69,- DM  
Die Abokarte finden Sie in der Heftmitte

## messen | steuern | regeln

### Modulares PC-Steckkartensystem

I/O-Module  
Galvanisch getrennte I/O-Module  
Relais-Module  
Timer-/Zähler-Module  
Drehgeber-Module  
Schrittmotor-Module

Single-Board-Computer  
A/D-Module  
D/A-Module  
FCU-Fuzzy-Software  
SPS-programmierbar  
Testware-Prüfplatzautomation  
Meßwert-Erfassungs-Software

Deutsche Produktion | Nachlieferung garantiert

**OKTOCON**

G. Balzarek Elektronik und Computer Service  
Hauptstraße 43 68259 Mannheim Tel. 06 21 - 7 99 20 94 Fax 06 21 - 7 99 20 95  
Norddeutschland: M2-Systemtechnik Tel. 05 31 / 34 76 07 Fax 05 31 / 34 76 08  
Schweiz: Wyland Elektronik GmbH Tel. +41 (0) 52 / 3 17 27 23 Fax +41 (0) 52 / 3 17 25 96

Strapu-ABS-Kunststoffgehäuse für viele Verwendungsmöglichkeiten

NEU im STRAPU-Programm

**HALBSCHALEN-GEHÄUSE**  
Modernes Design - in vielen Größen und Ausführungen, mit u. ohne Batteriefach - teilweise mit Clips lieferbar.  
• Alle Gehäuse sind auf Anfrage mit EMV-Abschirmung lieferbar

**STRAPU - Lothar Putzke**  
Vertrieb von Kunststoffgerätekörpern  
Hildesheimer Str. 306 H, 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867  
Tel. 0 51 02/42 34, Telefax 0 51 02/40 00

**STRAPU®**

L	B	H
85	65	28
85	65	23
165	88	28
165	88	23
135	44	26
129	40	26

u. in vielen anderen Maßen, Katalog anfordern!

Lieferung nur an den Fachhandel od. Gewerbebetriebe

- ausführliche Beratung zu den gültigen Normen und Zuordnung Ihrer Geräte zu den Schärfegraden und notwendigen Prüfungen
- Prüf-Abonnements für Ihre entwicklungsbegleitenden Messungen
- Überlassung des Prüflabors und Einrichtungen zum günstigen Stundensatz
- ausführliche Prüfberichte und Meßprotokolle (für Ihre Konformitätserklärung)
- Entstörung von Anlagen und Geräten

**Harald Trapp**  
Ingenieurbüro für Industrie-Elektronik und EMV-Meßtechnik  
Auf der Bovenhorst 21 \* D-46282 Dorsten  
Tel.: 02362/2001-0 (Zentrale) \* 02362/2001-53 (EMV-Labor) Fax: 02362/2001-24

**CE**

- Normkonforme Prüfungen zur Erlangung des CE-Zertifikates (Full-Compliance)  
- kostengünstige Vortests (Pre-Compliance)  
- Beratung zum EMV-Gesetz  
- EMV-gerechtes Schaltungsdesign  
- Re-Design von Baugruppen und Geräten

**EMV - Meßtechnik**  
im hauseigenen Prüflabor

**SONDERANGEBOHRT**

Beringte Bohrer ab DM 3,30 je Stück · Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück · Durchkontaktierneisen DM 30,- je 1.000 Stück  
Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktfilm DM 5,60 je Stück A3 · preiswerte Bohrunterlagen · Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

**BUNGARD**  
BEL  
Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik  
Rilke Straße 1  
D-51570 Würselen  
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75

## LEITERPLATTEN-MUSTER-SERVICE

Wir fertigen von Ihren CAD-Daten oder Ihrer EAGLE BRD Datei z.B. 3-4 Europlatten oder 6-8 halbe Europlatten durchkontaktiert incl. aller Nebenkosten in 8-10 A.T.  
**DM 300,- zzgl. MwSt.**  
Eilservice ab 2 Arbeitstagen!



### LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1 · 66606 St. Wendel · Tel. 06851/70366 · Fax 06851/83583

## Frischer Wind...

### Innovativ...

X PC/104-Industriestandard

### Kompatibel...

X Register- und anschlußkompatibel zu den Computerboards PC-Meßkarten

### Vielseitig...

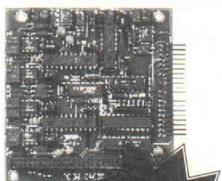
Breites Anwendungsspektrum:

- X Digitale I/Os bis 48 Kanäle
- X A/D-Wandler bis 16 Kanäle/16 Bit
- X progr. Verstärkung
- X FIFO-Speicher, 3 Zähler
- X D/A-Wandler (6 Kanal)
- X RS232-, RS422/485-Karten

### Kompakt...

X Sandwich-Bauweise

### PC104-DAC06: 6 Kanal D/A



773,- DM\*

PC/104-Karten von ComputerBoards.

Sind Sie interessiert?

Fordern Sie unseren Katalog an!

**PLUG-IN**  
ELECTRONIC GMBH  
Postfach 345  
Telefon 08141/3697-0  
D-82219 Eichenau  
Fax 08141/8343

## LANGZEIT-DATALOGGER UNIDAN

LP-Größe (56 x 47 x 10) mm

- OEM-Version auf Leiterplatte
- universell und konfigurierbar
- 4 analoge, 4 digitale Eingänge
- 3 V max. 3 mA, stand by 50 µA
- schaltbare Sensorspannung
- RTC, 4 Mbit RAM, 2 x RS 232
- Windows Steuerungssoftware
- Entwicklungsboard verfügbar

### Wir bieten:

Mobile Messtechnik  
OEM-Baugruppen  
Energiearme Datalogger  
Mobile (D)GPS-Systeme  
Elektronik-Entwicklung  
Leiterplatten-Layout  
SMD-Bestückung  
Inbetriebnahme  
Klima- und EMV-Tests



ESYS GmbH  
Schwedter Str. 34a  
D-10435 Berlin  
<http://www.esys.de>  
email: [info@esys.de](mailto:info@esys.de)  
Tel. 030 / 44390120  
Fax 030 / 44390129

## Incircuit- und Funktionstest zu einem Bruchteil der Kosten und Zeit bei höchster Testgeschwindigkeit und Prüfschärfe

Unsere Preise für das automatische Testen sind revolutionär: Incircuit- und Funktionstest ab 19.500 DM + MwSt, Adoptionskosten ab 300 bis 1500 DM + MwSt und Programmerstellung ab 300 bis 3000 DM + MwSt.

Testsysteme von REINHARDT haben über komfortable Oberflächenprogrammierung alle Möglichkeiten zur einfachen, schnellen und praxisnahen Programmerstellung. Sie benötigen z.B. nur die Eingabeparameter oder CAD-Daten und erlernen die Ausgabeparameter in Sekunden an einem guten Prüfling.

Unser Prüfspektrum: analog, Impulse, Leistungselektronik, Stromversorgungen, Digitaltest bis 10 MHz, automatische Programmerstellung aus JEDEC-Daten für LSI-Test, Logikanalyse, Mikroprozessortest, ROM Emulation, I<sup>2</sup>C-Bus, Incircuitest, CAD-Anbindung, optische Anzeigenauswertung, motorischer Abgleich, eigene Prüfadapter und Prüfadapter-Erstellungssystem, pneumatische Tastenbedienung, graphische Fehlerortanzeige auf dem Bildschirm für Pinkontakt, Leiterbahnhurzschluß, defekte bzw. fehlende Bauteile, SMD IC-Lötfehler, Polaritätstest von Elkos und Tantals, dezentrale Programmier- und Reparaturstationen, Vernetzung von Testsystmen und Qualitätsmanagement mit ISO 9001.

Mehr als 860 gelieferte Testsystme in 17 Jahren sprechen für unsere Fachkompetenz, Qualität und Praxisnähe. Über diesen Zeitraum hatten wir nur 26 Service-Einsätze vor Ort.

## REINHARDT

System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. 08196/7001 Fax 7005

## DER DIREKTE DRAHT

### ZUR ANZEIGENABTEILUNG

0511/53 52-164 oder -121

## HOCHSPANNUNGSMODULE

Für Printmontage (bis 5W)  
oder mit Einbaugehäuse (bis 1kW)

- ◆ Ausgangsspannungen von 100V bis 40kVdc o. ac
- ◆ Mit geregelter oder ungeregelter Ausgang
- ◆ Ausgangsspannung proportional der Eingangsspannung oder durch 0-10Vdc Steuerspannung einstellbar
- ◆ Ausführungen mit isoliertem Ein- u. Ausgang
- ◆ Sonderausführungen nach Kundenwunsch



## HEIM ELECTRONIC GmbH

Tel. 08152/40464 Fax 08152/40558

**EMV** IEC1000-4-2  
IEC1000-4-4

Peter Hofbauer  
Electronic GmbH



27578 Bremerhaven, Spandauer Str.40  
Fax 0471-80 54 24, Tel. 0471-8 40 66



Burstgenerator  
mit integrierter V-Netznachbildung  
ab 7850,- DM  
zzgl. MwSt



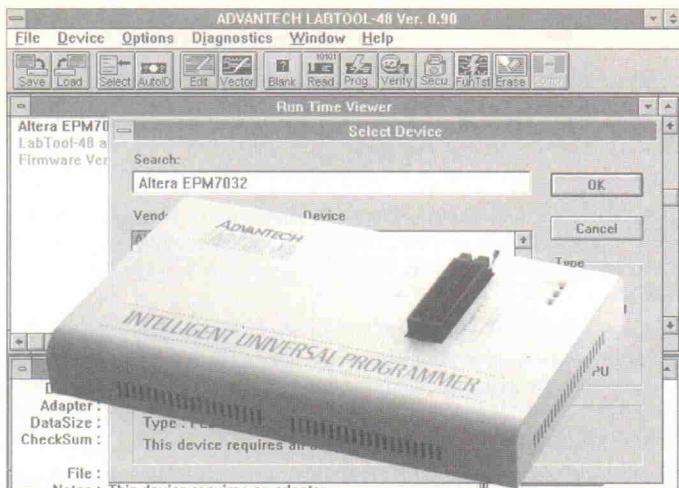
ESD-Tester  
als Zusatz zum Burstgenerator  
1950,- DM  
zzgl. MwSt



Koppelzange  
für Burst-Einkopplung  
950,- DM  
zzgl. MwSt



Sonden-Set  
für Burst-Einkopplung  
520,- DM  
zzgl. MwSt



## Die neue Klasse

Eingebaute Intelligenz durch CPU, SRAM und FPGA-Schaltkreise für extrem hohe Programmier-Geschwindigkeit und Ausbeute.

Testet auf Kontakt, Position, Fehler und ID des Bauteiles vor jeder Aktion für effiziente Massenproduktion ohne Tastatureingabe.

## LABTOOL-48



Programmiert alle Bauteile bis DLL48 ohne Adapter - garantiert! Multiple Device Support auf universellen SMT-Adaptoren. Mobil durch Anschluß an LPT-Port und integriertes Schaltnetzteil.

**ELS** ELECTRONIC  
D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47  
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • Service-BBS 991714-2

**ADVANTECH**

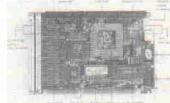
**LILIPUT**  
Serieller Hightech  
Miniaturl-EPROM-Emulator

**NEU**

Klein wie ein EPROM  
Emuliert 2764 bis 27010 (bis 27040 mit dem LILIPUT4)  
Goldcap für Datenerhalt  
Anschluß an serielle Schnittstelle (optoelektronisch isoliert)  
**LILIPUT1** (1MB) DM 630,-  
**LILIPUT4** (4 MB) DM 977,50,-

### einfach stark

**AP-4100AA** All-in-One CPU-Board  
für Prozessor 486SX-DXA



- kompletter PC auf einer Karte von 185 x 122mm
- 2 schnelle serielle Schnittstellen, 1 parallele Schnittstelle
- IDE-Controller, FDD-Controller, Tastatur-Anschluß
- max. 128MB RAM
- Watchdog-Timer
- PC/104 Erweiterungsbus

**AP-5200IF**

nur DM 799,-

All-In-One CPU-Board für Pentium 75-150MHz (ohne CPU, RAM, Cache)

**EEP-1F** DM 358,-

**EEP-2F** DM 498,-

max. 19200 baud, Anschluß an RS232

inkl. Netzkabel und Software

**EEP-1F** (bis 512kB) DM 358,-

**EEP-2F** (bis 4 Mbit) DM 498,-

**Universal-Programmiergerät**  
Für E/PROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-Test, µP/U 8748/51-, Z8-Serie, IC-Test u.v.m. über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH-Serie, ICCARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

auch mit 48-Pin Sockel lieferbar



**ALL07-DR** DM 1736,50

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netzteil 110...240V~
- inkl. Zusatzkarte für LPT

**ALL07-PC** DM 1552,50

- Anschluß über Spezial-Bus-Karte
- Spannungsvers., über Bus-Karte
- inkl. Bus-Karte

**COM-Watch Professional**

**RS-232 Datenanalyse**

- Komplett mit dt. Handbuch, Kabel & Diskette
- optionale Erweiterungen für RS422 + RS485
- autom. Baudratenerkennung
- Scriptsprache

**Beispielschaltung:**



**PCFACE-III ISA-Karten-Tester**

**SEP-84AE** DM 689,-

wieder da!

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung! DM 687,70

aktive Bus-Weiterleitung zum Testen von Slotkarten

- Multipoint für alle Signale

- 4 Steckplätze für alle 8/16Bit-ISA-Karten

**AHLERS**  
EDV SYSTEME GmbH

We akzeptieren:



Lieferung ab Lager  
alle Geräte getestet  
kostenloser Update-Service über Mailbox

Ergerlandstr. 24a, 85368 Moosburg  
08761 / 4245 oder 63708  
FAX 08761 / 1485  
e-mail to: 100270.1035@compuserve.com

## PC • CAN • PC

### Low-Cost PC-CAN

CAN-Protokoll nach 2.0A und 2.0B  
(11- bzw. 29 Bit Identifier)  
**ab DM 324,-**

### Intelligente PC-CAN (ISA und SMP)

+ Treiber für BPW 7.0, VSC++, Visual-Basic, C, Pascal, LabView® und WinLab®

### CAN-MONITOR / ANALYZER für WINDOWS

#### SoIE

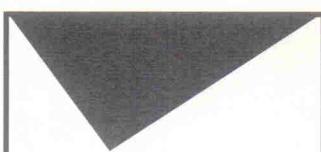
Sonthiem Industrie Elektronik GmbH  
Mittlere Eicher Straße 49 - 87435 Kempten Allgäu  
Tel. (08 31) 1 8230 · Fax (08 31) 2 2921

## SPS-Kleinsteuerungen



digitale  
und  
analoge  
ein-/  
ausgänge  
textanzeige  
f-tasten

CE  
pc-programmierung  
**BOLLRATH** elektronik D-4614 Riede  
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 • Fax 02872-6907



Warum immer  
hinterherlaufen?

ELRAD gibts  
auch im Abo.  
Bequem und  
preiswert.

Nutzen Sie  
die Abo-  
Bestellkarte  
in der  
Heftmitte.

**ELRAD**

### GAL-Development System GDS 3.5



**neu**  
Programmiergerät mit GDS 3.5  
kompatibel nur 398,00 DM

Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie. SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor, Assembler, Minimizer, Macros und Simulation. Erzeugt 100% Jeda-Code für GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26CV12, 20RA10 und PALCE 16V8, 22V10. Integriertes Programmierinterface für ispGAL 22V10 und Switch-Matrix Bausteine GDS 14,18, 22.

Programmiergerät zum Anschluß an den Druckerport, 2 Textsockel, Verbindungsleitung und Netzteil. Diskette 3,5 Zoll, viele Beispiele und deutsches Handbuch.

**398,- DM**

GDS 3.5 für ALL Ox, GALEP, DATA I/O, ELCOTEC, SPRINT usw.

**198,- DM**

Info, Demo, Preisliste kostenlos anfordern. Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsgäste.

**SH-ELEKTRONIK**  
Marthastr. 8 2411 Kiel  
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109

## LaserTechnik GmbH

\*\*\* Wegen Produktaufgabe der Linie HeNe bis 10 mW: Für diese \*\*\*

Rohre 30% Rabatt. Laserdiodenmodule zu sensationellen Preisen \*\*\*

Optical Link 10 Mbit/sec ab IR Laserdiode 1 W, 980 nm 100 mW 820-870 nm Weiterhin bei uns erhältlich die preiswerten HeNe Laserrohre, z.B. 40 mW, mit 220V Netzteil < Laserspiegel, z.B. 10 x 10 mm Feedback Galvanometer, Moving Magnet 80° Ablenkung, extr. schnell DM 1080,- Laserdiodenmodul bis 5-12 mW, 665 nm zum Dauer niedrigpreis DM 89,-, -130,- Super Lasershow-Software, 12 Bit Ausgabe alles in Echtzeit, Arbeiten auf dem Bildschirm und gleichzeitiges Scannen mit der Bildschirmware, viele Features einschließlich CO<sub>2</sub> Laser, 100 W CW Leistung mit deutschen Netzzteil DM 18400,- Beschriftenkopf mit Galvanometern für CO<sub>2</sub> Laser, Treiberelektronik, Fokus, sierlinse, ohne Laser DM 11950,-

Sie hätten gerne unseren neuen Katalog? Mit DM 5,- Ausland DM 12,- (z.B. Briefmarken) sind Sie dabei. Besuchen Sie uns doch einmal! (Bitte um tel. Voranmeldung)

**GTU LaserTechnik GmbH** 76534 Baden-Baden Im Lindenbosch 37 Tel. 07223/58915  
Fax 07223/58916



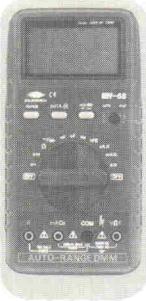
## IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin · Import-Export  
Postfach 100231 Telefon 05121/512017  
D-31102 Hildesheim Telefax 05121/512019  
Steuerwalder Straße 93 516686

### TOP-SERIE



DT-890



DT-68



DT-92S



DT-300

- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platinen- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikel
- Kopfhörer/Ohrhörer
- Lade- u. Netzgeräte
- Meßgeräte (analog + digital)
- Einbaumeßinstrumente
- Gehäuse (Plastik + Metall)
- Kabel (Audio/Video/Netz-)
- TV/RF Antennen-Rotore
- Telefondosen, -Stecker, -Kabel

BITTE FORDERN SIE UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN KATALOG AN!  
— NUR HÄNDLERANFRAGEN —

**An Sehen gewinnen –  
CTX 17/20/21er Monitore  
für Mac, Power-PC, SUN, PC,  
Workstations, Terminals ...**

**INFO** 49-(0) 21 31-34 99 11      **FAX** 49-(0) 21 31-34 99 11      **CTX**



**MC-Tools 17**  
Arbeiten mit  
C166-Controllern  
Alles über C165,  
C166 u. C167  
ISBN 3-928434-26-8  
DM 119,-  
ÖS 928,-/SFr 119,-

**MC-Tools**  
Für Entwicklung und Ausbildung

**Otmar Feger**  
Hard- + Software Verlag  
Bitte ausführliche Prospekte anfordern

## Die High-Technology braucht Energiequellen von **Omnitron**

Die Panasonic Qualität garantiert  
Sicherheit, lange Lebensdauer  
und Qualität auf höchstem  
technologischen Niveau

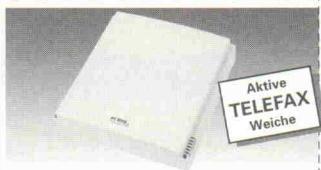


Lithium-, Nickel/Cadmium-  
Nickel/Metall-Hybrid- und Bleisysteme.  
Konfektionierung von Packs  
nach Kundenspezifikation.

**omnitron**

**Omnitron Griese GmbH**  
Mühlstraße 20  
D-65388 Schlangenbad  
Tel.: 06129/4004, Fax/8385

## Telefonanlage K110



Aktive  
TELEFAX  
Weiche

1 Amtsleitung, 10 Nebenstellen,  
Türspechstelle.

IWW, MFV, Wahlumsetzung

- Einstellung über PC mit Windows
- Gesprächs- und Gebührenerfassung
- MFV-Durchwahl
- Uhrzeitsteuerung
- Fernwirken
- 100 Wählziele
- Alarmeingang,
- und vieles mehr.



## Türsprechsysteme

zum Anschluß an alle KEIL-Telefon-  
anlagen oder zum Anpassen an  
bestehende Türsprecheinrichtungen.



Weitere Information erhalten Sie  
im Fachhandel oder bei:

**KEIL**  
TELECOM

Bretonischer Ring 15 · 85630 Grasbrunn  
Tel. (089) 45 60 40 0 · Fax (089) 46 81 62

(A) (01) 8 77 41 18      (NL) (020) 6 18 69 11

**FLD GmbH**  
Fotoplot-Leiterplatten-Dienstleistungen

Sie suchen  
**Leiterplatten ?**

Wir liefern in allen  
gängigen Spezifikationen:  
**einseitig  
doppelseitig  
Multilayer  
Flexschaltungen**

Gerne übersenden wir Ihnen ein Angebot  
Fragen Sie an!

Nutzen Sie auch unseren PlotService z.B.  
Europakarte oder Filme  
LS/BS/2xStopack/Best.Druck **DM 69,-**

**FLD** Fotoplot-Leiterplatten-Dienstleistungen GmbH  
Heinrich-Ländererstr.75 73037 Göppingen  
Tel. 07161/979467 Fax. 979468 Mod. 979469

**Home-Automation**  
Fernsteuertechnik, Alarmsysteme

- **IBM-ARIGO**  
"intelligente Steckdose", autarkes Kommunikationssystem über das 230-V-Netz gemäß LonTalk-Protokoll. Alle Funktionen vom PC aus frei programmierbar

- **HWG-Power-Systeme**  
Alarmanlagen, Haussteuerungs-, Notruf-, HiFi-Steuersysteme

**IBW Wölfl**  
Ernst-Ludwig-Str. 70, 64625 Bensheim  
Tel. 06251/73366; Fax 788988



**MC-Tools 19**  
Applikationen  
zur 8051-Familie  
Band 3, Sensoren  
mit Diskette  
ISBN 3-928434-21-7  
DM 98,-  
ÖS 764,-/SFr 98,-

Zu beziehen auch durch Buchhandel  
ELEKTRONIK LADEN, D-32758 Detmold  
Tel.: 05232/81711, Fax: 05232/86197  
Schweiz: REDACOM AG, CH-2502 Biel  
Tel.: 032410111, Fax: 032414949



# Platinen und Software

**ELRAD-Platinen** sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen in 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 Buchstaben-kombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; ob = ohne Be-stückungsdruck; M = Multilayer, E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die **ELRAD**-Redaktion montags bis freitags nur zwischen 11.00 und 12.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-400.

## PC-Projekte

Uni Count Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
<b>Achtung, Aufnahme</b>		
— AT/A/D-Wandlerkarte inkl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutine) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filtrierung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
Uni&V Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
Mepeg PC-Audiomeßsystem		
Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop		
Hauptgerät	061-884/ds	64,00
Interface	061-885/ds	52,00
Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hotline PC-Spektrum-Analyser		
RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
Platine	071-891/ds	64,00
EPROM		25,00
Messfilio Portfoliowerweiterungen		
Speichererweiterung	082-929	49,00
X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
Hauptplatine, 6 Filterplatten, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
Anwendungssoftware	023-970	398,00
InterBus-S-Chauffeur		
PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00

## PCCAN

— Platine, Monitor-EPROM	123-1006	228,00
<b>PC-LA, PC-Logikanalysator</b>		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
<b>Sporschwein Low-Cost-IEEE-488-Board</b>		
— Platine + Diskette	074-1022	45,00
<b>Harddisk-Recording</b>		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
<b>20-Bit/A-D-Wandler</b>		
— Platine inkl. Trafo	025-1042/ds	64,00
<b>Quickie, 50-MHz-Transistorrecorder</b>		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00
<b>Overdrive 16-Bit/A/D für PCs</b>		
— Platine + FPGA + progr. E <sup>2</sup> ROM + Disketten m. Pascal-Programmen + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
<b>Lightline DMX-512-PC-Interface-Karte</b>		
— Platine + GAL	025-1038/ds	86,00
<b>Andy A/D-Wandler am Printerport inkl. Software</b>		
— Platine inkl. Software	035-1040	98,00
<b>PCs Kortenritks Chipkartenleser</b>		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
<b>D-Modul-Klar</b>		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
<b>Home-Interface inkl. Software</b>		
— NMK mit Trägerplatine, 2 Knoten mit Trägerplatten, Diskette mit Application Editor und Binding Tool	035-1047	748,00
<b>DIN-Gate-Platine</b>		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTEIL1, Testprogramm DTEST inkl. GAL	065-1054	178,00
<b>ROMulator</b>		
— 1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	085-1052/ds	198,00
— Platine, 2 GALs, Treibersoftware, 16-Bit-Adapterplatine		
<b>MeBpunkt Slave-Knoten für den DIN-Meßbus</b>		
— Platine	095-1060/ds	37,00
— Programmierter Controller	095-1061	25,00
— Treibersoftware auf Anfrage		
<b>Port Knox Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle</b>		
— Platine	095-1062	64,00
<b>Knopfline PC-Interface für Dallas-Touch-Memories</b>		
— Platine und programmiertes PIC	105-1064	79,00
<b>TRiotlon PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26</b>		
— Platine, programmiertes CPLD EPM7064, PAL und GAL, Programmdiskette, Hardwaredokumentation	105-1070	320,00
<b>Motormaster PC-Servo-Karte</b>		
— Multilayer-Platine, GALs, Software-Bibliothek	115-1071	328,00
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HGPL-Interpreter)	115-1072	98,00
<b>Maestro PC-Meßkarte</b>		
— Leerplatine, IMP50E10, isplLSI1016, Software	026-1087	129,00
<b>Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port</b>		
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00
<b>Safer Port Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle</b>		
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt	056-1089	98,00
— GAL	S056-1090	6,00
<b>Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorolas DSP56002EV</b>		
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00

## Mikrocontroller-Projekte

<b>MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11</b>		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00
<b>Entwicklungsumgebung PC-Diskette inkl. Handbuch</b>		
— Platine f. 68 HC 11	S 031-874 M	100,00
<b>MOPS Talk</b>		
— Platine und Betreibersoftware EPROM	024-1007	149,00
<b>IEF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs</b>		
— Platine, programmiertes GAL	074-1024	85,00
<b>Von A bis Z 80</b>		
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	S052-918/ds	46,00
<b>8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse</b>	052-919/ds	138,00

**So können Sie bestellen:** Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks oder einer einmaligen Abbuchungserlaubnis für Ihr Konto. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH  
Bissendorfer Straße 8  
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 - 12.30 Uhr

Tel.: 05 11/53 72 95  
Fax: 05 11/53 52 147  
eMail: elrad@emedia.de



**OSCILLOSCOPE**

**TEKTRONIX**  
2245A 4x100MHz, TV, DTB DM 3200,-  
2246 4x100MHz, TV, DTB DM 2900,-  
2465 4x350MHz, DTB DM 6700,-

**FLUKE**  
PM 3394A 4x200MHz/200MS/s DM 9980,-  
PM 97 2x50MHz Scopemeter DM 2280,-

**PHILIPS**  
PM3055A 2x60MHz, DTB DM 1450,-  
PM3295 2x350MHz, DTB DM 3950,-

**GOULD**  
OS3000A 2x40MHz, DTB DM 498,-  
400 2x20MHz/100MS/s DM 1950,-  
1602 2x50MS/s, Printer DM 2200,-

**HEWLETT PACKARD**  
54100A 4x1GHz Digit. DM 8900,-  
54200A 2x50MHz/200MS/s DM 2200,-

**PULS -UND FUNKTIONSGENERATOREN**

**HEWLETT PACKARD**  
3312A, 0.1Hz-13MHz, Modulator DM 1450,-  
3314A, 1mHz-20MHz, Lin/Log Sweep DM 4900,-  
8165A, 50MHz programmable DM 4900,-  
8160A, 50MHz Puls programmierbar DM 3900,-  
8161A, 100MHz Puls programmierbar DM 4900,-

**POWER SUPPLIES**

**HEWLETT PACKARD**  
6256B 0-10V/0-20A DM 650,-  
6261B 0-20V/0-50A DM 1398,-  
6264B 0-20V/0-20A DM 798,-  
6266B 0-40V/0-5A DM 698,-  
6269A 0-40V/0-50A DM 1598,-  
6274B 0-60V/0-15A DM 1150,-

**FARNELL**  
H60/50 0-60V/0-50A DM 1398,-  
MP30/80 0-30V/0-80A DM 1598,-

**KOMMUNIKATIONSTECHNIK**

**WANDEL & GOLTERMANN**  
DLM-3 Datenmeßgerät DM 998,-  
LD-30 Gruppenlaufzeit & Dämpf. DM 1498,-  
MK-4 Meßkoffer, PMP20; PS10; DIT 21,24 DM 1950,-  
OLP-1 Optischer Leistungsmesser DM 698,-  
PVM-2 PCM-Meßplatz DM 798,-  
PCM-PCM-Meßautomat (kalibriert) DM 19800,-  
PF-4 Bitfehlermeßgerät DM 3980,-  
PS-19 Pegelsender 80Hz-25MHz DM 3980,-

**MARCONI**  
2805A PCM Regenerator Test Set DM 498,-  
2828A Digital Simulator DM 798,-  
2829 Digital Analyzer DM 798,-  
2833A Digital Line Monitor DM 498,-

**HEWLETT PACKARD**  
3336B Synthesizer Level Generator DM 3250,-  
3555B Transmission & Noise Measuring Set DM 398,-  
3586B Selectives Level Meter DM 3250,-  
3702A IF/B Receiver (70MHz ZF) DM 998,-  
3710A IF/B Transmitter (70MHz ZF) DM 998,-  
3762A Data Generator 140-u.  
120 Mbit/s DM 998,-  
3776A PCM Terminal Test Set DM 2950,-  
3779B Primary Multiplex Analyzer DM 2950,-  
3781A Pattern Generator DM 998,-  
3782A Error Detector DM 998,-  
4935A Transmission Test Set DM 398,-  
4945A Trans. Impair. Measuring Set DM 2950,-  
4948A IN Service T.I.M.S. DM 2950,-  
6942A Multiprogrammer DM 1450,-

**HTB ELEKTRONIK,  
Ennen**

Alter Apeler Weg 5  
27619 Schiffdorf  
Tel.: 0 47 06/70 44  
Fax: 0 47 06/70 49

(nicht nur) EPROM-Programmiergeräte  
**PREPROM-02 und PREPROM-03**  
programmieren E(E)PROM's, Flash's, NVRAM's  
27(8,9)16 bis 27(8,9)080  
32-pol. ZIF-Sockel.  
Schnelle Verbindung  
zum PC über Druckerport.  
Software mit SAA-Oberfläche läuft zuverlässig unter  
MS-Windows  
als DOS-Applikation, unterstützt z. Zeit 690 Bausteine  
und 6 Datenformate. Zusatzmodule für  
16Bit-Speicherbausteine, diverse  
μProzessoren, GAL's und  
serielle EEPROM's sind  
als Option lieferbar.

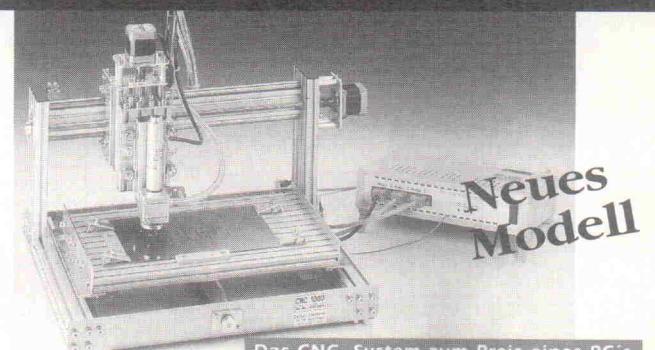
**PREPROM-02** 418,-  
**PREPROM-03 (8 Gang)** 894,-  
Zusatzmodule für **PREPROM-02/03:**  
240 16-Bit EPROM 27516 .. 274096 85,-  
y51 DIL μP 87C51 .. 87C58, AT89CSX 69,-  
y51 PLCC μP 87C51 .. 87C58, AT89CSX 69,-  
75x μP 87C748 .. 752 (PHILIPS) 128,-  
2051 μP AT89C1051/2051 (ATMEL) 53,-  
SEE ser. EEPROM's mit PC, Microwire 85,-  
GAL GAL's 16V8, 20V8, 22V10, 6002 198,-  
PIC μP PIC16C54 .. 57, 71, 84 188,-  
008 1K-E PROM's 2708 128,-

**Low-Cost Programmer/Simulatoren**  
für Flash-μP AT89C1051/2051 (ATMEL)  
P89C2051 lowest cost Programmer 98,-  
SM2051 Prog. / Simulator / Monitor 295,-

**EPROM-Simulatoren**  
**SIMEPROM-01B und SIMEPROM-02**  
emulieren E(E)PROM's, Flash's und NVRAM's von  
2X16 bis 2X512 (01B), 2X16 bis 2X2020 (02/020) bzw.  
2X16 bis 2X4040 (02/040). Stromversorgung extern  
oder aus der Applikation. Reset lädt  
sich programmieren. Verbindung  
zum PC über Druckerport sorgt  
für kurze Downloadzeiten (27512  
in 4 s). SIMEPROM-02 hat  
zusätzlich serielle Schnittstellen  
die 115200Bd zulässt und galv.  
getrennt ist. Mehrere SIMEPROM's  
können für 16/32Bit-Simulation über separate  
Schnittstellen oder mit Y-Adapter an einer Drucker-  
schnittstelle betrieben werden. SAA-Programm mit  
Editor, Treiber für Batch-Programme und speicher-  
residenter Treiber gehören zum Lieferumfang.  
**SIMEPROM-01B 150ns inkl. Kabel** 218,-  
**SIMEPROM-02/020 85ns (2 Kabel, Netzteil)** 458,-  
**SIMEPROM-02/040 85ns (2 Kabel, Netzteil)** 539,-  
Weitere Module, Löscheräte und Sockeladapter bitte  
anfragen! Updates und Demos kostenlos per Modem!

**KAREL DLOUHY Elektronik**  
Lechstraße 7A, 83026 Rosenheim  
Tel. 08031 / 2690-71 Fax -72 Modem -73

# Schwanekamp CNC Graviermaschine



**Neues  
Modell**

Das CNC-System zum Preis eines PC's.

- Musterplatten mit Abtastfrässpindel
- Bohren + Fräsen Gehäuse und Fronten

- Kugelgelagerte spielfreie Linearführungen und Antriebe <0,004 mm
- Auflösung 310/210/50 mm
- X-Y-Z Wege

**Paket Preis** 3500,- DM exkl. MwSt.  
4025,- DM inkl. MwSt.  
(Maschine, Interface u. Software/HP-GL/Bohren)

Ing.-Büro Schwanekamp • Klausenhofstr. 45 A  
46499 Hamminkeln • Tel. 02852/4926 • Fax 5224

## Gebraucht 19"



knurr  
Jacobas Schrank 33 HE  
NEU DM 690,-  
fahrbar NEU DM 1290,-  
Industrieroboter ab DM 4500,-  
KUKA++ VEB  
97424 Schweinfurt 09721/7665-30  
Carl-Zeiss Str.10-14 FAX 09721/7665-18

**Umgezogen?  
Neue Anschrift?**

Faxen Sie uns Ihre Adressänderung, damit Ihr Abo auch weiterhin pünktlich ankommt.

**ELRAD**

Fax: 05 11/53 52-289

Heise Online:

News-Service-Kontakte



Besuchen Sie das  
elektronische  
Anbieterverzeichnis

**http://www.heise.de/  
Klicken Sie sich ein!**

**JANTSCH-Electronic**  
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen

(0 941) 40 05 68  
**Jodlbauer Elektronik**  
Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!

**Neueröffnung!**  
Unser bekanntes Sortiment  
nun auch im Ladenverkauf:

**SIMONS**  
electronic  
Frobelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen  
Tel.: 02354/5702  
Versandzentrale:  
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

Öffnungszeiten:  
Mo.-Fr. 9.30-12.30  
14.30-18.00  
Sa. 9.30-13.00  
Mi. nur vormittags

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**263280**   
**CONRAD**  
ELEKTRONIK  
Center  
Leonhardstr. 3  
90443 Nürnberg  
0911 / 263280

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**KRAUSS** elektronik  
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
74072 Heilbronn

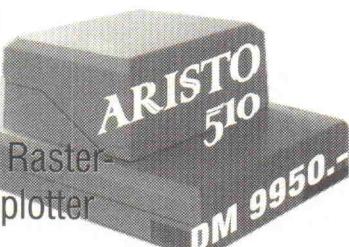
**408538**   
**CONRAD**  
ELECTRONIC  
Center  
Klaus-Conrad-Str. 1-16  
92533 Wernberg  
09604/408538

Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**DER DIREKTE DRAHT**

ZUR  
ANZEIGENABTEILUNG  
0511/53 52-164  
oder -121

**Gebraucht**

  
ARISTO 510  
LED Raster-  
Fotoplotter  
DM 9950,-

97424 Schweinfurt    Tel. 09721/7665-30  
Carl-Zeiss Str.10-14    FAX 09721/7665-18

**b a l ü**  
electronic

**20095 Hamburg**  
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –  
040/33 03 96

**24103 Kiel**  
Schülperbaum 23 – Kontorhaus –  
0431/67 78 20

**23558 Lübeck**  
Hansestraße 14 – gegenüber dem ZOB  
0451/8 13 18 55

**K** KUNITZKI  
ELEKTRONIK  
Asterlager Str. 94a  
47228 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 20 6576 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
44137 Dortmund, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 168 63

KATALOG KOSTENLOS

**REICHELT**  
ELEKTRONIK-VERTRIEB  


26452 SANDE  
ELEKTRONIKRING I  
SAMMELTEL: 0 44 22 - 95 55-0  
SAMMELFAX: 0 44 22 - 95 5111  
24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 95 52 22

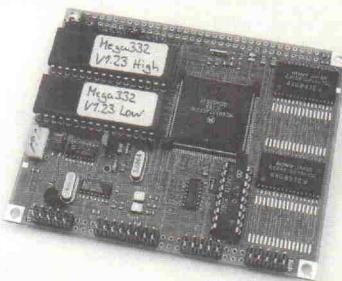
**Radio-TAUBMANN**  
Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg  
Ruf (0 911) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher



Einplatinencomputer  
natürlich von MCT



## MEGA32



- MC68332-CPU mit 16 MHz
  - EPROM bzw. FLASH-Memory bis 1Mbyte
  - SRAM (batteriepufferbar) bis 2Mbyte
  - Maße 80x 100mm
  - Background Debug Schnittstelle (BDM)
  - bis zu 3 serielle Schnittstellen
- Optionen: Realtimeclock, CAN-Controller, AD-Wandler (10 Kanal, 12 Bit)
- ab DM 549,70**

## Entwicklungstools

**ECO-C** C-Cross-Compiler für die 68000er-Familie mit spez. Targetanpassungen für alle unsere Einplatinencomputer, anpassbar an all M68k-Prozessoren

**DM 515,00**

**EDB** Sourcelevel Debugger passend zu ECO-C mit Debugging über BDM oder ser. Schnittstelle

**DM 515,00**

**PCfant** Hardwaremodul zur Verbindung des BDM-Interfaces mit der par. Schnittstelle des PCs

**DM 471,50**

**MCT Paul & Scherer**  
Mikrocomputertechnik GmbH  
Watstraße 10, 13355 Berlin  
Tel. 030 4631067  
FAX 030 4638507  
Mailbox 030 4641429  
E-Mail mct@mct.net  
Internet www.mct.net



# K L E I N A N N Z E I G E N

**Suche privaten Elektroniker zum Entwickeln von elektronischen Schaltungen Tel. 02638/4209**

**Suche dringend Echtzeit-Terzanalyser 45652, wie in ELRAD 10/84 konzipiert. Ruf/Fax Nr. 0731/267536, Rückruf**

**DXF-Konverter für Eagle, DM 92,- zzgl. DM 9.90**  
Vers. u. NN, Demo in der ELRAD Mailbox, Pr. inkl. MwSt., Hj. Sämann, Calwer Straße 14, 72336 Balingen, Tel. 07433/22794

**Bibl. Extraktion für Eagle, DM 46,- zzgl. DM 9.90**  
Vers. u. NN, Demo in der ELRAD Mailbox, Pr. inkl. MwSt., Hj. Sämann, Calwer Straße 14, 72336 Balingen, Tel. 07433/22794

**Isolationsfräsen-Software** (Rubout und zusätzliche Isolierbahnen um die Lötaugen) DM 250, Demo 15,- **Folie-Schneidemesser** (Schleppmesser Präzisions-Ausführung Kugelgelagert) mit Software für CNC Maschinen DM 140. Preise inkl. MwSt. + Versand 9,- BOENIGK, Celsiusstr. 104, 53125 Bonn, Tel./Fax 0228/258787

**LABORAUFLSG. TEK-OSZL.** 100 Mhz, portabel, Elkos-1F1 Simatic PG., etc. günstig abzugeben. Tel. 06129/8150

**EPROM-Emulator** bis 27C256 nur 142,- DM bis 27C512 nur 187,- DM Fertigerät für PC's, Centronics Schnittst. Fa. Kahlert, Tel. 02133/90391 Fax -93246

**+++ Leiterplatten TOP Qualität +++ Feinleitertechnik Ni/Gold veredelt, z.B. EURO-Format, 2sdk, 2xLötstop SMD 2 Stck. 97,-DM/Stck., 5 Stck. 85,-DM/Stck. MULTILAYER zu Top-Preisen bitte anfragen! Fa. ATK, Tel. 02133/90391 Fax -93246**

**\*\*\*\*\*SMD - Bauelemente\*\*\*\*\*** Große Typenvielfalt - Keine Mindestmengen Sonderbeschaffungen - Katalog kostenlos: Versand B. Uschwa Tel./Fax 0228/348473

**Bausätze / Fertigplatinen zum Messen Steuern Regeln mit dem PC / Notebook.** Liste gratis. BITTERLE ELEKTRONIK Panoramastr. 21 89604 Allmendingen Fax: 07391/4965

**Günstige HP48G/GX, Palmtops, Omnipbooks, Taschenrechner und Zubehör aller Marken.** Interne Speichererweiterung für HP48S/G, 12 Monate Garantie. Digitalis, Dieter Goller, Burgstr. 66, 72764 Reutlingen, Tel./Fax 07121/478862

**PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94) Programmiert fast alle **PIC**-Typen **PIC-Eval.-/Prototypenkarte** (Elrad 5/94) **PIC-Chipkartenleser** (Elrad 2/95) **PIC-LCD Terminal** (Elrad 11/95) **Nicht nur PIC** ist unsere Stärke! Auch bei der Konzeption der Hard- und Software Ihrer Produkte auf der Basis von 805xx, 68xx, Toshiba und NEC Prozessoren sind wir ein kompetenter Partner. Ingenieurbüro **YAHYA** Robert-Schuman-Str. 2a D-41812 Erkelenz, Tel. 02431/6444 Fax: 4595

**Meßgeräte aller Art aus Laborauflösungen von Tektronix, R+S, Gould, HP, Fluke** Liste anfordern; Tel. 06461/88621 Fax -88246

**\*\*\*\*\* Analogtechnik \*\*\*\*\*** Schaltungsentwicklung + Layout Ingenieurbüro Wawersich Theresienstr. 4a 76768 Berg Tel. 07273/92039 Fax: 92049

**\*\*\* Signalprocessor-System-Entwicklung \*\*\***  
Hard- und Softwareentwicklung für Motorola 56xxx DSPs. Ingenieurbüro Wawersich Theresienstr. 4a 76768 Berg Tel. 07273/92039 Fax: 07273/92049

**Elektroniker für hochauflösende CRT Anwendungen** gesucht. Umfassende Kenntnisse von Bildröhrentechnik und analoger Peripherie erforderlich. Tel. 0201/762907 Fax 0201/8761132

**Suche gebrauchte Leiterplattenfräse-/Bohrmaschine.** Tel./Fax 04203/2312

**Leiterplattenbestückung auch SMD.** Preisgünstig und professionell - Bestückung und Lötarbeiten aller Art (inkl. SMD-Technik) - Leiterplattenfertigung - Gerätemontage - Hardwareentwicklung. Fa. Kusch, Tel./Fax 0211/485431

**Achtung! Kostenlose Ausbildungssoftware!** DIGISIM, Simulator für digitale Schaltungen via ELRAD Mailbox 5/96 oder Internet: <http://www.sss.de> oder mit 2,- DM frankiertem Rückumschlag (22cm x 11cm) an: Triple-S GmbH, Hermann-Gieb-Str. 18, 93053 Regensburg

**Verkaufe: Elkos mit Schraubanschluß** 7,5V / 68000µF = 7,-, 10V / 10000µF = 2,-, 10V / 84000µF = 8,- 24V / 3600 = 2,50, 25V / 21000µF = 4,-, 30V / 12000µF = 4,-, 30V / 12000µF = 4,- 50V / 16000µF = 7,-, Bipolar 40VAC 68µF = 1,-, Transistoren BUK456-800 mit Kühlk. = 4,-, BFG67 TO = 1,20, BFR923A SMD = 1,20, BFR93AR SMD = 1,50, BUV40 = 5,-, BD675 = 0,45, BD676 = 0,45, BD333 = 0,70, BFW30 TO = 1,50, BS108 = 0,55, 2N 6796 = 3,65. **Diode:** BSY26-90 = 1,50, BY255 = 0,15, **7Segm Anz.** HD1133 O orange = 1,00, Spg.Regler: 78S05 und 78S10 = je 1,00, 78M08CT = 0,60, µA7905H = 0,50, 79L05 = 0,40, **IC's:** NE555 = 0,20, TL082 = 0,45, SN74276 = 3,75, 68A52P = 2,50, ZN449-E = 3,50, 8085AP = 4,50, TL031ACD SMD = 2,-, 27C040Q-120 = 6,50, NE5534AN = 1,05, LM117K-T03 = 10,-, 6545-1P = 7,50. **Röhre:** EL84 = 5,750. K.Freitag, Am Salzberg 4, 69483 Wald Michelbach Tel. 06207/7624, Fax: 826100 -Liste DM 3

**Basic-Controller** so groß wie eine **Briefmarke TICKIT** die bessere Lösung: 48Byte RAM, Interrupt, 18Bit-Ausgänge, bis 64KB Programmsspeicher, 32Bit Variablen usw. Modul TICKIT01 35x28mm ab CHF 70,-, Entw.-Kit inkl. Debugg. ab CHF 120,- Versand: D,A NN+CHF 20,-, CH gegen Rechnung Min. Bestellwert CHF 100,- Tel./Fax +4165711650 Vogel Elektronik, Wiesenweg 6, CH-4705 Wangen aA

**Refill Tinte für EPSON, HP, CANON - Drucker Jontit Vais** Tel. 07082/925940 Fax: 07041/862345

**Layout-Entwurf, PLD-Programmierung, Prototyp:** PPC-GmbH, Tel. 02597/9620-0, Fax: 02597/9620-55

**Isolationsfrästechnik, kostengünstige Prototypen und Sonderplatten, Bestückungsservice,** auf Wunsch mit Bauteile- und Leiterplattenbeschaffung. FG ELECTRONIC, 72145 Hirrlingen, Tel. 07478/2448 Fax: 2448

**MOVE IT** - Die innovative Steuerungssoftware für isel-Interfacekarten: Moderne Benutzeroberfläche, interaktive Teach-in-Funktionen über Maus, Steuerhebel und Tastatur, Schnittstellen zu ACAD und PAL-PC. Informationen Ing.-Büro Burghardt, Tel./Fax: 0231/671954

**LABORAUFGABE:** div. elektr. Bauteile, RAM, EPROM PROZ. abzugeben. Liste gg. 1DM in Briefmarken M. Twitting, Annenstr. 147, 58453 Witten

**WICKENHÄUSER 51-er ENTWICKLUNGSSYSTEM** kompl. mit µ-Basic + zusätzliches Zubehör VB 200,- Tel. 07641/53395 ab 18h

**Selbständiger Programmierer sucht Aufträge:** CAD-Fertigung von Gehäuse (Kleinserien) nach Ihrer Skizze. Tel. 02327/321433

**LCD 2x24Z 6DM 10ST 50DM FLASH AM29F010-90 5DM 80C186XL12 5DM TC55257CPL-85L 3DM 27C512-120 1,50DM 27256/512 1DM 74HCT573 20Pf** Tel. 09261/2378

**Arbeiten Sie noch immer mit der Hand???????** Dann verschwenden Sie u.U. Zeit und Geld!! Sie sollten sich unser Angebot über Eigenbau-CNC-Anlagen nicht entgehen lassen. Infos erhalten Sie **kostenlos** auf unserer Infoline unter Tel. 06629/919251 oder von uns persönlich unter Tel. 06629/919252. Testen Sie uns. JETZT eMail: JPetzold@t-online.de

**TPU-Microcode für Motorola 68332** erstellen wir laut Ihrer Spezifikation. Wolf Systemtechnik 07274/919120

**COSY die Programmiersprache für Steuerungen,** Multitasking und Echtzeit unter DOS, Allgemeine Ports u. 8255 ansprechbar, Simulation, integrierter Editor, Demo-Version 25,-, Vollversion 315,- +MwSt. H&S-Systeme Tel. 06162/83601

**Analogdigital-Oszilloskop HAMEG HM408,** guter Zustand, VB 2500,-DM, Tel. 030/65762346

**Entwicklung und Fertigung elektronischer Schaltungen,** u.a. mit PIC, 8031, etc. Fa. Fischer Elektronik Tel. 07163/909417 Fax: 07169/909418 E-Mail Fischer.Elektronik@t-online.de

**Hardware Entwicklungen, analog und digital** CE konformes Design, Layouts, Beratungen. K & M Elektronik, Kobusweg 7, 26789 Leer, Tel. 0491/61737 oder 0511/8379940

**Kostenlose Layoutsoftware:** Protel Easytrax BBS: Tel. 06120/907016

**Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** 0,2-0,5 mm 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0,6-3,1 mm 4,50 DM/7 St., ab 10 St. 3,80/St. Versand per Nachnahme, zzgl. Porto/Verpackung Fa. B.T.S. Heinrich Gredy Str. 4, 55239 Gau Odernheim, Tel./Fax 06733/554

**Elektronikfertigung.** Wir bestücken Ihre Platine oder fertigen Ihr komplettes Gerät. Groß- oder Kleinserien, mit SMD- oder bedrahteten Bauteilen. Bei uns stimmen Qualität, Lieferzeit und Preis. Fordern Sie uns! RS-Elektronik, Scheffelstr. 4, 71332 Waiblingen, Tel. 07151/59463 oder 0172/7110289, Fax 07151/18349

**SPS-Simulation unter MS-Windows.** Simulieren Sie ein SPS-Programm (Siemens STEP5 AG90U bis AG135U!) auf Ihrem PC. Ideal für Aus- und Weiterbildung. Die Programmierung eines AG's (90U bis 135U) ist ebenfalls möglich. Fordern Sie kostenloses Informationsmaterial an. MHJ-Software • Matthias Habermann jr. Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Telefon 07252/87890 • Fax 07252/778780

**Bauelemente Datenbank mit über 10.000 unver schlüsselten Einträgen als Windows Applikation** nur DM 40,- + Versand - ibb 0431/674345

**Achtung:** Wir bieten Decoder für fast alle codierten Fernsehprogramme: Sky-Cards, EC, RTL 4/5, Spezialdecoder. Fordern Sie unser kostenloses Bildprospekt an! MEGA-SAT GMBH, Tel. 0234/9536131-2-3, Fax 9536134

**HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68** mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u.A. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, „WINDOWS-CorelDraw“ → Konverter CAM68, „Pixel“ → CAD-Vektorisierung a.A. EAGLE 2,6x ab DM 795,-, **SMS68-CPU-Austauschkarre für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 02208/2818. Info DM 2,-.

**\*\*\* EPROM-EMULATOREN \*\*\* DM 278,-** Für 8-64 K Eproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robotzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 0431/204704, Fax 204726

**Hard- und Softwareentwicklung** ob analog oder digital, PC oder Microcontroller Dipl.-Ing. (FH) S. Hoch, Bergstraße 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 07631/4858

**MANGER – Präzision in Schall.** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 09776/9816, Fax 7185

## LEISE

**\*\*\* Leiterplattenfertigung\*\*\***  
**\*\*\* Bestückung, Bauteile\*\*\***  
**\*\*\* Gerätemontage, aller Art\*\***

bitte Angebot anfordern unter Fax 06645/7164 Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engelrod

**\*\*\*\* ASPRO \*\*\*\*** Leiterplattenbestückung - Baugruppenmontage 10 Jahre Produktionserfahrung sichert Ihnen optimale Qualität bei niedrigen Kosten. Fordern Sie Ihr Angebot unter Tel. 06827/8275 Fax: 06827/3421 an.

**MC-TOOLS 4 und 9,** komplett aufgebaut, Neupreis mit Bauteilen DM 257, jetzt **DM 170**, Tel. 07455/2908

**ENTWICKLUNG - LAYOUT - FERTIGUNG** Neu- und Redesign von: Hard- und Software; Leiterplatten-Bestückung in SMD u. bedrahtet; Gerätemontage; Muster, Einzelstücke und Kleinserien - Wir sind auch nach Projektabschluß für Sie da! Ingenieurbüro Bäumer, Schulstr. 15, 72175 Dornhan, Tel./Fax: 07145/59208

**8051-ASSEMBLER FÜR WINDOWS** KOSTENLOSES DEMO ANFORDERN BEI: R. STRATMANN SOFTWARE, GELLERSTR. 21, 46397 BOCHOLT, TEL.&FAX 0287/32816

# KLEINANZEIGEN

VERKAUFE: FLASH-EPROM-N28F020-15DM, 68HCI/A-14 DM; 7805CT-0,45DM, 78L05-0,70DM, MC4558-508-0,30DM, BFI85-0,50DM, AF126-0,50DM, MC14066-0,30DM, JFET-J3iO-0,50DM, BZX79B8V2-0,60DM, LISTE ANF.! TEL. 064 32/6 32 36

**Entwicklung von Mechanik, Hard- u. Software,**  
Realisierung akt. Produktideen incl. Prototyp oder  
Kleinserienbau, Tel. 064 32/6 32 36

**PC-BEFESTIGUNGSWINKEL** direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A Qualität \* Wolfgang Seitz  
\* Stanztechnik Tel. 09 41/6 56 92

**Universalterminal** zur Zeit-, Projektzeit- und/oder  
Datenerfassung, µ-Controller Bausätze, 8032-Basiccompiler, Magnetkartenschreiber/-leser, Peripherie u.v.a bei Ziegler Elektronik, Am Leimerich 13,  
97720 Nüdlingen Tel. 09 71/6 04 84 Fax 6 00 81

KLEIN GANZ GROSS  
Nutzen Sie den  
Kleinanzeigenteil  
in ELRAD

Die Bestellkarte finden Sie in der Heftmitte.

BLECH verarbeitung  
CAD/CNC Konstruieren  
Stanzen Biegen  
Siebdruck Lackieren  
97424 Schweinfurt 09721/7665-0  
Carl-Zeiss-Str.10-14 FAX 09721/7665-18

## Die Inserenten

ADES, Burscheid .....	90	Friedrich, Eichenzell .....	17	PEAK Service, Darmstadt .....	6
Adler, Höfen .....	41	GTU, Baden-Baden .....	94	Platon, Dörflas-Esbach .....	47
Ahlers, Moosburg .....	94	Heim, Herrsching .....	93	PLUG-IN, Eichenau .....	93
AMP Deutschland, Langen .....	9	Hewlett-Packard, Bad Homburg .....	19	POHLTRONIK, Bad Pyrmont .....	90
Basista, Bottrop .....	47	Hofbauer, Bremerhaven .....	93	POP, Erkrath .....	92
Bauer, St. Wendel .....	93	Hoschar, Karlsruhe .....	49	Putzke, Laatzen .....	92
Beckmann + Egle, Kernen-Stetten .....	6	HTB, Schiffdorf .....	98	Quancom, Brühl .....	92
Beta Layout, Hohenstein .....	Kontaktkarte			Rafi, Ravensburg .....	13
Bitzer, Schorndorf .....	6	IBW Wölfel, Bensheim .....	95	Reichert, Wilhelmshaven .....	72, 73
Boddin, Hildesheim .....	95	IE Industr. Electr., Eschborn .....	10	RHEINHARDT, Diessen .....	93
Bollrath, Rhede .....	94	isel, Eiterfeld .....	21, 41	Ringler, Bad Rappenau .....	8
brieche, Aletshausen .....	92	Keil Elektronik, Grasbrunn .....	95	Scheeder, Pforzheim .....	6
Bungard, Winddeck .....	93	Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn .....	90	Schwanenkamp, Hamminkeln .....	98
CadSoft, Pleiskirchen .....	11	Lehmann, Hausach .....	94	SE Spezial-Electronic, Bückeburg .....	54
Chuntex, ROC-Taipei/Taiwan .....	95	LPKF, Garbsen .....	45	SETO Software, Starnberg .....	31
CONITEC, Dieburg .....	6	MAINHATTAN-Data, Neu-Isenburg .....	92	SH-Elektronik, Kiel .....	94
Cooper Tools, Besigheim .....	2	MCT Paul & Scherer, Berlin .....	99	Software Systems, Hannover .....	16
Cover-tronic, Haaren .....	90	Merz, Lienen .....	6	Sontheim, Kempten .....	94
DLOUHY, Rosenheim .....	98	Messcomp, Wasserburg .....	6	taskit Rechnertechnik, Berlin .....	6
DTK Computer, München .....	8	Motorola, München .....	103	Trapp, Dorsten .....	92
EDSYN, Kreuzwertheim .....	47	mtc maintronic, Schweinfurt .....	98, 99	Ultimate Technology, NL-Naarden .....	35, 37, 39
Elektronik Laden, Detmold .....	91	Murata, Nürnberg .....	23	VEW, Bremen .....	33
ELS electronic, Duisburg .....	94	National Instruments, München .....	47	WIBU-SYSTEMS, Karlsruhe .....	90
ELZET 80, Aachen .....	8	Network, Hagenburg .....	45	Wickenhäuser, Karlsruhe .....	90
eMedia, Hannover .....	96, 97	OBL, Hülhorst .....	6	Wilke, Aachen .....	104
ERMA-Electronic, Immendingen .....	99	OK Industr., Raunheim .....	43		
ESYS, Berlin .....	93	Oktogon, Mannheim .....	92		
Feger, Traunreut .....	95	OMNITRON Griese, Schlangenbad .....	95		
Fernschule Weber, Großenkneten .....	90				
Fischer, Kirchseeon-Eglinghart .....	15				
FLD, Göppingen .....	95				

Diese Ausgabe enthält eine Teilbeilage der Firma INTEST-VERLAG, Augsburg. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

## Impressum

### ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 0407, 30604 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404  
**ELRAD-Magazin:** Sammelnummer 05 11/53 52-401  
Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GERNET-Forum ELRAD.GER erreichbar  
Internet: xx@elrad.heise.de. Setzen Sie statt 'xx' das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.heise.de.  
Anonymous ftp: ftp.heise.de:/pub/elrad, ftp.uni-paderborn.de:/elrad  
World Wide Web: http://www.heise.de/el/

**Technische Anfragen montags bis freitags**  
nur zwischen 11.00 – 12.00. Bitte benutzen Sie  
die angegebenen Durchwahlnummern.

**Herausgeber:** Christian Heise  
Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)  
Stellv. Chefredakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)  
**Redaktion:**  
Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),  
Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391),  
Peter Röcke-Doeber (roe, -397)  
**Ständige Mitarbeiter** (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):  
Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens  
**Redaktionssekretariat:** Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Lehmann (caf, es, -400)  
**Verlagsbüro München:** Jürgen Fey (Chefkorrespondent),  
Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 50 04-40,  
Fax: 0 89/62 50 04-66

**Korrespondenten USA:** Dr. Sabine Cianciolo (sc), 6011 Majorca Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60,  
E-Mail: sdutz@netcom.com

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Korrektur/Satz), Dirk Wollschläger (Ltg. Grafik), Ben Dietrich Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Friedrich, Ines Gehre, Birgit Gräfling, Angela Hilberg-Matzén, Sabine Humm, Dietmar Jokisch, Hella Koithöfer, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert, Christiane Slanina, Edith Tötsches, Brigitta Zurheiden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßlabor: Wolfram Tege

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-19

Postbank Hannover, Konto-Nr. 05 308 (BLZ 250 100 30)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:

Steven P. Steinraus

Anzeigenleitung: Irmgard Digens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Weckend (-211)

Anzeigenabonnement: Rita Asseburg (-219)

Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühbachstraße 11,

81543 München, Telefon: 089/62 50 04-20, Fax: 089/62 50 04-22

Anzeigen Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle 5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 95/98 08-0, Fax: 0 67 95/98 08-1

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149,

Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 008 86-2-17 18 72 46 und

008 86-2-17 82 47, Fax: 008 86-2-17 82 48

Übriges Ausland (ohne Asien): Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens

Jegorovs, Obere Straße 39, D-66957 Hilst, Tel.: +49(0)63 71/1 60

83, Fax: +49(0)63 71/1 60 73

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 18 vom 1. Januar 1996

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Ruth Utesch (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (S 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis

DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis

DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/

Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40).

Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Bank Austria AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 104-105-774/000

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 0

Kundenkonto in den Niederlanden:

ABN Amro Bank, Eindhoven, BLZ 1065135, Kto.-Nr. 4128,36,742

Versand und Abonnementverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/78-754, Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:

Thali AG, Abservice, Industriestr. 14, CH-6285 Hitzkirch,

Tel.: 0 41/9 17 01 11, Fax: 0 41/9 17 28 85

(Jahresabonnement: sfr 81,-; Studentenabonnement: sfr 73,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-5204 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorararbeiten gehen in das Verfügungrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentenschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1996

by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

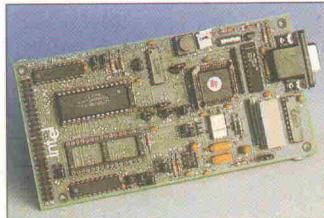
ISSN 0170-1827





## Labor- netzgeräte

Jeder Entwickler benötigt in der Regel mehrere Netzgeräte auf seinem Arbeitsplatz. Daß da oft nicht mehrere High-End-Modelle angeschafft werden, liegt auf der Hand. Wie es mit der Qualität bei Geräten mit mehreren Ausgangsspannungen in der Preisklasse unter 1000 Mark aussieht, dokumentiert **ELRAD** in der 8/96 in einem breit angelegten Vergleichstest.



## 251-Check

Wem als Entwickler das 8-Bit-Jackett zu eng wird, schielts schon 'mal nach etwas Breitem'. Neuerdings sind auch 51er-Designer nicht mehr außen vor, Philips und Intel stellen unter den Bezeichnungen XA respektive 80C251 hochgerüstete Controller her. Zu letzterem gibt es jetzt ein Evaluation-Kit. Die Redaktion wirft einen Blick auf das 251er-Target-Board sowie die umfangreiche Software-Ausstattung. Außerdem gibt es vier der Intel-Kits zu gewinnen.

## Marktreport: Ladetechnologien

Stromspeicher wie Blei-Nickel-Cadmium-, Nickelmetallhydrid-, Lithium-Ionen-Akkus oder rechargeable Alkalines sollte man nur mit der geeigneten Lademethode auftanken, um das Maximum an Kapazität und Lebensdauer aus ihnen herauszuholen. Unter den



Ladechips findet man sowohl Tausendsassas als auch Spezialisten für jede Technologie. Das Angebot an ICs ist allerdings schwer überschaubar. Auf der Suche nach dem passenden Ladekonzept hilft der **ELRAD**-Marktreport in der nächsten Ausgabe.

## 4-Bit-CPU im PLD

Programmierbare Logikbausteine drängen künftig verstärkt in den Bereich der rekonfigurierbaren Computerhardware. **ELRAD** will sein Schätzlein dazu beitragen und stellt im nächsten Heft ein Entwicklungsboard vor, mit dem eine integrierte 4-Bit-CPU realisiert wird. Akkumulator, Statusregister und Programmzähler liegen dabei in einem PLD. Der Kern des Ganzen: ein MACH445 von AMD. Der PAL-Assembler des MACHXL dient als Eingabemedium, programmiert wird 'Im System'.



## Arbeitsmarkt: Medienberufe

Der bundesdeutsche Arbeitsmarkt für Ingenieurberufe ist leergegängt. Frischgebackene Abiturienten und altgediente Studenten mit einer 'technischen Lebensplanung' sehen für ihre Zukunft schwarz. Wären da nicht die Hochschulen, die landauf, landab mit der Kreation neuer Studiengänge aufwarten. 'Technische Redakteure' und versierte 'Medienberater' sollen zukünftig gefragt sein. **ELRAD** hat sich diese neuen Ausbildungsgänge kritisch angesehen und wagt einen Blick in die Zukunft. Halten die Arbeitsmarktchancen für diplomierte 'Schreiberlinge' das, was in Hochglanzbroschüren der Studienberatungen versprochen wird? Oder handelt es sich bloß um einbildungspolitisches Winde?

Informationsbroschüre zum Studiengang Diplom-
<b>medienberatung</b>
<b>Inside</b>
• Medienberatung an der TU Berlin 2
• Struktur des Studienganges 4
• Praxisprojekte 6
• Schwerpunkte in Lehre und Forschung 10
• Absolventen 16
• Ausblick 18

## Dies & Das

### Film ab

Atlanta, 8. Mai 1996: 100 000 Dollar erhielt das Sieger-Team eines DSP-Wettbewerbs für die interessanteste Innovation, die auf Basis von digitalen Signalprozessoren (DSPs) entwickelt wurde. 230 Teams mit etwa 700 Studenten hatten sich an dem internationalen Wettbewerb des weltweiten TI-Förderprogramms an Universitäten beteiligt.

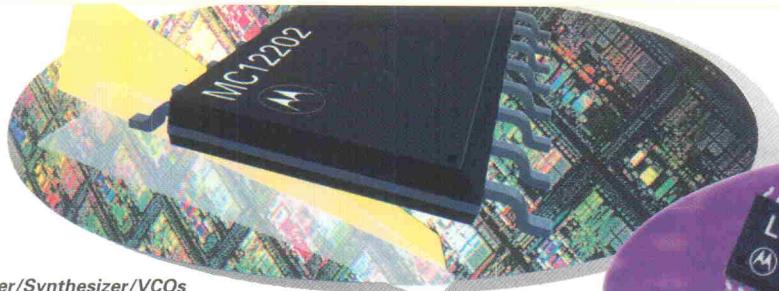
Die DSP-Youngsters aus Singapur machten das Rennen. Dilip Krishnan und Showbhik Kalra begeisterten die Jury mit einem Film-Aufbereitungssystem, das klassische, alte Filme in kürzester Zeit aufarbeitet und archiviert. Filmrestaurierung war bisher nicht nur teuer, sondern vor allem sehr zeitintensiv. Ein Beispiel: 18 Wochen dauerte die Beauty-Kur für 'Schneewittchen' und das, obwohl 60 Spezialisten die Sieben-Tage-Woche einläuteten, um im Schichtbetrieb die Ziehmutter der sieben Zwerge zu retten.

Das aus einem Netzwerk von – vermutlich – TI-DSPs bestehende System soll das umständliche Restaurationsverfahren optimieren. Beschädigte

Stellen auf den Filmbändern werden gelöscht und durch Informationen, die sich an anderer Stelle auf der Rolle befinden, ersetzt. Krishnan und Kalra erkannnten den Vorteil von Bildrastern, die sich von einer Bildsequenz zur nächsten, bis auf Bewegungsabläufe von Personen oder anderen Objekten, nicht wesentlich verändern. Im Klartext: Die Raster, die einem Bild vorausgehen und unmittelbar folgen, liefern so viel wiederholte Informationen, daß ihr System in der Lage ist, beschädigte Filmstellen zu entdecken und mathematisch so nachzubilden, daß die degradierte Bildstelle durch ein restauriertes Bild ersetzt werden kann.

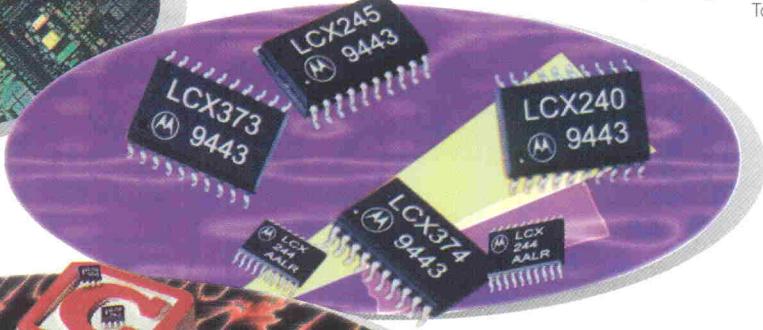
### 3,3-V-Logik LCX

Logikfamilie zur Reduzierung der Leistungsaufnahme.  
Ideal für Mixed-Voltage Designs durch 5-V-Toleranz.



#### Prescaler/Synthesizer/VCOs

Bausteine für zellulare und schnurlose Mobilfunksysteme wie GSM, PCN und DECT. Extrem niedrige Stromaufnahme und kleinste Gehäuseformen schaffen ideale Bedingungen für Batteriebetrieb.



**ECLinPS Lite:** schwarz, klein, schnell  
Datentransfer oder Pegelumsetzung bis in den GHz-Bereich bei geringstem Platzbedarf. Motorola-Special: ECL-Bausteine auch für 3,3 V Versorgungsspannung



#### SCSI-Terminatoren: Spannungsregler an Bord

SCSI-Busse müssen an beiden Enden einer Gerätekette terminiert werden - am einfachsten und besten mit SCSI-Terminierungs-ICs. Motorola bietet Lösungen für alle Standards.



**Optobus**  
Die Optobus-Technologie ist eine 10 Bit parallele, bi-direktionale optische Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit einer Datenrate von 4 GBit/s. Kombiniert modernste Halbleiter- und Lasertechnologien.

#### SDX - Serielle Datenübertragung

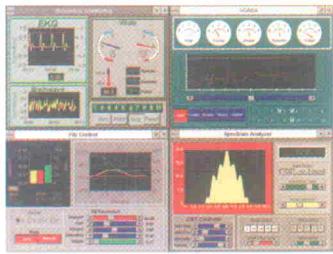
Die Autobahn, der erste serielle Hochgeschwindigkeits-Bus mit Übertragungsraten bis zu 200 MByte/s, eröffnet neue Systemlösungen in den Bereichen Telekom, Multimedia und Supercomputing.

The Logic Allstars



**MOTOROLA**

## Unverschämt gut ...



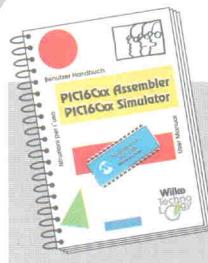
Unverschämt gut sehen Ihre Anwendungen aus, die Sie mit den neuen **Real-Time Graphic Tools für DOS + Windows™** realisieren. Lassen Sie sich begeistern von den Möglichkeiten dieses einmaligen Paketes für mehr Brillanz und verkürzte Entwicklungszeiten:

### Real-Time Graphic Tools für DOS Real-Time Graphic Tools incl. Souce-Codes für Compiler: Rev.2 für Windows™ für:

C/C++ (Bor/Turb) ... 620,-/713,- für C/C++ ..... 995,-/1144,-  
C/C++ (MS/Vis) ... 620,-/713,- Visu. Basic 3...995,-/1144,-  
C/C++ (Watcom) ... 620,-/713,- Versionen mit Source-Codes:  
Pascal (Bor/Turb) 620,-/713,- jeweils ..... 1995,-/2294,-

■ Real-Time Graphics jetzt ordern  
mit 14 Tage Rückgabe-Recht!  
■ Kostenlose Demos verfügbar  
■ Kostenloser Hotline Service

## Alles für PIC16Cxx



Gleich anfordern **Voll-Version PIC16Cxx Assembler, Simulator und deutsches Handbuch (142 S.) - gratis!**

Umfangreiches Programm an PIC16Cxx Tools, Chips und Zubehör für die Entwicklung, Produktion und den Test, z.B.:

**ClearView 16C5x:** starker PIC16C5x In-Circuit-Emulator, unterstützt alle Chips der 16C5x Reihe, bei. viele Breakpoints, bis 20 Mhz, komfortable Bedienung, incl. PC-Software ..... 1295,-/1489,-

**ClearView "XX":** In-Circuit-Emulator für die PIC16Cxx-Familie: 16C64, 16C71, 16C74, 16C84, incl. PC-Software ..... 1295,-/1489,-  
dazu: Ziel-System PODs 16C64 + 16C74 ..... je 299,-/343,-  
dazu: Ziel-System PODs 16C71 + 16C84 ..... je 199,-/228,-

**PIC16Cxx-Toolkit,** alle Chips 260,-/299,-  
**PIC16Cxx-Programmer** ..... 199,-/228,-  
**PIC16Cxx-GANG-Programmer**, 8-fach, DIP- und SOIC Gehäuse, 16C5x/71/84/42 ..... a.a.

## Meßwert-Erfassung



**Protek 506:** Zum Preis eines Multimeters gibt es jetzt ein komplettes Meßwert-Erfassungs-System:

- Universal-Multimeter
- RS-232 Schnittstelle
- PC-Anschlußkabel
- Software für WINDOWS™

Das Protek 506 steck voll nützlicher Funktionen:

- Extra großes Display
- 10 Meßwertspeicher
- Mehrere Meßläufe: V<sub>AC</sub>, V<sub>DC</sub>, A<sub>AC</sub>, A<sub>DC</sub>, R, C, L, Hz, dB, °C, °F
- Logic-, Dioden u. Durchgangstest; Signal-Generator

Protek 506 jetzt ordern!  
Mit 14 Tagen Rückgaberecht!

Schulen, Händler, Sammel-Besteller Spezial-Angebot einholen!

## Speicher-Scope



Moderne Oszilloskop-Technik so günstig und leistungsfähig! Einfache Handhabung, Fernsteuerung (RS-232), Graphik-Drucke:

- 50 MHz Sampling Frequenz, 100 ns... 2 s / Teil, 5mV ... 20 V /Teil
- 2048 Worte Meßtiefe, 8-Bit, 15 Speicher für Kurvenformen
- Ch-1, Ch-2, add, sub, 2-Kan, Normal, Compressed, Roll-Mode
- Großer Bildschirm: 100 x 80 mm, Netz- und Batterie-Betrieb
- Logic-Analyser: 16-Kanal / 50 MHz, Impedanz: 1 MOhm / 10 pF
- Multimeter: V, A, Hz, F, Ω, Autorange, Anzeige digital+Bargraph

Komplett mit Bereitschaftstasche, Tastköpfen, Meßschläuchen, Netzteil, Batterien, RS232-Adapter, PC-Software, deutschem Handbuch, 12 Monate Garantie:

**DataBlue 6000** ..... 1550,-/1782,50

Zubehör zum DataBlue 6000:

Graphik-Drucker ..... 580,-/667,-  
Logic-Analyser Probe ..... 260,-/299,-

## BASIC-Computer



ab  
28,-/32,- ab 1000 St.

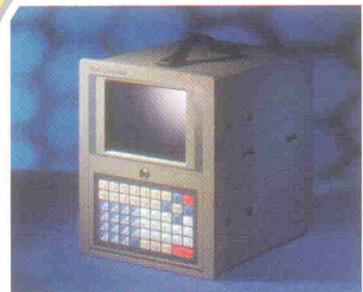
BASIC-Knopf®

Kompletter 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten für intelligente Steuer-, Überwachungs- und Regel-Aufgaben. Sofort programmierbar in leicht verständlichem BASIC-Dialekt auf dem PC. Sleep/Wake-Up Funktion für niedrigen Stromverbrauch (10µA). 1a Presse-Berichte (Elektor, ELRAD, CHIP, BYTE, PC-Magazine ...).

1-Platinen-Computer:	1.99	100+	1000+
BASIC-Knopf®:	49,-/56,-	38,-/43,-	28,-/32,-
BASIC-Briefmarke® I A:	49,-/56,-	38,-/43,-	28,-/32,-
BASIC-Briefmarke® I B:	69,-/79,-	58,-/66,-	48,-/55,-
BASIC-Briefmarke® I SIP:	77,-/88,-	69,-/79,-	62,-/71,-
BASIC-Briefmarke® II P:	99,-/113,-	86,-/98,-	79,-/90,-
BASIC-Briefmarke® II D:	99,-/113,-	86,-/98,-	79,-/90,-
BASIC-Briefmarke® II F:	128,-/147,-	109,-/125,-	99,-/113,-
BASIC-Briefmarke® II G:	173,-/198,-	148,-/170,-	129,-/148,-
BASIC-Briefmarke® II H:	88,-/101,-	79,-/90,-	69,-/79,-

Bausätze: ■ Treppenhauslicht: 34,-/39,- ■ Co-deschloß: 39,-/44,- ■ LCD-Anzeige: 86,-/98,- ■ DC-Steller: 34,-/39,- ■ Digital-Pot: 34,-/39,- ■ Drehzahlmesser: 49,-/56,- ■ IR-Fernbedienung, 4-Kanal, Sender+Empfänger: 86,-/98,-

## Industrie PCs



Moderne, äußerst kompakte Mini-Workstation als Tischgerät oder für den Einbau. Günstige Raumausnutzung, Low Power Technik, 14,5 cm LCD-Bildschirm (1/4 VGA: 320x240, monochrom), 53-Tasten Kompakt-Keyboard AT-kompatibel, staubgeschützt, Platz für 1x3,5" Floppy + HDD, 6 kurze ISA-Slots, Schalter/Floppy/ext. Keyboard Connector hinter ausklappbarer Tastatur, 90-260 VAC / 65 W, 208 x 252 x 259, 8 kg  
**IWS-506-M, Kompakt-Workstation** ..... 2780,-/3197,-

Kompakte Einbau-Workstation, LCD VGA Bildschirm (24 cm), Stahlgehäuse, gehärtete Aluminium Front, 4 x ISA, Platz f. 3,5Fl.+HDD, 90-260V/65W, Lüfter, 300x215x151, 6,4 kg.  
**IWS-502-M (Mono)** ..... 2995,-/3444,-  
**IWS-502-S (Color STN)** ..... 5160,-/5934,-

## BASIC-Computer



Die Programmierung von BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarken® erfolgt am PC. Dazu stehen 3 Entwicklungs-Pakete zur Verfügung:

<b>1 Grundpaket I:</b> BASIC-Compiler I + 1 x BASIC-Briefmarke® I Computer, Kabel und Handbuch	..... 290,-/333,-
<b>2 Grundpaket I+II:</b> BASIC-Compiler I+II + 1 x BASIC-Briefmarke® I+II, Motherboard II, Kabel, Netzteil, Handbuch ..	..... 490,-/563,-

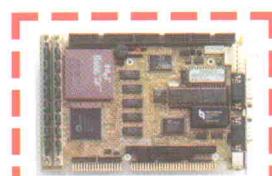
### 3 Die Voll-Version für schnellste Resultate:

Komplettsystem für BASIC-Briefmarke® I + II mit allen Tools für sofortigen Erfolg. Zahlreiche Applikationen sofort nachvollziehbar:

- Entwicklungs-Oberfläche für PC
- 5 Computer BASIC-Briefmarken® I + II
- BASIC-Knopf® Programmier-Adapter
- umfangreiches Hardware-Toolkit (steckbar)
- Design-Beispiele (Soft- und Hardware), mit Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", Hüthig-Verlag
- Anschlußkabel / deutsches Handbuch:

..... 1590,-/1828,50

## All-In-One PCs



All-In-One PC-Boards, gemeinsame Eigenschaften: Floppy- / IDE HDD-Controller, 2xS, 1xP Port, Watchdog, gepufferte Echtzeit-Uhr, Kalender, BIOS, Mini-DIN Keyboard-Connector, PS/2 Mouse Port, Speaker Connector, kurzes Board, ohne RAM Chips, 7 DMA, 15 INTs

**386-SX 40 MHz**, incl. CPU, bis 16 MB RAM, **IPC-195:** 390,-/448,50

**486-SX/...DX4 bis 100 MHz**, bis 64 MBYTE RAM, 128 K Cache, Bi-Dir-Parallel Port, 2 x 16 Byte Hi-Speed FIFOs, Buzzer, PC/104 Bus, Green Power Management, ohne CPU ..... **IPC-148A:** 496,-/570,40

**486-SX/...DX2 bis 66 MHz**, wie vor, zusätzlich: 2-fach Watchdog-Timer: NM/RESET, Remote-Boot über Parallel Port (für disklose Systeme), EEPROM-Backup ..... **IPC-640:** 595,-/684,25

**pentium 75 ... 133 Mhz**, bis 256 MBYTE EDO-RAM, 256 K Cache (bis 1 MByte), Burst SRAM bis 256 KByte (ohne Chips), ECP/EPP Bi-Dir-Parallel Port, 2 x 16 Byte Hi-Speed FIFOs, PCI-IDE f. 4x HDs / C-D - ROMs, Green Power Management, ohne CPU, entspricht PICMG Standard, mit Adaptec 7870 SCSI-2 Controller (S-Typ):

**IPC-645** ..... 995,-/1144,-

**IPC-645S, SCSI-2** ..... 1295,-/1489,-

## Industrie PC-Boards

**Silicon Disks** (SRAM, EPROM, FLASH), Bootfähig, Flash on Board programmierbar, kurze Boards, einsetzbar als 1 oder 2 Disk-Drives, Watch Dog, ohne RAM Chips:

<b>IPC-680:</b> bis 12 MByte, 128 Byte EEPROM	.... 264,-/303,60
<b>IPC-2001:</b> bis 16 MByte	..... 396,-/455,40

**IPC-216:** A/D:16x12-Bit, 90.000/s, 16xDigi ..... 660,-/759,00

**IPC-303:** 3xAnalog Ausgang, 16xDigital-I/O ..... 396,-/455,40

**IPC-426:** 16xDigital In (gut getrennt), 8 Relais ..... 297,-/341,55

**IPC-464:** 64xDigital I/O, setzbare Interrupts ..... 198,-/227,70

**IPC-103:** 2 x RS-422 / 485, galv. getrennt ..... 314,-/361,10

**IPC-104:** 4 x RS-232 ..... 129,-/148,35

**IPC-128:** 8-fach RS-232/RS-422 ..... 175,-/201,25

**IPC-218:** intel. 8-fach RS-232/422 ..... 792,-/910,80

Neue Telefon- und Faxnummer

**Wilke Technology GmbH**  
Krefelder Str. 147 D-52070 Aachen

Tel: 0241 / 918900, Fax: 0241 / 9189044  
e-mail: wilke@rmi.de