

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

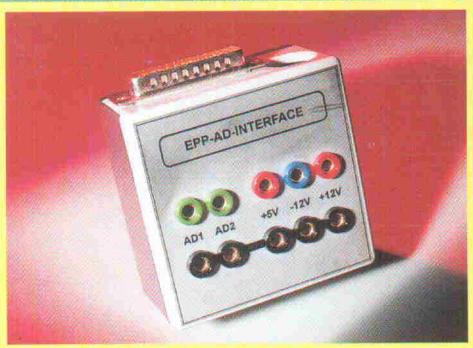
DM 7,50

öS 60,-- sfr 7,50

hfl 10,-- FF 25,--



1/97



Analog-Interface am Enhanced Parallel Port

Radio im Rechner

Receiverkarte mit RDS

Moderne Navigation

Elektronische Richtungssensoren

Aufgerüstet

Mehr Speicher für TI-DSP

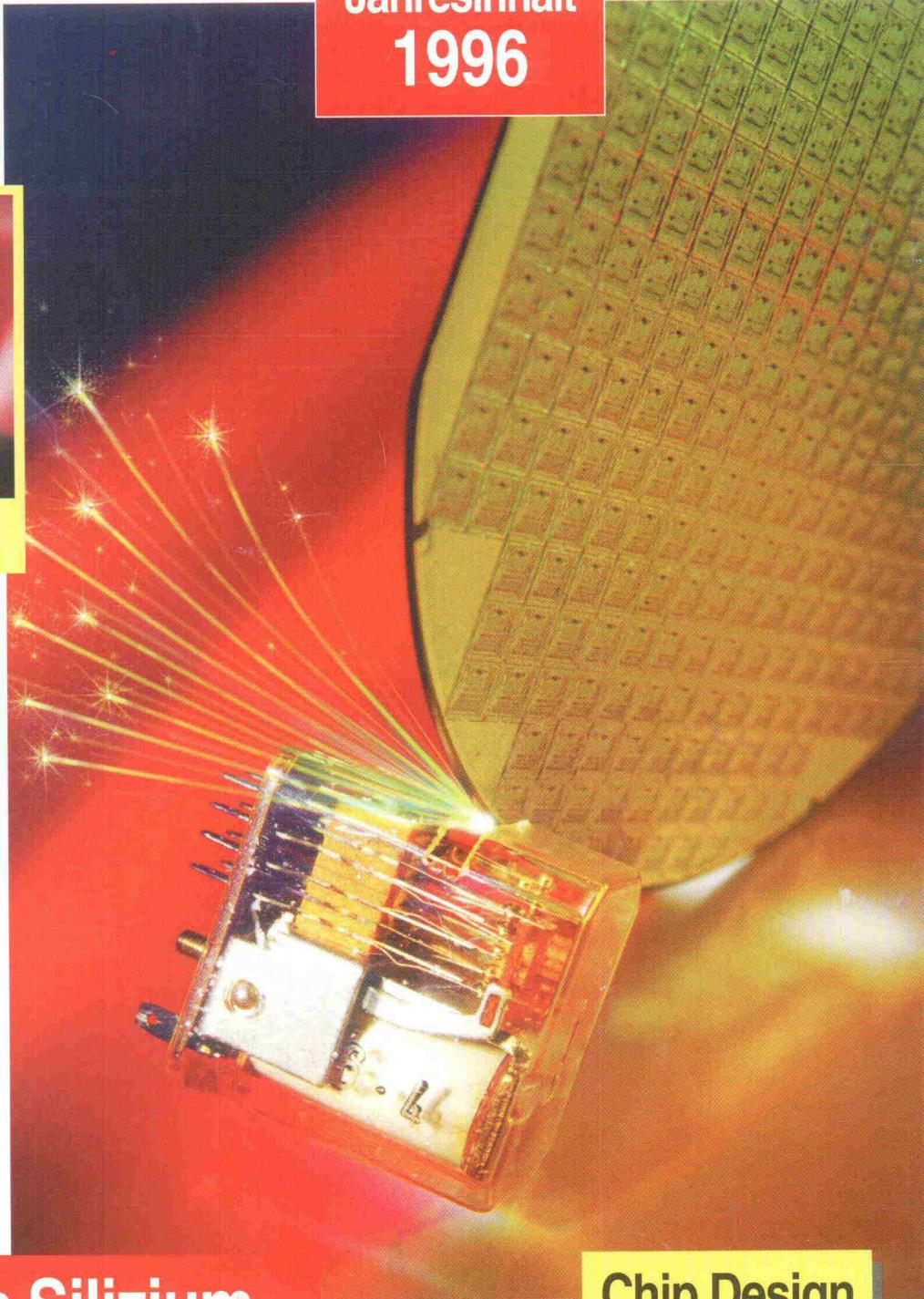
Kompakte Quelle

Hochvolt-IC statt Trafo

Kupfer kontra Silizium

Trends in der Relaistechnik

Jahresinhalt
1996



Chip Design
Schneller mit
Makrofunktionen

Kleiner geht's zur Zeit nicht

Motorolas fortschrittliche integrierte MAP- (manifold absolute pressure) Sensormodule der MPXM400-Familie verfügen über einen Singlechip-Sensor mit integrierter Kompensation und Verstärkung. Kombiniert mit einem EMI- (elektromagnetische Interferenz) Filter, stehen damit die kleinsten und zuverlässigsten MAP-Sensoren zur Verfügung.

Bis 1000 kPa

MPX5500, MPX5999 und MPX5700 sind Motorolas Drucksensoren für das Medium Luft, einsetzbar in μ P- und μ C-basierten Applikationen von 0 bis 1000 kPa. Im Temperaturbereich von -40 bis +125 °C in verschiedenen Gehäusetypen lieferbar.

Barometer und Höhenluft

Der Drucksensor MPX4115 wurde speziell für den Einsatz in Höhenmessern und Barometern für den Bereich von 15 bis 115 kPa entwickelt. Auf dem Chip integriert sind u.a. ein bipolarer Operationsverstärker und ein Widerstandsnetzwerk für 0,2 bis 4,8 V Ausgangssignal.

Weisse Ware

Ideal geeignet für Druckmessungen in Geschirrspüler oder Waschmaschine: Sensoren der MPX906-Familie sind im Druckmeßbereich bis 6 kPa resistent gegen Wasser, Seifenlauge sowie Dampf und benötigen keine zusätzliche Isolierungsmembran.

Wir stellen aus:

**Embedded
Systems'97**

The sensor Allstars



MOTOROLA

What you never thought possible.

Weitere Informationen: Motorola GmbH, Geschäftsbereich Halbleiter, Schatzbogen 7, 81829 München, Tel. (0 89) 9 21 03 - 5 59, Fax (0 89) 9 21 03 - 5 99. **Oder von Ihrem bevorzugten Distributor.**
DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-451 10 01, Fax 089-451 10 254; EBV Elektronik, Kirchheim-Heimstetten, Tel. 089-991 14-0, Fax 089-991 14-422; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-9 57 27-0, Fax 089-9 57 27-140; Jermyn, Limburg, Tel. 06431-508-0, Fax 06431-50 82 89; Mütron, Müller, Bremen, Tel. 0421-305 60, Fax 0421-305 61 46; SASCO SEMICONDUCTOR, Putzbrunn, Tel. 089-46 11-0, Fax 089-461 12 70; SPOERLE ELECTRONIC, Dreieich, Tel. 06103-304-0, Fax 06103-30 42 01 / 30 43 04.

ÖSTERREICH: EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-894 17 74, Fax 01-8 94 17 75; Elbatex, Wien, Tel. 01-8 66 42-0, Fax 01-8 66 42-400; SPOERLE ELECTRONIC, Wien, Tel. 01-318 72 70-0, Fax 01-369 22 73.

SCHWEIZ: Elbatex, Wettingen, Tel. 056-275 111, Fax 056-275 411; EBV Elektronik, Dietikon, Tel. 01-7456 161, Fax 01-74 15 110; SPOERLE ELECTRONIC, Opfikon-Glattbrugg, Tel. 01-874 62 62, Fax 01-874 62 00.

Grüner Wahn?

EMV und CE sei Dank befindet sich der Mensch in einer derart gesunden und sicheren Umgebung, daß er sich selbst in der vollkommen untechnisierten Steinzeit nicht wohler fühlen könnte. Ein kleines Resümee der vergangenen Jahre macht dies deutlich.

1980: Radio- und Fernsehtechniker holen tief Luft. Ozon, täglicher Begleiter bei der Reparatur defekter Fernseher und Hochspannungsteile, soll schließlich gesund sein.

1985: Mutige Pioniere der Elektrosmog-Front kleben Alufolie unter die Tastaturen ihrer Ataris, damit keine Strahlung auf die Beine einwirkt.

1992: Funkwellen führen zu Müdigkeit, Krebs und Unfruchtbarkeit. Leider wurde vergessen, diesen Sachverhalt auch dem Wartungspersonal der unzähligen 250-kW-Fernsehsender und deren Familien mitzuteilen.

1993: Dank der alltäglichen Ozonwarnungen wissen wir: wenn Rentnern bei 30° im Schatten schwindelig wird, ist dies weder eine Folge der Hitze noch des Alters.

1994: Das Ozonloch wächst unaufhaltsam. Während in Deutschland um Promillewerte gerungen wird, produziert China mehr FCKW, als Deutschland jemals besessen hat.

1995: Die Verbraucherzentralen verfassen eine Broschüre zum Thema Elektrosmog. Bewohner von Großstädten, mitten im alltäglichen Auto- und Industriesmog, verstrahlt von Funkwellen aller Art, gepeinigt von Magnetfeldern nicht nur der Straßenbahn, erhalten Erlösung durch den Einbau von Netzfreischaltern im heimischen Sicherungskasten.

1996: CE macht's möglich: Prüfungen jenseits jeglicher Logik oder Notwendigkeit, auch bei später vollkommen unterschiedlicher Anwendung des Prüflings, zwingen Kleinbetriebe ins Abseits. Miniserien werden nur noch unter der Hand verkauft.

1997: Computer-Bild wertet bei einem Vergleichstest von zehn Komplett-Rechnern alle Kandidaten gnadenlos ab; sie scheitern an den geltenden CE-Vorschriften. Der Anwender braucht keinen schnellen und funktionierenden Rechner, sondern einen, der den Elektrosmog seiner Energie-spar-Schreibtischlampe nicht überstrahlt.

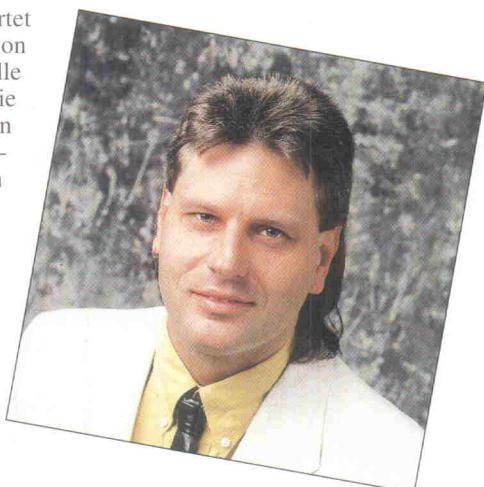
1998: Neueste Untersuchungen zeigen einen Zusammenhang zwischen der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit und wechselnden Magnetfeldern. Wegen des stationären Erdmagnetfeldes erlaßt die Berufsgenossenschaft eine Vorschrift zur langsamen Bewegung am Arbeitsplatz.

Wenn Sie die letzten Prognosen für unrealistisch halten, sind Sie ein echter Optimist und als Elektrochonder völlig ungeeignet.

Mit strahlenden Grüßen

*M.
Carstens*

Matthias Carstens

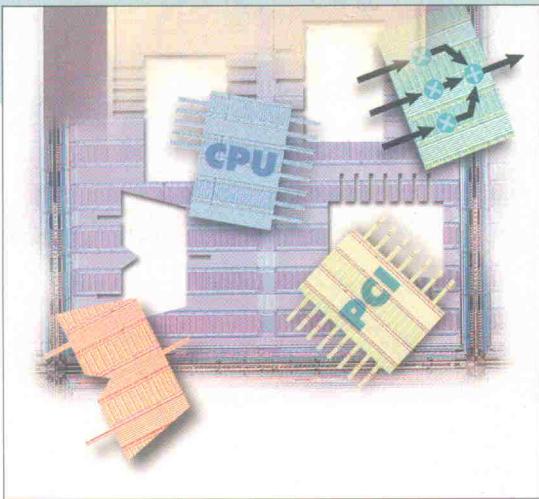


Entwicklung

Baukastenprinzip

Neue Aufträge lassen die Herzen der Chip-Entwickler höher schlagen. Droht später dann die Abgabefrist, können hochkomplexe Schaltungsdesigns schnell zu noch höheren Herzfrequenzen führen. Aber in solchen Fällen lässt sich die Entwicklungszeit für programmierbare Logik erheblich verkürzen – dank vorgefertigter Module. Wer solche Makros bereitstellt, was es dabei zu beachten gilt und welche Vorteile ein sogenanntes Design Reuse bietet, klärt der Artikel ab

Seite 36



Entwicklung

Portwandler

Nur drei ICs sind erforderlich, um ein vollständiges Analog/Digital-Interface für den PC zusammenzustellen – jedenfalls, wenn der Kontakt zum Rechner über eine Standardschnittstelle wie den Enhanced Parallel Port hergestellt wird. Daß ein solches 'Minimalsystem' keineswegs mit Funktionsarmut oder geringer Geschwindigkeit einhergehen muß, belegen die Eckdaten der Design Studie EPP7804. Wie eine Samplerate von

100 kHz, 12 Bit A/D-Auflösung, zwei Eingangskanäle und vier programmierbare Meßbereiche praktisch umzusetzen sind und wie sich das Ganze mit einfachen Softwarefunktionen kontrollieren läßt, ist nachzulesen ab

Seite 82

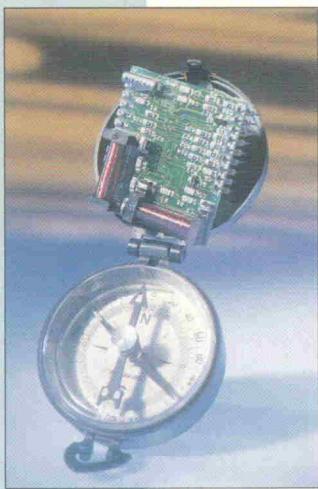


Grundlagen

Eingenordet

Für Navigation und Orientierung kommt nicht nur das hochmoderne GPS zum Einsatz. Auch der altbewährte Kompaß hat nach wie vor Konjunktur – zumindest in der elektronischen Variante. Wie die Entwicklungs geschichte vom groben Wegweiser zur modernen Navigationshilfe verlief und welche Technik heute zum Einsatz kommt, zeigt der Beitrag auf

Seite 32



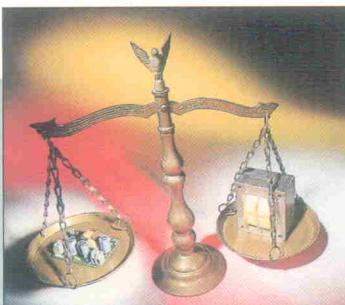
Entwicklung

Klang und Daten



Radiokarten für Windows-Rechner sind eigentlich nichts ungewöhnliches, man bekommt sie für wenig Geld bei jedem besseren PC-Händler. Deutlich schmäler wird das Marktsegment, wenn der Anwender auf Raffinessen wie RDS-Dekodierung, Umschalter für externe Audioquellen, 5-Band-Equalizer und Stereo-Endstufe Wert legt. Philips setzt all diese Funktionen auf eine ISA-Karte und überläßt einem Windows-Programm die Steuerung via I²C-Bus.

Seite 76

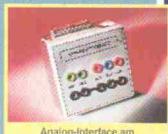


Design Corner

Leicht gerichtet

Während Handies die Jackentasche nicht mehr so stark ausbeulen wie früher, belegen die teils gewichtigen Netzteile im Reisegepäck immer noch reichlich Platz. Abhilfe schaffen neue Hochvolt-Schaltregler-ICs. Diese Winzlinge integrieren bis auf wenige passive Bauelemente sämtliche Komponenten eines Schaltnetzgerätes und verwandeln so klobige Steckernetzteile zum 'Netzteil im Stecker'.

Seite 30



Analog-Interface am Enhanced Parallel Port

Radio im Rechner
Receiverkarte mit RDS

Modeme Navigation
Elektronische
Richtungssensoren

Aufgerüstet
Mehr Speicher
für TI-DSP

Kompakte Quelle
Hochvolt-IC statt Trafo

Kupfer kontra Silizium

Trends in der Relaistechnik

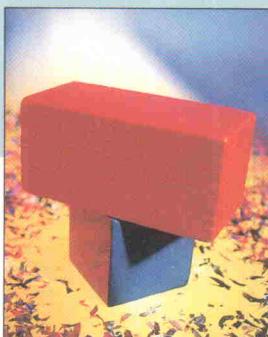


Projekt

Signallager

Mitgelieferte Beispielprogramme und kleinere Applikationen lassen sich ohne weiteres im internen 2-KWorte-RAM des Fließkomma-Starterkits zu TIs TMS320C3x unterbringen. Heikel wird es, wenn man mehr als eine Handvoll Samples ablegen und auswerten will. Dann balgen sich Programm und Daten schnell um die letzten freien Bytes. Das Signallager beseitigt diese Enge nachhaltig, denn 64 KWorte SRAM sollten auch für anspruchsvolle DSP-Aufgaben ausreichen.

Seite 45



Inhalt 1/97

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	9
electronica 96	10
Schalter & Taster	16
Medien	20
19. Tonmeistertagung in Karlsruhe	21
Messenachbericht SPS/IPC/Drives 96	22

Test

PreView: Unter einem Dach	
OrCAD Capture und Layout Plus 7.0 für Windows	27

Marktreport

Klassenkampf	
Kupfer kontra Silizium: Trends in der Relaistechnik	40
Vom Himmel hoch... (2)	
Global Positioning System: Produkte, Software und Stand der Entwicklung	48

Projekt

Signallager	
256-KByte-Speichererweiterung für TIs DSK3x	45
Digitaler Vorverstärker (2)	
Designstudie für einen fernsteuerbaren HiFi-Vorverstärker	56
Test the FLASH (3)	
Programmierung des Tongenerators	60
Portwandler	
Zweikanal-A/D-Interface mit ADS7804 an der EPP-Schnittstelle	82

Entwicklung

Gleich ist nicht gleich	
Unterscheidungskriterien für CPLDs	24
Design Corner: Leicht gerichtet	
Hochvolt-Schaltregler-IC TEA1401	30
Baukastenprinzip	
Cores, Softmakros und Design Reuse	36
Klang und Daten	
Smart Radio: RDS-Stereo-Radiokarte für Windows	76
Schaltungsentwicklung mit VHDL (3)	
Strukturbeschreibungen	78

Grundlagen

Eingenordet	
Elektronische Kompaßtechniken	32
Mehr gläserne Wandler (2)	
Modellierung eines physikalischen A/D-Umsetzer-Bausteins mit SPICE	64
Signal Processing (14)	
Digitale Signalverarbeitung: Fast Fourier Transformation	86
Die ELRAD-Laborblätter	
Analogtechnik (9): Transistoren	91

Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Radio und TV: Programmtips	18
Jahresinhaltsverzeichnis 1996	53
Die Inserenten	103
Impressum	103
Dies & Das	104
Vorschau	104

Seite 40

Mobiles DOS

100%
DOS
kompatibel

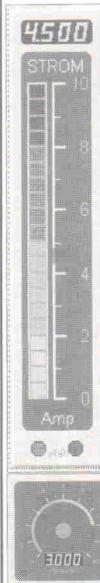
- Programmierung in jeder Sprache (C, Pascal, ...)
 - ca. 20 Std. Akkubetrieb!
 - beleuchtetes LCD mit 64x128 Pix. / 8x21 Z.
 - 5 x 9 oder 3 x 7 Tasten
 - serielle Schnittstelle
- gut für spezielle Lösungen:**
- noch Platz im Gehäuse
 - Hardware erweiterbar mit vielen existierenden oder neuen Modulen
 - wir sind Hersteller

MoDOS, Handheld-PC 1300,-

taskit

Rechnertechnik Tel. 030/6112950
GmbH Fax 030/61129510
10997 Berlin Köpenicker Str. 145

Wir stellen aus: Embedded Systems '97, 19.-21.2.97, Halle 1, Stand U9



Thales for Delphi®

Technische Komponenten Bibliothek

Thales die grafische Bibliothek für den technisch/wissenschaftlichen Bereich

Thales bietet eine komplette Resource für die Messdatenerfassung und Auswertung als auch für Maschinensteuerung und Überwachung.

Thales enthält über 40 Komponenten: Taster, Schalter, Pots lin/log, Anzeige analoge Instrumente (rund/panel, lin/log), ser/par Schnittstellen, Leds, Spins, Displays, Logicanalyzer, HPGL-Interpreter, Oscilloskop, Reissbrett, y/t-Schreiber, x/y-Schreiber etc.etc.

Preis DM 450,- bzw. 750,- + MwSt WIN3.1 (16bit) oder WIN95 (32bit) Vers Demo anfordern, viele Beisp. 12MByte @compuserve GO BORGMBH Delphi

E-LAB Computers

Grombacherstr. 27
74906 Bad Rappenau
Tel 07268/91240 Fax 07268/912424A/D, D/A, Digital, RAM/ROM,
Multi-Seriell
PC I/O Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1x12Bit D/A, 16x12Bit A/D, 9V, mit Software	
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1(2)x14Bit D/A, 16x14Bit A/D, 2,5/5/10V, mit Software	
Relais I/O Karte 16/16	DM 249,-
16 Relais 150V/1A und 16 x Opto. Auch mit 8/8 lieferbar!	
8255/8253 Parallel 48 x I/O Karte	DM 82,-
48 x I/O, 3x16Bit Counter, 16 LED, - 192 I/O auf Anfrage	
8255/8253 Labor I/O Karte	DM 129,-
48 x I/O, 3x16Bit Counter, max 10MHz, Quarz, freie Adresswahl, Lochraster, alle IC gesockelt.	
RS-422/485 dual Schnittstelle	DM 159,-
PC-CAN CAN-BUS ISA-Steckkarte NEU	DM 439,-
Bietet die Möglichkeit, Standard- und Industrie PCs in CAN-Bus Netze zu integrieren. Die intelligente Steckkarte besitzt einen eigenen Microcontroller der INTEL 8051 Serie und bietet somit die Möglichkeit, die Kommunikation mit dem CAN-Bus selbstständig und ohne Belastung des PCs abzuwickeln.	

Weitere Produkte: A/D/A, Digital, Relais, Opto, TTL, RS-232/422/485 Multi-Seriell, Autoboot-ROM/RAM, im kostenlosen Lieferprogramm! Mengenrabatte ab 3/10 Stück. Änderungen + Zwischenverkauf vorbehalten.

Aktuelle Informationen:
FAX-Abruf Infosystem 05483-77004
(den Anweisungen folgen)!

Computer & Electronic
Jürgen Merz
Lengericher Str. 21
D-49536 Lienen
Telefon 05483 - 77002
Telefax 05483 - 77003

messcomp
Datentechnik GmbH

UNIVERSAL- u. EPROM-Programmiergeräte

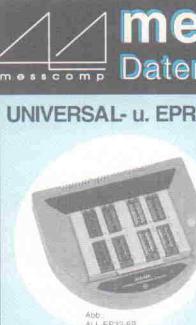


Abbildung: ALL-EP32-8B

ALL-EP32-8B
8-bit EEPROM-Programmiergerät
8MBit, 32pol. DIPALL-07A
Prog. GAL, PAL, EPROM, FPLD, REEL,
MACH, PIC, MPU, MCU, EPROM, ...
deut. Handbuch, Betrieb über LPT-Schnittstelle, eingebautes Netzteil
110-240V AC...ALL-07A-PC
wie ALL-07A ohne Netzteil, Betrieb
über S-07-InterfaceALL-07A-PC
wie ALL-07A ohne Netz



damit Sie den Anschluß nicht verpassen.

1 Europakarte incl. Stopplack, incl. MwSt.

1seitig 73,60 DM - 2seitig 101,20 DM

4 Lagen 358,80 DM

*Sie zahlen mehr???***M & V Breidenbach · Gillwiese 10 · 56355 Bettendorf**

Telefon 0 67 72 / 9 46 38 · Fax 0 67 72 / 9 46 34 · Modem 0 67 72 / 9 46 35

GALEP-III
Pocket-MultiprogrammerPaßt
in jede
Jacken-
tasche!

- ◆ Brennt 8-Bit und 16-Bit (E)EPROMs bis 8 MBit
- ◆ Brennt Flash-EPROMs und serielle EEPROMs
- ◆ Brennt GALs und Mikrocontroller 87xxx, 89xxx, PIC16Cxx
- ◆ Blitzschneller Datentransfer, z.B. 27C512 verify 2 Sek(!)
- ◆ Netzunabhängig (Wechselakkum); PC-Anschluß am Druckerport
- ◆ Liest Hex-, Jede- und binäre Dateiformate; Hex-/Fusemap-Editor
- ◆ Software läuft unter Windows 3.1 und Windows 95
- ◆ Software- & Typisten-Updates gratis per Mailbox und FTP

GALEP-III Set, Software, Akku, Netz-/Ladegerät 689,-

Adapter für 8-Bit PLCC-EPROMs 290,- PLCC-GALs ... 290,-

Preise in DM inkl. MwSt. ab Dieburg + Versandkosten DM 18,- • Gratis-Info anfordern!

CONITEC DATENSYSTEME
GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • Tel. 06071-9252-0 • Fax 9252-33 • conitec@aol.comDLOUHY ELEKTRONIK LECHSTR. 7A 83026 Rosenheim
Telefon 08031/2690-71 Fax 08031/2690-72 Modem 08031/2690-73**ALL-07A**

ALL-07A: Programmert z. Zt. etwa 4000 Bausteine! Grundgerät mit DIP-40 Socket, Anschlußkabel, Software und CPL-Starterkit 3.0. Anschluß über die PC-Druckerschnittstelle. Integriertes Netzteil. Updates kostenlos via BBS und Internet! Preis: 1748,- DM

HI-LO SYSTEMS

...ist einer der weltweit führenden Hersteller von PC-basierten Universal-Programmiergeräten. Seit 1989 sind wir offizieller HI-LO Distributor für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Zusammen mit den Vertriebspartnern in Ihrer Nähe und unserer Servicezentrale bieten wir Ihnen den kompletten Service rund ums Programmieren.

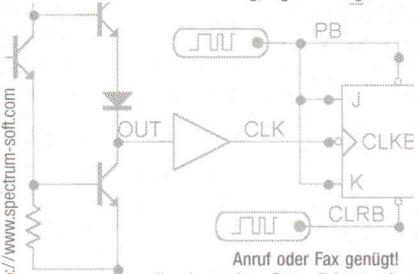
Detaillierte Informationen (Device-Liste, Adapterliste, Katalog und Preisliste) senden wir Ihnen gerne zu. Nutzen Sie bitte auch unseren **Mailbox-service** und unser Informationsangebot im **World Wide Web!**



Informationen und Updates
jetzt auch im World Wide Web:
<http://members.aol.com/elmikro>

Autorisierte Vertriebspartner:

Berlin	(030) 4631067
Leipzig	(0341) 2118354
Hamburg	(040) 38610100
Eschborn	(06196) 45950
Stuttgart	(07154) 8160810
München	(089) 60176944
Schweiz	(062) 7716944
Österreich	(02236) 43179
Niederlande	(03068) 83839

**ELEKTRONIK
LADEN**Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
Wilh.-Mellies-Str. 88, D-32758 Detmold
TEL: (05232) 8171 • FAX: 86197 • BBS: 85112**SPICE...und viel mehr!**Entwerfen Sie Schaltungen mit Micro-Cap VI!
Schneller einfacher, genauer - mit 32-bit Power
Analog, digital oder gemischt.

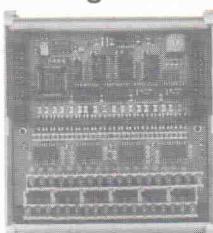
<http://www.spectrum-soft.com>
Anruf oder Fax genügt!
Ihre kostenlose Demodiskette mit
begleitender Broschüre kommt sofort!

Systemtechnik GmbH
Software & HardwarePostfach 60 05 11 • D-81205 München
Tel. 089/8343047 • Fax 089/8340448**BBS 820 35 29**

Wir stellen aus: Embedded Systems '97, 19.-21.2.97, Halle 1, Stand K4

dtk 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 GMBHAM MOOSFELD 21, 81829 MÜNCHEN, GERMANY
Tel.: 49-89-429115 Fax: 49-89-424830**Neues TSM-
24V-Ausgabemodul****TSM-16A24P**

- 16 Ausgänge 24V, P-schaltend, 1,5A
- geschützt gegen Überstrom, Überspannung und thermische Überlastung
- Watchdog, LED's

Elektrikerfreundlich über Steck-Schraubklemmen sind die 16 überlastgeschützten Ausgänge der 16A24P zugänglich. Mit dem hohen Nennstrom von 1,5A können direkt Hydraulikventile geschaltet werden.

TSM wird überall dort eingesetzt, wo die Vorteile von C- oder BASIC-Programmierung benötigt werden, also bei Protokollierung, Regelung etc.

ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen

Wir stellen aus: Embedded Systems '97, 19.-21.2.97, Halle 1, Stand K4

Firmenschriften und Kataloge

Kommunikation gemessen

Den neuen Gesamtkatalog '97 für Meßtechnik in Tele- und Datenkommunikation hat die Wandel & Goltermann herausgegeben. Der Katalog stellt Hard- und Softwarelösungen für alle Bereiche dar: vom heterogenen Fernverbindungsnetz über Verteilnetze mit unterschiedlichen Übertragungsmethoden wie Funk, Kabel oder Lichtleiter bis hin zum Endanwendernetz. Darüber hinaus gibt die Homepage <http://www.wg.com> im Internet ständig aktualisierte Daten und Zusatzinformationen. Der Katalog ist auf Anfrage erhältlich bei:



Wandel & Goltermann GmbH & Co.
Postfach 1155
72794 Eningen u. A.
0 71 21/98 56-0
0 71 21/98 56-12

Protokolliert

In einem 16seitigen Prospekt zeigt die Firma GeBE ihre industrielle Protokolliertechnik mit Kleindrucksystemen. Die

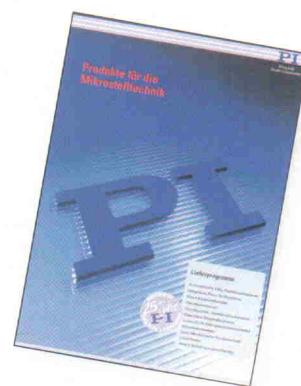


verschiedenen Drucktechnologien – Normalpapier, Thermo- papier und Tintendruck stehen zur Wahl – werden in Kasseteneinbaugeräten, für den genormten Schalttafeleinbau, für modulare Anwendungen in 19-Zoll-Systemen und in portablen Akkudruckern angeboten. Als Spezialität stellt GeBE Kiosk- und Labeldrucker vor. Zusätzlich informiert der Prospekt über Tastaturen und Tastaturoberflächen.

GeBE Elektronik und Feinwerktechnik GmbH
Beethovenstraße 15
82110 Germering
0 89/89 41 41-0
0 89/8 40 21 68
GeBE@gebe.boinx.com

Fein gestellt

Seit 25 Jahren entwickelt und fertigt PI (Physik Instrumente) Produkte für die Mikrostelltechnik. Der neue Übersichtskatalog zeigt Komponenten und Systeme aus dem Bereich der piezoelektrischen Nano-Technologie wie zum Beispiel automatische Positioniersysteme für Lichtwellenleiter oder Piezo-Kippplattformen für Spiegel und Optiken. Auch die Zutaten zum Aufbau eigener Systeme wie Piezotranslatoen, Stellsysteme, Motorsteuerungen sowie Labor- tische und aktive Schwingungs- isolationssysteme sind im Angebot. Der Katalog ist kostenlos erhältlich bei:



PI Physik Instrumente GmbH & Co
Polytec-Platz 1-7
76337 Waldbronn
0 72 43/6 04-1 00
0 72 43/6 04-1 45



aktuell

Schalten und Tasten

Von MEC ist ein neuer Farbprospekt erhältlich, der neue Schaltermodule der Serien Multimec und Unimec zeigt. Die technische Daten sowie Bestellanweisungen unterstützen den Entwickler sowie den Einkäufer bei der Auswahl. Der Prospekt ist auf Anfrage kostenlos erhältlich. Weitere Informationen erteilt:

C&K Components GmbH
Postfach
82058 Neuried bei München
0 89/7 45 19-4 50
0 89/7 45 19-4 00



Strompfad

Als Wegweiser durch den immer dichter werdenden Datendschungel der Stromversorgungen versteht die Firma Enna ihr neues Nachschlagewerk. Es soll dem Anwender helfen, den für seine Anwendung passenden DC/DC-Wandler herauszufinden. Gut bebildert zeigt der Katalog Beispiele aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Damit gibt die Firma Enna dem Leser kein komplettes Nachschlagewerk an die Hand, sondern einen Überblick über ihr Produktspektrum. Den Katalog und weitere Informationen gibt es bei:

Enna GmbH
Hadersberger Straße 14
84427 St. Wolfgang
0 80 85/10 02
0 80 85/10 00

JETZT NEU
TARGET V3
3.6...

Deutsches
Platinen-CAD
für Windows:
Schaltplan,
Platine, Autoplacer,
Ripup & Retry Autorouter

ECHTZEIT MASSEFLÄCHEN
ECHTZEIT DATENINTEGRATION
CROSS PROBE
ISOLATIONSFRÄSEN
IN/OUT ASCII SCHNITTSTELLE
EAGLE-FILES EINLESEN
KURZE EINARBEITUNGSZEIT

HIGHLIGHTS

Wollen Sie umsteigen? Wir nehmen Ihr altes Platinen-CAD beim Kauf von TARGET V3 professional in Zahlung. Den Wechsel belohnen wir mit bis zu DM 1000,-	DM 2380,-
TARGET V3 professional	DM 910,-
TARGET V3 economy	DM 298,-
TARGET V3 light	DM 25,-
TARGET V3 demo	DM 500,-
Studentenversion	
TARGET V3 share kostenlos im Internet und in der Mailbox.	

Ing. Büro FRIEDRICH
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing (FH)
Am Schwarzen Rain 1, D-36124 Eichenhell
Tel.: (0 66 59) 919 444
Fax: (0 66 59) 919 446
Mail/Box: (0 66 59) 919 446
<http://www.libfriedrich.com>

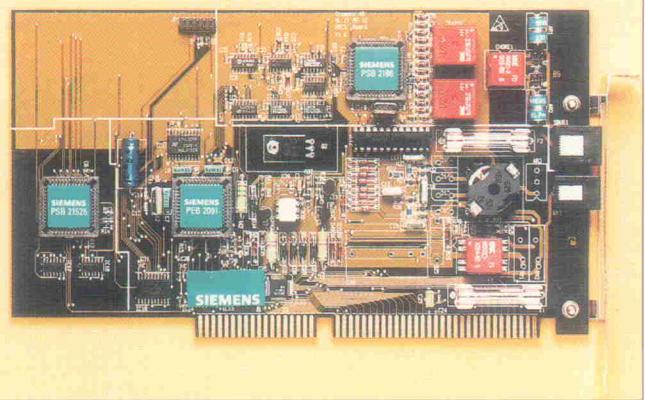
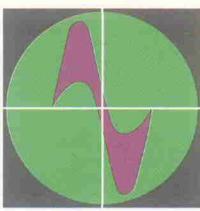
Schweiz: UTEC ENGINEERING, Amselweg 3, CH-4914 Roggwil, Tel.+Fax: 00 41 / 62 929 00 57, e-mail: utec@bluewin.ch

Unbeeindruckt

Der Einbruch im Halbleitermarkt von 1996 (-5 % gegenüber dem Vorjahr, 1995 noch +40 %!) hat der electronica keinen Abbruch getan. Die Messe boomt trotz der Verkürzung auf vier Tage. Sie hat alle Erwartungen übertroffen. Rund 84 000 Besucher aus 75 Ländern informierten sich über Produktneuheiten, Trends und Entwicklungen in der Elektronik. Die verfeinerte Gliederung in acht statt fünf Ausstellungsrubriken soll die Funktions- und Anwendungsorientierung gesteigert haben: 91 % der Besucher bewerteten die Messe mit 'Gut' bis 'Ausgezeichnet', 94 % wollen in zwei Jahren wiederkehren. 1998 findet die electronica vom 10. bis 13. November auf dem neuen Messegelände statt. Dann sollen Wartelisten für Aussteller dank 25 000 m² zusätzlicher Hallenfläche kein Thema mehr sein.

aktuell

electronica 96



Vorgabe

Mit den Referenzbaugruppen HSCX TE (SIPB 71525, im Bild) und ISAR (SIPB 7110) präsentiert Siemens zwei ISA-Plug-and-Play-Prototypen von PC-ISDN-Karten für Basisanschlüsse. Das HSCX-TE-Board ist eine passive Karte, die Datenanwendungen mit zwei B-Kanälen an S₀- und U_{2B1Q}-Schnittstellen unterstützt. Das ISAR-Board bietet zusätzlich Fax- (Gruppe 3) und Modemfunktionen sowie den optionalen Anschluß eines Telefon-Handsets. Beide Baugruppen stellen vorgetestete Schaltungs-

entwürfe dar. Zu den Karten stehen CAPI-Treiber für DOS, Windows 3.x und Windows 95 zur Verfügung, die nordamerikanische, europäische und japanische D-Kanal-Protokolle unterstützen. Zudem verstehen sich die Treiber mit NDIS-WAN- und Dial-up-Netzen von Microsoft sowie Anwendungen auf AT-Kommandobasis.

Siemens AG
RK F/B3
Info-Service
90713 Fürth
09 11/9 78-33 21
<http://www.siemens.de/>

Götterdämmerung

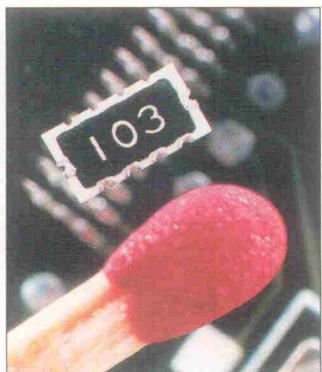
Odin taufte National Semiconductor den Prototypen für einen Stand-Alone-Web-Browser, der unter 200 US-\$ kosten soll. Das Gerät basiert auf der Embedded-CPU NS486SXF, dem AT/LANTIC-Ethernet-Chip, einem Trident-SVGA-Grafikcontroller (TVG9470) sowie Audio- und 28k8-Modem-ICs von Rockwell. Unter den Softwarehäusern, die laut National bereits Applikationen für Odin entwickeln, befinden sich Wind River Systems, QNX, Javasoft (Sun), Microtec, Magic Web und andere. Neben dem Einsatz als preiswertes 'Web-Terminal'

für zu Hause soll sich Odin auch als Workstation für das Intranet im Büro eignen. Wer sich mit Odins Kern, dem NS486SXF, näher befassen möchte, kann auf ein Evaluation-Kit zurückgreifen, das neben der CPU die wichtigsten Supportfunktionen wie serielle Schnittstellen, Flash-ROM, DRAM, PCMCIA-Steckplatz und RTC enthält.

National Semiconductor GmbH
Livy-Gargan-Straße 10
82256 Fürstenfeldbruck
01 80/5 30 85 85
01 80/5 30 85 86
<http://www.nsc.com/>
europe.support@nsc.com

Mini-R-Netz

Acht Widerstandselemente bringt Panasonic in einem 0,55 mm hohen SMD-Gehäuse des Typs 1206 unter. Der Typ EXBD stellt nach Herstellerangabe den derzeit kleinsten verfügbaren Widerstands-Chip dar. Die Belastbarkeit des

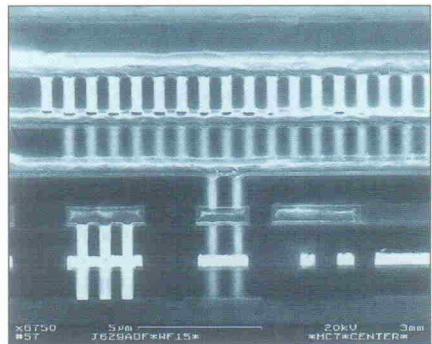


Dickschicht-Arrays liegt bei 0,4 W pro Chip, die Nennspannung beträgt 25 V. Es steht im Widerstandsbereich von 100 Ω ... 100 k Ω mit einer Toleranz von $\pm 5\%$ zur Verfügung. Seine konkaven Anschlüsse sorgen für ein selbstdrähtiges Ausrichten des Bauteils im Lötprozess. Um Anwendungen mit hohen Taktfrequenzen gerecht zu werden, wurden im EXBD extrem kurze Verbindungswege realisiert. Typische Einsatzgebiete sieht Panasonic in der Büroautomation sowie digitalen Telefonen.

Panasonic Industrial Europe
Bretonischer Ring 6
85630 Grasbrunn
0 89/4 60 07-0
0 89/4 60 07-1 48
<http://www.panasonic.co.jp/>

Viertel-Mü

Die Forschungskooperation von France Telecom-CNET, der Forschungsorganisation der France Telecom, und SGS-Thomson zeigt Früchte: Erste CMOS-8-Zoll-Wafer mit einer gezeichneten Gatterlänge von 0,25 μ m (effektiv 0,20 μ m) und fünf Metallisierungsebenen entstanden in SGS' Fertigungsstätte Crolles. Schon im zweiten Quartal 1997 sollen erste Kundendesigns als Prototypen in die Produktion gehen. Die Viertel- μ -Technik erlaubt es, mehr als 30 000 Gatter pro Quadratmillimeter unterzubringen. Pro Chip sollen bis zu zehn Millionen Gatterfunktionen möglich sein. Für derart dichte Bauteile stehen zunächst zwei Arten von Anwendungen ins Haus: Einerseits Hochgeschwindigkeits-ICs, die bei 2,5 V mit Taktraten bis zu 400 MHz laufen. Bei der anderen Klasse handelt es sich um Applikationen, die niedrige Leis-



stungsaufnahmen erfordern – beispielsweise Bauteile für digitale Mobiltelefone. Hier sollen die Chips mit lediglich 1 V arbeiten. Dies gestattet eine Verringerung der Verlustleistung um den Faktor 5...10 gegenüber bisher üblichen Schaltungen. Schließlich erlaubt die hohe Gatterdichte, komplexe Systeme auf einem IC unterzubringen. Denkbar sind hier DVD-Prozessoren oder Set-Top-Boxen.

SGS-Thomson Microelectronics GmbH
Bretonischer Ring 4
85630 Grasbrunn
0 89/4 60 06-0
0 89/4 60 54 54
<http://www.st.com/>

XA und 251

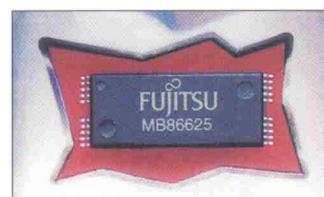
Für Philips' XA-Controller und dessen Derivate kündigt Ceibo einen Low-Cost-Emulator an. Er findet über die serielle Schnittstelle eines PC Anschluß und emuliert den µC entweder mit seinem internen Oszillator oder mit einem Clock-Oszillator stufenweise von 6...24 MHz. Der Emulator arbeitet wahlweise mit oder ohne ROM auf einem speziellen Bond-out-Chip. Alle I/O-Leitungen sind leicht zugänglich und lassen sich für Testzwecke mit Onboard-LEDs und Schaltern verbinden. Die zugehörige Windows-Software enthält einen Online-Assembler/Disassembler, einen C-Compiler sowie einen Source-Level-Debugger für C. Zur Entwicklungsunterstützung für Intels MCS-251 will Ceibo im

ersten Quartal 1997 ein Emulation-Board (EB-251) als Low-Cost-Tool sowie einen In-Circuit-Emulator (DS-251) herausbringen. Der Emulator EB-251 bildet sein reales Vorbild transparent und in Echtzeit mit 64 KByte Programmspeicher nach. Zur komfortablen Handhabung dient ein Debugger unter MS Windows. Der DS-251 ist ein vollständiger In-Circuit-Emulator mit 256 KByte Speicher. Das Entwicklungswerkzeug ermöglicht das Setzen von komplexen Breakpoints, Trigger-Bedingungen zum Start der Aufzeichnung sowie diverse Filter.

Ceibo GmbH
Hausweg 1a
64347 Griesheim
☎ 0 61 55/6 10 05
✉ 0 61 55/6 10 09

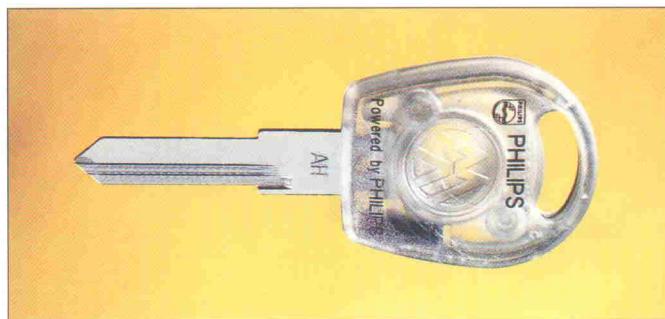
Signalflüsterer

Mit dem Whispers genannten Generic Control Processor stellt Fujitsu ein komplettes DSP-System auf einem Chip vor. DSP steht hier für Digital Signal Processing, da Whispers keinen klassischen DSP-Kern enthält. Statt dessen beherbergt der Baustein einen 16-Bit-SAR-A/D-Wandler (280 kS/s) mit zwei symmetrischen Eingängen und programmierbarem Verstärker (-12...+6 dB in 3-dB-Schritten), einen 16-Bit-D/A-Umsetzer, Antialiasing-Filter ein-gangsseitig, Signalrekonstruktionsfilter am Ausgang, eine PCU (Program Control Unit) mit 16-Bit-Kern inklusive Single-Cycle-Multiply/Accumulate, Onchip-Speicher (48 Worte 16-Bit-Daten-RAM, 192 Worte 16-Bit-Koeffizienten-



RAM sowie 128 Worte 23-Bit-Mikrobefehls-RAM) und eine SPI-Schnittstelle. Beim Hochfahren des Systems holt sich Whispers im Master-Betrieb sein Programm nebst Koeffizienten aus einem an die SPI-Schnittstelle angeschlossenen seriellen EEPROM. Läuft der Chip als Slave, dann läßt er sich via SPI von einem System-Controller steuern.

Fujitsu Mikroelektronik GmbH
Am Siebenstein 6-10
63303 Dreieich-Buchschlag
☎ 0 61 03/6 90-0
Info-✉ 0 89/2 91 36 03
→ <http://www.fujitsu-edc.com/>



Schlüsselgewalt

Laut Philips soll das neue Kfz-Diebstahlsicherungssystem SECT (SECurity Transponder) nicht zu knacken sein. Es basiert als erstes solches System auf einem kryptographischen Transponder, der in den Fahrzeugschlüssel eingelassen ist. Den Datenaustausch via HF stößt das Fahrzeug mit einer zufällig generierten Zahl an, die der Schlüssel dann mit einer bei beiden Teilnehmern gespeicherten Kodesequenz bearbeitet. Anschließend schickt er das Ergebnis zurück. Gleichzeitig nimmt die Kfz-Seite die

Verschlüsselung vor. Stimmen die Ergebnisse überein, wird das Fahrzeug freigegeben. Ein Kopieren des 'Schlüssels' soll unmöglich sein, da auf der HF-Seite nur quasizufällige Daten sichtbar werden. Das Transponder-IC PCF79735 steht im Stick-Package zur Verfügung und soll in höheren Stückzahlen etwa 2 US-\$ kosten.

Philips Semiconductor GmbH
Hammerbrookstraße 69
20097 Hamburg
☎ 0 40/2 35 36-0
✉ 0 40/2 35 36-3 00
→ <http://www.semiconductors.philips.com/>

Rasante SRAMs

Anwendungen, bei denen Schreib- und Lesezyklen direkt aufeinanderfolgen, stellen hohe Anforderungen an SRAMs. Einen Weg, 'Strafzyklen' zu vermeiden, bietet IDT jetzt mit den ZBT-SRAMs (Zero-Bus-Turnaround). Die Bausteine enthalten Ein- und Ausgangsregister sowie Kontrolllogik, um abwechselndes Schreiben und Lesen im Dauerbetrieb ohne Wait-Cycles zu ermöglichen. Als erste Vertreter der neuen Baureihe erscheinen eine Pipelined-Version (IDT71V508) und eine Flow-Through-Variante (IDT71V509). Beide

Chips fassen 128 KByte und arbeiten mit maximal 100 MHz Systemtakt bei 3,3 V. Sie stehen in Musterstückzahlen im 44-Pin-SOJ-Gehäuse zur Verfügung. Gegenüber PBSRAMs (Pipeline Burst Synchronous SRAM) sollen die ZBT-Typen die doppelte Leistung bringen. Den typischen Einsatzbereich sieht IDT in der Kommunikationstechnik.

IDT GmbH
Gottfried-von-Cramm-Str. 1
85375 Neufahrn
☎ 0 81 65/95 71-0
✉ 0 81 65/6 28 96
→ <http://www.idt.com/>

Neu: Design-Tool-Katalog mit Gratis-CD

In der soeben erschienenen fünften Ausgabe präsentiert der neue Hoschar EDA-Katalog auf über 84 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,

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: Hoschar Systemelektronik GmbH, Technologiepark Karlsruhe, Pf. 2928, 76016 Karlsruhe, Tel: 0180/530 35 05, Fax: 0180/530 35 09



Neu mit Gratis Test-CD:
Der Hoschar EDA-Katalog 96/97

Abruf-Coupon

Ja, bitte senden Sie mir den
Hoschar EDA-Katalog und die
Gratis-Test-CD (mit über 450 MB zum
Thema EDA). 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, D-76016 Karlsruhe	

Kopf hoch

Eine Steigerung der Verkehrssicherheit versprechen Head-up-Anzeigen im Kraftfahrzeug, kann sich damit der Fahrer doch über Geschwindigkeit, Fernlicht, Blinker, Kraftstoffreserve und andere Daten informieren, ohne den Blick von der Straße wenden zu müssen. Als Quelle für die Head-up-Anzeige Eye-cue 2000 des Kfz-Zulieferers Delco Electronics dient ein sehr helles Vacuum-Fluoreszenz-Display (VFD). Ein nachgeschalteter asphärischer Spiegel kompensiert dabei die Form der Windschutzscheibe. Im Verein mit dem GPS-Navigationssystem Telepath 100



und dem Trip-Computer entsteht ein Fahrerinformationssystem, das keine Fragen zum Fahrzeugzustand oder nach dem richtigen Weg offenlässt.

Delco Electronics Europe GmbH
Gustav-Nachtigal-Str. 5
65010 Wiesbaden
☎ 06 11/78 77-0
📠 06 11/78 77-8 51
➡ <http://www.delco.com/>

SWIFT dekodieren

Zwei Decoder-ICs für drei Datenübertragungsverfahren via FM-Rundfunk präsentiert OKI mit dem MSM9552 (5 V) reziproke MSM9553 (3 V). Bei den drei Verfahren handelt es sich um DARC (DAta Radio Channel, Japan), SWIFT (System for Wireless Infotainment Forwarding and Teledistribution, Europa) sowie FMSS (FM Subcarrier Service, USA). Sie nutzen einen LMSK-modulierten (Level-controlled Minimum Shift Keying) Hilfsträger bei 76 kHz mit 35 kHz Bandbreite. Daraus resultiert eine Datenrate von 16 kBit/s.

Der MSM9552/3 übernimmt vom Tuner das FM-Multiplex-Signal und stellt die Nutzdaten in seinem Data Reception RAM zur Verfügung. Gedachte Anwendungsbereiche für dieses 'Super-RDS' sind beispielsweise Verkehrsmeldungen, Paging-Dienste oder Differential-GPS.

OKI Electric Europe GmbH
Hellersbergstraße 2
41460 Neuss
☎ 0 21 31/15 96-0
📠 0 21 31/10 35 39
➡ http://ourworld.compuServe.com/homepages/rob_oe/
➡ 101350.3444@compuserve.com

Langlebig

Einen Datenerhalt von mehr als 200 Jahren garantiert Arizona Microchip für Bausteine der neuen EEPROM-Familie 25Cxxx. Daneben sollen die Chips mehr als 10 Millionen Lösch-/Schreibzyklen verkraften. Der Zugriff erfolgt über eine SPI-Bus-Schnittstelle mit maximal 3 MHz Taktrate. Dies sorgt nach Angabe des Herstellers für die momentan weltweit schnellste Datenübertragung. Zunächst stehen zwei Varianten mit 8 KBit (25C080) und 16 KBit (25C160) zur Verfügung, die einen Seitenspeicher

von 16 Byte sowie einen kombinierten Hard- und Software-Schreibschutz bieten. Die Bauteile funktionieren an einer Spannung zwischen 1,8 V und 6 V. Mit der 25Cxxx-Familie stehen EPROMs für die drei meistverwendeten seriellen Busse in Embedded-Applikationen – I²C, Microwire und SPI – zur Verfügung.

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

Rund um USB

Drei Tools für Entwicklung, Inbetriebnahme und Fehler suche in USB-Systemen bietet Nohau Elektronik an: Der USB-In-Circuit-Emulator besteht aus einer PC-Einsteckkarte nebst POD. Er dient zum Debuggen von Applikationen, die auf dem USB-Controller 8x930AX von Intel basieren. Der ICE unterstützt ein Real-Time-Trace mit 104 Bit Speicherbreite und 32 K, 128 K oder 512 K Speichertiefe. Außerdem bietet er Hochsprachen-Support für alle gängigen

C-Compiler. Mittels des USB-Traffic-Generators kann man Datenverkehr auf dem Bus simulieren und beispielsweise das Verhalten von Empfängern bei illegalen Telegrammen überprüfen. Zur Untersuchung von Datenpaketen dient schließlich der USB-Detective, ein PC-basierender Bus-/Protokoll-Analysator.

Nohau Elektronik GmbH
Goethestr. 4
75433 Maulbronn
☎ 0 70 43/92 47-0
📠 0 70 43/92 47-18

Meter-Display

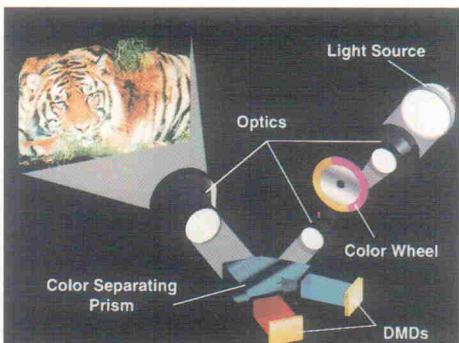
TFT-Farb-LCDs muß man neuerdings in Metern messen. Sharp präsentiert ein TFT-SVGA-Display mit 40 Zoll (1,016 m) Diagonale, das eine Auflösung von 800 × 600 Pixeln bei 24 Bit Farbtiefe (TrueColor) bietet. Dabei sind die Bildpunkte etwa 1 mm² groß. Das Meter-Display besteht aus zwei 29-Zoll-Panels, die ohne sichtbare Naht zusammengefügt werden. Das ganze Anzeigemodul ist lediglich 50 mm tief. Allerdings ist die Leistungsaufnahme (noch) beträchtlich: 130 W. Dafür liegt



der Kontrast bei 150:1 und die Leuchtdichte bei 200 cd/m².

Sharp Electronics Europe GmbH
Sonninstrasse 3
20097 Hamburg
☎ 0 40/23 76-0
📠 0 40/23 76-22 32
➡ <http://www.sharp.co.jp/index-e.html>

Spiegelbilder



arbeitet mit zwei DMDs, die eine Auflösung von 800 × 600 Bildpunkten erreichen. Als Vorteile der DMD-Projektionstechnik nennt TI brillante, kontrastreiche und praktisch nahtlose (keine erkennbaren Zeilen oder Punkte) Bilder

Texas Instruments präsentierte anlässlich der electronica sein DLP-Projektionssystem (Digital Light Processing). Ein Schirm von 1,5 m Diagonale gibt dabei Bilder wieder, die per Farbscheibe und DMDs (Digital Micromirror Devices) erzeugt werden. Die DMDs bringen auf einem etwa daumennagelgroßen Chip rund 500 000 Spiegelelemente unter, die separat ansteuerbar und beweglich sind. Das auf der Messe gezeigte System

selbst bei relativ schwachen Lichtquellen. Systemherstellern steht die DLP-Technologie in Form von Subsystemen, bestehend aus DMD, Lichtquelle, Stromversorgung und Signalverarbeitungselektronik, zur Verfügung.

Texas Instruments Deutschland GmbH
Haggertystraße 1
85356 Freising
☎ 0 81 61/80-0
📠 0 81 61/80-45 16
➡ <http://www.ti.com/>

Chip-Tester

Zur electronica 96 gaben Quickturn Design Systems und Wandel & Goltermann eine gemeinsame Marschrichtung bekannt. Die Kombination aus Quickturns Emulationssystem und dem CXI Modul ANX-920 von W&G soll ASIC-Designern bereits während der Entwicklungsphase das Testen insbesondere von ICs aus dem Telekom-Bereich ermöglichen. Der ANX-920 verlangsamt dazu reelle Telekommunikationssignale auf 1,5 MHz und über gibt diese an den System Realizer zur Design-Emulation. An schließend lässt sich mit dem ANX die Signalintegrität überprüfen und somit ein In-Circuit-Test durchführen. Da auch Signale für Telekom-Standards wie ITU-T, SONET und ATM unterstützt werden, sind die ICs während der Emulationsphase auch auf Einhalten der genannten Protokolle überprüfbar.

Quickturn Design Systems GmbH
Kronstädter Straße 9
81677 München
☎ 0 89/93 94 41 -0
✉ 0 89/93 94 41 50

FPGA und ASIC unter einem Dach

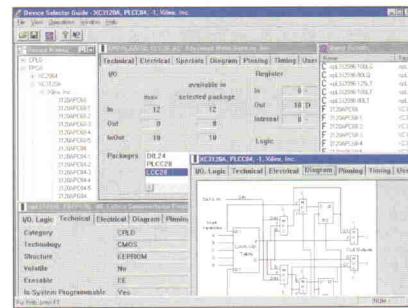
In SPGAs (System Programmable Gate-Arrays) will Actel zukünftig die Vorteile von FPGAs und ASICs vereinen. Zur Entwicklung der ICs kann das Unternehmen als Lizenznehmer auf die CBA-Architektur (Cell-Based Array) von Synopsys zurückgreifen. Typische Applikationen für SPGAs sieht Actel in den Bereichen Kommunikation, DSP, Multimedia, Embedded Systems und Computertechnik. Typische Anwender sucht das Unternehmen in Bereichen, wo derzeit sowohl ASICs als auch programmierbare Logik eingesetzt wird. Unterstützt wird die SPGA-Familie durch den Synopsys FPGA Compiler für Unix, geplant ist auch eine Erweiterung auf den Synopsys FPGA Express für PCs. Die ersten Muster-ICs will Actel Mitte '97 präsentieren.

Actel GmbH
Bahnhofstraße 15
85375 Neufahrn
☎ 0 81 65/61 01
✉ 0 81 65/26 75

Gut ausgewählt

In die Release 5 ihrer Synthesesoftware LOG/iC2 hat die Firma Isdata ein zusätzliches Servicetool integriert. Der Device Selector Guide unterstützt Anwender bei der Auswahl eines geeigneten Logikbausteins für ihr Design. Neben Kriterien wie elektrische Löschbarkeit oder Anzahl der Flipflops und I/Os lassen sich detaillierte Informationen wie interne Schaltbilder oder mögliche Gehäuseformen des ange wählten Baustein abrufen. Die

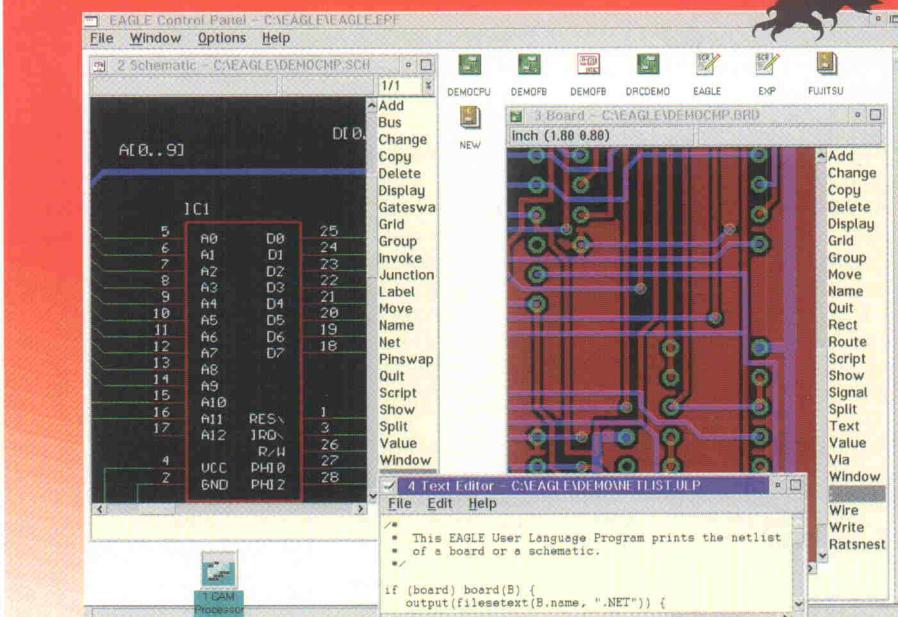
unterlegte Datenbank kann zudem durch individuelle Vermerke, beispielsweise Lagernummer oder Preis, ergänzt werden. Den unter Windows 95 oder Windows NT lauffähigen DS-Guide erhalten Neu- und Wartungskunden von LOG/iC2 ab Februar '97 mit Auslieferung der Vers. 5; ein separater Bezug des Device Selectors ist derzeit noch nicht möglich.



Isdata GmbH
Daimlerstraße 51
76185 Karlsruhe
☎ 0 71/75 10 87
✉ 0 71/75 26 34

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. Neu in der Version 3.5: 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. EAGLE läuft unter OS/2, unter DOS oder als DOS-Applikation unter Windows.

EAGLE 3.5



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 *

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

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

The Ready for OS/2 WARP mark is a trademark of International Business Machines Corporation



CadSoft Computer GmbH

Hofmark 2, 84568 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>

Ready for
OS/2 WARP

Preise für Studenten und Ausbildungsstätten auf Anfrage.

Nicht nur schön bunt

Sie sehen nicht nur hübscher aus – auch die elektrischen und mechanischen Eigenschaften verbessern sich mit der blauen Epoxidharzbeschichtung deutlich: Ringkerne mit einem Durchmesser ab 40 mm sowie Ringkerne aus den höchstpermeablen Werkstoffen T46



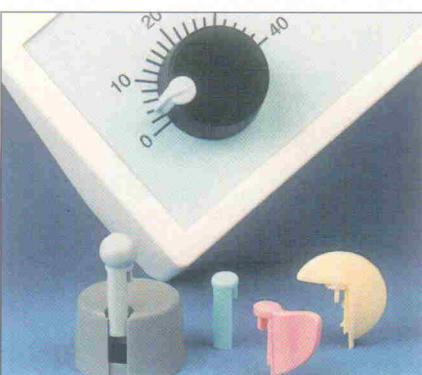
($\mu_i = 15\,000$) sind bei Siemens Matsushita nun standardmäßig mit einer antistatischen Pulverbeschichtung versehen. Insbesondere bei diesen großen und hochpermeablen Kernen bietet die Beschichtung einige Vorteile: So wird der bei der bisher üblichen Polyamid-Beschichtung auftretende Abfall des A_L -Wertes gegenüber unbeschichteten Kernen vermieden; darüber hinaus erhöhen sich mit der Epoxidbeschichtung sowohl die Spannungsfestigkeit als auch die mechanische Belastbarkeit deutlich.

Typische Anwendungen dieser Ringkerne sind unter anderem Drosseln in EMV-Filters oder in Schaltnetzteilen.

Siemens Infoservice
Postfach 2348
90713 Fürth
09 11/97 80
09 11/97 83 21

Knopfbaukasten

Einer Anregung aus Kundengesellschaften folgend bietet OKW seine mit dem iF-Designpreis ausgezeichnete Drehknopf-Reihe Top-Knobs außer in der Farbe Grau jetzt auch in Schwarz an. Hinzugekommen ist außerdem ein Markierungs-element, das eine Feineinstellung und -ablesung ermöglicht.



Damit stehen fünf untereinander austauschbare Markierungs-teile in bis zu fünf unterschiedlichen Farben zur Verfügung.

Das Größenspektrum umfasst Durchmesser von 16...40 mm bei Achsdurchmessern von

4 mm und 6 mm sowie zusätz-lich 1/4".

Die neue Konstruktion schließt jede Berührung mit spannungsführenden Teilen aus; damit werden auch die Forderungen der VDE 700 erfüllt. Für sicheren Sitz auf der Achse sorgt die bewährte seitliche Schraubbefestigung durch Gewindestift mit Innensechskant und Ringschneide. Anschließend wird die Knopfbefestigung durch Aufstecken des Markierungselementes verdeckt. Der Knopfkörper ist innen so weit ausgespart, daß auch eine außenliegende Befestigungsmutter von Poti oder Schalter Platz hat und der Knopf bündig auf der Frontplatte aufliegen kann.

Odenwälder Kunststoffwerke
Postfach 1314
74712 Buchen/Odenwald
0 62 81/4 04-00
0 62 81/4 04-1 44

Netzfilter für Printmontage

Die neuen Netzfilter im Kunststoffgehäuse von Timonta sind in einem breiten Frequenzspektrum von 150 kHz bis 40 MHz als Entstörkomponenten einsetzbar. Sie zeichnen sich besonders durch einfache Montage aus. Lagermäßig stehen im Flachgehäuse mit einer Bauhöhe von nur 17 mm sechs verschiedene Typen für Nennspannungen bis 250 V und Stromstärken von 0,5 A bis 6,5 A zur Auswahl. Durch die kleine kompakte Bauform ist es möglich, den Störer direkt auf der Leiterplatte zu dämpfen. Gleichzeitig können – bei richtig dimensionierten Filtern – auch Störungen aus dem

Netz an ihrer Ausbreitung gehindert werden. Durch Kombination mit Lineardrosseln läßt sich eine weitere Steigerung der symmetrischen Dämpfungswerte erreichen.

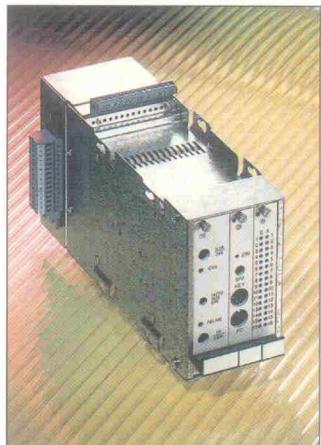
Timonta GmbH
Wöhlerstraße 1-3
79108 Freiburg
07 61/50 41 50
07 61/50 21 87



Mini-Baugruppenträger

Von Vero kommt ein neuer Baugruppenträger mit dem Namen KMS. Er ist geeignet für Wand- und Schaltschrank-Montage und besonders für Anwendungen mit wenigen Steckbaugruppen gedacht. Der Träger ist aus Stahlblech fertig montiert, und alle Teile sind leitfähig miteinander verbunden. Eine separate Verdrahtungshaube für die Montage von Schraubklemmleisten erleichtert die übliche Schaltschrank-Verdrahtung. Kartenführungen im Raster 5,08 mm sind bereits eingebaut.

Vero-Electronics
Carsten-Dressler-Straße 10
28279 Bremen



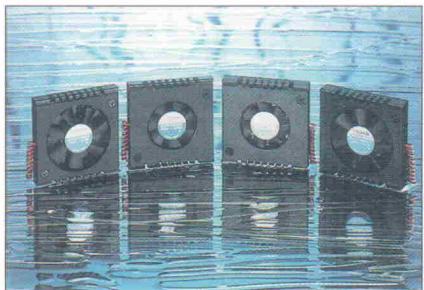
04 21/84 90-1 52
04 21/84 90-1 89

Flacher Lüfter

Schukat stellte auf der electronica die Lüfter von Sunon vor, die sich besonders auf kleine und flache Modelle spezialisiert haben. Einer davon kann direkt auf die CPU montiert werden und ist mit Kühlkörpern nur 7 mm hoch. Der achtpolige Motor ist mit Kugellagern ausgerüstet und verfügt über einen Blockierschutz. Der Hersteller gibt als Einsatz-Umgebungstemperatur den Bereich von -10°C ... $+70^{\circ}\text{C}$ an und weist ganz besonders auf die recht

geringe Geräuschenwicklung hin.

Schukat Electronic
Krischerstraße 27
40780 Monheim am Rhein
0 21 73/95 05
0 21 73/9 50-7 99



Meßgeräte für die Industrie

Unter dem Namen digimess expert bietet die Grundig AG eine Reihe unterschiedlicher Meßgeräte an. Gegenüber anderen Grundig-Meßgerätfamilien eignen sie sich durch einen erweiterten Funktionsumfang besonders gut für den Einsatz im industriellen Meßbetrieb. Zudem sollen Preise unterhalb von 4000 DM für ein auffallend gutes Preis/Leistungs-Verhältnis sorgen. So gehört beispielsweise bei allen expert-Geräten sowohl eine RS-232 als auch eine IEEE-488-Schnittstelle zur Standardausrüstung, was eine problemlose Einbindung in automatisierte Meßsysteme gestattet.

Als Anschauungsbeispiele für das digimess-expert-Programm waren auf der electronica drei der aktuellsten Vertreter der Geräteserie zu begutachten: Der Universalzähler UZ 2500 arbeitet bei Frequenzen zwischen 10 Hz und 2,4 GHz. Als Zeitbasis dient ihm ein Quarzen-Oszillator mit einer Stabi-



litätsabweichung von maximal 0,01 ppm. Das programmierbare Netzteil PN 300 gibt über zwei Kanäle Spannungen bis 30 V mit einer Genauigkeit von 0,05 % aus. Der Strom lässt sich dabei in 1-mA-Schritten bis auf 2,3 A einstellen. Ein zusätzlicher Ausgang liefert 2 A bei 5 V Festspannung. Als drittes Gerät wurde schließlich das RCL-Meßgerät RCL 200 vorgestellt, das unter anderem vollautomatische Messungen kapazitiver und induktiver Größen an Bauelementen mit einer Grundgenauigkeit von 0,2 %/±1 ermöglicht.

Grundig AG
Kurgartenstraße 37
90762 Fürth
☎ 09 11/7 03-41 19
📠 09 11/7 03-41 30

Verbesserte B-Serie



Ihre Oszilloskope der CombiScope-Reihe hat die Firma Fluke jetzt auch als funktionell erweiterte Serie B im Programm. Ein CombiScope verbindet ein Analogoszilloskop für die Signaldarstellung mit einem Digitalspeicher-Scope für die Glitch- und Transienten erfassung. Die Serie B bringt nun als Standardausstattung Leistungsmerkmale mit, die bei früheren CombiScopes nur als Option verfügbar waren. Fluke liefert fünf Varianten, die gegenüber Vorgängergeräten höhere Abtastraten sowie eine größere Speichertiefe aufweisen. Je nach Modell stehen zwei oder vier Kanäle mit Eingangsbandbreiten von 60,

100 oder 200 MHz und einer Speichertiefe von 8 oder 32 KByte bereit. Für wiederholende Signale bieten die Scopes äquivalente Abtastung mit 10 oder 25 GSample/s. Bei Single-Shot-Messungen beträgt die Abtastrate generell 200 MHz. Bei Bedarf lassen sich mehrere Single-Shot-Messungen aufnehmen und für spätere Analysen zwischenspeichern. Zudem ist jetzt generell Software für mathematische Signalauswertungen mit Hilfe des integrierten digitalen Signalprozessors vorhanden, beispielsweise für Fast-Fourier-Transformationen, Integration und ähnliches.

Fluke Deutschland GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 11
34123 Kassel
☎ 05 61/95 94-2 42
📠 05 61/95 94-2 39
📠 info@ks.de.fluke.nl

NEU! Robuste Taster nach IP67 von ITW Switches

- frontplattendicht
- vandalismussicher
- vibrationsfest
- Bohrdurchmesser 12, 16, 22 mm



ISO 9001

TABULA-TRONIC GmbH
Vertrieb von elektronischen Bauteilen

Putziger Straße 2
81929 MÜNCHEN

Tel. 0 89/99 39 23-0 · Fax 0 89/99 39 23-23

Digitale HF-Quelle

Eine Serie digitaler HF-Signalgeneratoren stellte Hewlett-Packard auf der electronica vor. Die Mitglieder der neuen Gerätefamilie HP ESG sollen sich durch flexible Einsatzmöglichkeiten, eine sehr gute Frequenzgenauigkeit und exakte Ausgangspegel auszeichnen. Die ESGs sind als modulare Systeme mit jeweils einem Grundgerät und diversen Einstektkarten konzipiert. Neben einer besonders stabilen Zeitbasis und einem Basisband-I/Q-Generator zählen zu den Features unter anderem wahlweise interne oder externe Datenerzeugung, 100 interne Register zum Abspeichern von Gerätekonfigurationen und Firmware im Flash-EPROM. Optionale Funktions-

erweiterungen gestatten beispielsweise die Signalerzeugung mit verschiedenen digitalen Modulationsformaten sowie standardisierte Tests, etwa für den Einsatz in der Kommunikationstechnik. Erster Sproß der Familie ist der ESG-D3000A, der den Frequenzbereich bis zu 3 GHz abdeckt und zu einem besonders günstigen Einführungspreis zu haben ist. Weitere Modelle für Frequenzbereiche bis 1 GHz und 4 GHz werden folgen.

Hewlett-Packard GmbH
Marketing Kommunikation
elektronische Meßtechnik
Postfach 16 41
61286 Bad Homburg
☎ 0 61 72/16-16 24
📠 0 61 72/16-16 66



Schalter & Taster

Winkelschalter

Wenn eine direkte PCB-Montage wegen der Lage der Leiterplatte im Gehäuse nicht möglich und auch eine separate Schalterplatine nicht angebracht ist, so bieten sich die rechtwinkligen Schalter der Multimec-Serie von MEC als Alternative an. Die Schalter werden mit einem Befestigungsträger geliefert und haben einen Betätigungshub von 1 mm. Mit einer Betätigungs Kraft

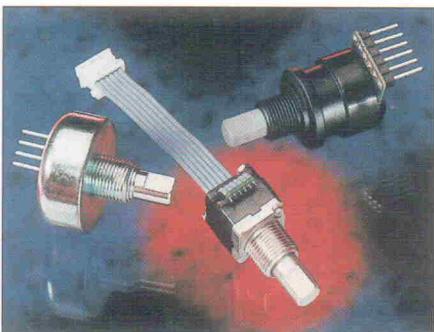
von 2,5 N ergibt sich eine gut spürbare und hörbare Rückmeldung. Die mechanische Lebensdauer beträgt 10 Millionen Schaltspiele. Darüber hinaus entsprechen die Komponenten der Schutzart IP-67M.

C&K Components GmbH
Postfach
82058 Neuried
0 89/7 45 19-450
0 89/7 45 19-400

CRYSTEL
A Cirrus Logic Company

CIRRUS LOGIC
<http://www.cirrus.com>

**VGA/Modem/Sound
Chipsets**



Opto-Schalter

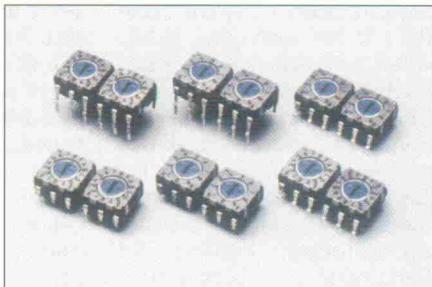
Der amerikanische Hersteller Grayhill bietet mit seiner Baureihe 61/62 kompakte optisch gekoppelte Drehimpulsschalter an. Eine LED im Innern des Schalters sendet Licht aus, das, gesteuert durch eine Schlitzscheibe, auf einen Fototransistor trifft und diesen durchschaltet. Im Kontaktbereich tritt also keine mechanische Beanspruchung auf. Deswegen wird eine Lebensdauer von mindestens drei Millionen Schaltspielen garantiert. Optional ausgestattet mit einem Drucktaster erhält man ein gutes Eingabemedium für Einhandbedienung. Die Datenausgabe erfolgt im 2-Bit-Quadratur-Code.

Data Modul AG
Landsberger Straße 318-320
80687 München
0 89/5 60 17-0
0 89/5 60 17-119

Widerstand inbegriffen

Ein Kodierschalter wird beim Einsatz in einer digitalen Schaltung im Normalfall an eine Parallelanordnung von Widerständen und Dioden angeschlossen. Für Einsatzfälle, bei denen es auf effektive Nutzung eines jeden Quadratmillimeters der zur Verfügung stehenden Platinenfläche ankommt, bietet Copal Electronics unter der Bezeichnung S-9000 einen neuen platz- und kostensparenden Dreh-Kodierschalter mit integrierten Widerständen in SMD-Technik an. Es gibt sowohl Ausführungen in J-hook als auch Gull-wing. Die Schalter sind hermetisch abgedichtet und somit für alle üblichen Lötz- und Waschverfahren geeignet.

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



CIRRUS LOGIC
<http://www.cirrus.com>

**VGA/Modem/Sound
Chipsets**

AOPEN

PROLINK

ASKEY

ASKEY COMPUTER CORP.

CHAINTECH

JOYTECH

CIRRUS LOGIC	AOPEN	ASKEY	CHAINTECH	JOYTECH	PROLINK
FAX NO.: 086-2-7184526	FAX NO.: 086-2-7197385	FAX NO.: 086-2-2187255	FAX NO.: 086-2-2187268	FAX NO.: 086-2-2187265	FAX NO.: 086-2-2181065

<http://www.cirrus.com>

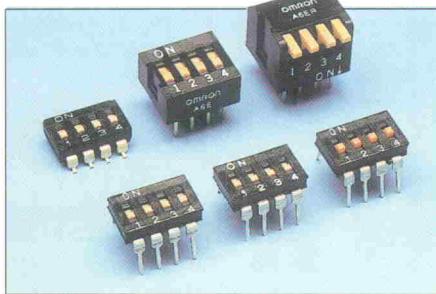
<http://www.aopen.com.tw>

<http://www.askey.com.tw>

<http://www.chaintech.com.tw>

<http://www.joystech.com.tw>

<http://www.prolink.com.tw>



Touch and feel

Seit kurzem bietet Elektrosil Planern und Entwicklern die Möglichkeit, eine neu entwickelte Silikon-Rubber-Schaltmatte kostenlos anzufordern. Auf der voll funktionsfähigen Matte sind acht Tasten mit unterschiedlichem Schalldruck angebracht. So kann der Planer und Entwickler den gewünschten Schalt-Touch im Vorfeld testen und individuell für sein Projekt aussuchen.

Elektrosil GmbH
Hellgrundweg 109
22525 Hamburg
☎ 0 40/84 40 40
📠 0 40/84 40 50



Kodierung auf engstem Raum

Die Pflichtenhefte der Hersteller von Telecom-, Servotreiber- oder Druckerprodukten verlangen meist minimale Bauteilabmessungen bei gleichzeitig guter Bedienbarkeit, optimale Verarbeitungsmerkmale und niedrige Preise. All diesen Forderungen will die Firma Omron mit ihrer neuen DIP-Schalter-Serie A6x gerecht werden. Die Kodierschalter A6E/ER und A6S sind jeweils mit 2...10 Schaltelementen, die A6T-Reihe im gleichen Bereich jedoch nur in gradzahligen Ausführungen (2, 4, 6...) verfügbar. Die preisgünstige Variante A6E/A6ER besitzt bereits eine flussmitteldichte Basis und ist mit zwei verschiedenen Betätigungsselementen (flach bzw. erhöht) lieferbar. Für SMD-Montage wurde die DIP-Schalterreihe A6S entwickelt, die mit einem sehr flachen Gehäuse ausgestattet und einer Folie abgedichtet ist.

Omron Electronics GmbH
Iterpark 2-4
40724 Hilden
☎ 0 21 03/2 03-3
📠 0 21 03/2 03-400

Hart erprobt

Durch besondere Robustheit zeichnet sich die neue Frontplattentasterreihe 76 von ITW Switches, im deutschen Vertrieb bei Tabula-Tronic, aus. Die Modelle aus nicht funkendem Material (NCB481/1965) sind abgedichtet nach IP67 und können im Temperaturbereich von -40 °C...+125 °C eingesetzt werden. Die Abmessungen betragen 30 mm × 30 mm, der Bohrdurchmesser 22 mm und die Einbauteufe 23 mm. Die Serie umfasst Öffner, Schließer und Wechsler, wobei die Schaltleistung mit 250 V_{AC}/10 A spezifiziert ist. Standardmäßig

sind Tastkappen in schwarz, rot und grün erhältlich. Als Optionen bietet der Hersteller eine zweipolare Version, Goldkontakte, Zusatzfarben und Beschriftung an.

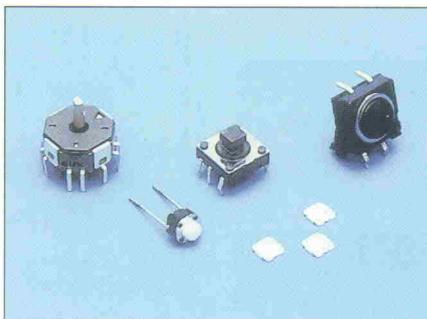


Tabula-Tronic GmbH
Putziger Straße 2
81929 München
☎ 0 89/99 39 23-0
📠 0 89/99 39 23-23

Fünf Neue

Der Distributor Rykom stellt gleich fünf neue Miniaturschalter des Herstellers ALPS vor. Der Tact-Schalter SKHCLA ist für platzsparenden, stehenden Leiterplatteneinbau ausgelegt. Es handelt sich um einen Snap-in-Typ, der auf der Platine einschnappt und horizontal zu bedienen ist. Zum Einbau in Folientastaturen ist der Tastschalter SKQR konzipiert. Das Modell in besonders flacher SMD-Ausführung ist Reflow-Lötverfahren-geeignet. Die dritte Neuerung, der Tact-Schalter SKQN, präsentiert sich mit einem zylindrischen Grundkörper von nur 6 mm Durchmesser und weist einen Betätigungssteg von bis zu 9,5 mm auf. Nummer vier ist ein in vier Richtungen schaltbarer Tact-Schalter. Hervorzuheben ist bei dem SKQU die nur 10 mm × 10 mm messende Grundfläche und die gut spürbare Rückmeldung beim Schalten. Komplettiert wird die Neuheitenpalette durch den Miniatur-Joystick RJKL. Dieser Typ bietet acht kreisförmig angeordnete Schaltpositionen sowie einen zentralen Drucktaster.

RyKom Elektronik-Komponenten GmbH
Junkerstraße 3
82178 Puchheim
☎ 0 89/8 00 97-0
📠 0 89/8 00 97-200



8. Internationale Messe mit Kongreß für
**Sensoren
Meßaufnehmer & Systeme**

13.-15. Mai 1997
Messegelände Nürnberg



600 Firmen aus 23 Ländern
präsentieren:

- **Sensoren, Meßwertaufnehmer und Systeme** für Anwendungsgebiete wie:
 - Automobiltechnik
 - Maschinenbau
 - Luft- und Raumfahrt
 - Verfahrenstechnik
 - Sicherheitstechnik
 - Medizintechnik
 - Automatisierungstechnik
 - Raumluft- und Klimatechnik
 - Umwelttechnik
 - Prüf- und Kalibriertechnik
- **Analysengeräte und Labormeßtechnik**
- **Sensorsysteme**
- **Mikrosysteme**
- **Meßsignalverarbeitung**
- **Periphere Komponenten**
- **Dienstleistungen**



Informationen bei:

ACS Organisations GmbH
Postfach 23 52
D-31506 Wunstorf
Tel. 0 50 33 - 20 15
Fax 0 50 33 - 10 56
Internet: www.sensor97.de

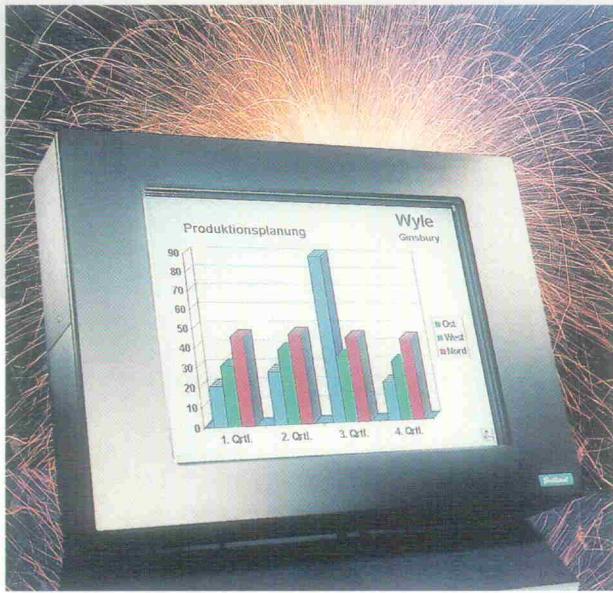
Dienstleistungsunternehmen
des
Fachverband für Sensorik

AMA

Radio und TV

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik
für Januar 97



Dünne leuchtende Kunststofffolien eignen sich nicht nur zur Hintergrundbeleuchtung von LC-Displays. Großflächiges, gleichmäßiges Licht ohne Wärmeentwicklung ist auch der Traum vieler Licht-Designer. Wie lange es noch dauert, bis die Wohnzimmersleuchte gegen eine Leuchttapete ausgetauscht werden kann, zeigt ein Beitrag im Prisma-Magazin auf N3 (28. 1. um 22.15 Uhr).

Mittwoch, 1. 1.

WDR Fernsehen 10.45 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik

hessen 3 1 4.30 Uhr

Die großen Rätsel (7): Das Geheimnis der Pyramiden

Donnerstag, 2. 1.

3sat 13.30 Uhr

Auto 2000: Ein Hightech-Produkt voll Elektronik

DW-tv 17.00 Uhr

Feature: The Man Who Made Dynamite – Alfred Nobel (in englischer Sprache!)

hessen 3 23.05 Uhr

Aus Wissenschaft und Forschung: Abenteuer Erde (1)

Freitag, 3. 1.

D. Radio Berlin 11.00 Uhr

Natur und Wissenschaft: Computer für den guten Klang

Samstag, 4. 1.

D. Radio Berlin 11.00 Uhr

Natur und Wissenschaft: 'Lokführer im Crashkurs' – ICE-Fahrten im Simulator

Sonntag, 5. 1.

ZDF 19.30 Uhr

Der Mensch und sein Universum (1): Ursprung und Anfang

hessen 3 20.15 Uhr

Aus Wissenschaft und Forschung: Bionik – Bäume als Lehrmeister

Montag, 6. 1.

N3 13.00 Uhr

DokZeit: Deutsche Forscher im 19. Jahrhundert (1): Alexander von Humboldt

Dienstag, 7. 1.

N3 22.15 Uhr

Prisma: Der richtige Riecher

Donnerstag, 9. 1.

N3 17.30 Uhr

Städte im Weltall (1): Reisen zum Mond

Freitag, 10. 1.

D. Radio Berlin 11.00 Uhr

Natur und Wissenschaft: Von den Augen abgelesen – Identifizierung am Geldautomaten

Sonntag, 12. 1.

ARD 17.00 Uhr

ARD-Ratgeber: Technik

ZDF 19.30 Uhr

Der Mensch und sein Universum (2): Faszination Leben – Innovative Filmtechnik zeigt das Universum der kleinen und kleinsten Lebewesen.

hessen 3 20.15 Uhr

Aus Wissenschaft und Forschung: Bionik – Patente der Natur (2): Das Geheimnis der Bewegung

Montag, 13. 1.

3sat 16.15 Uhr

Die wunderbare Welt der Sterne (1/7): 1. Die Anfänge

DW-tv 17.00 Uhr

Feature: As the Crane Flies – The Story of Lufthansa

Dienstag, 14. 1.

ARD 21.35 Uhr

Globus: Forschung und Technik

Donnerstag, 16. 1.

WDR Radio 5 14.30 Uhr

Konturen – Bildung am Nachmittag: Draht statt Äther – Radio und Telefon via Internet

Deutschlandfunk 20.10 Uhr

Studiozeit – Gehirnforschung als Geisteswissenschaft: Jeder programmiert sich selbst. Neue Technologien erlauben Medizi-

tägliche Radiosendungen

D. 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 Sendungen

arte Dienstag, 20.00 Uhr

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

N3 Dienstag, 22.15 Uhr

Prisma-Magazin

nern bahnbrechende Einblicke in Struktur und Funktionsweise des menschlichen Gehirns.

hessen 3 22.30 Uhr

Aus Wissenschaft und Forschung: Abenteuer Erde (3)

Samstag, 18. 1.

N3 17.30 Uhr

Städte im Weltall (2): Leben auf dem Mond

Montag, 20. 1.

3sat 0.15 Uhr

Hat Kohl Madonna geküßt? – Wie man Bilder manipuliert

Donnerstag, 23. 1.

DW-tv 17.00 Uhr

Feature: Adam Opel – A German Industrial Pioneer

DW-tv 17.30 Uhr

Feature: Standard Practice – The World According to DIN

N3 17.30 Uhr

Städte im Weltall (3): Reisen zum Mars

Sonntag, 26. 1.

3sat 7.45 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Marconi und die drahtlose Telegraphie

Montag, 27. 1.

3sat 16.45 Uhr

Die wunderbare Welt der Sterne (3/7)

Dienstag, 28. 1.

N3 22.15 Uhr

Prisma-Magazin

Donnerstag, 30. 1.

* Heute gibt's die neue ELRAD

N3 17.30 Uhr

Städte im Weltall (4): Reisen zum Mars

Press-Release.

1000 Analog IC Datenblätter und Applikationsberichte von SE-MAXIM auf einer CD.

Im Laufe der Jahre hat MAXIM Integrated Products Inc. - vertreten durch SE Spezial-Electronic KG - mehr als 800 Bausteine entwickelt. Die dazugehörigen Datenblätter sind in sieben umfangreichen Datenbüchern zusammengefaßt.

Es ist manchmal gar nicht so einfach, ein bestimmtes Datenblatt zu finden. Dies kennen Sie sicher aus eigener Erfahrung: Auf der Suche nach den technischen Daten eines Bausteins stellen Sie fest, dass gerade jenes Datenbuch in Ihrer Sammlung fehlt, in dem die gewünschte Information steht.

Damit Sie fortan die Informationen schneller parat haben, bietet Ihnen SE Spezial-Electronic KG eine CD-ROM an, die sämtliche MAXIM-Datenblätter enthält.

Das Produkt-Programm ist in folgende Baugruppen gegliedert:

- ◆ Multiplexer, Switches, Military
- ◆ Interface Products
- ◆ Op Amps, Comparators
- ◆ DC-DC Converters
- ◆ Power Supplies
- ◆ Watchdogs
- ◆ Analog Filters
- ◆ AD-Converters
- ◆ High Speed, Video, Comparators
- ◆ DA-Converters
- ◆ Display Drivers
- ◆ Voltage References
- ◆ 3 V Analog
- ◆ Wireless

Die CD erhalten Sie von uns kostenlos und wird Ihnen auf Anforderung zugeschickt. Neben allen MAXIM-Entwicklungen enthält die CD auch Second Source-Produkte. Ein Update erfolgt alle drei Monate.

Systemvoraussetzungen sind: PC ab 486, mindestens 4 MB Hauptspeicher, ca. 2 MB freier Festplattenspeicher, Windows 3.1 oder höher, VGA-Grafikadapter (Auflösung 800 x 600, 256 Farben empfehlenswert). Alle Datenblätter liegen im PDF-Format vor. Der zum



Lesen und Drucken
erforderliche Reader ist
in der Version II auf der
CD enthalten.

Faxen Sie uns Ihre CD-Anforderung sofort. Fax 01908-711 46-53. Umso schneller können Sie mit der neuen MAXIM-CD arbeiten.

Beratung durch Herrn Hasenkrug.
Telefon 05722- 203 136

Senden Sie mir bitte die neue, kostenlose MAXIM-CD und künftige Updates zu.

Firma _____

Abt. _____

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Telefon _____

Fax _____

Meine Tätigkeit _____

Bitte sofort faxen an: 01908-711 46-53



Spezial-Electronic KG

31665 Bückeburg, Zentrale, Tel.: 0 57 22-20 30, Fax: 0 57 22-20 31 20, 73473 Ellwangen, Tel.: 0 79 61-9 04 70, Fax: 0 79 61-90 47 50
39015 Magdeburg, Tel.: 03 91-60 829-0, Fax: 03 91-60 829-20, 81806 München, Tel.: 0 89-42 74 120, Fax: 0 89-42 81 37

Technischer Datenpool

Bisher nur über T-Online oder Datex-P erreichbar, hat das Frankfurter Fachinformationszentrum Technik vor wenigen Wochen auch den Zugriff auf technisch relevante nationale und internationale Daten über das Internet ermöglicht. Wer auf dem WWW-Server des FIZ Technik bestimmte Informationsbereiche sucht, findet dafür zunächst Beschreibungen des verfügbaren Datenpools vor. Geboten werden Quellen für die Recherche in Fachartikeln, Patentschriften, Normeninformationen und ähnlichem. Der Antrag für den kostenpflichtigen Zugriff auf die derzeit 120 erreichbaren Technikdatenbanken lässt sich bei Bedarf direkt on-

line beantragen. Für eine strukturierten Recherche mit Suchfunktionen ist keine gesonderte Software erforderlich, ein gängiger Web-Browser reicht völlig aus. Zum Kennenlernen gibt es im Web-Angebot des FIZ auch gebührenfreien Zugriff auf einige Übungsdatenbanken.

Fachinformationszentrum Technik e.V.
Postfach 600547
60335 Frankfurt
0 69/43 08 22
http://www.fiz-technik.de



Interface-Info im Web

Ein eigenes WWW-Angebot hat die Firma Weidmüller Interface aufgelegt. Vorgestellt werden hier sowohl das Unternehmen selbst als auch die lieferbaren Paletten an Steckmodulen, Klemmverbindern, Leitungster-

minals und ähnlicher Verbindungstechnik. Technische Informationen stehen dabei in Form von Datenblättern im PDF-Format zum 'Runterladen' bereit. Kurzvorstellungen neuer Produkte, Messertermine, Pressemitteilungen, Adressen für die direkte Kontaktaufnahme sowie Links auf die Web-Seiten weiterer Unternehmensbereiche von Weidmüller runden das Angebot ab.

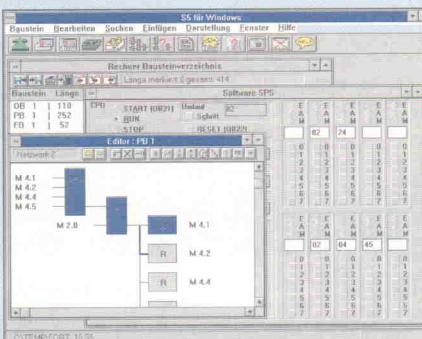
Weidmüller Interface GmbH & Co.
Postfach 2807
33058 Paderborn
0 52 52/9 60-0
0 52 52/9 60-1 16
http://www.weidmueller.de



... Zwei CDs umfassen die **Technical Literature Database** von National Semiconductor, die Halbleiterdaten und Applikationsschriften bereitstellt. Wie **National's Web Site Guide**, ein 10-seitiges Informationsblatt über die Inhalte des konzerneigenen Web-Angebotes, kann die Database beim Europe Support Center angefordert werden (01 80/5 30 85 86, europe.support@nsc.com) ... **35 Millionen Literaturhinweise** sind in der WordCat-Datenbank des Online Computer Library Center zu finden. Zugriff auf die weltgrößte Bibliotheksdatenbank mit Verzeichnissen von über 23 000 Bibliotheken in 63 Ländern vermittelt das FIZ Karlsruhe über das Informationsnetzwerk STN International (WWW-Info: http://www.fiz-karlsruhe.de) ...

Step-5-Praktikum

Lehrmaterial für das Selbststudium speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) liefert Electronic Media auf CD-ROM. Zu den Inhalten gehören etliche realitätsnahe Beispiele von Steuerungsproblemen, wobei sich die Aufgabenstellung sowie passende praxisgerechte Lösungsvorschläge jeweils in Form von Texten und Illustrationen präsentieren. Programmierübungen unterstützen die CD mit einer Windows-Software für die Nachbildung eines Automatisierungsgerätes mit Step-5-Syntax, also die Simulation einer Siemens Simatic-Steuerung. Die Software gestaltet Applikationsentwicklungen mit bis zu vier Programmbausteinen. Das für Entwicklungen am simulierten Automatisierungsgerät und für Aufgabenlösungen erforderliche Grundlagenwissen findet der Anwender größtenteils in Form von Windows-Help-Daten vor. Dadurch ist jeder-



zeit eine Lektüre parallel zur praktischen Übung am Monitor möglich. Neben dem Schwerpunktthema Step 5 gibt es auch Informationen zur Programmierung in Step 7 und IEC1131. Die CD ist zum Preis von 78 DM über den Fachbuchhandel erhältlich und empfiehlt sich besonders für die vorbereitende Einarbeitung angehender Steuerungspraktiker.

Prof. Dr. Ing. Adolf Auer
SPS-Praktikum
der Step-5-Syntax

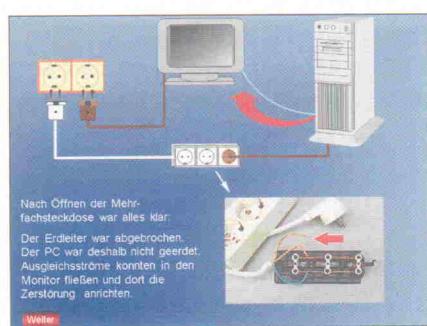
Electronic Media GmbH,
Detmold, 1996
ISBN 3-9804331-4-5

Elektronik abgesichert

Unter dem Titel 'Ist Ihr Stromanschluß computertauglich?' hat die Münchener Tela-Versicherungs AG eine Präsentation auf CD-ROM herausgebracht, die sich mit der Absicherung von EDV-Anlagen und elektronischen Geräten befaßt. Mit der Erfahrung eines spezialisierten Versicherungsträgers geht man davon aus, daß Schäden an Computern und ähnlicher Elektronik nicht nur mit Kosten, sondern immer auch mit Aufwand an Zeit und Nerven verbunden sind. Um dem zu entgehen, gibt eine Powerpoint-Präsentation den Betreibern von Elektronikgeräten via PC diverse Tips zur Vermeidung von Störungen und zur Erhöhung der Betriebssicherheit schon bei Installation und Einsatzplanung. Die CD wird gegen eine Schutzgebühr von

9,90 DM über den Wißner-Verlag vertrieben. Falls es für Vorbeugung bereits zu spät sein sollte, finden sich vergleichbare Infos sowie Hinweise über mögliche Versicherungsleistungen und eine geeignete Vorgehensweise bei einer Schadensmeldung auch auf den Web-Seiten der Tela AG.

Dr. Wißner Verlag + Online Service
Hugo-Eckener-Straße 1
86159 Augsburg
0 82 1/25 989-0
0 82 1/59 49 32
wissner@aol.com
http://www.tela-versicherung.de



Matthias Carstens



19. Tonmeister- tagung in Karlsruhe

Messe und Kongress des Verbandes Deutscher Tonmeister

Zum vierten Mal trafen sich in der Karlsruher Stadthalle Fachpublikum und Aussteller der professionellen Audio- und Video-Branche. Der im zweijährigen Rhythmus stattfindende Kongreß steht auf Erfolgskurs, denn die Zahl der Besucher und Aussteller strebt weiter aufwärts.

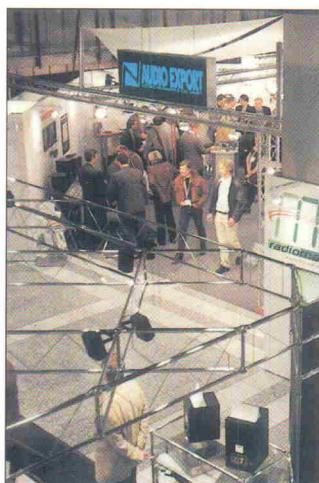
Bei Eintrittspreisen von 95 D-Mark für Nichtmitglieder des Verbandes Deutscher Tonmeister (VDT) ist eine Besucherzahl von 4000 mehr als beeindruckend. Doch der Zulauf ist leicht zu erklären, handelt es sich hier doch nicht um eine typische (Produkt-)Messe, sondern in erster Linie um ein Forum für Referenten, mit vielfachen Möglichkeiten des Erfahrungsaustausches und der Information. Die den Kongreß begleitende Ausstellung expandiert jedoch unaufhaltsam und erreichte dieses Jahr mit 188 internationalen Herstellern nicht nur einen neuen Höhepunkt, sondern nähert sich unaufhaltsam den Grenzen der Stadthalle. Während die Hersteller ihren Schwerpunkt naturgemäß bei Werbung und Verkauf sehen, nutzt das Fachpublikum die Möglichkeit der gezielten Information und Beratung. Aber auch Erfahrungs-

berichte seitens der Anwender gelangen unverfälscht an die richtigen Kontaktpersonen, da sich auf den Ständen nicht nur Produktmanager, sondern oft auch Techniker und Entwickler finden.

Mit dem diesjährigen Leitspruch 'Wir geben den Ton an', zeigt der VDT nicht nur selbstbewußt, welche Rolle Tonmeistern, Tontechnikern und Toningenieuren zukommt, sondern weist auch auf den Anspruch des künstlerischen Anteils der Tonmeistertätigkeit bei Film und Ton hin. Die Forderung des VDT, daß Filmtonmeister als Miturheber am Filmwerk anzusehen sind, wird jedoch bisher weder vom Gesetz noch den Verwertungsgesellschaften (GEMA, GVL) anerkannt.

Dem Thema Surround und Mehrkanalton widmete sich ein eigenes Programm in dem der Stadthalle gegenüberliegenden Konzerthaus. Mit Unterstützung der Firmen Audio-Export, Delta, Genelec, Philips, Sony und Studer installierte man ein Surround-Demo-Kino auf 100 m² Fläche mit 40 Sitzplätzen, in der imposante Vorführungen zu den Bereichen Kinofilm, Musik, Reportage, DVD und DAB stattfanden.

Eine beeindruckende Sonderveranstaltung diskutierte den klanglichen Einfluß der Sitzposition von Musikern in einem Symphonieorchester. Mit dem Orchester der Universität Gießen wurde eindrucksvoll vorgeführt, welche Klangunterschiede entstehen, wenn die zweiten Geigen und Cellisten 'unüblich' im Orchester plaziert werden. Wobei diese Unterschiede nicht nur live, sondern natürlich auch bei einer Auf-



Mit knapp 190 Ausstellern stößt die Messe zur Tonmeistertagung bald an die Grenzen der Karlsruher Stadthalle.

nahme deutlich hörbar sind, und gerade der Konserve mehr Frische und Ausdrucks Kraft bescheren können.

Die Vorträge waren jeweils nach Themen und Tagen eingeteilt. Während sich am Tag der Eröffnung alles um Beschaltung drehte, referierte man an den folgenden über Digitaltechnik und ihre Qualitätsbewertung, Raumakustik, Klangdesign und Aufnahmepraxis, Studioplanung und -bau, Nachproduktion, Massenspeicher und Archivierung sowie Psychoakustik. Aufgrund des engen Verhältnisses des VDT und seiner Mitglieder zu Funk und Fernsehen durfte natürlich das Thema rechnergestützter Rundfunk nicht fehlen.

Hinter diesen eher profanen Themenbereichen versteckten sich eine Vielzahl sehr interessanter Vorträge. Das Spektrum reichte von der Anwendung der EMV-Normen über ADC- und DAC-Meßverfahren bis zur Modellierung von Orgelkloppenpfeifen nach dem digitalen Waveguideverfahren und wurde von zahlreichen Produktforen, in denen Hersteller ihre interessantesten Geräte live vorstellten, ergänzt.



Rohde & Schwarz' UPL kann pro Kanal 17 Kurven nacheinander messen, darstellen und speichern.

Der allgemeine Trend zur Digitalisierung erreichte einen neuen Höhepunkt. Nach den Bandmaschinen scheinen nun die Mischpulte die Welt der Analogen vollends zu verlassen. Das neue Yamaha O3D, ein 16-kanaliges professionelles Produktionspult mit feinster Ausstattung, soll um 6000 D-Mark kosten. Der digitale Rundfunk präsentierte sich mit einer Premiere: Nein, nicht der seit Jahren auf sich warten lasende Durchbruch von DAB (Digital Audio Broadcast) ist hier gemeint, sondern die privatisierte Telekom, welche erstmalig mit einem Stand vertreten war, und Geräte rund um Satelliten, DAB und GPS ausstellte.

Wie übrigens auch Grundig, aus deren Mobilfunkgerätereihe das MT118 GPS zu sehen war.

Bei Rohde & Schwarz freute man sich über den gerade er-

folgten Vertriebsstart des UPL in den USA, welcher dort von Tektronix abgewickelt wird. Die Reaktionen waren scheinbar hervorragend. Bei einem Gespräch über den Test des UPL in *ELRAD* 9/96 trat leider ein Mißverständnis zutage: Das UPL kann nicht nur zwei, sondern pro Kanal 17 Kurven nacheinander messen, darstellen und speichern. Zusammen mit den von R&S bereits erfolgten Korrekturen an der Software steht das UPL damit praktisch ohne Kritikpunkte dar. Bei RTW gab es ebenfalls Neues zu vermelden, nämlich eine komplett überarbeitete Software, welche dem 'System Two' zu neuen Höhenflügen in Sachen Performance verhelfen soll. Auf die Frage, ob Audio Precision in den USA auf das UPL nun mit Preissenkungen für das 'System Two' antworten wird, wollte man am Stand jedoch nichts sagen. Einen Test des 'System Two' in der *ELRAD* lehnte man kategorisch ab – was ja auch eine gewisse Aussage hat. Bei Neutrik gab es eine neue Variante des Multitonmeßgerätes Rapitest sowie eine neue Software zur Fernsteuerung des bekannten Audiomeßsystems A2. Der

AS04 genannte Nachfolger der bisherigen AS03 ist ein vollwertiges Windows-Programm, das nun auch die digitalen Meßfunktionen per Rechner zugänglich macht und sich zu näherer Betrachtung schon im *ELRAD*-Labor befindet.

Die nächste Tonmeistertagung findet vom 20. bis 23. 11. 1998 vermutlich letztmalig in Karlsruhe statt. Danach ist Düsseldorf als neuer Standort geplant, nicht nur weil den Herstellern damit mehr Platz zur Verfügung steht, sondern auch wegen der besseren Tagungsräume. Insbesondere der riesige, nicht teilbare Brahmsaal in der Karlsruher Stadthalle ist bei vielen Referenten mehr als unbeliebt.

pen

Bildungswerk des Verbandes Deutscher Tonmeister
Masurenallee 8-14
14057 Berlin

Messenachbericht SPS/IPC/Drives 96

NT-Echtzeit

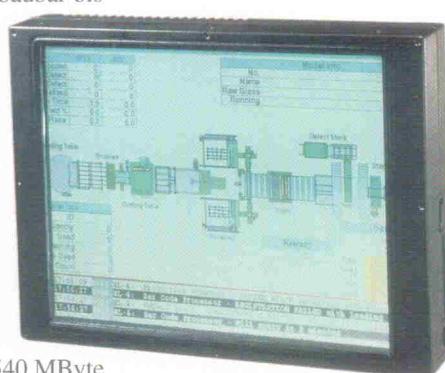
Mit der WinCAT-Kernel-Extension verhilft das Haus Beckhoff Windows NT 4.0 zu einer verbesserten Echtzeitfähigkeit. Die Auflösung soll bei 100 µs mit einem maximalen Jitter von ± 15 µs liegen. Dabei kommt das System ohne eine Hardware-Erweiterung aus. Es läuft nach Angaben des Herstellers auf jeder intelkompatiblen Hardware. Auf die Kernel-Extension setzt die WinCAT-Workbench auf. Diese bietet Steuerungsfunktionen wie I/O, PLC (SPS-Interpreter nach IEC 1131), CNC-Kernel,

PID-Regler, Anwender-Tasks sowie Konfiguration und System-Monitoring. Die Kommunikation zwischen den beiden Schichten läuft über einen AMS-Router (Automation Message Specification). Verbindung zu anderen Windows-Applikationen nimmt WinCAT via OCX oder OLE auf.

Beckhoff Industrie Elektronik
Eiserstraße 5
33415 Verl
0 52 46/9 63-0
0 52 46/9 63-1 49
<http://www.beckhoff.de/>

Flachmann I

Auf nur wenig mehr als der Fläche eines A4-Blattes bringt IBM einen kompletten IPC unter. Ein Pentium-Prozessor mit 100-MHz-Takt und 8 MByte Speicher (ausbaubar bis 40 MB) treibt das Machine-Interface 7592-P01 an. Die Darstellung von Prozeßbildern übernimmt ein 12-Zoll-Touchscreen. Das TFT-LCD-Display bietet eine Auflösung von 800×600 Pixel und 16 Bit Farbtiefe. Die integrierte 2,5-Zoll-IDE-Festplatte faßt 540 MByte oder 810 MByte.



IBM Informationssysteme GmbH
Industrieprodukte
Laaizer Straße 1
30539 Hannover
0 51 15 16-0
0 51 15 16-13 05
<http://wwwprodoln.bocaraton.ibm.com/>

Weiterhin steht ein PC-Card-Steckplatz für eine Typ-III- oder zwei Typ-II-Karten bereit. Als Betriebsspannung akzeptiert der Rechner 12...24 VDC.

Leistungshoch

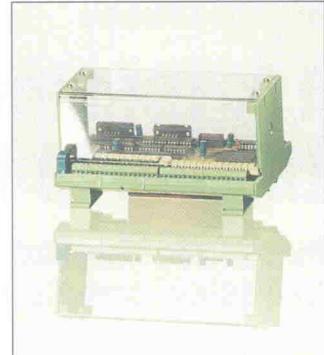
Die 19-Zoll-Rackrechner der KPR-Serie stattet Kontron jetzt auch mit Pentium-CPU-Boards mit 256 KByte Cache und Taktraten von 133 MHz oder 166 MHz aus. Dabei faßt das System bis zu 128 MByte RAM und läßt sich wahlweise an 24/48 VUC, 110/220 VAC oder 24 VDC betreiben. Als Anwendungsbeispiel für die KPR-Rechner zeigte Kontron eine Bildverarbeitungslösung basierend auf dem Softwarepaket KS-QC, das die Standbilder von drei Kameras auswer-

tet. Das System dient beim Recycling-Unternehmen West-AB zur Erkennung und Sortierung von Batterien anhand typischer Merkmale wie Form und Aufdruck. Es klassifiziert pro Sekunde bis zu acht Zellen. Dabei liegt die Erkennungssicherheit – saubere Batterien vorausgesetzt – bei rund 90 Prozent.

Kontron Elektronik GmbH
Oskar-von-Miller-Straße 1
85386 Eching
0 81 65/77-5 55
0 81 65/77-2 15
<http://www.kontron.com/>

Dezentral-I/O

Unter der Bezeichnung eac-DIES präsentiert die Berliner Firma eac Automation-Consulting GmbH selbstentwickelte Feldbuskomponenten für dezentrale industrielle Steuerungen. Feldseitig besteht das System pro Ring aus maximal 32 I/O-Modulen für binäre, analoge oder Zählfunktionen. Die E/A-Baugruppen befinden sich standardmäßig in einem Polycarbonatgehäuse, das wahlweise auch in spritzwassergeschützter Ausführung oder für Hutschienenmontage erhältlich ist. Auf der Steuerungsseite sorgt ein Kommunikationsprozessor für die Verbindung ins Feld. Die Karte steht wahlweise für ISA-, VME-, Multibus oder Simatic-S5 zur Verfü-



gung. Ein Dual-Port-RAM auf dem Board sorgt für die Entkopplung von Steuerungszyklus und Buszyklus.

eac Automation-Consulting GmbH
Hersdsdorfer Damm 222
13467 Berlin
0 30/4 04 90 69
0 30/4 05 14 34

Flachmann II

VISIO PC nennt das Haus DLoG seinen Touchscreen-PC, der vorwiegend zum Bedienen und Beobachten außerhalb der Fertigungshalle gedacht ist. Das Gerät basiert auf einer intern mit 133 MHz getakteten AMD 5x86-CPU. Der Speicher umfaßt zwischen 16 und 64 MByte. Als Massenspeicher fungiert eine 2,5-Zoll-Festplatte (540 MByte oder 1,3 GByte). Daneben enthält der VISIO PC ein 8-fach-CD-Laufwerk sowie eine integrierte 16-Bit-Ethernetkarte mit AUI und 10BaseT-Anschluß. Das 14,5-

Zoll-Touchscreen-TFT-LCD bietet eine XGA-Auflösung (1024×768 Pixel) und soll von der Sichtdiagonale her einem 17-Zoll-Monitor entsprechen. Das Gerät läuft an 110...240 VAC und nimmt maximal 35 W auf. Rechner und Display sind in einem Gehäuse von $390 \times 355 \times 65$ mm³ integriert.

DLoG GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 13
82140 Olching
0 81 42/28 60-0
0 81 42/28 60-10
info@DLoG.connectnet.de

Flachmann III

Anlässlich der Messe stellt Siemens zwei neue Industrie-PC vor. Der Simatic PC FI10 (siehe Bild) fällt mit $290 \times 330 \times 120$ mm³ kompakt aus. Er beherbergt einen 133er-Pentium, ein 10,4-Zoll-DSTN-Farb-Display (640×480 Pixel mit 256 Farben) mit 36 frei programmierbaren Folientasten, 8 MByte Arbeitsspeicher (bis 128 MByte erweiterbar), eine 1,6-GByte-EIDE-Platte sowie einen PC-Card-Steckplatz Typ III. Zwei freie Steckplätze für 3/4-lange Karten – je einmal PCI/ISA und einmal ISA – gestatten individuelle Erweiterungen. Frontseitig bietet der FI10 die Schutzklasse IP65. Als IP20-Einbauvariante ohne

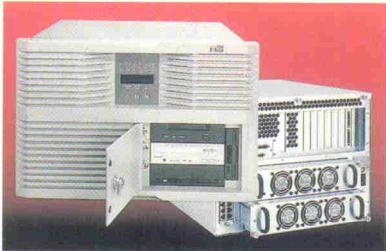
Display und Folientastatur mit ansonsten gleichen Leistungsdaten steht der Simatic PC BI10 zur Verfügung.



Siemens Business Service
Postfach 23 48
90713 Fürth
0 91 19 78-33 21
<http://www.aut.siemens.de/>

Hochverfügbar

Mit dem Multiprozessor-Serversystem SP5500 offeriert Texas Microsystems eine flexible Lösung für fehlertolerante Hochleistungsanwendungen. Der Rechner nimmt bis zu zwei CPU-Karten auf, die jeweils mit einem oder zwei Pentium-Prozessoren zwischen 100 MHz und 166 MHz Taktfrequenz bestückbar sind. An RAM verwaltet das Board maximal 768 MByte. Als Massenspeicher bietet der SP5500 ein Sechsfach-SCSI-Festplattenarray an zwei Fast/Wide-SCSI-2-Host-adaptern. Das SCSI-System erlaubt unter Einsatz des optionalen RAID-Controllers (RAID-Konfiguration 0, 1 oder 5) einen Austausch defekter Laufwerke im Betrieb (Hot Swap). Zur Steigerung



der Systemverfügbarkeit enthält der Server ein redundantes 400-W-Netzteil, das ebenfalls ohne Unterbrechung austauschbar ist. Spannungsschwankungen, Übertemperatur und Lüfterfunktion zeigt der Rechner auf Frontplatten-LEDs, einem LC-Display und über eine serielle Schnittstelle an.

Texas Microsystems GmbH
Friedhofstraße 135L
63263 Neu-Isenburg
0 61 02/7 30 50
0 61 02/3 17 13
<http://www.texmicro.com/>

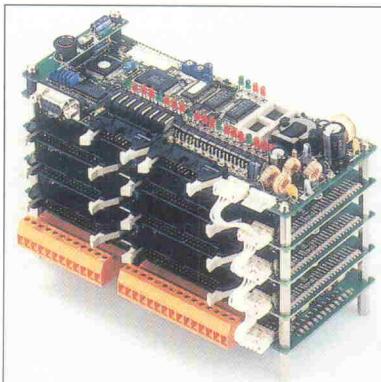
Ausverkauft

Erstmals vollständig ausgebucht war die Sindelfinger Messehalle zur siebten SPS/IPC/Drives, die vom 26. bis 28. November stattfand. 280 Aussteller präsentierten den rund 6800 Besuchern ihre Produkte, die sich auf die Bereiche SPS, Industrie-PC und Antriebstechnik verteilten. Da der Hallenplatz von

8000 m² komplett belegt war, fanden sich knapp 20 Interessenten auf der Warteliste wieder. Trotz des Platzmangels ist ein Umzug an andere Messeorte derzeit nicht geplant. Wer auf der nächsten SPS/IPC/Drives (25. bis 27. 11. 1997) ausstellen möchte, ist mit einer frühzeitigen Reservierung gut beraten.

Embedded-SPS

Die neue FP-M von Matsushita lässt dem Anwender freie Wahl, ob er eine SPS in klassischer Weise im Schaltschrank unterbringen oder sie "embedded" in sein Produkt integrieren möchte. Die FP-M-Familie bietet alle wesentlichen Merkmale der FP1-Serie. Sie besitzt schnelle Zähler auf dem CPU-Board, eine Echtzeituhr, beherrscht Interruptverarbeitung und Pulsausgabe. Die Energieversorgung erfolgt über 12/24-VDC-Steckerleisten. Die zwölf digitalen Eingänge und acht digitalen Ausgänge des CPU-Boards lassen sich auf der Grundfläche von 184 × 80 mm² bis maximal 180 digitale E/A-Punkte durch Aufstapeln von Erweiterungskarten ausbauen. Daneben kann man ana-



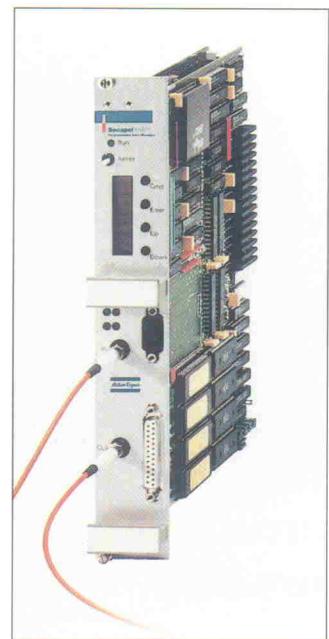
logseitig maximal 16 Eingänge und acht Ausgänge nachrüsten. Da die FP-M-Serie softwaremäßig voll zu anderen Steuerungen der FP-Familie kompatibel ist, können bestehende Applikationen übernommen werden.

Matsushita Automation Controls
Postfach 1330
83603 Holzkirchen
0 80 24/6 48-0
0 80 24/6 48-5 55

Achsen voll im Griff

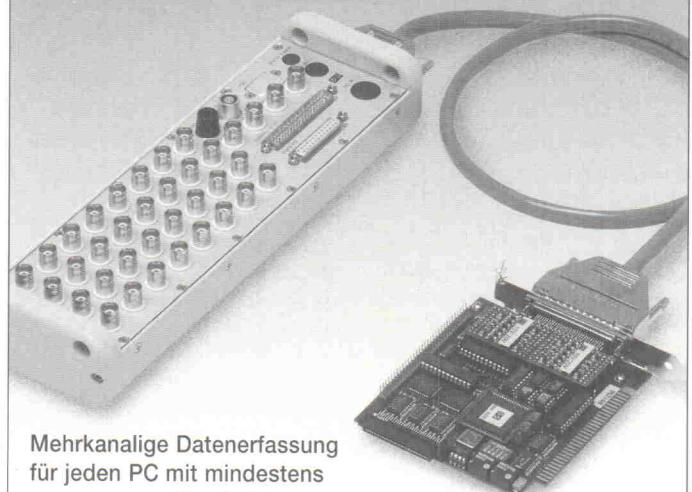
Der programmierbare Multiachs-Manager Socapel PAM von Atlas Copco Controls fungiert als unterlagerte Echtzeit-Antriebssteuerung zwischen SPS oder IPC und Einzelachs-Managern (SAM, Smart Axis Manager) respektive Remote-I/O-Modulen (RIO). PAM arbeitet unabhängig von der überlagerten Steuerung und lässt sich SPS-artig nach IEC-1131-3 in ST (strukturiertem Text) programmieren. Dabei läuft auf dem Gerät ein Multitasking-Echtzeitssystem, das für kritische Tasks eine Zyklusdauer von einer Millisekunde garantiert. Nach 'oben', zur überlagerten Steuerung hin, kommuniziert PAM entweder direkt eingebunden (S5- oder VME-Einschub) oder via CAN, Full-Duplex-RS-422-Schnittstelle respektive Profibus (in Vorbereitung). Die Anbindung von maximal 254 unterlagerten SAMs oder RIOs erfolgt über einen ringförmigen LWL-Bus, auf dem ein deterministisches Protokoll für eine mikrosekundengenaue Synchronisation sorgt. Zur In-

betriebnahme steht das Windows-Programm Easy Tools bereit.



Atlas Copco Controls GmbH
Zähringerstraße 23
77652 Offenburg
0 78 1/7 50 91
0 78 1/7 50 95

B+S MULTIDATA II-PC|KIT



Mehrkanalige Datenerfassung
für jeden PC mit mindestens
einem kurzen Steckplatz

- 16/32 Analogkanäle mit BNC-Buchsen (SE. oder diff. Eingänge)
- 16 Digitalkanäle (opt. 64), 2 D/A Kanäle
- 250 kHz Summenabtastrate
- Sensorversorgung ±15 und ± 5 Volt
- A/D-Wandlerkarte für AT-Bus
- Softwarepaket ME3 für Meßwerterfassung, Darstellung (auch ONLINE), Auswertung und Dokumentation

B+S Software und Meßtechnik GmbH
Postfach 1226 • 82154 Gräfelfing
Tel. 0 89/85 85 90 • Fax 0 89/85 59 92

Gleich ist nicht gleich

Unterscheidungskriterien für CPLDs



Kevin Skahill

Vorhersagbares Timing und definierte Bausteinkomplexitäten sollen die Vergleichbarkeit von CPLDs sicherstellen. In der Praxis bestehen jedoch auch zwischen zwei theoretisch gleichen 10-ns-32-Makrozellen-Bausteinen erhebliche Unterschiede. Wer um die Feinheiten weiß, kann programmierbare Logikbausteine wesentlich effizienter ausnutzen.

Bei den programmierbaren Logikbausteinen unterscheidet man zwischen den FPGAs mit einer mehr Gate-Array-orientierten Architektur und den CPLDs mit einer blockorientierten Struktur. CPLDs zeichnen sich dabei vor allem durch vorhersagbare Durchlaufzeiten und einen hohen Ausnutzungsgrad aus, erreichen aber im allgemeinen nicht die hohen Aufnahmekapazitäten von FPGAs (100 000 Gatter und mehr).

Komplexe PLDs weisen auch angesichts fest definierter Timings und der Vergleichbarkeit der angegebenen Komplexitäten erhebliche Unterschiede im internen Aufbau auf. Alle CPLDs mit 10 ns Signallaufzeit und 32 Makrozellen sind im Prinzip zwar identisch. In der Realität bestehen jedoch erhebliche Abweichungen in der Architektur der Logikblöcke, der internen Verdrahtungsverfahren und bestehender Timingmodelle. Insgesamt sind diese Merkmale ausschlaggebend dafür, ob

ein CPLD beispielsweise wirklich 10 ns und 32 Makrozellen zur Verfügung stellt oder sich das gleiche CPLD eher wie eines mit 18 ns Laufzeit verhält.

Von Block zu Block

Die CPLD-Anbieter haben gute Gründe, ihre komplexeren Bausteine nicht wie monolithische PALS herzustellen. Beispielsweise enthielt ein '38V12' mit 38 Eingängen ein übermäßig großes Produktterm-Array, das zu teuer wäre und zudem große Signallaufzeiten aufwiese. Noch weniger praktikabel wären solche Strukturen bei größeren Bausteinen mit mehr als 32 Makrozellen und entsprechend vielen Eingängen. CPLDs werden statt dessen in Logikblöcke untergliedert, von denen jeder für sich einem kleineren PAL-Baustein ähnelt (Bild 1 + 2). Charakteristisch für jeden dieser Blöck ist dabei die Zahl seiner Eingänge, der internen Makrozellen und der Produkt-

terme je Makrozelle sowie das angewandte Verdrahtungsschema.

Je mehr Eingänge ein Logikblock besitzt, um so einfacher lassen sich natürlich die erforderlichen Signale verdrahten. Die Zahl der Eingänge muß dabei in einem vernünftigen Verhältnis zur Anzahl der verfügbaren Makrozellen stehen. Allgemein ist ein Baustein zwar um so komplexer und damit 'wertvoller', je mehr Makrozellen vorhanden sind. Der tatsächliche Komplexitätsbedarf ist jedoch von Applikation zu Applikation verschieden. Für die Implementierung von 16-Bit-Funktionen sind beispielsweise jene CPLDs geeigneter, deren Logikblöcke 16 Makrozellen enthalten. Weniger Makrozellen würden zu einer ineffizienten Nutzung führen. Der Logikblock selbst hat im besseren Fall etwas mehr Eingänge, als die doppelte Anzahl an Makrozellen. In einem Logikblock mit n Makrozellen können dann

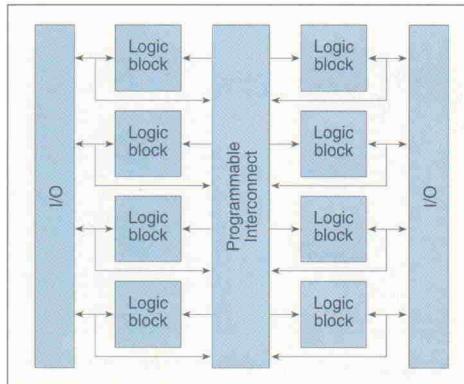
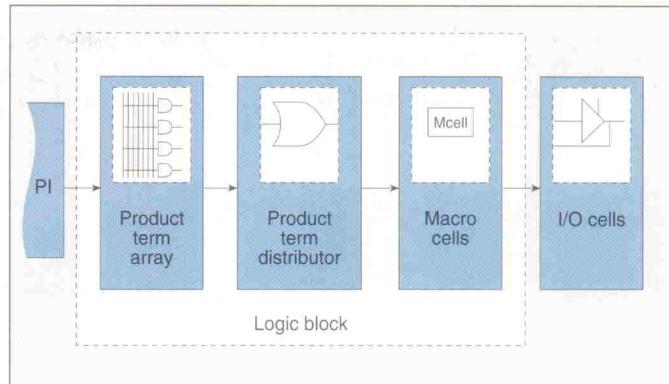


Bild 1.
Prinzipielles
Blockschaltbild
eines CPLD aus
Logikblöcken
und Schalt-
matrix.

Bild 2. Der
Logikblock
beinhaltet AND-
Matrix, OR-
Gatter und
Makrozellen.



nämlich leicht n-Bit-Funktionen wie etwa Schieberegister oder Zähler implementiert werden. So lässt sich ein 16-Bit-Schieberegister mit synchroner Ladevorrichtung am effizientesten in einem einzigen Block realisieren. Es erfordert dabei 35 Eingänge, nämlich 16 Dateneingänge, 16 Rückkoppelsignale (für den aktuellen Status des Registers), das Ladesignal, das Richtungssignal (left/right*) und ein Shift-Enable-Signal (Schiebe-Freigabe). Wird ein Reset- oder Ausgangsfreigabesignal benötigt, kommt noch ein weiterer Eingang hinzu.

Sofern zusätzliche Ressourcen zur Verfügung stehen, kann das Schieberegister auch dann in den Baustein hineinpassen, wenn die Logikblöcke des CPLD nicht so viele Eingänge besitzen. In ein CPLD, dessen Logikblöcke 26 Eingänge und 16 Makrozellen besitzen, lässt sich das 16-Bit-Schieberegister folgendermaßen implementieren: Die ersten elf Bit des Registers werden im ersten Block plaziert und belegen dort 25 der 26 Eingänge. Die verbleibenden fünf Bit werden in einem anderen Logikblock realisiert und beanspruchen dort 13 (also die Hälfte aller vorhandenen) Ein-

gänge (Bild 4). Im zweiten Block stehen die restlichen Eingänge für die verbliebenen Makrozellen zur Verfügung. Die ungenutzten fünf Makrozellen des ersten Logikblocks liegen dagegen so lange brach, bis eine weitere Gleichung hinzukommt, die dieselben Eingangssignale verwendet (da ja keine zusätzlichen Eingänge mehr frei sind). Auf diese Weise kann es sehr leicht passieren, daß in einem 32-Makrozellen-Baustein im Endeffekt nur 27 Makrozellen genutzt werden.

Ein Mangel an Eingängen kann auch zu Leistungseinbußen führen. Um beispielsweise alle 32 Bit eines 32-Bit-Adressecoders in einen Baustein zu fitten, der Logikblöcke mit nur 26 Eingängen besitzt, muß man die oberen 26 Bit in einem Logikblock, die unteren sechs Bit dagegen in einem anderen Logikblock realisieren. Weil die gesamte Dekodierung somit zwei Durchläufe durch das Produktterm-Array erfordert, ergeben sich zusätzliche Verzögerungszeiten (Bild 5).

In die Makrozellen

Ein wichtiges Kennzeichen von CPLDs ist die durch-

schnittliche Anzahl der Produktterme je Makrozelle und die Art und Weise, wie diese Produktterme den Makrozellen zugeordnet werden können. Bild 3 illustriert ein Zuordnungsverfahren, das ein 'Steering' (Zuteilung) und 'Sharing' (gemeinsame Nutzung) von Produkttermen zuläßt. Bei einer Gesamtzahl von achtzig Produkttermen werden im CY7C371 beispielsweise jeder der sechzehn Makrozellen eines Logikblocks durchschnittlich fünf Produktterme zugewiesen. Benötigt man für die Implementierung einer umfangreichen Gleichung mehr Terme pro Makrozelle, kann man ihr einzeln (nicht in Gruppen) bis zu sechzehn Produktterme zuordnen. Benachbarte Makrozellen müssen dabei jeweils ein paar abgeben, werden aber niemals all ihrer Produktterme beraubt. In der Realität wird man immer ein paar Gleichungen implementieren müssen, die mehr Produktterme benötigen, als der einzelnen Makrozelle durchschnittlich zur Verfügung stehen. Würde man jedoch bestimmten Makrozellen alle Terme nehmen, verminderte dies die effektive Makrozellenanzahl des betreffenden CPLD.

Das in Bild 3 dargestellte Zuordnungsschema gestattet auch neben der möglichen Zuteilung einzelner die gemeinsame Nutzung von Produkttermen. Haben zum Beispiel Gleichungen für eine Zustandsschaltung gemeinsame Terme, reicht es aus, jeweils nur einen der insgesamt 80 Produktterme des Bausteins zu verwenden und ihn mehreren Makrozellen gleich-

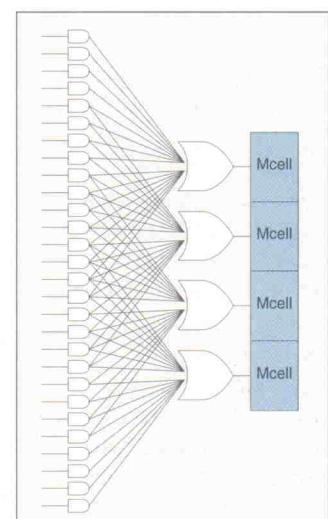


Bild 3. Schema der Produktterm-Zuordnung bei den CPLDs des Typs FLASH370 von Cypress und Altera.

i-ME-Alle Lösungen aus einer Hand!



Ferdinandstr. 15A, D-38300 Wolfenbüttel Tel.: +49 5331 9707-12 / Fax: +49 5331 32455

can Produkte

- 1 PC-Interfaces
- 1 CAN Application Layer - CAL
- 1 Echtzeit Netzwerk Tools
- 1 Industriekomponenten
- 1 Diagnosetools
- 1 Projektierungen

i-ME
Systems, Support & More

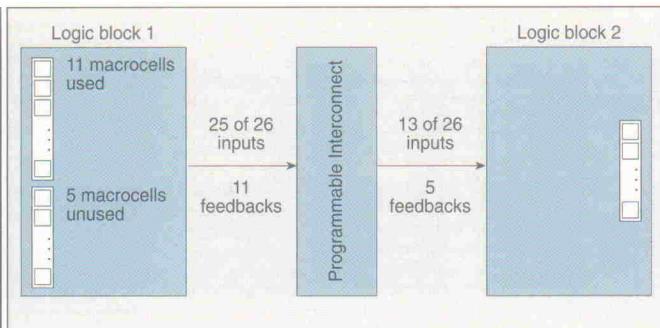


Bild 4. Ein 16-Bit-Schieberegister, realisiert in zwei Logikblöcken.

zeitig zugänglich zu machen. Auf diese Weise erhöht sich effektiv die durchschnittliche Zahl der Produktterme pro Makrozelle.

Interne Verbindung

Die Logikblöcke von CPLDs werden mit Hilfe einer programmierbaren Verdrahtungsstruktur (Programmable Interconnect, PI) verbunden. Sämtliche I/O-Signale des Bausteins, reine Eingänge sowie (bei den meisten heutigen Produkten) die Rückkoppelsignale sämtlicher Makrozellen sind mit der programmierbaren Verbindungsstruktur verbunden. Diese Signale müssen dann aus der PI-Matrix herausgeführt und an die Logikblöcke weitergeleitet werden.

Die ersten CPLDs auf dem Markt benutzten echte Cross-Point-Schalter innerhalb der Matrix. Diese verbinden jedes Signal der programmierbaren Verdrahtungsstruktur mit allen Eingängen eines jeden Logikblocks. Das Verfahren gewährleistet zwar die uneingeschränkte Verdrahtbarkeit, bringt aber infolge der größeren Chipfläche Mehrkosten mit sich und sorgt zudem für längere Signallaufzeiten.

Weil es niemals nötig ist, ein und dasselbe Signal zweimal in einen Logikblock einzuspeisen, ist ein echter Cross-Point-Schalter eigentlich überflüssig. Es reicht aus, jedes PI-Signal an eine Reihe von Multiplexern zu legen, deren Ausgänge die Logikblöcke ansteuern. Dieses Verfahren nennt man 'selektives Multiplexing'. Muß ein Signal an einen Logikblock geführt werden, stehen mehrere Eingabewerte – nämlich über die verschiedenen Multiplexer – zur Verfügung. Über welchen Weg das Signal im Einzelfall läuft, hängt davon ab, welche

weiteren Signale in den betreffenden Logikblock hinein müssen. Eine gute Verdrahtbarkeit bleibt erhalten, wenn die Multiplexer ausreichend breit sind.

In dem Bestreben, Chipfläche und damit Kosten zu sparen und kleinere Signallaufzeiten zu erzielen, reduzieren einige Anbieter die Breite ihrer Multiplexer. Dies kann sich jedoch negativ auf die Verdrahtbarkeit auswirken, nämlich genau dann, wenn schon bei einer geringen Designänderung die Schaltung nicht mehr in die vorherige Anschlußbelegung paßt. Kommt es zu dieser Änderung erst, wenn die Leiterplatten bereits hergestellt sind, kann die Behebung des Problems teuer werden und unter Umständen eine Überschreitung des gesetzten Zeitplans nach sich ziehen. Läßt sich das Problem statt dessen innerhalb des CPLD lösen, wird nicht selten ein zweiter Durchlauf durch das Logik-Array benötigt. Dieser kann zu längeren Signallaufzeiten führen und damit der eigentlichen Absicht widersprechen, die man mit den kleineren Multiplexerstrukturen verfolgt hatte. Hier gilt es also je nach Applikation abzuwegen, ob eine 'weite' Logik pro Block implementiert werden muß – was für Bausteine mit entsprechend breiten Multiplexern spricht. Oder ob die Schaltungsrealisierung vor allem aus vielen 'kleinen' Gleichungen besteht, die in Logikblöcken mit einer geringeren Anzahl von Eingängen Platz finden – und so für IC-Varianten mit reduzierter Multiplexerbreite spricht.

Verzögerung einplanen

CPLD-Anbieter grenzen ihre Produkte von dem Spektrum der FPGAs insbesondere durch ein vorhersagbares Timing ab.

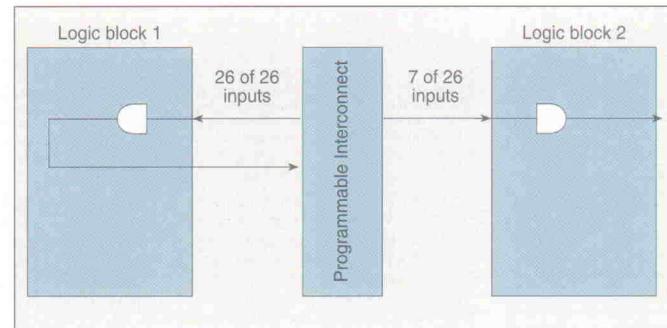


Bild 5. Die Kaskadierung eines 32-Bit-Adressecoders bringt zusätzliche Verzögerungszeiten ein.

Die Frage ist allerdings, ob ein 10-ns-CPLD wirklich immer eine Signallaufzeit von 10 ns erreicht. Hängen die in den Timing-Spezifikationen angegebenen Laufzeiten von der Anzahl der benutzten Produktterme oder den Verdrahtungsressourcen ab, hat man es eindeutig nicht mit einem echten 10-ns-CPLD zu tun. Denn hier gilt die 10-ns-Spezifikation nur für wenige Signalwege und ist damit in der Praxis relativ wertlos. Ein solcher Baustein kann unter anderem sehr schnell zu einem 18-ns-CPLD werden, wenn sich durch die Zuteilung (Steering) oder die gemeinsame Nutzung (Sharing) von Produkttermen zusätzliche Verzögerungszeiten ergeben. Zudem kann die Zahl der Eingänge eines Logikblocks ausschlaggebend dafür sein, ob ein Produktterm-Array mehrfach durchlaufen werden muß (was unabhängig vom Timing-Modell stets weitere Verzögerungszeiten mit sich bringt). Die erwartete maximale Betriebsfrequenz wird in solchen Fällen nur selten erreicht. Sieht die Timing-Spezifikation dagegen so ähnlich aus wie bei einem 22V10 (also jeweils eine Angabe für t_{PD} , t_{SU} , t_{CO} und $t_{register-to-register}$), hat man es mit einem CPLD zu tun, dessen Timing-Modell die präzise Vorhersage der Leistungsfähigkeit nach der Implementierung gestattet.

Software schafft Durchblick

Jegliche Ausstattung nützt nur wenig, wenn keine effiziente, bedienungsfreundliche Software zur Verfügung steht, um diese Features zu nutzen. Angesichts der immer komplexeren Architektur heutiger Bausteine ist es dabei kaum noch praktikabel, Unmengen von Gleichungen zu kodieren und selbst die beste Implementie-

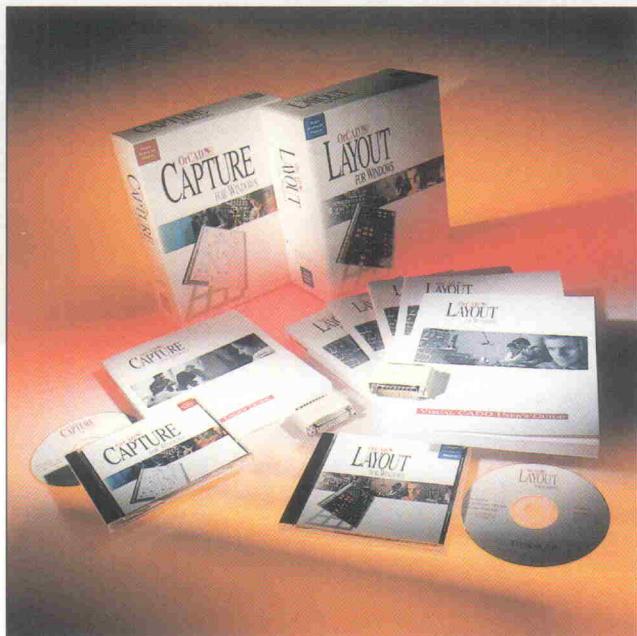
lung der Logik zu bestimmen. Statt dessen verlangen hochintegrierte Schaltungen nach Tools, die die Produktivität steigern und den Entwicklern die Möglichkeit geben, sich auf das Leiterplatten- und Systemdesign zu konzentrieren.

Diese Forderungen erfüllen die zwei als Industriestandard eingeführten Designsprachen VHDL und Verilog HDL. Beide erlauben die Schaltungseingabe auf einer hohen Abstraktionsebene und ermöglichen dennoch eine Kontrolle über die Implementierung. Anstatt die Booleschen Gleichungen für eine Zustandsschaltung zu ermitteln, läßt sich beispielsweise ein Zustandsdiagramm in eine Reihe von 'Case-When'-Anweisungen verwandeln. Einige Tools unterstützen sogar die automatische Umwandlung von grafischen Elementen (State Machines, Blockdiagramme usw.) in eine HDL. Mit Hardwarebeschreibungspräzisionen kann man außerdem parametrisierte Komponenten erstellen und diese für die Wiederverwendung in späteren Designprojekten in einer anwenderspezifischen Bibliothek ablegen.

Ein weiterer Vorzug standardisierter HDLs ist das bausteinunabhängige Design, das den Leistungsvergleich zwischen verschiedenen Komponenten erleichtert. Ein und dieselbe Schaltungsbeschreibung kann man ohne detailliertes Wissen über die einzelnen Architekturen für die Implementierung in verschiedene Bausteintypen benutzen. Hier kommen dann herstellerunabhängige HDL- und Synthesewerkzeuge zum Einsatz. Die Verbindung von Synthesetool und baustein spezifischem Fitter sichert letztlich eine kurze Time-to-Market leistungsstarker, hochintegrierter Schaltungen. *uk*

Unter einem Dach

OrCAD Capture und Layout Plus 7.0 für Windows



Matthias Carstens

Bereits vor gut einem Jahr stellte *ELRAD* die erste Windows-Version des OrCAD-Schaltplanzeichners Capture vor. Kurz zuvor hatte OrCAD die Firma **Massteck**, bekannt durch den gleichnamigen Autorouter, mit dem Ziel übernommen, eine durchgängige integrierte Gesamtlösung zur Schaltungs- und Platinenentwicklung 'unter einem Dach' anzubieten. Jetzt ist es soweit, und *ELRAD* ist mit einem kritischen Blick dabei.

Wenn man OrCADs Ankündigungen auf der DAC '96 glauben darf, so ist das hier vorgestellte Design Desktop nur ein Teil eines umfassenden Gesamtkonzepts. Mit 'OrCAD Express' soll es schließlich möglich sein, auch FPGA-Design vom Entry über die Simulation bis zur Verifikation unter ein und derselben Oberfläche zu entwickeln. Doch das ist noch Zukunftsmusik.

Das Hauptaugenmerk dieses Testberichts gehört dem 'Layout', welches uns in einer um einen zusätzlichen Autorouter erweiterten Version namens 'Layout Plus' (Paketpreis: 'Capture' und 'Layout Plus' 12 500 DM) vorliegt. Das Layoutprogramm ist kein vollkommen neues Produkt, sondern Masstecks MAX-EDA, deren bekannter Push-and-Shift-Router schon früher bei OrCAD zu finden war. Der neue rasterlose Autorouter des Plus-Pakets 'SmartRoute' ist ebenfalls lizenziert. Kurz bevor Protel den von Neurocad entwickelten neuronalen Router kaufte und integrierte, hatte OrCAD sich bereits Lizenzen gesichert. Damit

ist dieses sicher nicht uninteressante Produkt nun bei zwei Anbietern zu finden. Dem bereits in [1] vorgestellten Schaltplanzeichner, damals noch Version 6.0, sei diesmal nur ein Nachtrag gegönnt.

OrCAD hat an 'Capture' fleißig weitergearbeitet, die Version 7.0 präsentiert sich weitgehend bereinigt von den Kritikpunkten des letzten Tests. Dazu gehören Verbesserungen des Imports von SDT386+ und Release-IV-Dateien, dem Bewegen von Symbolen samt Autopanning unter bestmöglichem Beibehalten der Verbindungslien, eine umfassende kontextsensitive Hilfe über F1, auch seitlich am Rand ablegbare Toolbars (Bild 1), eine erweiterte Suche nach Bauteilen sowie ein Makrorecorder zur Aufzeichnung komplexer Arbeitsabläufe und erneuter Ausführung per Hotkey. In einem Punkt hat OrCAD allerdings immer noch nichts dazugelernt: Undo/Redo sind weiterhin lediglich einstufig implementiert.

Weitere Ergänzungen erfuhr 'Capture' bezüglich der bereits

erwähnten EDA-Gesamtlösung. Dies betrifft beispielsweise den DXF-Export, aber natürlich auch heutzutage obligatorische Merkmale wie das Crossprobing oder Autoeco zur automatischen Aktualisierung von Layouts nach Änderungen im Schaltplan. Wie die einzelnen Programme zusammenarbeiten, ist in Bild 2 zu sehen. Das Diagramm zeigt aber auch, daß die einzelnen Programme nicht direkt, sondern immer nur über Datei-Import/Export miteinander kommunizieren.

'Capture' überzeugt durch ein intuitives, Windows-gemäßes Handling, das nicht nur die Erstellung eines Schaltplanes ohne Blick ins Handbuch erlaubt, sondern nebenbei noch das angenehme Arbeiten mit Doppelklicks, rechter Maustaste und Automatismen wie Netzrouting, Autopan oder Teilesuche vorführt. Andererseits fand der Tester auch prompt Stolpersteine: Die im Bild zu sehenden vier Operationsverstärker des TL074 besitzen alle Powersymbole, was den DRC nicht stört, aber das Erstellen der Netzliste wegen gleichnamiger Pins zunächst unmöglich machte. Jedoch unterstützt OrCAD über 30 Netzlistenformate, und die erfordern einiges an Konfiguration.

Papierflut

Käufer einer Layoutsoftware brauchen bereits beim Auspacken gute Nerven, so auch bei 'Layout Plus': nur hartgesottene Verkraften den Anblick von sieben Handbüchern ohne erstes Magendrücken. Diese gliedern sich in die Einzelprogramme des Plus-Pakets auf, namentlich 'Layout', 'SmartRoute', 'GerbTool' und 'Visual CADD', sowie einen umfassenden Abdruck der Gehäusebibliothek. Hinzu kommt der in 'Layout' integrierte Autoplacer, dem ein separates Handbuch gewidmet ist, und eine nützliche Quick Reference.

Nach Eingabe von Name und Seriennummer übernimmt das Setupprogramm diese für die jeweils einzeln nacheinander ablaufenden Installationen. Die Testinstallation selbst erfolgte jeweils durch Auswahl von 'Typical Install', so daß 'Layout' schließlich inklusive 'Capture' zirka 129 MByte auf der Festplatte belegt hat. Alle Programme sollen unter Win32s,

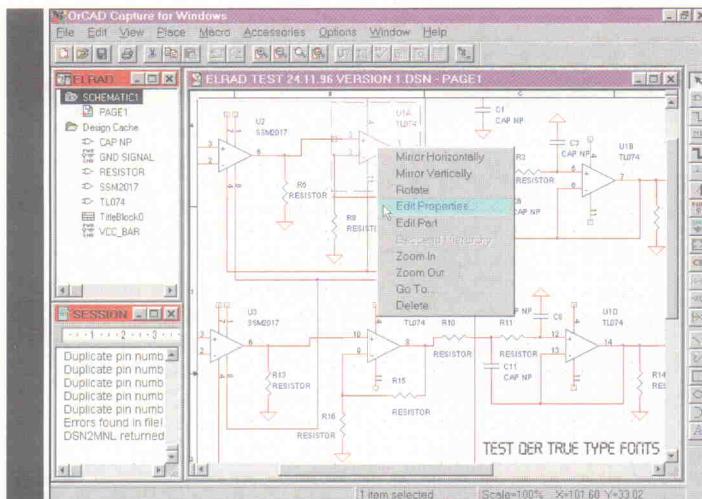


Bild 1. Einfach und intuitiv: Capture 7.0 bietet eine gelungene Windows-Umsetzung.

Preview

Windows 95 und NT laufen und ließen sich von den CD-ROMs schnell und problemlos auf unsern mit Windows 95 versehenen Testrechner installieren. Dongle-Gegnern dürften die zwei Keys (einer für 'Capture', einer für 'Layout') ein Dorn im Auge sein, hier hätte es sicher auch einer getan.

Layout

Während sich 'Captures' Oberfläche inzwischen bis auf einige Dialogboxen durchgängig im Win95-Design präsentiert, erinnert die Layout-Oberfläche eher an Win 3.x. Oder anders gesagt: Layout sieht nicht wie 'Capture', sondern so wie MAX-EDA unter Win 3.1 aus [2]. Auch die Bedienung erweist sich in vielen Punkten als unterschiedlich, was angesichts der ersten Version einer Fremdfirma wenig überrascht. Vielleicht ändert sich dies mit der nächsten Release. 'Layout' stellt derzeit eine Shell für alle anderen Programme dar. Dem Einsteiger hilft ein kurzweiliges und dennoch informatives Tutorial mit Übungsaufgaben (Bild 3).

Schon beim Erstellen eines ersten Layouts fällt die fehlende automatische Verbindung zwischen 'Capture' und 'Layout' auf. OrCAD schreibt Geschichte fort: Netzliste aus dem Schaltplan generieren, Board im Layout-Editor definieren, Netzliste einlesen ... – und im Normalfall wegen geringer Fehler eine komplette Verweigerung der Boarderstellung hinnehmen. Selbst aus den als Samples mitgelieferten Schaltbildern ließen sich deshalb keine Platinen erstellen. Insbesondere die scheinbar komplett fehlenden Gehäuse

sezuordnungen sorgten für viel unnötige Handarbeit.

Gelingt der Import der Netzliste einwandfrei, kann der Anwender unter dem Menüpunkt Auto auf ein ganzes Füllhorn an Hilfen zurückgreifen, vom Router über den Placer bis zum Design Checker, alle in globalen oder fensterorientierten Varianten. 'Layout' hingegen fehlen neben SmartRoute der Autoplacer, Dynamic Reconnect und der Density Graph. Dafür liegt der Paketpreis hier 3500 Mark günstiger.

Masstecks Push-and-Shove-Router ist dagegen Standard, er beherrscht 16 Lagen, einlagiges Autorouten (mit automatischem Setzen von Brücken) sowie interaktives Verlegen. Und das ganz hervorragend: nicht nur der Router selbst erscheint in allen Anwendungen sehr leistungsfähig. Schon beim interaktiven (einzelnen)

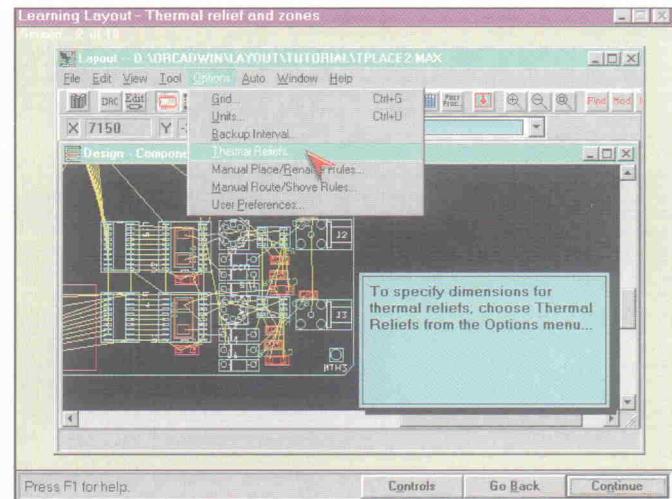


Bild 3. Sauberer Einstieg: ein Capture-Online-Tutorial gibt es jetzt auch in 'Layout'.

Verlegen der Leiterbahnen erfährt der Anwender große Hilfe und Unterstützung, wenn hinter dem Mauszeiger nicht nur eine Leiterbahn entsteht, sondern angrenzende Bahnen auch noch verschoben werden.

Daneben beherrscht Layout weitere Schmankerl wie automatisches Fanout und Kupferflächen in allen Variationen, einen Online Design Rule Check und Auto-DFM (automatic design for manufacturability). Dieser Algorithmus beseitigt unnötige Vias, schrägt Ecken an, begradigt Padanschlüsse und eliminiert überflüssiges Kupfer.

Es gibt mehr nützliche Merkmale, als sich hier beschreiben lassen. Aber es finden sich auch Kritikpunkte, denn 'Layouts' Oberfläche und Bedienungsstruktur ist im Vergleich zum 'Capture' bei weitem nicht so überzeugend. Tatsächlich han-

delt es sich hier um zwei grundverschiedene Programme, die auch anders zu bedienen sind. Flüssiges Autopanning gibt es nicht, ganz im Gegenteil: eine Bewegung des Mauszeigers zum Menü oder an den Scroll-Rand führt automatisch zum unerwünschten Weiterpannen. Statt dessen hängt man sich besser über den bekannten Center-Window-Befehl beim Plazieren und Bewegen von Bauteilen über das Board. Selbst das Übersichtsfenster überzeugt nicht: die hier mit der Maus mögliche Zoomfunktion arbeitet sehr grob, ein Verschieben des Sichtfensters ist nicht möglich. Bei soviel Verzicht auf Komfort ist es allerdings nicht verwunderlich, daß die Grafikausgabe auch von Kupferflächen recht zügig erfolgt. Diese wiederum sind ohne die begleitende Online-Hilfe beim besten Willen nicht zu erstellen.

Man merkt nicht nur hier deutlich, daß die Programmierer den Ballast früherer Fehlentscheidungen in Sachen Logik und Usability immer noch mit sich herumtragen. Eine oder mehrere neue Toolbars, eine Überholung des kontextabhängigen Menüs auf der rechten Maustaste, und natürlich (mal wieder) das nur einstufige Undo sind weitere Beispiele. Erstaunlich ist, daß 'Capture' und 'Layout' trotz der großen Unterschiede ein perfektes Cross Probing beherrschen, und zwar in beiden Richtungen (Bild 4). Allerdings ist nur 'Capture' auch imstande, automatisch den passenden Bildausschnitt heranzuholen. Wenig erfreulich: Cross Probing, Batch Place und der simple

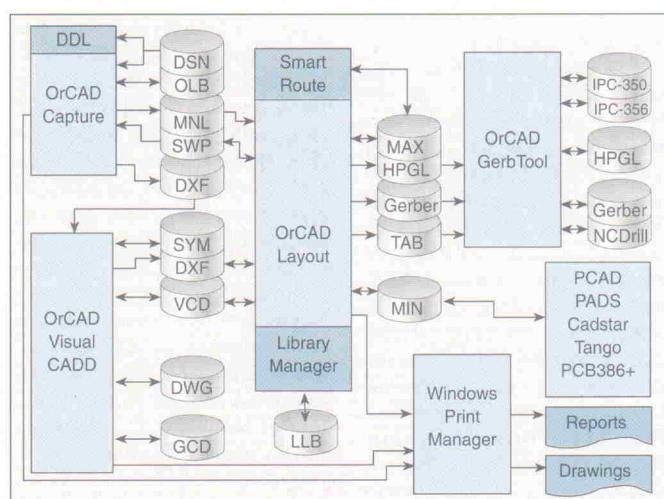


Bild 2. Datenaustausch: Wie kommuniziert OrCAD mit sich selbst und anderen Programmen?

Import der Netzliste in 'Layout' führten mehrfach zum Absturz.

SmartRoute

Nur im Plus-Paket gibt es einen rasterlosen (shape based) Autorouter. Dieser arbeitet funktionell genau wie der Standardrouter und bietet auch die gleichen interaktiven und besonderen Fähigkeiten (Push and Shove). Die Entflechtung jedoch basiert auf neuraler Netz-Technologie. Dieses wenig hilfreiche Werbeschlagwort beschreibt die Fähigkeit von SmartRoute, aufgrund eingebauter 'Erfahrung' und 'intelligenter Analysemethoden' eine Entflechtung vorzunehmen, wie sie dem eines professionellen Layouters entspricht, freilich in einem Bruchteil der Zeit. Dafür verabschiedet sich SmartRoute derzeit auch mal gerne mit dem Mauszeiger als Sanduhr.

Aber auch bei kritischer Betrachtung bleibt festzustellen, daß die Firma Neurocad mit ihren Algorithmen seit Spectra das einzige Produkt für eine breite Anwenderschaft hervorgebracht hat, das sich mit den Attributen 'gut' und 'günstig' schmücken darf. Die mit SmartRoute zu erzielenden Ergebnisse hängen natürlich – wie bei jedem Entflechtungsprozeß – stark von der Aufgabe ab, befinden sich jedoch durchaus in Spectra-ähnlichen Regionen. Im Test zeigte sich SmartRoute denn auch von seiner besten Seite. Leider fehlt ihm genau wie 'Layout' die Unterstützung von Teardrops. Die finden sich erst im Gerber-Viewer. Das sehr übersichtliche Tool Density Display (Bild 5) gehört eigentlich in 'Layout', da es eine

große Hilfe bereits beim Plazieren darstellt. Und tatsächlich: Unter Windows/Graphics Windows/Density Graph ist es auch dort vorhanden.

Die weiteren Programmteile sind schnell beschrieben: Der neue Bibliotheksmanager kommt zusammen mit 3000 aktualisierten Footprints sowie einer ganzen Palette an vordefinierten Platinen daher. Er bietet eine grafische Unterstützung bei der Verwaltung der Bibliotheken und Gehäuseformen. Positiv fiel unter anderem das Merkmal AutoDimension auf.

Für die Konstruktionszeichnungen rund ums Board greifen viele auf AutoCAD oder ähnliche Programme zurück. OrCAD liefert mit Visual CADD ein komplettes 2D-Zeichenprogramm, lizenziert von der Numeric Software Corporation, welches sich sogar im modernsten Win95-Design präsentiert. Selbstverständlich bietet es diverse Möglichkeiten, AutoCAD-Dateien weiterzubearbeiten.

Statt eines integrierten Gerber-Viewers enthält das Layout-Paket einen kompletten CAM-Designer, mit dem sich Gerber-Dateien nicht nur betrachten und ausgeben, sondern auch nachbearbeiten lassen. Die Nachbearbeitung hat allerdings Grenzen, denn beim Verschieben eines Bauteiles gehen alle Anschlüsse verloren. Trotz der Integration in 'Layout' ist die Bedienung wiederum unterschiedlich von den anderen Programmen.

Fazit

Zweifellos hat OrCAD mit der Fertigstellung der PGB-Linie des Design Desktop einen großen Schritt nach vorn getan, auch wenn das derzeitige Produkt noch einen etwas zusammengewürfelten Eindruck hinterläßt. Und zweifellos muß man dem vorliegenden EDA-Paket die Anerkennung als professionelle Gesamtlösung so lange verweigern, wie 'Layout' Abstürze verursacht. Vollends überzeugend dürfte erst Version 8 ausfallen, wenn 'Layout' und seine 'Begleiter' den gleichen Aufwertungsprozeß wie 'Capture' von der Version 6 nach 7 erfahren haben, die Programme noch einheitlicher und enger zusammengewachsen sind und insbesondere 'Layout' selbst in Sachen Bedienung noch zugelegt hat. *pen*

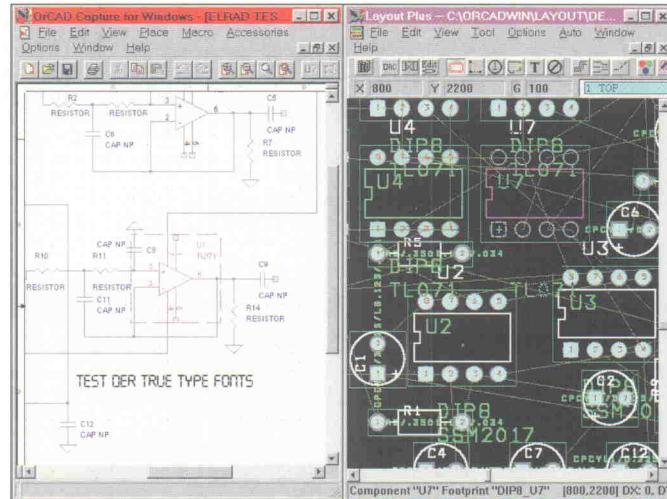


Bild 4. Schnell gefunden: OrCAD beherrscht Cross Probing sowohl vom Schaltplan als auch vom Layout aus.

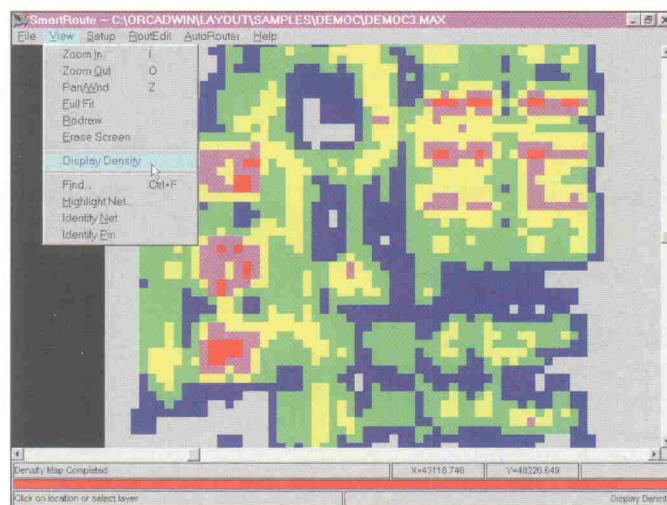


Bild 5. Übersichtlich: SmartRoute bietet eine leicht verständliche Dichteverteilungsdarstellung der Platine.

Literatur

- [1] Matthias Carstens, *OrCAD goes Win, OrCAD Capture for Windows Version 6.0, ELRAD 11/95, S. 26*
 [2] Matthias Carstens, Peter Nonhoff-Arps, *Alles Fassade? Drei aktuelle ECAD-Systeme unter Windows im Vergleichstest, ELRAD 5/95, S. 57*

Anbieteradressen

Infratech
 Wedeler Landstraße 93
 22551 Hamburg
 ☎ 0 40/81 75 78
 ☎ 0 40/81 10 37

MTC GmbH
 Am Weidegrund 10
 82194 Gröbenzell
 ☎ 0 81 42/59 61-0
 ☎ 0 81 42/5 12 00

OrCAD Design Desktop

- ⊕ komplette EDA-Lösung
- ⊕ Autoplacer und Router
- ⊕ umfassende Bibliotheken
- ⊕ unterstützt viele Fremdformate
- ⊕ viele mächtige Funktionen
- ⊖ Programmme zu unterschiedlich
- ⊖ Layout noch buggy
- ⊖ einstufiges Undo
- ⊖ keine zentrale Bibliothek

Universelle Programmer

SYNONYM FÜR INNOVATION

SPRINT Plus 48

- ◆ 48 universelle ASIC-Pin-Treiber
- ◆ Unterstützt das gesamte Spektrum programmierbarer Bausteine
- ◆ Batchmode-Betrieb
- ◆ Anschluß über parallele Schnittstelle
- ◆ Preis: 2.242,50 DM (Level 1)

25 Jahre SE Spezial-Electronic KG

Beratung durch Herrn Bruns. Telefon 0130-7367

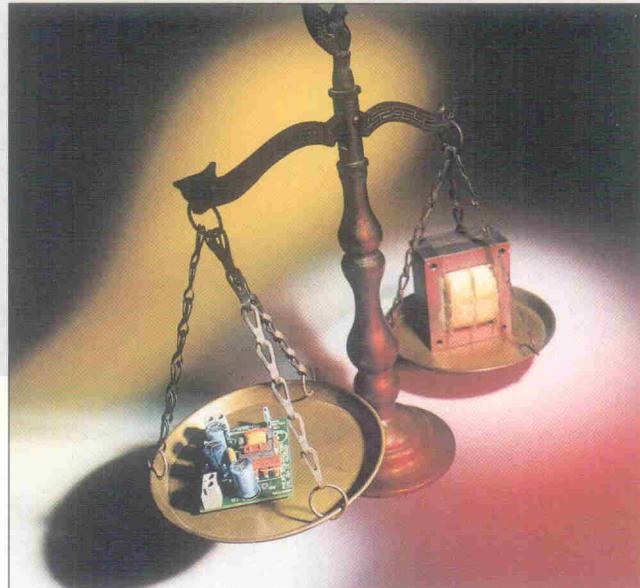
Unsere Fax Hot Line: 01908-711 46-53

Leicht gerichtet

Hochvolt-Schaltregler-IC TEA1401

Dipl.-Ing.
Wilfried Blaesner

Größe und Gewicht neuer Handy- und Notebook-Generatoren schwinden stetig. Dagegen nehmen die zugehörigen Steckernetzteile im Reisegepäck – oder in der Steckdosenleiste – nach wie vor reichlich Platz und Gewicht ein. Das voluminöse Zubehör erscheint schließlich nicht im Hochglanzprospekt. Hochvolt-Schaltregler-ICs können Abhilfe schaffen.



Die immer noch weit verbreiteten Steckernetzteile mit 50/60Hz-Transformator sind schwer und unhandlich. Schckernetzteile können Gewicht und Volumen bereits deutlich reduzieren. Ein Lösungsansatz, mit dem das Netzteil für die Jackentasche realisierbar wird, kommt zum Beispiel von Philips: Ein IC namens TEA1401 verbindet Spannungs- und Stromregelung für Ausgangsleistungen bis zu 20 W und benötigt wenig externe Bauteile. Dadurch sind Ladestromquellen beziehungsweise Stromversorgungen mit kleinen Maßen realisierbar, kaum größer als ein üblicher Netzstecker. Auch ein weiter Eingangsspannungsbereich für den weltweiten Betrieb an allen gängigen Netzen lässt sich erreichen.

Der TEA1401 integriert alle erforderlichen Funktionen: er enthält einen Schalttransistor und benötigt keinen Optokoppler, da die für die Regelung erforderlichen Parameter auf der Primärseite erfasst werden. Anders als herkömmliche Schaltregler arbeitet der Baustein nicht mit Pulsbreitenmodulation, sondern kombiniert zwei Betriebsarten: SOPS (Self Oscillating Power Supply) und

PFM (Pulse Frequency Modulation). Der SOPS-Betrieb findet bei hohen Ausgangsleistungen mit Frequenzen im Bereich von 100...150 kHz statt. Der für diesen Leistungsbereich relativ gute Wirkungsgrad von über 70% (bei maximaler Ausgangsleistung) sorgt für niedrige Betriebstemperaturen.

Die PFM arbeitet bei niedrigen Frequenzen und ermöglicht eine akkurate Regelung auch bei geringer Last. Der Baustein wählt selbsttätig die Betriebsart in Abhängigkeit von den jeweiligen Eingangsspannungs- und Lastverhältnissen selbstständig. Dank dieser kombinierten Regelung lässt sich ein universeller Netzbetrieb mit einem extrem weiten Eingangsspannungsbereich von 60...450 VDC bei einer maximalen Ausgangsleistung von 10 W erreichen.

Legt man die Schaltung für eine feste Netzspannung von zum Beispiel 220/230 VAC aus, steigt sich die Ausgangsleistung auf maximal 20 W. Die Regelgenauigkeit für Ausgangsstrom und -spannung liegt bei $\pm 7\%$ (ohne sekundärseitige Rückführung). Die Speisung erfolgt zunächst direkt aus der gleichgerichteten Netzspannung über den Anschluß VIN (Bild 1)

und nach Anlauf aus einer Hilfswicklung über VAT. An VIC wird ein Glättungskondensator angeschlossen. Der integrierte DMOSFET-Schalttransistor verkraftet Ströme bis 0,8 A und Sperrspannungen bis 625 V; Drain und Source sind herausgeführt.

Der Ausgangstreiber sorgt für das zeitlich definierte Ein- und Ausschalten des FETs und für eine Verriegelung bei Unter- oder Überspannung, Überstrom sowie bei Ansprechen der internen Temperaturüberwachung. Ein externer Widerstand am Anschluß REF bestimmt den Referenzstrom für den Oszillator und zusammen mit einer Kapazität an PFM die maximale Oszillatorfrequenz. Die Schaltung verfügt über zwei getrennte Regelkreise für Ausgangsstrom und -spannung. Zwei Widerstände an den Anschlüssen RI und RV legen die Sollwerte I_{aus} und U_{aus} fest. Die zwei Kondensatoren an CI und CV dienen zur Frequenzkompensation in den Regelschleifen.

Ausgangsverhalten

Bild 2 zeigt die U/I-Ausgangscharakteristik des Reglers: Für niedrige Ausgangsstrome liefert die Schaltung eine konstante Ausgangsspannung U_{aus} . Erreicht der Ausgangsstrom den Wert I_{aus} , setzt die Stromregelung ein. Zur Stromreduzierung für zu große Lasten beziehungsweise Kurzschlußbetrieb kann eine Foldback-Charakteristik gewählt werden (Programmierung am Anschluß FB).

Der TEA1401 wird üblicherweise in einer Sperrwandler-Konfiguration eingesetzt. Bild 3 zeigt die dafür erforderliche Beschaltung. Ein aufgrund der hohen Schaltfrequenz sehr kleiner Übertrager sorgt für die erforderliche Netztrennung. Er verfügt neben Primär- und Sekundärwicklung noch über eine primärseitige Hilfswicklung, die zur IC-Spannungsversorgung und indirekten Istwert-Erfassung dient. Aufgrund der primärseitigen Regelung und des hohen Integrationsgrades sind nur wenige externe Komponenten erforderlich, die zur Einstellung der Systemparameter dienen.

Mit dem Einschalten des Netzes erfolgt die Speisung des TEA 1401 zunächst direkt aus

Dipl.-Ing. Wilfried Blaesner ist System-Ingenieur für HF- und Batteriemanagement-ICs bei Philips Semiconductors in Hamburg.

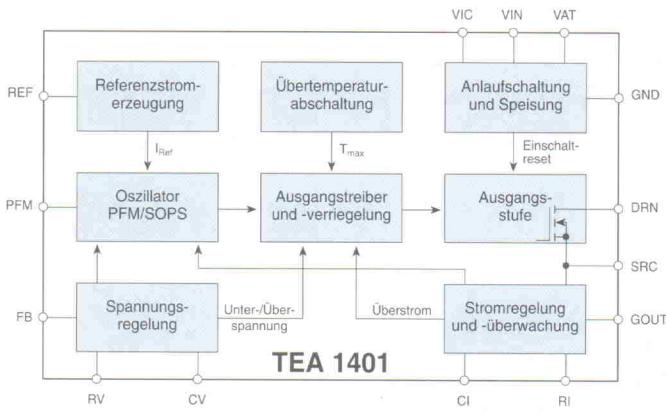


Bild 1. Der TEA1401 integriert alle notwendigen Funktionen des Schaltreglers inklusive Ausgangsstufe.

der gleichgerichteten und gefilterten Netzspannung. Dazu wird C_c über eine zwischen den Anschlüssen VIN und VIC liegende interne Stromquelle geladen. Wenn die Spannung an VIC ausreichend hoch ist, aktiviert das IC die Ausgangsstufe. Darauf fließt Strom durch die Primärwicklung, den internen FET (Anschlüsse DRN und SRC) sowie den Strommeßwiderstand R_s . Nach dem Anlauf der Schaltung liefert die Wicklung W_h eine Hilfsspannung (Anschluß VAT), die intern gleichgerichtet wird und die Speisung übernimmt. Damit stellt sich an C_c eine geregelte Spannung von 8 V ein.

Um auf einen Optokoppler zur Rückführung der Istwerte zu verzichten und die Anzahl externer Bauelemente gering zu halten, werden die Istwerte für die Strom- und Spannungsregelung primärseitig erfaßt. Die Rekonstruktion von Ausgangstrom und -spannung erfolgt durch Messung des Primärstroms (R_s) und Auswertung der Hilfsspannung, die für die interne Verarbeitung in einen Strom umgesetzt wird (R_v).

Die Regelkreise steuern die jeweils zu übertragende Leistung durch Einstellung des Tastverhältnisses am Ausgangstransistor. Das geschieht mit zwei

Freiheitsgraden: einmal durch Vorgabe einer Schaltschwelle für den Spitzstrom in jedem Schaltzyklus und zum anderen durch Modulation der Pulsfrequenz. Diese Frequenzmodulation ergibt sich aus der Entmagnetisierungszeit des Übertragers und einer internen Vorgabe des ICs (PFM). Bei hoher Ausgangsleistung arbeitet der Wandler im selbstoszillierenden Betrieb (SOPS): Der Übertrager bestimmt die Frequenz. Mit abnehmender Leistung steigt die SOPS-Frequenz bis zu einem Punkt, an dem PFM die Steuerung übernimmt; dann ist die Frequenz proportional zur Ausgangsleistung.

Geschützt

Der TEA1401 verfügt über eine Reihe von Schutzfunktionen. In jedem Schaltzyklus besteht ein Überstromschutz; zusätzlich ist die Einschaltzeit auf einen maximalen Wert begrenzt. Bei Detektion einer Überspannung wird der nächste Primärpuls verzögert und so klein wie möglich gehalten. Im Falle einer permanenten Überlastung verhindert eine interne Temperaturabschaltung, die bei 140°C Kristalltemperatur einsetzt, die Zerstörung des Bausteins. Darüber hinaus ist eine Sanftan-

lauf-Funktion enthalten. Im normalen Betrieb arbeitet der Wandler jedoch kontinuierlich, auch unter sich ändernden Lastbedingungen. Um einen starken Anstieg der Ausgangsspannung bei offenem Ausgang zu vermeiden, ist die Verwendung einer Zenerdiode sinnvoll (D3).

Kompakte Steckernetzteile auf Basis des TEA1401 sind universell für vielfältige Applikationen einsetzbar und lassen sich gut mit Akkuladekonzepten kombinieren. So kann das Netzteil die Spannung zum Betrieb eines Ladecontrollers liefern; je nach Zellenzahl (1...5 NiCd/NiMH oder 1...2 Li-Ion) ist ein Wert zwischen 6,5 V und 12 V erforderlich. Dagegen wird zum Laden eines intelligenten Akkusatzes ('smart battery') die Stromquellenfunktion genutzt. Die im Akkusatz integrierte Elektronik taktet zum Beispiel die Stromquelle mit unterschiedlicher Pulsbreite, um die entsprechenden Ladeströme zu erzeugen (Schnell-, Zusatz-, Erhaltungsladung).

Der TEA1401 wird im platzsparenden SO20-Gehäuse geliefert, dadurch läßt sich ein kompaktes Steckernetzteil für die Jackentasche realisieren, das sich dank kombinierter FPM/SOPS-Regelung weltweit an allen Netzen betreiben läßt. Für eine schnelle und effiziente Schaltungsentwicklung ist das 'Battery Management Cookbook' erhältlich, welches Datenblatt, Applikationsbericht sowie eine 'Demoboard'-Beschreibung für den TEA1401 enthält.

Literatur

- [1] *Battery Management ICs, Cookbook* October 1996, Philips Semiconductors, Eindhoven, NL
- [2] *Data Sheet TEA1401T, Powerplug for the universal mains*, via <http://www.semiconductors.philips.com> oder in der ELRAD-Mailbox

Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von

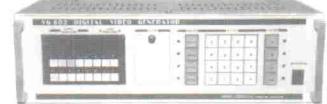


Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

Wir liefern mehr als 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller direkt ab Lager. Durch unsere weltweiten Kontakte beschaffen wir Ihnen auch Geräte, die wir nicht vorrätig haben.

Wir bieten Ihnen ebenfalls die Möglichkeit, Geräte zu mieten. Sprechen Sie uns an.

Unsere aktuellen Angebote:



ASTRO VG802

Digital Video Generator

erzeugt mehrere Testbilder auf digitaler Basis, die für die Einstellung von Monitoren erforderlich sind. Weitere Testbilder können entweder in ein ROM geschrieben oder in einem EPROM abgelegt werden.

DM 4.995,-

BRÜEL&KJAER

1617	TERZ-/OKTAV-FILTER	8.395,-
1618	TERZ-/OKTAV-FILTER	6.785,-
2610	MESSVERSTÄRKER -200kHz	5.500,-



FARNELL PTS 1000 -NEU-

Transmitter Test Set 1.5-1000MHz erweitert einen vorhandenen Signalgenerator zum Funkmeßplatz, verarbeitet Sendeleistungen von 1mW-50W in AM, FM und PM, digitale Anzeige für Frequenz und Modulation, Analoganzeige für Sendeleistung, NF-Pegel und Sinad.

DM 5.295,-

Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

MARCONI

2955A	FUNKMESSPL. 0.4-1000MHz	12.590,-
6500	AUTO. AMPLITUDE-ANALYZ.	8.900,-



PHILIPS PM6307

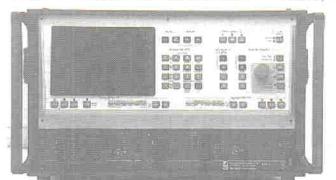
Gleichlaufmessgerät

zur Erkennung und zur quantitativen Bewertung von unerwünschten Geschwindigkeitsänderungen an Audio- und Videobandgeräten, Filmprojektoren, Plattenspielern sowie CD-Laufwerken. Quarzgesteuerte Meßfrequenz, hohe Genauigkeit und Frequenzstabilität $\pm 10^\circ$, wählbare Meßfrequenzen 3000 und 3150Hz, getrennte Anzeigen für Kurz- und Langzeit-Frequenzänderungen, besonders einfache Bedienung.

DM 895,-

ROHDE&SCHWARZ

ELT2	HANDSCHALLPEGELMESSER	675,-
SPF2	VIDEO-TEST-SIGNAL-GEN.	15.500,-



WANDEL&GOLTERMANN NFA1

Niederfrequenz-Analysator 15Hz-200kHz Ein Spektrum- und Netzwerkanalysator in einem Gerät. Pegelmeßbereich selektiv -135 bis +30dBm und breitbandig -115 bis +30dBm. Folgende Messungen sind möglich: Pegel, Pegeldifferenz und Verstärkung, Frequenz und Frequenzversatz, Phasendifferenz zwischen den Eingängen, Störpegel bewertet und unbewertet, Gleichlaufschwankungen und Rumpelspannung. Bis zu 99 Geräteeinstellungen speicherbar, IEC-625-Interface.

DM 33.925,-

MBMT MESSTECHNIK GMBH
Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum
Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

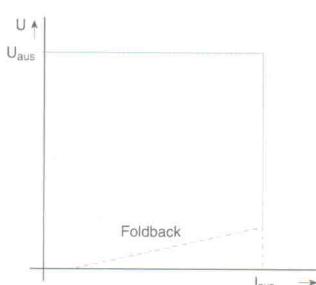


Bild 2. Die U/I-Ausgangscharakteristik.

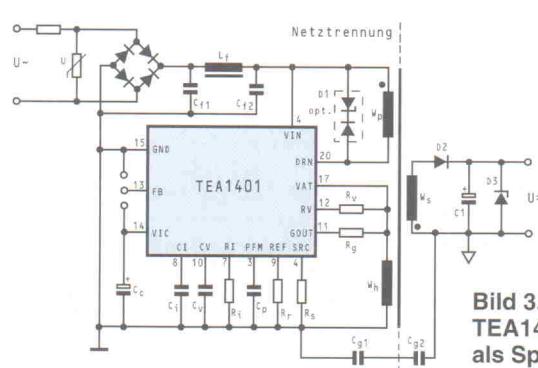


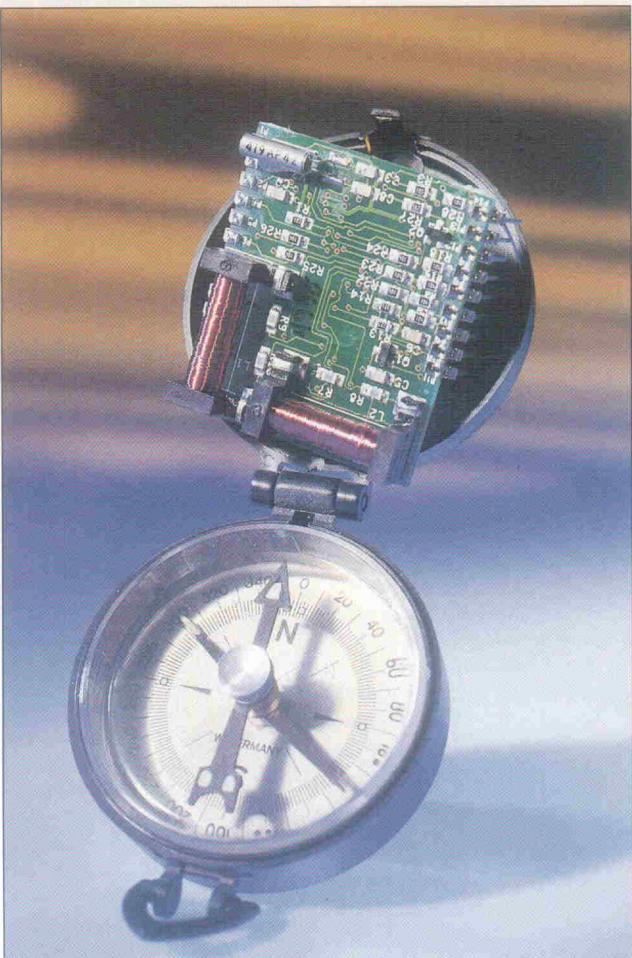
Bild 3. Der TEA1401 arbeitet als Sperrwandler.

Eingenordet

Elektronische Kompaßtechniken

Dipl.-Ing. Christian Voit

Seit Jahrtausenden weist der Kompaß dem Menschen die Richtung. Bereits im Jahr 2634 vor Christus soll ein chinesischer Erfinder zur Navigation einen Magneten an einem Faden aufgehängt haben. Doch was hat sich seitdem verändert?



Manch moderner Kompaß, ob mechanisch oder elektronisch, stellt keine wesentliche Verbesserung gegenüber dem ursprünglichen Prinzip dar. Noch immer wackelt er bei Erschütterung, verliert den Kurs bei magnetischer Interferenz und lässt sich durch Störfaktoren wie Vibration, Neigung oder Beschleunigung irritieren.

Die bedeutendste Neuerung bei den mechanischen Wegweisen innerhalb der letzten vier Jahrtausende beruht auf dem Einbetten der Magnetnadel in eine viskose, dämmende Flüssigkeit, um ein schnelles Ausrichten der Nadel nach einer Drehung des Kompasses zu ermöglichen und gleichzeitig die Schwingungen der Nadel zu

dämpfen. Erst seit kurzem kommt auch Elektronik zum Einsatz, um den Kompaß an die digitale Zukunft anzupassen.

Im Laufe des vergangenen Jahrhunderts kamen elektronische Magnetometer in Gebrauch, jedoch erst seit den 70er Jahren stehen echte Produktvarianten allgemein zur Verfügung. Die Funktion des größten Teils dieser Kompassen beruht auf der Wirkweise der 'Flux-gate'-Magnetometer, einer Technologie, die in den 30er Jahren entwickelt wurde. Diese hatten eine kardanische Aufhängung, um neigungsbedingte Fehler auszuschalten; ihr Einsatz beschränkte sich fast ausschließlich auf den Bereich der Navigation – meist

auf Segelschiffen. Seither sind mehrere Hersteller dazu übergegangen, einen echten digitalen Kompaß zu entwickeln und somit die Anwendungsgrenzen des Kompasses für eine Reihe neuer Herausforderungen zu erweitern. Einige Unternehmen hatten damit Erfolg und wenden gleichzeitig neue Magnetsensoren an, um die verhältnismäßig hohen Kosten in Grenzen zu halten.

Der grundlegendste Schritt in der Entwicklung eines Kompasses ist das Herstellen einer Vorrichtung, die das niedrige magnetische Gleichfeld der Erde misst. Das hat die magnetische Nadel des mechanischen Kompasses seit Tausenden von Jahren zufriedenstellend geleistet. Der elektronische Kompaß jedoch benötigt eine Art elektrischer Übermittlung, um das vergleichsweise schwache Erdmagnetfeld auszumessen und das Ergebnis dann in eine ablesbare Anzeige umzuwandeln.

Optokompaß

Eine praktische Lösung – aus der Frühzeit elektronischer Kompassen – besteht aus der Kombination einer magnetisierten Scheibe mit optischer Kodierung und einem Photodiodenpaar, das die Stellung der Scheibe entschlüsselt. Diese magnetisierte Scheibe fungiert nun wie ein normaler mechanischer Kompaß. Die elektronische Optik leitet die Daten zu einem Mikroprozessor, der die Information zur Anzeige bringt. Leider birgt dieser Lösungsversuch alle Schwachstellen der mechanischen Systeme. Mit diesen Nachteilen sollen Kompassen auf Basis der direkten magnetischen Umsetzung (Magnettransduktion) aufräumen.

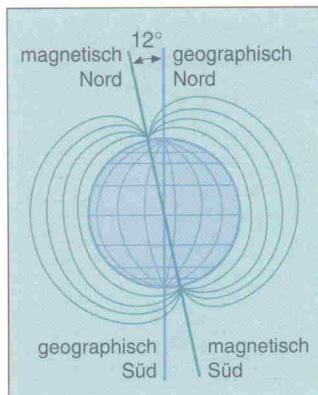


Bild 1. Aufbau des Erdmagnetfeldes.

Nach seinem Studium der Informationstechnik an der UNI/GH Duisburg arbeitete Christian Voit für knapp zwei Jahre in einem Ingenieurbüro in der Planung energie- und nachrichtentechnischer Anlagen. Ende 1995 wechselte er zum Distributor Unistronic, wo er als Applikationsingenieur die Bereiche Navigationssysteme, Mikrocontroller, PCMCIA und Sensoren betreut.

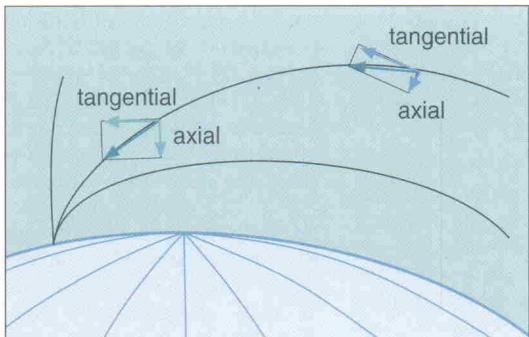


Bild 2.
Aufteilung
in tangen-
tielle und
axiale
Kompo-
nenten.

Doch welche Variablen beeinflussen die Kompaßleistung außerdem? Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau des Erdmagnetfeldes. Ausgehend von den magnetischen Polen bilden die (gedachten) Feldlinien außerhalb der Erdoberfläche geschlossene Kurven, entlang derer sich eine magnetische Kompaßnadel tangential ausrichten wird. Wie bei jedem Magneten verläuft auch das Magnetfeld der Erde dreidimensional. Es besteht aus zwei horizontalen Komponenten (X- und Y-Achse) und einem vertikalen Anteil (Z-Achse). Zusätzlich deformiert der Sonnenwind die Feldverteilung. Je weiter man sich einem der Magnete nähert, um so größer wird die Z-Komponente des Gesamtmagnetfeldes der Erde. Beispielsweise macht die Z-Komponente für den Breitengrad von San Francisco nahezu 70 % des gesamten Magnetvektors der Erde aus.

Schräglage

Somit entsteht ein Problem, wenn ein Kompaß mit festen Magnetometern für die X- und die Y-Achse in eine Schräglage gerät. Die relativ große Feldkomponente Z wird von den Sensoren der X-Y-Ebene mitgemessen und führt folglich zu einer verfälschten Anzeige. Je nach Ausrichtung und Breitennposition bewirkt ein solcher neigungsbedingter Fehler eine bis zu fünf Grad abweichende Fehlanzeige für jedes Grad Differenz des Kompasses von der Horizontalen.

Für das beschriebene Problem gibt es drei Lösungen. Die erste besteht darin, das Kompaßsystem so zu fixieren, daß es immer in der Waagerechten bleibt. Die zweite wird durch eine mechanische Kardanaufhängung der magnetischen Sensoren erreicht. So ist stets sichergestellt, daß auch bei Stampfen und Schlingern der

Kompaß in der Waagerechten bleibt. Der dritte Ansatz wäre ein elektronischer Neigungsausgleich, wobei die Messung der Komponente Z mittels eines dritten Magnetometers erfolgt und das Erfassen von Stampfen und Schlingern über eine Art Neigungssensor. Der Neigungsausgleich erfolgt auf mathematischem Weg durch die Verwendung einer Cosinusrotationsmatrix im Prozessor.

Ausgleich

Für Vorrichtungen, bei denen das System in der Waagerechten bleibt, stellen die Magnetkompaße mit zwei festen Achsen eine ziemlich genaue und weniger kostspielige Alternative zu den neigungsausgleichenden Kompassen dar. Auf schwankenden Plattformen, auf denen ständige Genauigkeit erforderlich ist, bietet sich die mechanische Kardanaufhängung als die einfachste Lösung an. Ein magnetischer 2-Achsen-Sensor wird an einem Pendel (in Kardanaufhängung) befestigt, das in eine viskose Flüssigkeit eingebettet ist, um die Schwingungen zu reduzieren. Derartige Pendelkonstruktionen fangen Neigungen von ± 20 bis ± 45 Grad auf.

Falls die Kompaßneigung über diesen Bereich hinausgeht, hilft auch keine Kardanaufhängung mehr; die Genauigkeit der Meßwerte leidet. Der mechanische Lösungsweg ist mit vielen Schwachpunkten behaftet: große Abmessungen, Zerbrechlichkeit und Trägheit des Sensors, je nach Größe des Systems. Bei Verschleiß kann zum Beispiel die Kardanaufhängung blockieren. Eine Variante dieser Konstruktion besteht darin, nur die zwei Sensorspulen pendelnd zu lagern. So hält man die bewegliche Masse geringer als bei einem komplett abgependelten Sensormodul. Dies ermöglicht einfache und kleinere Aufhän-

gungen als mit einem zweiachsigen Kardangelenk und führt zu einer kostengünstigeren und robusteren Konstruktion.

Ein dritter Ansatz ist die rein elektronische Lösung. Bei Einsatz eines 3-Achsen-Magnetometers zum Erfassen der X-, Y- und Z-Achse des Magnetfeldes kann ein Prozessor unter Berücksichtigung der Meßwerte eines Neigungsmessers die bei Schieflage des Kompasses entstehenden Fehler mathematisch korrigieren. Die Winkelwerte lassen sich auch auf einem übergeordneten System ausgeben. Auf diese Weise kann man ohne Mehrkosten zusätzliche, für die Orientierung wichtige Informationen gewinnen.

Neigungskompensierte Kompaße reagieren auf Vibration und wechselnde Beschleunigung. Einschränkend wirken nicht die magnetischen Sensoren selbst, sondern die neigungsausgleichenden Mechanismen, sowohl die Kardanaufhängung als auch die Neigungsfühler. Kompaße in mechanischer Kardanaufhängung sind höchst empfänglich für Planschbewegungen (sloshing) und reagieren verzögert auf rollenden oder stampfenden Plattformen. Auch Neigungsmesser in Flüssigkeiten versagen im Falle schneller Beschleunigung. Eine Veränderung der Viskosität der Flüssigkeit kann das Problem verringern. Auf sehr dynamischen Plattformen – zum Beispiel in Flugzeugen – sorgen Beschleunigungsmesser und mit Magnetometern verbundene Gyroskop für die hohe Zuverlässigkeit, allerdings zu einem erheblich höheren Preis.

Magnetische Abweichung

Die Achse des Erdmagnetfeldes ist um 12° geneigt gegenüber der Rotationsachse der Erde.

Folglich stimmen die magnetischen Pole nicht mit den geographischen Polen überein. Der magnetische Nordpol liegt bei 75° N, 100° W im Bereich der kanadischen Sverdrup-Inseln nahe der Ortschaft Resolute, der magnetische Südpol bei 78° S, 110° O in der Nähe der Polarforschungsstation Wostok auf dem antarktischen Kontinent. Je näher man sich an den magnetischen Polen befindet, um so größer ist die tangentiale Mißweisung (Deklination) eines Kompasses, also die Winkelabweichung der tatsächlichen zur angezeigten Himmelsrichtung, die durch den räumlichen Abstand von zirka 1700 km zwischen geographischem und magnetischem Nordpol (Südpol: 1300 km) entsteht.

Eine Korrektur kann nur näherungsweise innerhalb eines begrenzten Gebietes erfolgen, indem man bei ungefähr bekanntem Längen- und Breitengrad durch trigonometrische Berechnung die Mißweisung kompensiert. In der Praxis kann bei Kompaßsystemen, die über eine entsprechende Korrekturmöglichkeit verfügen, der Winkel der Mißweisung vorgegeben werden, der vom Meßergebnis subtrahiert wird.

Störfeuer

Jeder Kompaß funktioniert einwandfrei in einem kontrollierten Umfeld, wo nur das magnetische Feld der Erde wirkt. In der Praxis wird der Magnetkompaß jedoch meist in ein übergeordnetes System eingebaut, beispielsweise in ein Fahrzeug, in dem umfangreiche magnetische Störfelder auftreten – eisenhaltige Metallgehäuse, Transformatoren, elektrische Leitungen und Dauermagnete in Elektromotoren sind nur einige der ‘Übeltäter’.

Dieser ‘Harteisen’-Magnetismus bleibt längere Zeit relativ stabil und läßt sich daher mit-

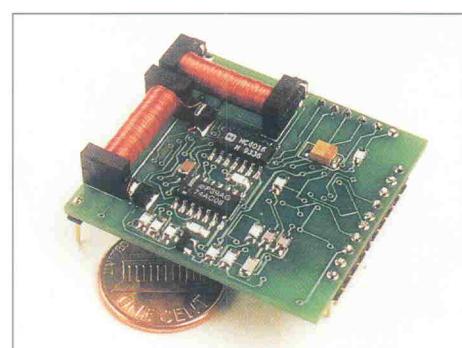


Bild 3. Zwei-
dimensionaler
Kompaß V2X.

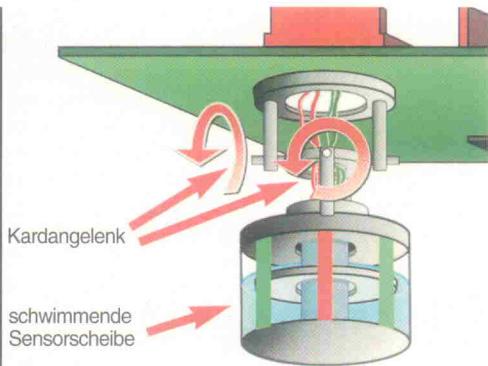


Bild 4.
Kardangelagerter Flux-Gate-Kompaß.

tels der Kompaßanzeigen messen und kalibrieren. Zur Kalibrierung rotiert man das Systems um 360° und speichert die Magnetdaten während der Rotation. Sobald die örtlichen Magnetfelder, die Abweichungsfehler verursachen, durch diese Messung erfaßt sind, werden die Magnetsensoren in ihrer relativen Position zu dem betreffenden örtlichen Störfeld fixiert. Hier besteht ein gravierender Nachteil der mechanisch in Kardanaufhängung konstruierten Kompassen: Die Sensoren befinden sich am Ende eines Pendels und können daher ihre relative Position innerhalb des Störfeldes verändern, was die Genauigkeit des Kompasses verringert.

Schwerer wiegt örtliche magnetische Abweichung durch den 'Weicheiseneffekt', der in Stärke und Richtung variiert. Dieser Effekt kann das Magnetfeld der Erde im Inneren eines Fahrzeugs oder einer Apparatur verstärken oder ab schwächen. Er läßt sich mit einem Felsblock (Weicheisen) in einem Fluß (magnetisches Feld) vergleichen. Der Felsblock kann das Wasser in unterschiedliche Richtungen ablenken, was von einer Reihe von Variablen abhängt, zum Beispiel Kurs, Ausmaße,

Nähe. Nur wenige elektronische Kompassse beherrschen den Ausgleich von Weicheisen-Unregelmäßigkeiten.

Einen weiteren Störfaktor stellt die Temperatur dar, die die Sensibilität der verschiedenen Magnetometertechnologien beeinflußt. In Anwendungen, in denen der Kompaß widrigen Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist, dient die Kompensation der Temperatur als wesentlicher Faktor zur Erzielung einer möglichst hohen Genauigkeit.

Flux-Gate

Eine praktische Realisierung des elektronischen Kompasses stellt der Flux-Gate-Sensor dar. Er besteht aus einer niedrig-koerzitiven ferromagnetischen Scheibe (Bild 4), die schwimmend auf einer Flüssigkeit gelagert und von Antriebs- und Tastspulen umgeben ist. Der Kern wird mit Wechselstrom aus der Antriebsspule gespeist, wobei eine Wechselspannung in der Tastspule induziert wird, die neben der Antriebsfrequenz auch deren harmonische Oberwellen zweiter und höherer Ordnung enthält. Das Auftreten eines äußeren Magnetfeldes verursacht eine Verschiebung der Hystereseschleife

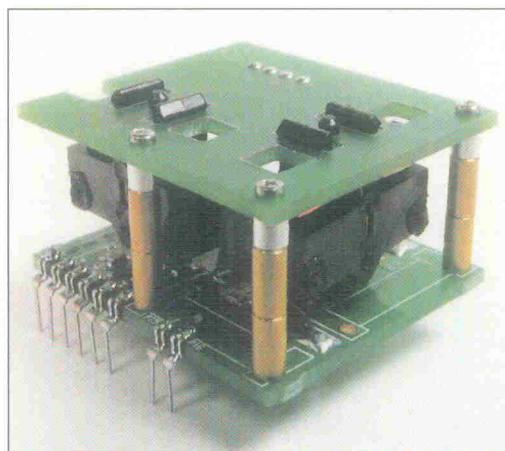


Bild 5.
Neigungskompensierter Kompaß V2XG.

und bewirkt eine Veränderung des Anteils der zweiten Harmonischen im Ausgangssignal in Abhängigkeit zur Stärke des äußeren Magnetfeldes.

Die meisten Flux-Gate-Magnetometer sind biaxial. Sie tasten nur das horizontale Magnetfeld (X und Y) der Erde ab. Die genaue Abtastung der vertikalen Magnetfeldkomponente (Z-Achse) gestaltet sich schwierig, wenn der Kompaß allseitig gedreht werden soll (kardanische Aufhängung). Einige Hersteller von Flux-Gate-Kompassen bieten elektronische Modelle an. Diese stellen im engeren Sinn biaxiale Sensoren in Verbindung mit einer redundanten Achse dar, kombiniert mit einem Neigungssensor.

Magneto-induktiv

Magneto-induktive Sensoren von der Firma Precision Navigation wurden 1989 patentiert. Jede der drei Ein-Achsen-Sen-

spulen variiert beträchtlich (bis zu 100 %), da die Sensorspule – in bezug auf das Magnetfeld der Erde – bei einer Drehung um 180° aus der parallelen in die antiparallele Richtung bewegt wird. Mit Hilfe der erheblichen Frequenzdifferenzen kann der Mikroprozessor eine sehr genaue digitale Anzeige des Winkels zwischen der Ausrichtung des Kompaßmoduls und dem magnetischen Nordpol liefern.

Dank der Einfachheit von Konzept und Material sind magneto-induktive Sensoren sehr preisgünstig in der Herstellung und lassen sich verhältnismäßig klein gestalten. Weil sie induktiv arbeiten, verbrauchen sie einen Bruchteil des Stroms der Flux-Gate-Sensoren – nämlich 2...3 mA gegenüber 40...60 mA. Das Kompaßmodul TCM2 von Precision Navigation (Bild 6) arbeitet mit festen Magnetometern, die ihre Lage hinsichtlich des beherber-

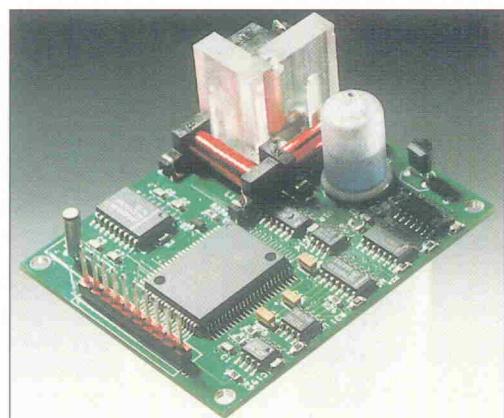


Bild 6.
Dreidimensionales Kompaßmodul TCM2.

sorspulen ist auf einen langgezogenen Streifen aus ferromagnetischem Material mit feldstärkeabhängiger Permeabilität gewickelt. Die Sensorspulen sind Teil eines RC-Schwingkreises und liefern jeweils ein Schwingungssignal, dessen Frequenz sich entsprechend der magnetischen Feldstärke in axialer Sensorrichtung ändert. Mit einer rechtwinkligen Anordnung der Sensorspulen erhält man somit eine Zerlegung des Magnetfeldes in die drei Raumkomponenten X, Y und Z. Ein Mikroprozessor empfängt dann Daten in Form von Frequenzen, die er entsprechend dem Magnetfeld der Erde in Kursdaten umrechnet. Die Frequenz des Schwingungssignals am Ausgang der Sensor-

genden Systems niemals verändert, so daß die Kalibrierungsdaten über den gesamten Neigungsbereich Gültigkeit haben. Das TCM2 speichert die Kalibrierungsdaten im nichtflüchtigen EEPROM, damit sie auch im ausgeschalteten Zustand erhalten bleiben.

Magneto-resistiv

Permalloy und ähnliche Legierungen weisen Schwankungen ihres ohmschen Widerstandes auf, wenn sie unterschiedlichen äußeren Magnetfeldern ausgesetzt werden. Bei der Herstellung von Magnetoresistoren werden dünne Streifen Nickel-Eisen (NiFe) auf einen Siliziumuntergrund aufgebracht, wodurch eine magneto-resistive Brücke entsteht. Die

Integration eines Auswerteschaltkreises auf den Chip ist ebenfalls möglich. Ein Magnetfeld dreht den inneren Magnetisierungsvektor des Filmstreifens (NiFe), und der jeweilige Winkel dieses Vektors zur Durchflußrichtung des elektrischen Stroms verändert den Widerstand.

MR-Sensoren sind relativ kostengünstig in der Herstellung. Wie bei den Flux-Gate-Senso-

ren mit einem weitaus größeren Potential als bisher öffnen – Verbraucherprodukte vom tragbaren GPS-Empfänger mit eingebautem Kompaß bis zu Spielzeugen und mobilen Kommunikationsausrüstungen sind realisierbar.

Der Markt für GIS (geographische Informationssysteme) wächst gleichfalls und schafft eine erweiterte Nachfrage nach kleinen und exakten



Bild 7.
Miniatur-
Sensorspulen.

ren ist jedoch für die meisten Anwendungszwecke die Analogausgabe mittels eines A/D-Wandlers zu digitalisieren, was Kosten und Entwicklungsaufwand erhöht.

Hall-Effekt

Am untersten Rand des Empfindlichkeitsspektrums stehen die Hall-Effekt-Sensoren. Sie werden als monolithisch integrierte Schaltkreise gefertigt und sind somit klein und preiswert. Allerdings sind sie äußerst ungeeignet zum Messen des Erdmagnetfeldes, da sie unter Abdriften, Instabilität und unzureichender Empfindlichkeit leiden.

Ausblick

Die Hersteller sind weiterhin bemüht, Abmessungen und Kosten magnetischer Sensoren zu verringern. Auf Silizium aufgebaute Kompaßsensoren sind vielversprechend, soweit sich die Empfindlichkeit vergrößern und der Energieverbrauch auf ein Minimum beschränken lassen. Kleinstausführungen mit Magnetsensorabmessungen < 2 mm (Bild 7) werden für den Einsatz des Kompasses viele neue Märkte

Kompaßmodellen. An der Spitze des Kompaßmarktes haben Fortschritte auf dem Gebiet der Gyroskop- und der Beschleunigungstechnologie zur Entwicklung neuer Verbundprodukte geführt, die Magnetkompaßmodelle beinhalten.

Ein solches Produkt ist beispielsweise das AX100 Dynamic Heading System von Precision Navigation. Dieses System besteht aus einem integrierten Dreifachsensorsystem mit eingebautem Drei-Achsen-Magnetometer, drei 'Low-end'-Gyroskopen und drei Beschleunigungsmessern.

Das System bietet Text- und Sprachausgabe sowie die Aufzeichnung von Informationen. Neben militärischen Anwendungen sind ziviler Schiffsverkehr, Antennenbausysteme und Stabilisierung von Plattformen nur einige der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten für dieses und ähnliche High-end-Kompaß-Verbundsysteme. cf

Literatur

[1] Wegweisend, Elektronischer Kompaß mit magneto-resistiven Sensoren, Helmut Israel, ELRAD 3/95, S. 75

Embedded Systems'97

19.-21. Februar
in Stuttgart-Sindelfingen

für den
Entwickler

von elektronischen
Steuerungen und
Regelungen mit
integriertem Mikro-
Prozessor-Controller

für den
Konstrukteur

der für seine Steuer-Aufgaben
maßgeschneiderte Embedded-
Control-Lösungen sucht

kostenlose
Gastkarten
bei den
Ausstellern

das große Messe- und Kongreß-Ereignis

das wird gezeigt

Mikro-Prozessoren-/Controller, Single-Board-Computer, Entwicklungs-Kits und -Systeme, komplette Mikrocomputer-Steuerungen und -Regelungen, Emulatoren, Simulatoren, Logikanalysatoren, Programmiergeräte, Echtzeit-Betriebssysteme, Assembler, Compiler, Debugger, Fuzzy Tools, programmierbare Logik, ASICs, AD-/DA-Wandler, DSPs, Interface-Bausteine, Meßgeräte, EDA-Werkzeuge, Ein-/Ausgabe-Bausteine, OOP-Tools, LCDs, Hochsprachen, Funktions-Bibliotheken und andere Komponenten für Embedded Systems.

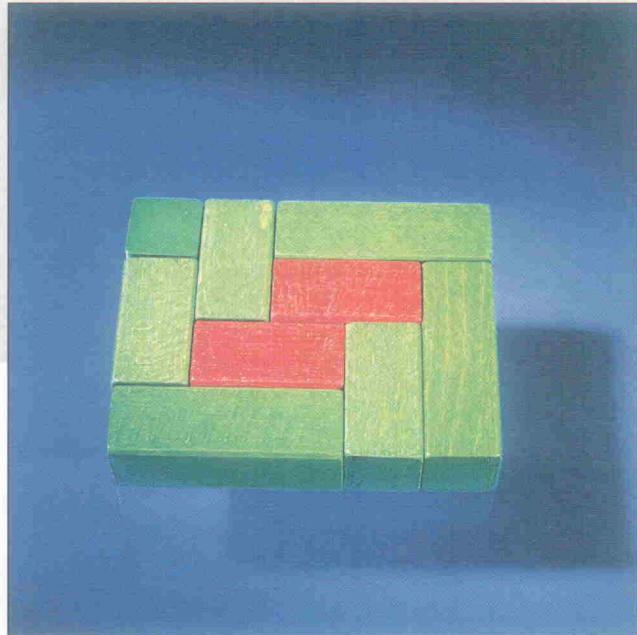
• IDT Europe • IMS Inst.f.Mikroelektronik • Integrated Systems • iSystem • Janz Computer • Jump • Kaneff, Dr. Ing.-Büro • Kleinhenz Elektronik • Kontron Elektronik • Lascar Electronics • LAUTERBACH • LIPPERT Automation • Logic Technology • MagnaMedia Verlag • MAZet • MCT Paul & Scherer • MEILHAUS • MEN mikro elektronik • MicroSys • Microtec Research • Microware Systems • Mitsubishi Electric • Mixed Mode • Motorola • MSC • National Semiconductor • nbn Systemkomponenten • NOHAU • N.A.T. • OMC • or Industrial Computers • PENTICA SYSTEMS • PEP Modular Computers • Philips Semiconductors • PHYTEC Meßtechnik • pls • RadiSys • REICHMANN microcomputer • REIN Components • ROTH • RUTRONIK/RSC-Halbleiter • Samsung • SCANTEC • Scientific Computers • SEI-Jermyn • SGS-THOMSON Microelectronic • Siemens AUT • Siemens HL • SOFTEC • Sorcus Computer • STEINHOFF • Sun Microelectronics • Sunrise Systems • SW Datentechnik • SYNTRON • SYSGO • SYSLOGIC • SYTRIX • S&P Media • TASKING Software • taskit • TEKELEC AIRTRONIC • Tektronix • TEMIC • Texas Instruments • Toshiba Electronics • VSYSYSTEMS • Vogel Verlag • WHYRON • Willert Software Tools • Wind River Systems • ZILOG Europe

Infos:

Ludwig Drebinger GmbH: 089/38 30 72 70, Fax 33 27 61

Baukastenprinzip

Cores, Softmakros und Design Reuse



Peter Heusinger

Angesichts immer komplexerer Funktionen in immer größeren Bausteinen sind viele Entwicklungsabteilungen kaum noch in der Lage, ihre Schaltungen vollständig selbst zu designen. Auch wenn das notwendige Know-how ausreicht, fehlt es oftmals an Zeit für eine komplette Eigenentwicklung. Mit vorgefertigten Modulen lässt sich hier manche Lücke schließen. Die Vorteile und Möglichkeiten solcher Blöcke sind dabei insbesondere für Anwender von programmierbarer Logik immens.

Im PLD-Bereich ist seit gewisser Zeit ein Trend zu beobachten. Die Hersteller bringen in immer kürzeren Abständen immer komplexere Logikbausteine mit neuesten Prozeßtechnologien heraus. Meilenstein scheint das 100 000-Gatter-IC zu sein: Altera hat den 100k-Baustein bereits seit einiger Zeit im Programm, von Gatemax, Lucent Technology und Xilinx sind solche ICs angekündigt. Die Unternehmen streben den Ersatz von ASICs niedriger und mittlerer Komplexität durch FPGAs an. Denn vom Umfang her ist dieser Teil des ASIC-Marktes hochinteressant. So besitzen laut einer Erhebung des Marktforschungsinstituts Dataquest zirka 80 Prozent aller aktuell gefertigten ASICs eine Größe von unter 100 000 Gatter. Das beachtliche Marktsegment, das hierdurch für programmierbare Logikbausteine quasi brachliegt, erklärt die Herausgabe hochintegrierter Bausteine.

Was sich für die PLD-Anbieter mit Blick auf die Zukunft erstrebenswert und äußerst lukrativ darstellt, wirkt auf viele Anwender zuerst einmal er-

schreckend. Denn sofort steht die Frage im Raum: Wer kann einen 100k-Baustein noch selbst entwickeln – mit vertretbarem Aufwand und in einem sinnvollen Zeitrahmen?

Platzprobleme

In vielen Entwicklungsabteilungen werden derzeit bevorzugt die weniger komplexen Logikfamilien eingesetzt. Mehrere kleinere Bausteine realisieren dabei eine Funktion, die auch in einem einzelnen größeren Baustein Platz fände. Der Grund für diese Vorgehensweise liegt meist am nichtlinearen Steigerungsverhältnis von PLD-Bauteilepreis zur PLD-Komplexität. Mehrere kleine Bausteine sind in der Anschaffung deutlich günstiger als der entsprechende größere Baustein.

Trotz der herrschenden Preispolitik macht es jedoch auch für Entwickler Sinn, daß die Hersteller immer größere Bausteine auf den Markt bringen. Denn in vielen Bereichen ist der Platz für Elektronik äußerst knapp – man denke hier nur an den Multimedia- oder Telekom-Bereich. Es muß in immer kürze-

rer Zeit mehr Funktionalität auf mindestens dem gleichen, besser noch geringeren Platz realisiert werden. PC-Einsteckkarten sind zwar über die Jahre hinweg immer ähnlich groß geblieben, doch gerade komplexere Systeme beanspruchten in der Vergangenheit oftmals mehrere Slots eines PC. Seit dem Siegeszug tragbarer Notebooks oder Palmtops bleibt eine Erweiterung in diese Richtung versperrt. Die Benutzer tragbarer Geräte möchten aber trotzdem die gleiche Funktionalität zur Verfügung haben, die sie beim Desktop gewohnt sind – es geht also um Größenordnungen enger zu. Für den bei Laptop & Co. benutzten PC-Card-Standard (vormals PCMCIA) mußten die Halbleiterhersteller sogar neue IC-Gehäuse konzipieren, um die Bausteine in den engen Einsteckkarten unterzubringen.

Virtuelle Welten

Die Komplexität eines PLD-Designs muß dabei nicht immer gleichbedeutend mit der Komplexität des eingesetzten PLD sein. In-System-Programmierbarkeit (isp) von SRAM oder EEPROM basierten ICs kann bei bestimmten Anwendungen zum Einsatz von deutlich kleineren Bausteinen führen. Das Zauberwort heißt 'virtuelle Komplexität': In einem isp-Baustein vorgegebener Größe lassen sich (nacheinander) mehrere komplexe Applikationen implementieren. An einem Beispiel sei dies näher erläutert.

Der Prozessor eines Grafikcontrollerboards soll die Aufbereitung von Grafikbefehlen übernehmen und über einen Interface-Baustein eine Vielzahl von unterschiedlichsten LC- oder LE-Displays ansteuern. Angesichts der Typenvielfalt von LCD-Anzeigen muß selbst bei einer Beschränkung auf Displays mit eingebautem Ansteuercontroller eine große Anzahl verschiedenster Interfaces unterstützt werden. Realisiert man den Interface-Controller mit einem im System programmierbaren Logikbaustein, läßt sich dieser jeweils für den angeschlossenen Displaytypen programmieren. Bei Anschluß eines anderen Displays wird der Baustein auf dem Board neu programmiert. Das PLD muß dabei so groß gewählt werden, daß die zu erwartende komple-

xeste Realisierung in diesen Baustein paßt. Die Gesamtkomplexität des Systems ist dann die Summe aller zu unterstützenden Einzel-Interfaces – was weit über die Größe des eingesetzten PLD hinausgehen kann.

Im direkten Vergleich zum PLD muß ein ASIC gleicher Funktionalität natürlich nicht so groß ausgelegt werden, wie die Summe aller Einzel-Interfaces. Es gibt viele Teilbereiche bei den einzelnen Interface-Typen, die man auch in anderen Implementierungen wiederverwenden kann. In der Summe gesehen ist das ASIC aber auf jeden Fall größer auszulegen, als die Realisierung mit einem programmierbarer Logikbaustein. Als zusätzliches Feature bietet die PLD-Lösung die Möglichkeit, neu auf dem Markt kommende Displays mit der gleichen Hardware treiben zu können. Dazu muß nur die neue Ansteuerung implementiert werden. Die Platine kann bei ausreichender Dimensionierung des PLD und des Anschlußsteckers die gleiche bleiben – was in dem Jahr 0 der CE-Konformität ein angenehmer Nebeneffekt ist.

Zeit ist Geld

Auch mit einem kleinen im System programmierbaren Baustein läßt sich also durch das Laden unterschiedlicher Konfigurationen insgesamt betrachtet eine beachtliche Logikkomplexität realisieren. Doch zählt bei innovativen Entwicklungen nicht allein der Preis eines Produktes, sondern auch der Zeitpunkt der Markteinführung.

Ob ein Produkt frühzeitig herausgebracht oder aber zu spät eingeführt wird, entscheidet

über den Erfolg desselben während seines gesamten Marktzyklus. Bild 2 verdeutlicht diese Zusammenhänge. In dem Diagramm ist der Erfolg eines Produktes während seines Marktzyklus direkt an der Fläche des entstehenden Dreiecks meßbar. Dazu sind auf der X-Achse die Zeitpunkte der Markteinführung (links) beziehungsweise des Sterbens (rechts) und auf der Y-Achse die Marktdurchdringung des jeweiligen Produkts aufgetragen. Firma A hat das erste Produkt zum Zeitpunkt T1 auf den Markt gebracht. Mit der Markteinführung beginnt A, sich entsprechende Marktanteile zu erobern. Zum Zeitpunkt T2 kommt ein ähnliches Produkt der Firma B auf den Markt. Zu diesem Zeitpunkt hat A schon eine gewisse Marktdurchdringung erreicht. Dies bedeutet, daß B mit den gleichen Features nur noch den übriggebliebenen Markt adressieren kann, der natürlich einen deutlich geringeren Umfang besitzt. Das Nachhinken des Umsatzes setzt sich bis zur Phase des Absatzrückgangs fort. Irgendwann hat das Produkt A den Zenit des Umsatzes erreicht. Da Produkt B in etwa die gleiche Funktionalität besitzt, hat es zur gleichen Zeit kaum größere Chancen, weitere Marktanteile zu erreichen – auch der Absatz von B wird zurückgehen. Weil jedoch A den größeren Umsatz besitzt, ist es ihm möglich, über eine deutlich längere Zeit seine bestehenden Marktanteile abzugeben. Unabhängig vom jeweiligen Erfolg werden jedoch beide Produkte irgendwann eingestellt, weil ihre Funktionalität nicht mehr dem Stand der Technik entspricht.

Der Zusammenschluß der Unternehmen ist im Augenblick noch sehr neu. Deshalb sind die veröffentlichten Informationen mehr als Absichtserklärungen für Aufgabenpakete zu werten, die in nächster Zeit anzupacken sind. Triebfeder der Allianz ist in erster Linie der in naher Zukunft stark expandierende Markt fertiger Makromodule. Für einen vernünftigen und sinnvollen Vertrieb dieser Makros muß eine möglichst übergreifende Interface-Plattform festgelegt werden. Ansonsten würden die Schnittstellen solcher Designteile zur Außenwelt (also zu der sie umgebenden Logik) abhängig von der Zielhardware unterschiedlich ausfallen oder gar vom jeweils verwendeten Design-Tool abhängen.

Hoffentlich Allianz versichert

Namhafte Unternehmen aus den Bereichen Halbleiter-technologie, ASIC- und IC-Design, Programmierbare Logik, CAD sowie Dienstleister für Cores und Soft-makros haben sich unter dem Namen VSI Allianz zusammengefunden (aktuell 83 Mitglieder). VSI steht für Virtual Socket Interface und meint ein standardisiertes Interface für Designteile, die als vorgefertigte Module in integrierten Schaltungen einsetzbar sind. Mit solchen definierten Schnittstellen soll sich der Aufwand bei einer späteren Wiederverwendung erheblich reduzieren.



So ist es nur schwer nachzuprüfen, ob ein für den einmaligen Einsatz gekauftes Modul in weiteren Chips des Käufers auftaucht.

Informieren

Aber auch den potentiellen Anwendern (Käufern) solcher Makros soll geholfen werden. Angedacht ist eine für alle zugängliche Datenbank mit Informationen zu sämtlichen verfügbaren Modulen, zu allen Anbietern und natürlich zur Definition der Interfaces selbst. Letzteres ist insbesondere für Unternehmen wichtig, die eine 'Zweitverwertung' ihrer Entwicklungen anstreben. Datenblätter und Simulationsmodelle der Module sollen über einen WWW-Server allgemein zugänglich gemacht werden und interessierten Kunden ermöglichen, Kosten, Performance, Qualität und Risiko der angebotenen Komponenten zu überprüfen, um über deren Einsatz zu entscheiden.

Der Beitritt zur VSI und die Mitarbeit am VSI-Standard wird (zumindest derzeit) jedem Interessenten gewährt.

Wer mehr über die Allianz wissen möchte, findet weitergehende Informationen im World Wide Web unter <http://www.vsi.org>. Dort gibt es neben einer kurzen Vorstellung aller VSI-Mitglieder eine Übersicht zu Strategien und Zielen der Allianz sowie zu weiteren Aktivitäten. Die erste 'offizielle' Konferenz zum Thema IP und Design Reuse findet vom 17. bis 18. März 1997 im Westin Hotel in Santa Clara, Kalifornien, statt; ein europäisches Treffen ist geplant.

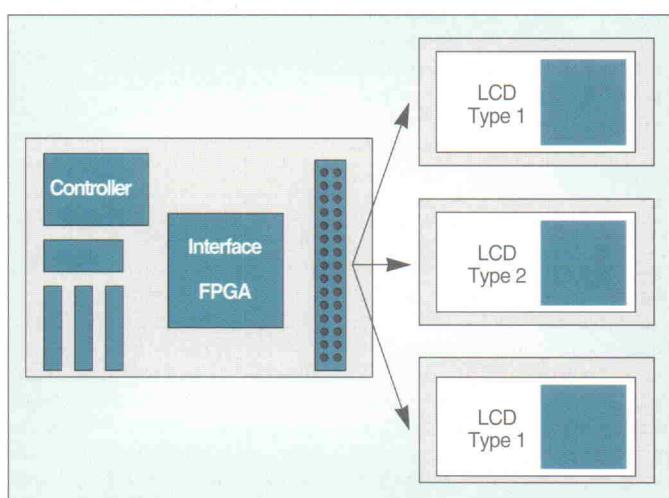


Bild 1. Virtuelle Komplexität eines LCD-Controllers.

Tritt dieser Zustand ein, muß dringend ein Nachfolgeprodukt mit verbesserter Funktionalität auf den Markt. Der Abstand zwischen Produkteinführung und Ersetzen durch ein Nachfolgeprodukt wird immer kürzer. Ging man in der Vergangenheit in vielen Bereichen noch von einem Zyklus von ein bis zwei Jahren aus, ist heute schon eine Lebensdauer von unter sechs Monaten die Regel.

Design Reuse

Sowohl der Zeitdruck bis zur Produkteinführung als auch die ansteigenden Designkomplexitäten haben immense Auswirkungen auf die Art und Weise, wie zukünftig Produkte entstehen. Die Implementierung einer Schaltung in programmierbare Logik ist bislang eher die Aufgabe eines einzelnen Entwicklers. Sie umfaßt den gesamten Designflow von der Eingabe über die Verifikation bis zum Erstellen des Bausteinlayouts. Dies ist bei kleinen Komplexitäten durchaus sinnvoll und ermöglicht eine schnelle Markteinführung. Bei größeren Projekten ist diese Arbeit jedoch nur noch mit einem Designteam zu bewältigen. Das System muß in einzelne geeignete große Blöcke aufgeteilt werden, die dann jeweils von einem Teammitglied weiterbearbeitet werden. Kommen bei dieser Teamarbeit Hardwarebeschreibungssprachen wie Verilog oder VHDL zum Einsatz, halten sich die Reibungsverluste bei der Verifikation der Einzelsysteme und des Gesamtsystems in vertretbaren Grenzen.

Die Modularisierung eines Systems besitzt noch einen angenehmen Nebeneffekt: Viele Designteile eines ASIC oder FPGA tauchen auch in nachfolgenden beziehungsweise verwandten Produkten auf. Immer wiederkehrende Module sollten so ausgelegt werden, daß ein 'Recycling' – das sogenannte Design Reuse – ohne größere Anstrengung möglich ist.

Dazu müssen schon bei der Entwicklung von wiederverwendbaren Modulen verschiedene Dinge beachtet werden. So sollte neben einer sauberen Schnittstelle spezifizierung die Funktionalität des Moduls möglichst allgemein gehalten werden. Auch an den späteren Test des Moduls sollte man bereits beim Designansatz denken. Die Erweiterung oder An-

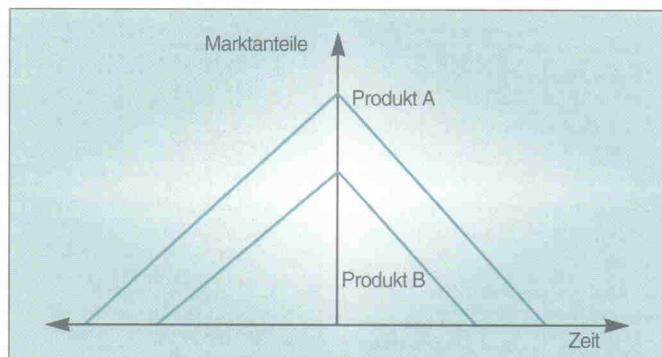


Bild 2. Markteinführung und -durchdringung.

passung von Designteilen erfolgt so weit möglich über externe Features, das Modul selbst bleibt unverändert. Dadurch ist eine erneute Verifikation des verwendeten Kerns bei einem Recycling überflüssig.

IP und virtuelle Komponente

Um Design Reuse nicht nur innerhalb eines firmeninternen Entwicklungsteams, sondern auch zwischen ganzen Unternehmen auf kommerzielle Beine zu stellen, wurde die VSI-Allianz gegründet. Diese Vereinigung von zahlreichen Firmen aus dem Hard- und Softwarebereich will einheitliche Schnittstellen für vorgefertigte Module (Virtual Socket Interface) zum Einbau in integrierte Schaltungen schaffen (vgl. Kasten 'Hoffentlich Allianz versichert'). Die VSI-Standardsierung soll offen gestaltet werden, so daß jeder Systementwickler ohne Zahlung von Royalties an die notwendigen Informationen herankommen kann. Hierdurch will man erreichen, daß möglichst viele Unternehmen dazu übergehen, ihre Module entsprechend dem gesetzten Standard umzugestalten.

Das Kürzel 'IP' steht für 'Intellectual Property' und umschreibt die virtuellen Komponenten, die zum Einbau in komplexe Systeme (ICs) von anderen Anbietern auf den Markt gebracht werden. Die VSI unterscheidet drei unterschiedliche Modultypen: Soft-, Firm- und Hard-Blöcke.

Hard-Blöcke sind für eine definierte Zielhardware sowohl vom zeitlichen Verhalten als auch vom Layout optimiert. Ein solches Modul für ein FPGA enthält also beispielsweise konkrete Anweisungen zum Plazieren und Verdrahten der Schaltung.

Der Physical-Layer ist für die Struktur der Schaltung und ihre Realisierung auf dem Silizium verantwortlich. Er kommt also insbesondere bei Firm- und Hard-Cores ins Spiel, da diese Implementierungsvorschläge beziehungsweise konkrete Place&Route-Daten beinhalten.

Funktionsvielfalt

Die ersten konkreten Ergebnisse der VSI-Allianz werden sicherlich noch eine Zeitlang auf sich warten lassen. Es besteht jedoch bereits jetzt ein verstärkter Bedarf an geeigneten Modulen. Dies bezieht sich insbesondere auf die heute sehr gefragten PC-Standardschnittstellen wie zum Beispiel PCI oder PC-Card. Diese Interfaces haben inzwischen so hohe Komplexitäten erreicht, daß sich der Entwicklungsaufwand inhouse oftmals nicht mehr bedenkt. Das trifft besonders dann zu, wenn man nicht nur die reine Entwicklungszeit rechnet, sondern auch den Aufwand für Verifikation und Test eines solchen Moduls.

Die FPGA- und CPLD-Hersteller haben auf diese Notsituation reagiert und sind entsprechende Allianzen mit Modulanbietern eingegangen. Diese sind schon seit längerer Zeit als Dienstleister im ASIC-Bereich tätig, da man sich dort schon wesentlich früher mit der Einbindung vorgefertigter Cores befaßt hat. Der Markt der programmierbaren Logik ist für die Firmen eine willkommene zusätzliche Absatzmöglichkeit ihrer ohnehin bestehenden Produkte. Angeboten wird, was heute häufig benötigt wird.

Busverbindung

Der Bereich Bus-Interface wird von fast allen PLD-Anbietern abgedeckt – vor allem, weil das PCI-Interface eine Schlüsselfunktion in dem großen Marktsegment PC einnimmt. Beziiglich Kosten und Qualität der angebotenen PCI-Module gibt es große Unterschiede. Ein 'gutes' Modul sollte neben dem eigentlichen Busdesign auch Layoutvorgaben für die unterstützte Bausteinamilie und eine sinnvolle Testumgebung beinhalten. Da PCI-Designs sehr viele zeitkritische Pfade besitzen, die auf Timing optimiert sein müssen, sind Layoutvorgaben beinahe zwin-

gend. Vom Käufer eines Moduls kann schließlich nicht erwartet werden, daß er nach der Implementierung des Systems das Layout des PCI-Core mit optimieren muß. Dazu besitzt er im allgemeinen weder die notwendige Kenntnis, noch hat er das Modul erworben, um weitere Arbeit damit zu haben.

Die angebotene Produktpalette von PCI-Cores beginnt bei kostenlosen Versionen und reicht bis zu Modulen, die mehrstellige Dollarbeträge kosten. Diese unterschiedliche Preisgestaltung hat auch seine Berechtigung, weil die angebotenen Module im Umfang stark variieren. Bei etlichen sind zudem neben den fälligen Einmalzahlungen auch von der Stückzahl abhängige Lizenzgebühren zu entrichten. Entscheidend ist letztendlich das richtige Preis/Leistungs-Verhältnis. In einem Folgeartikel werden einige der derzeit angebotenen Module konkreter vorgestellt.

Auslaufende Modelle

Controllermodule sind aus den unterschiedlichsten Gründen für den Anwender interessant. Für altgediente Prozessoren wie Z80, 6502 (der Prozessor im 'Volkscomputer' C64) und 8085 existiert eine gewaltige Menge Software. Zum Teil sind diese Typen jedoch 'vom Aussterben bedroht' – es sind sogenannte End-of-Life-Produkte, die zum Teil nur noch gefertigt werden, um den Bedarf der Großkunden zu befriedigen. Für einen Entwickler steht ein End-of-Life-Produkt gleichbedeutend für 'Probleme bei der Beschaffung' und 'schwer kalkulierbarer Preis'. Im schlimmsten Fall ist ein Baustein nachschub unmöglich, und es muß ein Redesign des betroffenen Produkts durchgeführt werden. Ist die Software für den nicht mehr verfügbaren Prozessor in Assembler geschrieben, wird im Rahmen des Hardwaredesign auch eine entsprechende Überarbeitung der Software durchge-

führt. Die Folge sind ungewöhnliche Entwicklungskosten für ein bereits bestehendes Produkt. In einem solchen Fall kann die Controllerrealisierung in einem FPGA der Rettungsanker sein, weil nur ein Redesign der Hardware, aber nicht der Software, notwendig ist.

Der Gedanke des 'System on a Chip', der heute immer wieder angesprochen wird, ist bei der Integration von Prozessoren in FPGAs meist nicht sinnvoll. Schließlich haben Prozessoren einen unschlagbar günstigen Preis, wenn sie in großen Stückzahlen produziert und verkauft werden. Die Siliziumfläche, die sie für die Realisierung auf einem FPGA beanspruchen würden, ist um vieles teurer – selbst wenn man diese ebenfalls in großen Stückzahlen fertigt. Die Einschränkung gilt dagegen nicht mehr, wenn ein Produkt unter den vorgegebenen Randwerten (zum Beispiel Platzprobleme auf dem Board) nicht realisierbar ist. Dann ordnet sich der Preis in den meisten Fällen der Machbarkeit unter.

Für Komponenten im Bereich der Kommunikation gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei PC-Interfaces. Auch hier existieren unterschiedlichste Standards, die kosten- und zeitaufwendige Eigenentwicklungen erfordern. Ähnlich wie bei Prozessoren sind Standardkomponenten am Markt, die in Zukunft in geringerer Zahl oder überhaupt nicht mehr produziert werden. Zu diesen Komponenten zählen beispielsweise bestimmte ältere HDLC-Controller, die in der Vergangenheit ihren Einsatz besonders in einfachen firmeneigenen Netzwerken gefunden haben. Auch hier kann sich die Entwicklung eines 'eigenen' FPGA lohnen, wenn dadurch beispielsweise ein neues Netzwerk aufgebaut werden muß.

Bei DSP-Anwendungen ist die Fülle an unterschiedlichen Filtertypen und -größen so umfangreich, daß es kommerziell

Definitionssache

Das Vokabular im Bereich vorgefertigter Schaltungsteile ist recht breit gestreut. Manche Unternehmen sprechen von Cores, andere von Megafunktionen, einige von Makros. Es tauchen neben Kombinationen wie beispielsweise LogikCores und MegaCores auch Wortschöpfungen wie Hard-, Soft- und Firm-Block oder auch SoftChip auf. Modul scheint sich dank seiner relativen Wertneutralität einiger Beliebtheit zu erfreuen. Doch ein einheitlicher 'Sprachstandard' hat sich bislang noch nicht durchsetzen können (die Aufgabe einer Allianz?). Deshalb seien an dieser Stelle einige Begriffe erklärt.

Der Begriff Hardmacro und auch der Ausdruck Core meint eigentlich ein komplett layouttes und verdrahtetes Schaltungsteil, das in der vorliegenden Form nur in eine fest definierte Zielhardware eingebaut werden kann. So ist beispielsweise der 32-Bit-Mikroprozessor-Core CW4003 von LSI Logic für den 0,25-µm-Prozeß in G10-Technologie von LSI layoutet und verschaltet – und damit nur in einem IC einsetzbar, das in eben diesem Prozeß gefertigt wird. Unternehmen wie Virtual Chips bieten 'gleiche' Cores für verschiedene Zielhardware an. Hier bekommt man dann

eine allgemeine HDL-Beschreibung plus der unterschiedlichen Angaben für den jeweiligen Prozeß. Die VSI bezeichnet Cores als Hard-Block.

Unter Softmacro versteht man ein Modul, das eine synthetisierbare HDL-Beschreibung enthält und oftmals mit Synthesevorgaben und Hinweisen zur möglichen Beschleunigung der Funktionsblöcke (zum Beispiel Pipelining-Strukturen) versehen ist. Die Grenzen zum Core sind nicht immer eindeutig. Deshalb hat die VSI für Mischformen aus Cores und Softmakros den Ausdruck Firm-Block kreiert, PLD-Hersteller sprechen beispielsweise von Megafunktionen oder LogiCores.

Initiativen

Gerade die FPGA-Anbieter haben sich in diesem Bereich stark gemacht. Deren Funktionsblöcke sind im allgemeinen zwar nicht plaziert und verdrahtet (P & R), aber synthetisiert und optimiert für die jeweiligen Zielbausteine des Unternehmens. Initiativen, die die Entwicklung mit solchen Modulen vorantreiben sollen, sind zum Beispiel das Altera Megafunctions Partner Program (AMPP), das LogiCore-Programm von Xilinx und das Core-Programm von Actel.

nicht sinnvoll erscheint, für jede mögliche Struktur ein speziell gestaltetes Modul anzubieten. Um diesen hochinteressanten Markt trotzdem abdecken zu können, bietet beispielsweise die Firma Altera ein eigenes DSP-Tool an. Auch andere präsentieren mehr oder weniger flexible DSP-Lösungen, entweder als festverdrahtete Cores oder als Softmakros auf HDL-Basis.

Der Vorteil eines digitalen Filters im PLD im Vergleich zum 'fertigen' DSP liegt in der deutlich niedrigeren Verlustleistung und einer höheren Datenrate. Nachteilig ist wie schon bei Prozessoren der höhere Chip-Preis. Dieses dürfte aber keine größere Rolle spielen, wenn die Bearbeitungsgeschwindigkeit des Filters das K.-o.-Kriterium für ein Design darstellt. *uk*

10 JAHRE **ULTIBOARD**

SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

ULTIMATE TECHNOLOGY

Europa-zentrale: UltiMate Technology BV, Energierstraat 36, 1411 AT Naarden, NL
tel. 031 - 35-694444, fax 031 - 35-6943345
E-mail: sales@ultiboard.com

JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

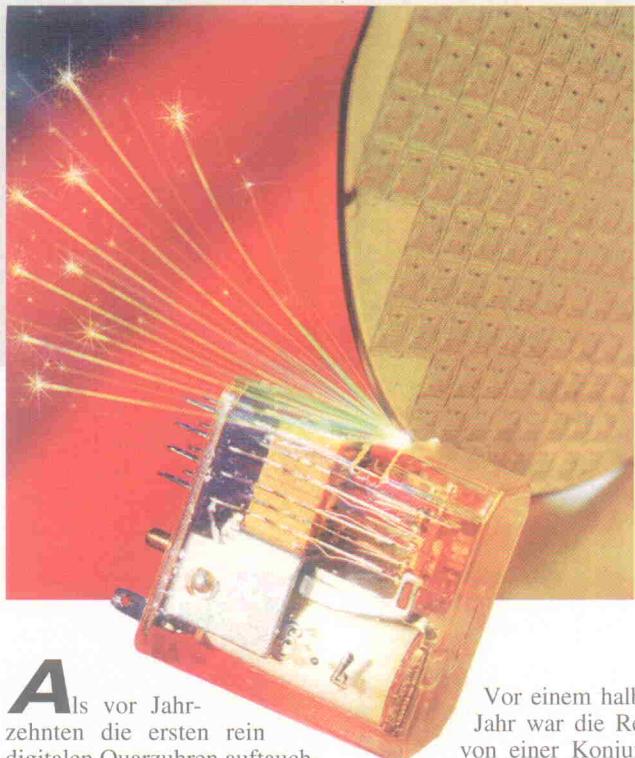
ULTIBOARD Challenger 700 besteht aus dem Schaltplanprogramm ULTcap, aus dem Layoutprogramm ULTiboard sowie dem Ripup & Retry Autorouter ULTRoute GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementenpins. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Pinanzahl erwerben, incl. solchen, die den

Distributoren:
Taubé Electronic, tel. 030 - 8959250, fax 030 - 6942338
Maxxon, tel. 03-16265230, fax 03-16278586



Klassenkampf

Kupfer kontra Silizium: Trends in der Relaistechnik



Peter Nonhoff-Arps

Ist das Ende der elektromagnetischen Relais in Sicht? Verdrängt das Silizium jetzt auch eine der letzten Domänen elektromechanischer Fertigungskunst? ELRAD hat sich umgetan und mußte feststellen, daß die schaltende Zunft zwar leiser klappert, sich aber weiterhin sicher behauptet, ja in gewissen Bereichen sogar eine Renaissance erlebt.

Als vor Jahrzehnten die ersten rein digitalen Quarzuhrn auftraten, prognostizierte man den mechanischen innerhalb kürzester Zeit das Aus. Schaut man sich die heutige Uhrenlandschaft an, so dominieren zwar die quarzbetriebenen Zeitmaschinen, jedoch hat sich die rein digitale Zifferanzeige nicht durchsetzen können. Eine Uhr mit mechanischen Zeigern ist eben einfach schöner und läßt sich besser ablesen. Dennoch hat sich seither vieles gewandelt: so gibt es Cäsiumgenaue Funkuhren, umweltfreundliche Solaruhren, immer erreichbare Pager Clocks oder gar kleine Universalgenies mit integrierter Datenbank und Taschenrechner am Handgelenk. Selbst nostalgische, rein mechanische Automatikuhren erfreuen sich einer festen Liebhabergemeinde, entfällt hier doch der lästige, teure und zudem umweltschädigende Wechsel der schwermetallbehafteten Energiequelle.

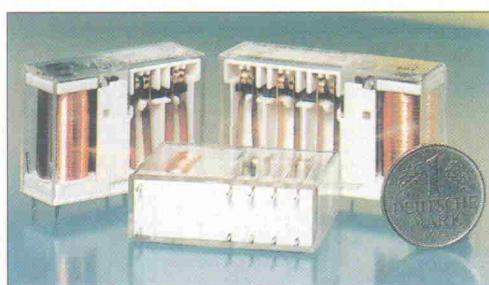
Der Relaismarkt zeigt einige Parallelen: Seit mehreren Jahren schon spricht man von einer Ablösung elektromagnetischer Relais durch Halbleiterrelais.

Die Hauptentwicklungsziele liegen in einer zunehmenden Miniaturisierung der Bauelemente unter Berücksichtigung der Oberflächenmontierbarkeit, einer Erhöhung der Schaltleistung möglichst bei gleichzeitiger Reduzierung der benötigten Leistungsaufnahme. Gleichwohl ist ein Trend weg vom klassisch passiven Relais hin zum intelligenten anwendungsbeziehungsweise kundenspezifischen Relais zu verzeichnen. So spezialisieren sich einige Hersteller vor allem im Automatisierungsbereich darauf, nicht nur das nackte Relais zu vertreiben, sondern nach der Devise 'alles aus einer Hand' umfassende Komplettlösungen von der SPS über Stecksocket und Sensorfühler bis hin zu spezialisierten Relais anzubieten. Im folgenden einige Highlights der electronica 96.

Sicher Schalten

Lediglich $51 \times 30 \times 14$ mm misst das neue Sicherheitsrelais OA5612 des Herstellers Dold & Söhne und ist dabei dennoch für Ströme bis 8 A ausgelegt. Es verfügt über vier oder sechs Kontakte, die auch bei kleinen Strömen eine gute Schalt Sicherheit gewährleisten. Weitere Merkmale sind eine mechanische Lebensdauer von $50 \cdot 10^6$ Schaltspielen, ein Nennverbrauch von 0,6 W sowie ein zulässiger Temperaturbereich von $-25^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$.

Speziell für sicherheitsrelevante Schaltungen bietet Omron unter der Typenbezeichnung G7S ein neues Sicherheitsrelais an. Mit zwei Öffnern und vier Schliefern oder drei Öffnern und ebenso vielen Schliefern können Kontaktlasten bis 5 A realisiert werden. Die Kontakte sind mit einer Goldauflage versehen und erfüllen mit einem Abstand von 0,5 mm alle Forderungen nach prEN50205 und ZH1 der Berufsgenossenschaften. Die Leistungsaufnah-



Sicherheitsrelais OA5612 von Dold & Söhne.

Generationswechsel

Das heutige Anwendungsspektrum für elektromechanische Standardkartenrelais stellt eine ganze Reihe Anforderungen an die technischen Eigenschaften dieser Bauelemente. Anhand des neuen DE-Relais von Matsushita Automation Controls und einigen Applikationen läßt sich der heutige Standard gut aufzeigen (Bild 1).

Als Antrieb für die Kontakte hat sich bis heute ein gepoltes Drehkernmagnetsystem mit monostabiler oder bistabiler Charakteristik bewährt, das die Kontaktfedern über einen kammartigen Betätiger direkt antreibt und für eine ausreichende Kontaktkraft sorgt. Damit ist auch bei seltener Betätigung eine zuverlässige Kontaktgabe sichergestellt. Auf Rückstellfedern wird beim DE-Relais aus Sicherheitsgründen verzichtet, da sie den Nachteil haben, daß die Kontakte beim Bruch dieser Feder in eine undefinierte und damit gefährliche Zwischenstellung geraten können. Aus den gleichen Gründen sind die einzelnen Kontaktsätze zusätzlich in separaten Kammern untergebracht, so daß beim Bruch einer Kontaktfeder die vabundierenden Bruchstücke keine ungewollten Verbindungen zwischen den Kontaktästen verursachen können.

Um die Zuverlässigkeit der Kontaktgabe erheblich zu verbessern, versehen viele Hersteller ihre Relais mit Doppelkontakte. Diese Maßnahme eignet sich jedoch nur für gering belastete Kontakte. Bei der Kontaktbelastung in Netzstromkreisen ist besonderer Wert auf eine große Verschweißsicherheit zu legen. Aus diesem Grunde empfehlen sich Einfachfedern und -kontakte zum Beispiel mit großflächigen AgSnO_2 -plattierte Kupfernieten als Kontaktmaterial. Um zusätzlich die Wärmeableitung zu verbessern, sind Oberfläche und Querschnitt der Kontaktfe-

dern möglichst groß gehalten. Diese Maßnahmen sorgen auch für hohe zulässige Einschaltstromspitzen und Kurzschlußströme sowie eine lange Lebensdauer, wie sie etwa beim Einsatz in Gebäude-Bus-Systeme gefordert wird. Um die Spannungsfestigkeit von 5000 V und die hohe Stoßspannungsfestigkeit von 12 000 V zwischen der Spule und den Kontakten zu realisieren, die für den Einsatz solcher Relais in Netzstromkreisen blitzschlaggefährdet Gebiete erforderlich ist, muß die Erreger-spule zusätzlich gekapselt sein.

Aus Zuverlässigkeitssgründen werden für Gehäuse, Bodenplatte, Spulenkörper und Be-tätigungs-kamm ausschließlich Kunststoffe mit geringer Ausgasungsrate verwendet, und auch der Kupferlackdraht für die Erreger-spule ist eine Aus-führung mit geringer Ausgasungsrate. Darüber hinaus dürfen die verwendeten Kunststoffe nicht brennbar sein.

Schadgase in der umgebenden Atmosphäre wie H_2S , SO_2 , Cl_2 , NO_x können die Kontaktgabe beeinträchtigen. Eine geeignete Maßnahme gegen derartige Einflüsse ist es, Gehäuse und Bodenplatte gasdicht miteinan-der zu verkleben und zu ver-gießen. Darüber hinaus stellt ein dichter Verguß der An-schlußdurchführungen durch die Bodenplatte sicher, daß die Anforderungen an die Löt- und

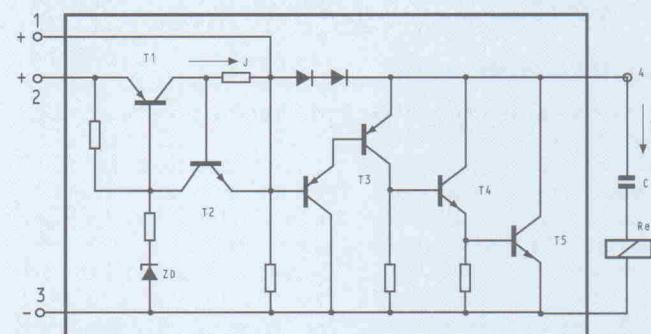


Bild 2. Die C-Schaltung verwandelt ein bistabiles Relais in ein monostabiles.

Waschdichtigkeit nach DIN 41640, Teil 84, erfüllt werden. Müssen die Relais, die beständig gegen alle üblichen Reinigungsmittel sind, nach dem Löten gewaschen werden, dann ist zu beachten, daß dabei kein Ultraschall ein-gesetzt wird. Denn dadurch können geschlossene Kontakte verschweißen oder deren Oberfläche so beschädigt wer-den, daß im Betrieb Störungen bei der Kontaktgabe auftreten können.

Eine zunehmend wichtiger werdende Größe bei Relais ist die Leistungsaufnahme. Viele Applikationen erfordern eine möglichst geringe Erregerleistung. Beim DE-Relais liegt sie bei 200 mW.

Umgepolt

Wie läßt sich mit einem bistabilen Relais auch monostabi-les Schaltverhalten realisieren,

ohne die Versorgungsspannung umzupolen oder zwis-chen einer Ansprech- und einer Abfallwicklung umzu-schalten? Matsushita bietet mit der sogenannten C-Schal-tung zu ihren DE-Relais einen Zusatzbaustein, der genau die-ses leistet (Bild 2).

In Serie zur Relaiswicklung ist ein Kondensator C geschaltet. Dessen Kapazität wird unter Berücksichtigung des Spulen-widerstands so groß gewählt, daß die Ladezeitkonstante im Bereich der Ansprechzeit des Relais liegt. Dadurch fließt beim Anlegen der Steuerspannung U während der An-sprechzeit des Relais der La-destrom des Kondensators C durch die Erregerwicklung und betätigt das Relais. Währ-end der restlichen Einschalt-dauer beträgt der Leckstrom bei Nennspannung lediglich $10 \mu\text{A} \dots 100 \mu\text{A}$. Wird die Steuerspannung U unterbro-chen, so entlädt sich der Kon-densator C über die Kippstufe T3, T4, T5 in der C-Schaltung. Das Relais wird dabei in Ge-genrichtung erregt und schaltet in die Ausgangslage zurück. Der kurze Kondensatorimpuls von $10 \text{ ms} \dots 20 \text{ ms}$ Dauer ver-ursacht in der Spule keine un-erwünschte Erwärmung. Kühl-körper oder eine umfangreiche Beschaltung auf der Erreger-seite entfallen, und das Netz-teil kann dadurch in seinen Ausmaßen kleiner ausfallen.



Bild 1.
Das Innenleben
eines
modernen
Relais, hier ein
DE-Relais von
Matsushita,
besteht aus nur
wenigen Einzel-teilen.

ULTIBOARD

SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

ULTIMATE TECHNOLOGY

Europa- zentrale: tel. 0031 - 35-694444, fax 0031 - 35-6943345
E-mail: sales@ultiboard.com

ULTIBOARD Challenger 700 besteht aus dem Schaltplanprogramm ULTcap, aus dem Layoutprogramm Ultiboard sowie dem Ripup & Retry Autorouter ULTroute GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementen. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 inkl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Pinanzahl erwerben, inkl. solchen, die den Spectra Autorouter enthalten. Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne eine kostenlose Demo-CD.

JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

ULTIBOARD Challenger 700
ULTIBOARD Version 5
ULTIBOARD Library
Spectra v5.0

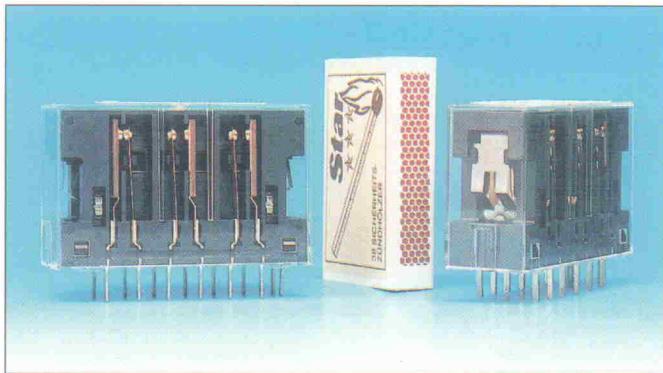
KOSTENLOS
0130-829411 D
0660-7457 A
0800-559738 CH

me liegt unter 1 W, und die mechanische Lebensdauer ist für mindestens $10 \cdot 10^6$ Schaltspiele ausgelegt.

Das Milliardenspiel

Bei vielen Anwendungen wie automatischen Testsystemen oder der Telekommunikation kommt es nicht nur auf Zuverlässigkeit, sondern auch auf eine möglichst hohe Lebensdauer an. Die Reedrelais der MVS-Serie von CP Clare führen bei niedrigen bis mittleren Belastungen

mindestens 1 Milliarde, in der Regel mehr als 10 Milliarden Schaltspiele aus. Dabei erzielen diese Relais ihren zuverlässigen und stabilen Kontakt durch den prellfreien, quecksilberbenetzten 1-Form-A-Reedschalter MH4 mit einem Kontaktwiderstand von $5 \text{ m}\Omega$ über die gesamte Lebensdauer. Die maximal zulässige Schaltspannung beträgt 1000 V und der maximale Schaltstrom 2 A. Bei Betriebstemperaturen im Bereich von $-38^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$ arbeiten die Bausteine zuverlässig und



Sicherheitsrelais G7S von Omron.

Elektromagnetische Relais immer noch hoch im Kurs

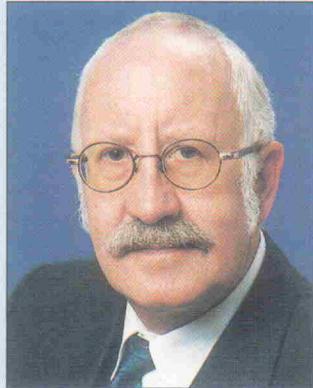
Christian Kulling, 56 Jahre alt, Dipl.-Ing, seit 31 Jahren bei Siemens, seit 27 Jahren in unterschiedlichen Funktionen im Relaisgeschäft tätig (als technischer Planer, Fertigungsleiter, Qualitätssicherung, Werkleiter Portugal, Vertriebsleiter), steht seit 1989 an der Spitze des Relaisgeschäfts der Siemens AG.

Zur derzeitigen Stimmung auf dem Relaismarkt befragte die ELRAD-Redaktion den auch als 'Mr. Relais' bekannten Experten.

Herr Kulling, vor einem knappen Jahr war die Rede von 'gebremstem Wachstum', 'düsteren Prognosen' oder gar 'Windstille' für die Relaisbranche. Haben sich diese Vorhersagen in 96 bestätigt?

Wir beobachten zur Zeit unterschiedliche Marktentwicklungen in den verschiedenen Branchen: Im Bereich der Industrie-, HVAC- und Haushalteanwendungen ist der Markt weitgehend stabil und durch zunehmende Komfortanwendungen sogar leicht steigend (Anmerk. d. Red.: HVAC = heating, ventilation and air conditioning). Der Verdrängungswettbewerb hat jedoch scharfe Züge angenommen. Der stagnierende Markt bei den Telekom-Anwendungen führte zu starken Überkapazitäten. Hier ist ein erheblicher Preisdruck zu spüren. Bei den Kfz-Anwendungen sehen wir den Markt dagegen etwas optimistischer.

Welche Rolle spielt Siemens im Markt, und wer sind die wesentlichen Mitbewerber?



Siemens ist der einzige europäische Anbieter, der praktisch die gesamte Relaispalette anbietet. Eine ähnlich breite Angebotspalette weisen nur die großen japanischen Hersteller auf. Spezialisierte Anbieter gibt es natürlich in allen Teilmärkten.

Wie geht Siemens die japanische Konkurrenz an?

Dank unserer weltweiten Aktivitäten sind wir in der Lage, unseren Kunden an jedem Ort kompetente Beratung und Betreuung für alle Schaltungsfragen anzubieten. Unsere internationale Präsenz wollen wir jedoch insbesondere im asiatischen Raum noch ausweiten und dort mehr Marktanteile gewinnen.

Seit geraumer Zeit spricht man von der Verdrängung elektromechanischer Relais durch Halbleiter. Auch in der Technologie zeichnet sich ein Wandel ab. Wird es in zehn Jahren noch das herkömmliche elektromechanische Relais geben?

In der Tat wird das elektromechanische Relais seit Jahrzehn-

ten als Auslaufmodell bezeichnet. In bestimmten Anwendungsfeldern sind diese Relais auch tatsächlich substituiert worden und werden dies sicher auch weiterhin. Wir sehen hier allerdings eher einen Zeitraum von etlichen Jahren oder Jahrzehnten. Denn die bis heute unbestrittenen Vorteile wie Robustheit und minimale Störanfälligkeit führen beispielsweise in Branchen wie der weißen Ware zu einer Rückbesinnung auf elektromechanische Relais. Die Innovationsschritte bei diesen Relais sind enorm: extreme Miniaturisierung, Reduzierung der Leistungsverluste und vor allem extreme Steigerung der Qualität durch vollautomatisierte Fertigungsprozesse. Deshalb sind wir sicher, daß auch in zehn Jahren elektromechanische Relais einen hohen Stellenwert haben werden.

Welche Rolle spielen bei Siemens die Halbleiterrelais?

Siemens hat kürzlich den Bereich Halbleiterrelais von AT&T übernommen und wird seine diesbezüglichen Aktivitäten verstärken. Halbleiterrelais haben in speziellen Applikationen seit langem ihren festen Platz gefunden, und daran wird sich unserer Meinung nach auch in Zukunft nichts ändern. Die Vorteile von elektromechanischen Relais wie niedrige Kosten, geringe Abmessungen, geringe Wärmeentwicklung, Robustheit und hohe Zuverlässigkeit bleiben jedoch weiterhin bestehen.

Wie wird das Relais der Zukunft aussehen? Hat Siemens

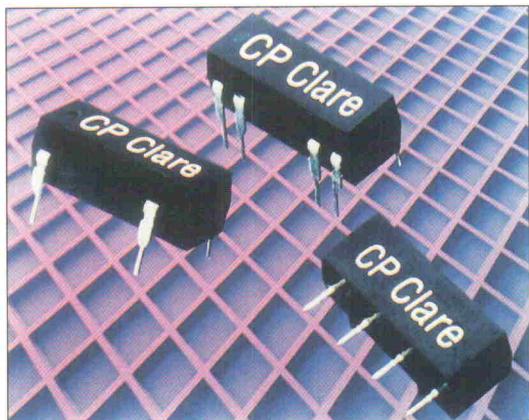
hier konkrete Entwicklungen 'in der Schublade'?

In allen Marktsegmenten wird zunehmend die Verknüpfung von Schaltfunktionen mit Intelligenz gefordert. Deshalb arbeiten wir an Lösungen mit 'intelligenten' elektromagnetischen Relais, branchenspezifisch unterschiedlich und auch auf Basis anderer physikalischer Funktionsprinzipien. Außerdem wird natürlich die Miniaturisierung der 'klassischen' Relais anhalten. Ein besonderes Augenmerk richten wir darüber hinaus auf völlig neue Fertigungstechnologien für die Relaistechnik. Hier könnten neue Märkte geöffnet werden.

Gibt es von Seiten der Kunden Anforderungen, auf die Relaishersteller in den kommenden Jahren besonders reagieren müssen?

Neben den oben erwähnten Ansatzpunkten Preis, Baugröße und Intelligenz ist die Nachfrage nach SMD-fähigen Relais steigend. Die Kunden legen immer größeren Wert auf Umweltverträglichkeit und fachgerechte Entsorgung von Produkten sowie auf die Einhaltung von Qualitätsnormen und -regeln in allen Prozessen. Darüber hinaus möchten sie eine optimale Beratung vom Entwicklungsstart über die gesamte Lebensdauer ihrer Applikation. Wir haben uns deshalb auf einen optimalen 'Rundum'-Service eingerichtet.

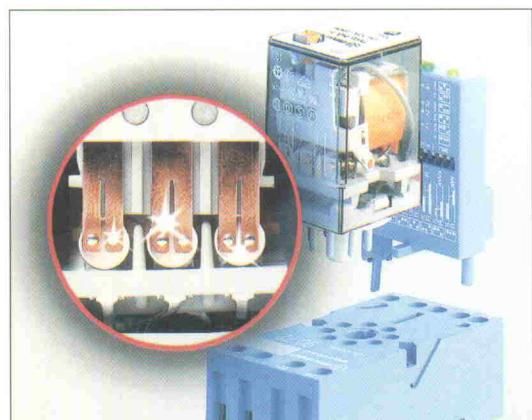
Herr Kulling, wir danken für das Gespräch.



Reedrelais der MVS-Serie von CP Clare vertragen typisch mehr als 10 Milliarden Schaltkontakte.



Immer mehr gefragt: oberflächenmontierbare Miniaturrelais wie das MRP2 von Siemens.



Wer geringe Lasten sicher schalten will, setzt auf Doppelkontakte. Hier die Serie 60 von Finder.



Halbleiterrelais der SMR-Serie von Crydom schalten bis zu 90 A.

Relais goes CD

Auf der electronica 96 stellte Matsushita ihr komplettes Relaisprogramm einschließlich zahlreicher Neuheiten auf CD-ROM vor. Neben einer Übersicht aller Relaistypen mit ihren jeweiligen technischen Daten, Abbildungen, Maßzeichnungen sowie Bestellnummern gibt es einen variablen Suchbaum und ein Relaisglossar.

Es ist klar, daß es bei über 2000 aufgeführten Relais nicht einfach ist, dasjenige Produkt herauszufiltern, das



man als Entwickler für seine spezielle Applikation gerade sucht.

Erleichterung erfährt der Anwender durch eine strukturierte Suchabfrage, die ihn Schritt für Schritt zum gewünschten Relaistyp führt.

bieten dabei eine Schaltleistung von 0 W...50 W.

Rein oberflächlich

Vorrangig für den Einsatz im Telekom-Bereich konzipiert, bietet das neue oberflächenmontierbare Miniaturrelais MRP2 von Siemens auf einer Grundfläche von 14,6 x 7,2 mm zwei Wechselkontakte, gepolt in mono- oder bistabiler Ausführung mit einer beziehungsweise zwei Wicklungen. Aber auch in den Bereichen Messen-Steuern-Regeln und der Automobiltechnik läßt sich das Relais einsetzen, das eine Leistungsaufnahme von 70/140 mW besitzt und Ströme bis zu 2 A schaltet. Die Nennspannungsreihe der Erregerspule geht von 3 V...24 V. Mit einer maximalen Schaltleistung von 60 W (62,5 VA) und einer maximalen Schaltspannung 220 V_{DC} oder 250 V_{AC} läßt sich das MRP2 auch universell einsetzen.

Doppelt kontaktet besser

Liegen in einer Anlage lange Kontaktketten von zehn und mehr Kontaktstellen im Signalweg und sind gleichzeitig nur geringe Lasten von beispielsweise 24 V/50 mA zu

schalten, dann ist es ratsam, Relais mit Doppelkontakte wie die Serie 60 von Finder Relais einzusetzen. Denn ähnlich wie bei einer zweispurigen Autobahn wird über die zweite Spur der Verkehr aufrechterhalten, wenn vorübergehend eine Spur behindert ist. Doppelkontaktrelais verfügen über zwei parallele redundante Kontaktwege. Dabei führt der zweite Kontakt zu einer Quadratur des Fehlenschaltungs-Wahrscheinlichkeits-Verhältnisses. Der Einsatz von Doppelkontaktrelais ist aber auch dort ratsam, wo mit Umweltwidrigkeiten wie Staub oder Fusselpartikeln am Einsatzort zu rechnen ist oder besonders hohe Lebensdauererwartungen an die Schaltmechanik gestellt werden.

Solid State

Der Einsatz von Halbleiterrelais ist heute in vielen Bereichen des Maschinenbaus zum Steuern und Regeln von ohmschen und induktiven Lasten zur Selbstverständlichkeit geworden. Als Modul bietet ein Halbleiterrelais sowohl für den Entwickler als auch für den Kundendienst den Vorteil klarer Schnittstellen. So bietet beispielsweise die SMR-Serie von

10 JAHRE **ULTIBOARD**
SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Europa- zentrale: tel. 031 - 35-694444, fax 031 - 35-694345
E-mail: sales@ultiboard.com

JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

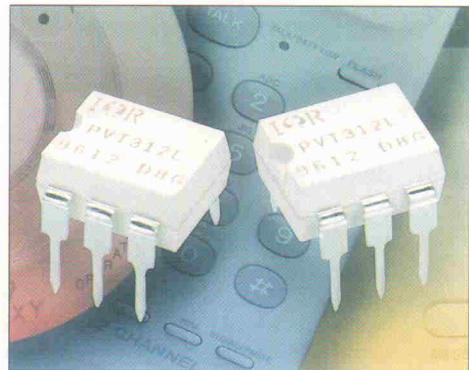
ULTIBOARD Challenger 700 besteht aus dem Schaltplanprogramm ULTICAP, aus dem Layoutprogramm ULTIBOARD sowie dem Ripup & Retry Autorouter ULTROUTE GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementenpins. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 inkl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Pinanzahl erwerben, inkl. solchen, die den SPECTRA Autorouter enthalten. Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne eine kostenlose Demo-CD.



Trübe Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
Maxxon, tel. 03-15268230, fax 03-16278586

KOSTENLOS
0130-829411 D
0660-7457 A
0800-559738 CH

Crydom eine integrierte Überwachung des Last- und Steuerausgangs. Die Zusatzelektronik kontrolliert die DC-Versorgung und die Relaisfunktion. Ein aufgetretener Lastspannungsausfall oder eine Laststromunterbrechung werden sicher detektiert. Liegt ein Fehler länger als 50 ms an, meldet der Alarmausgang die Störung an die Steuerung weiter. Eine im Relais integrierte rote Leuchtdiode zeigt sofort, welcher Schaltkreis betroffen ist. Eine grüne LED zeigt hingegen den 'normalen' Betriebszustand an. Die SMR-Serie gibt es in drei verschiedenen Ausführungen für maximale Ströme von 25 A, 50 A



Optokopplerrelais wie die des PVT 312 von International Rectifier sind vor allem im Telefon anzutreffen.

sowie 90 A bei einer maximalen Spannung von 280 V_{AC}. Die Eingangsspannung liegt im Bereich 8 V_{DC}...32 V_{DC}.

Lichtschalter

Ein weiteres Beispiel für Optokopplerrelais ist die neue Serie PVT 312 des kalifornischen Halbleiterherstellers International Rectifier. Die speziell auf die Bedürfnisse im Telekom-Bereich abgestimmten Relais schalten Ströme bis zu 190 mA_{AC} beziehungsweise 320 mA_{DC} bei 250 V_{AC/DC}. Der Durchgangswiderstand R_{DD-(ON)} liegt bei maximal 10 Ω im Wechselstromkreis und 3 Ω

Hersteller- und Anbieter

CP Clare Corporation
Bampsalaan 17
B-3500 Hasselt
+32/11 30 08-91
+32/11 30 08-93

Crydom GmbH
Äußere Parkstraße 5
84032 Altdorf
08 71/6 69 59
08 71/6 73 04

E. Dold & Söhne
Bergstraße 187
8120 Furtwangen
077 23/6 54-0
077 23/6 54-356

HY-Line
Power Components
Inselkammerstraße 10
82008 Unterhaching
089/61 45 03-10
089/61 45 03-20

International Rectifier
Saalburgstraße 157
61350 Bad Homburg
061 72/96 59-0
061 72/96 59-33

Omron Electronics GmbH
Itterpark 2-4
0724 Hilden
021 03/2 03-3
021 03/2 03-4 00

Siemens AG
RK F/B3
InfoService
Postfach 23 48
90713 Fürt

W. Günther GmbH
Vimberger Straße 51
90431 Nürnberg
09 11/65 52-0
09 11/65 52-2 39

bei Gleichstrom. Um das Relais durchzusteuern, benötigt die Ansteuer-LED lediglich einen Strom von 2 mA. Damit sind die Schalter TTL- und CMOS-kompatibel. Zu den typischen Anwendungen zählen gängige Schaltaufgaben im Telefon wie Gabel-, Klingelschalter oder Erdtaster. Die Bausteine eignen sich aber ebensogut für alle anderen Bereiche mit ähnlichen Anforderungen.

Obwohl elektromechanische Relais schon oft 'totgesagt'

wurden, stehen sie für den Entwickler doch immer wieder im Mittelpunkt. Nämlich dann, wenn es für ihn wichtig wird, ein Schaltproblem optimal zu lösen. Ob es um galvanische Entkopplung, das Schalten großer Lasten oder Sicherheitseinrichtungen geht – jede Anwendung erfordert ein optimal abgestimmtes Schaltelement. Es ist noch lange nicht abzusehen, wann das Klappern eines letzten elektromechanischen Relais verklungen sein wird. pen

Optisch oder mechanisch

Ein großer Teil der Printrelais findet seine Anwendung in Relaischnittstellen (oft auch als Koppel- oder Interface-Relais bezeichnet), die in allen Bereichen der industriellen Automatisierungstechnik verwendet werden. Dabei weiß der Hersteller einer SPS aber im Vorfeld nicht, welche Art von Lasten der Anwender damit steuern will, ob Magnetventil, Motor oder nur eine LED. Die hier eingesetzten Relais müssen also in der Lage sein, ein möglichst breites Spektrum abzudecken. Nicht zuletzt entscheidet auch die 'Verpackung' der so nicht als industrielle Schnittstelle einsetzbaren 'nackten' Relais über den Anwendernutzen. Die wichtigsten Aufgaben solcher Relaischnittstellen sind:

- Anpassung an unterschiedliche Spannungs- und Leistungsspeicher zwischen Spulen und Kontaktseite,
- Schutz gegen ungewollte Spannungsübertritte durch

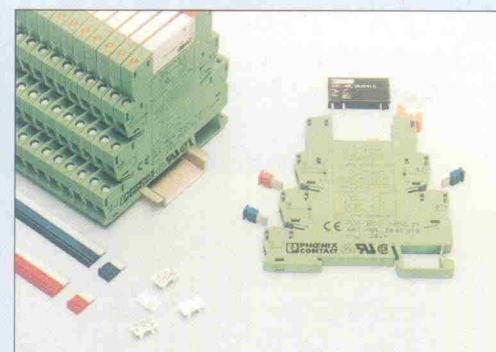
galvanische Trennung zwischen Spulen- und Kontaktseite,

- Vermeidung von Störspannungsübertragung,
- Anzeige von spulenseitigen Ansteuersignalen durch integrierte LED.

Aber es gibt nicht nur elektromechanische Relais, die diesen Anforderungen gerecht werden. Zunehmend treten auch Halbleiterrelais wie Foto-MOS-Relais in den Wettbewerb. Diese weisen in bestimmten Applikationen gegenüber den elektromechanischen Vertretern Vorteile wie nahezu unbegrenzte Lebensdauer, hohe Schaltfrequenz, niedrige Ansteuerleistung, hohe Schockfestigkeit sowie weitgehende Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse auf.

In der Regel sind Halbleiterlösungen aufgrund des höheren Schaltungsaufwands noch teurer als vergleichbare elektromechanische Module. Dieser

Die PLC-Interface-Klemmen von Phoenix Contact lassen sich wahlweise mit Photo- oder elektromagnetischen Relais bestücken.



Mehrpreis kann sich jedoch bei hohen Schaltfrequenzen schnell bezahlt machen, da Relais bei Erreichen der elektrischen Lebensdauer (in der Regel einige 100 000 Schaltspiele) ausgetauscht werden müssen.

Optische Relais weisen neben den genannten Vorteilen aber auch einige Nachteile auf. So sind beispielsweise Optokoppler mit ausgangsseitiger Offen- oder Wechselseitigkeit nur recht aufwendig und teuer herzustellen, gleiches gilt für

das Schalten von wahlweise Gleich- oder Wechselstrom mit ein und demselben Baustein.

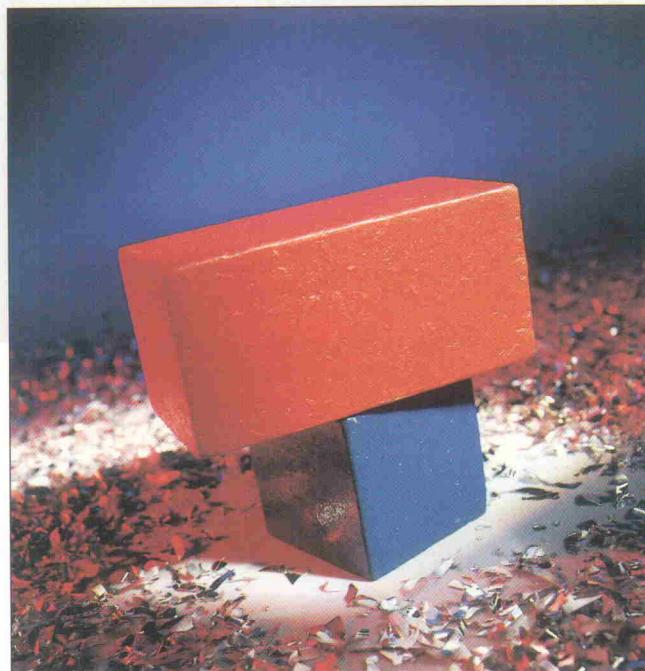
Aus diesen Gründen bietet zum Beispiel die Firma Phoenix Contact ihre Interface-Klemmen für die Automatisierungstechnik wahlweise sowohl mit steck- und austauschbaren elektromechanischen als auch optischen Relais an. Damit bleibt es dem Anwender überlassen, zu entscheiden, welche Technologie für ihren Einsatz die optimale ist.

Signallager

256-KByte-Speichererweiterung für TIs DSK3x

Andreas R. Bayer

Starterkits haben sich mittlerweile als gängiges Werkzeug etabliert, um Prototypen für die eigene Anwendung schnell auf die Beine zu stellen. Allerdings sind ihre Onboard-Ressourcen wie Peripherie oder Speicher oftmals eingeschränkt. Zumindest letzterer läßt sich ohne großen Aufwand aufstocken.



Seinem DSP3x-Starterkit gab Texas Instruments (TI) nur magere Speichermöglichkeiten mit auf den Weg: Die 2 KWorte onchip für Programm und Daten reichen kaum für anspruchsvolle Anwendungen wie beispielsweise zweidimensionale FFT, Nachhalleffekte oder umfangreiche Software. Schaltungstechnisch läßt sich dieser Mangel jedoch leicht beheben.

TI sieht zwei Varianten der Speichererweiterung für das Starterkit vor: Die erste nutzt das fertig ausdekodierte low-aktive SRAM-Signal, das ein CMOS-PAL 22V10Z auf dem DSK-Board erzeugt, zur Selektion des externen Speichers. Allerdings beträgt die Signaldurchlaufzeit im PAL etwa 25 Nanosekunden, so daß ein Waitstate beim Zugriff vorzusehen ist. Die Zugriffszeit des SRAM muß beim vorgegebenen Prozessortakt (25 MHz, 40 ns Zykluszeit) unter 36 ns liegen.

Die zweite Variante erlaubt den Anschluß von SRAMs

darf höchstens 20 Nanosekunden betragen.

Bei der gewählten Auslegung der Erweiterung auf 64 KWorte wurde wegen der guten Verfügbarkeit und der relativ geringen Kosten auf handelsübliche 256-KBit-SRAMs zurückgegriffen. Dies macht jedoch die Aufteilung des Speichers in zwei 32 KWorte große Blöcke erforderlich. Hierzu dient das Adreßbit 15. Das vom GAL erzeugte Signal wurde ignoriert und die vollständige Adreßdekodierung in einen 74HC138 verlegt, um die zusätzliche Signallaufzeit zu vermeiden.

So reichen zum Betrieb mit einem Waitstate beim Einsatz von HC-Bauteilen (t_{pd} typ. 15 ns) 45-ns-RAMs gerade eben aus. Um einen Sicherheitsabstand zu schaffen, sollte man 35-ns-Typen einsetzen. Im Prinzip wäre der Betrieb des Starterkits auch mit externem 0-Waitstate-Speicher möglich, wenn statt der HC-Chips (U9...11) solche aus der AHC- oder ACT-Familie zum Einsatz kämen. Jedoch müßte man dann neben den 'exotischen' CMOS-Bauteilen auch teure 15-ns-SRAMs vorsehen.

Warte mal

Ein Waitstate führt aber noch nicht dazu, daß Programme generell nur 'halb so schnell' laufen: Der TMS320C3x legt nämlich bei jedem Schreibzugriff ohnehin einen zusätzlichen Zyklus ein (Bild 1). In der Praxis liegt je nach Anwendung die 'Verlangsamung' eines Programms bei Einsatz von externem 1-WS-SRAM deutlich unter 50 %.

Voraussetzung für die maximale Performance des DSP ist

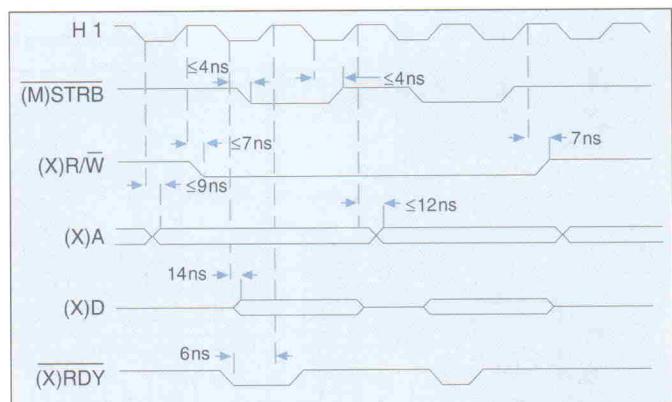


Bild 1. Ein Schreibzugriff des TMS320C3x dauert zwei H1-Zyklen plus eventueller Waitstates. Beim Lesen reicht dem DSP ein H1-Zyklus.

– nicht nur in dieser Anwendung – die optimale Plazierung der Code- und Datensegmente mit Hilfe der 'START'-Pseudoanweisung

für den Starterkit-Assembler. Beispielsweise kann eine komplexe FFT mit bis zu 1024 Punkten vollständig im Cache des DSP ablaufen, wobei die

komplexen Daten im internen RAM liegen. Nur die Signaldaten und die Fensterkoeffizienten (je 1024 Zugriffe) muß der Prozessor aus dem exter-

nen Speicher holen. Dies verlängert die Rechenzeit für die FFT lediglich um knapp 10 %, was die Anwendungsmöglichkeiten nur unwesentlich einschränken dürfte.

Stückliste

Kondensatoren

C1...9 100n, RM5

Halbleiter

U1...8 SRAM 32Kx8, ≤35ns

U9 74HC138

U10,11 74HC245

U12 LM7805

U1...8

z. B. Toshiba TC55328AP-35 (Spoerle),
Sony CX58258ASP-35 (Glyn),
Cypress CY7C199-35PC (Metronik) oder
IDT IDT71256SA-35 (SEI Jermyn)

Sonstiges

JP2,3,5,6 Buchsenleisten 2x16 sowie entsprechende Pfostenleisten zum Nachbestücken des DSK-Boards

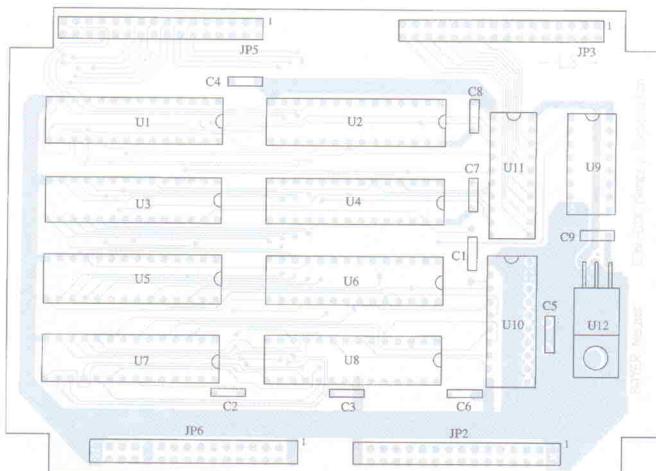


Bild 3. Eine Sparversion des Signallagers realisiert man durch Bestücken nur einer Speicherbank (U1, 3, 5, 7 oder U2, 4, 6, 8).

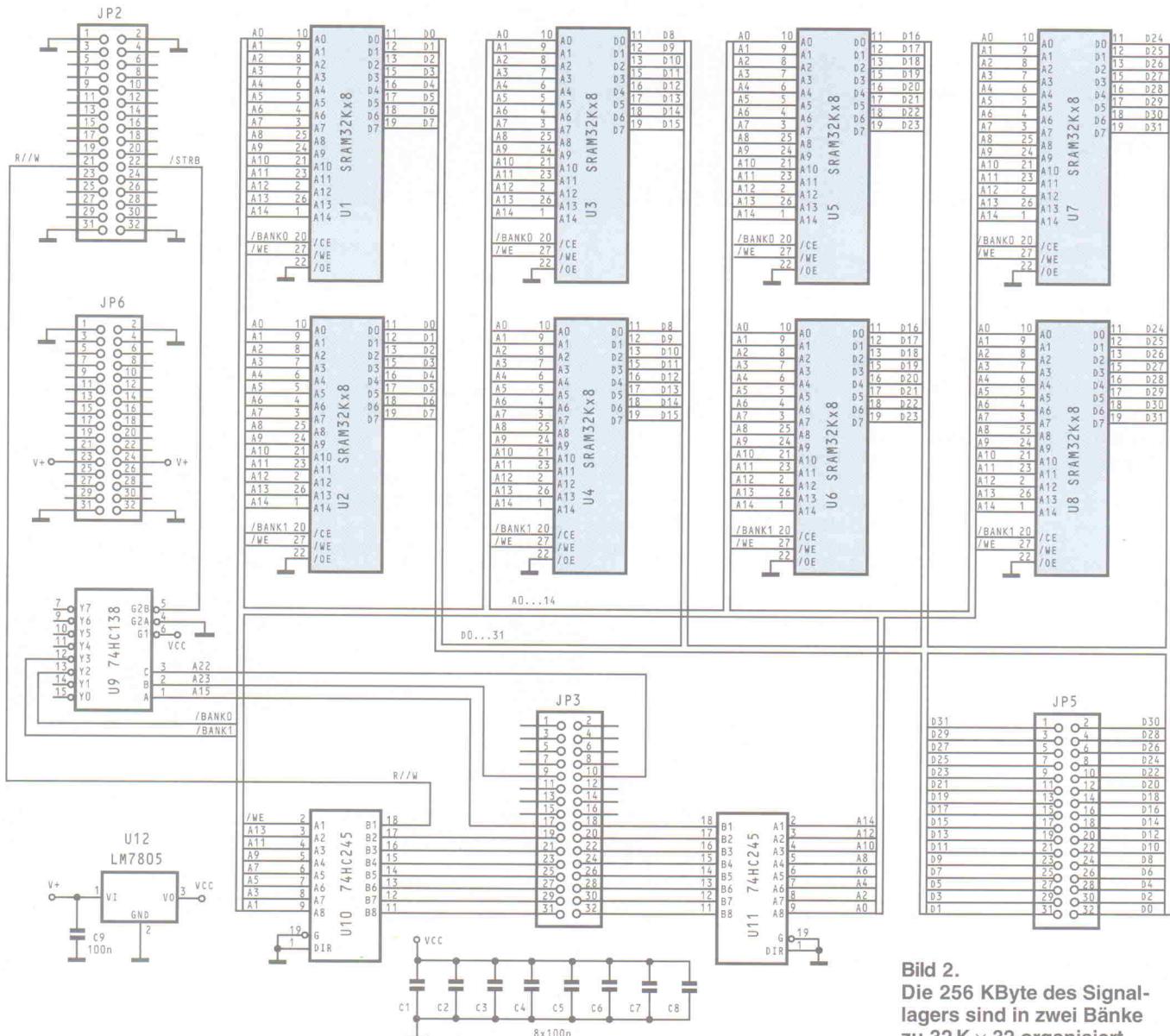


Bild 2.

Die 256 KByte des Signallagers sind in zwei Bänke zu 32 K x 32 organisiert.

zum Starterkit weist TI darauf hin, die Spannungsregler des DSK-Boards nicht über Gebühr zusätzlich zu belasten. Pro Versorgungsspannung (± 5 V) sind maximal 50 mA externer Stromentnahme erlaubt.

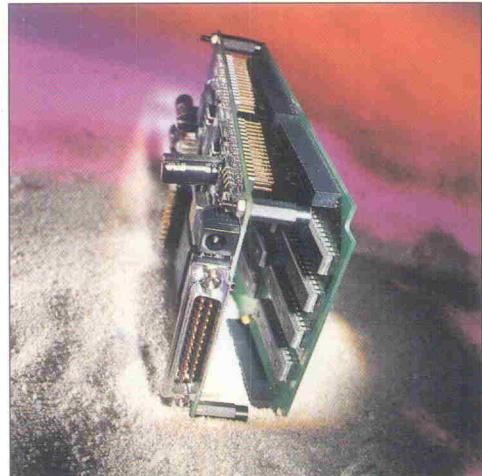
Deshalb enthält das Signallager eine eigene Spannungsregelung (U12), die aus der ungeregelten, geglätteten Gleichspannung des DSK-Boards gespeist wird. Da die Bauhöhe des Sieb-Elkos auf der DSP-Platine eine Montage 'von oben' nicht zuläßt und eine Veränderung der Bestückung nicht in Frage kommt, muß die Speichererweiterung *unter* das Starterkit gesteckt werden (Bild 4). Als Vorteil ergibt sich, daß alle Buchsen und

Jumper der DSK-Platine beim Betrieb mit der Speichererweiterung frei zugänglich bleiben.

Das Signallager erscheint im External-Memory-Bereich 800000...BFFFFFFH (maximal vier MWorte im Block 2, vgl. Tabelle 'DSK-Organisation') ab 80A000H. Es spiegelt sich in diesem Block insgesamt rund 62mal. Der Bereich zwischen 800000H und 809FFFH ist unter anderem für die internen RAM-Blöcke und Peripherie-Register des DSP reserviert.

Bestückt man nur eine der beiden RAM-Bänke, dann ergibt sich die Sparversion des Signallagers. In diesem Fall wechseln sich 32 KWorte RAM mit

Bild 4. Druntergeschnallt:
Die Speicherplatine kommt huckepack unter das DSK-Board, Sockel für die ICs entfallen also.



DSK-Organisation

Block	Adressebereich	Funktion
1	000000...7FFFFFFH	not decoded
2	800000...BFFFFFFH	External Memory (1 WS)
3	C00000...DFFFFFFH	User I/O
4	E00000...FFFFFFH	Host

32 KWorte 'Nichts' im External-Memory ab.

In der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01) liegen Anwendungshinweise und Beispielprogramme, beispielsweise Speicher- und Nachhall, zur Verwendung der beschriebenen Schaltung am C3x-Starterkit bereit. Wer nicht anhand der bei eMedia erhältlichen Leerplatine zur Tat schreiten will, kann sich beispielsweise beim Elektronikladen Detmold eine fertig auf-

gebauten Speichererweiterung beschaffen. ea

Literatur

- [1] Andreas R. Bayer, Turbo-DSP für alle, Texas Instruments DSK TMS320C3X, ELRAD 11/96, S. 32
- [2] TMS320C3X User's Guide, Texas Instruments, 1994, elektronisch via <http://www.ti.com/> erhältlich
- [3] TMS320C3x DSP Starter Kit User's Guide, Texas Instruments, 1996

Endlich! Profi EDA zum BAföG Preis

Wenn Sie schon lange ein professionelles EDA unter Windows gesucht haben, aber es sich bis jetzt nicht leisten konnten, dann ist EDWin NC das Angebot, auf das Sie gewartet haben. Dieses Software Paket ist ausschließlich für die nicht-kommerzielle Nutzung bestimmt. Ab sofort können auch Schüler, Studenten, Lehrer, Hobbyisten und Amateure Schaltungen auf höchstem Niveau entwickeln.

EDWin NC unterscheidet sich nur in der Anwenderlizenz von der Industrieversion. Mit anderen Worten, die Industrie finanziert die Entwicklung und Sie profitieren davon!

EDWin NC stammt aus dem Hause VISIONICS, den Machern von EE-DESIGNER und ist das erste Windows EDA System mit voll integrierter Datenbasis. Jede Änderung im Schaltplan wird sofort ins Layout übernommen und umgekehrt.

EDWin NC Basis

- Integrierte SCM/PCB Datenbasis
- Grundbibliothek
- Einfach erstellbare Anwenderbibliothek
- On-line Design Rule Check
- Autorouting
- Bauteillisten
- GERBER und NC-DRILL Ausgabe
- Drucker- und Plotterausgabe
- Vertraute Windows Oberfläche
- On-line Hilfe
- und vieles mehr

Optionen

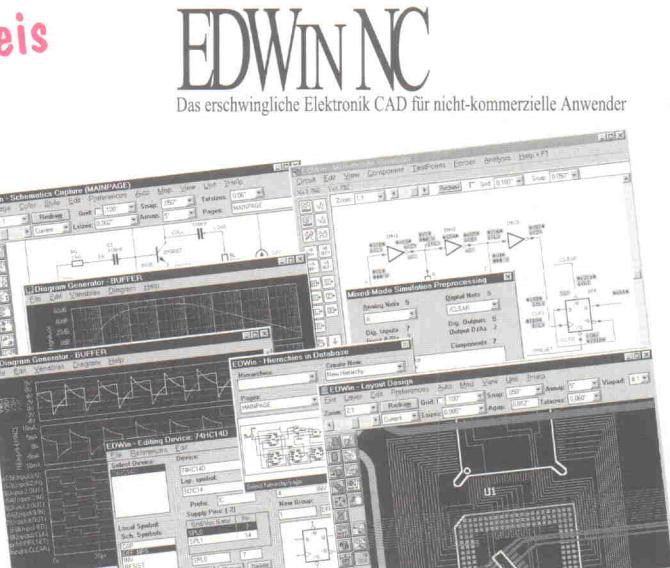
- Aufhebung der Bauteilbegrenzung
- Bibliothek mit ca. 28.000 Bauteilen
- EDSpice - PSpice komp. Simulator
- Mix-Mode Simulator (analog/digital)
- "Arizona" Autorouter
- Themat Analyse

Minimal Konfiguration:
386, Windows 3.1x, 95 oder NT,
8MB RAM, VGA Grafik oder besser,
CD-ROM Laufwerk

ab 135,- DM
inkl. MwSt

Senden Sie Ihre Bestellung an:

sinformatix GmbH, Kuckucksbusch 6, D-30989 Gehrden
Tel.: 05108-927848 Fax: 05108-926072
e-mail: sinformatix.edv-systeme@metronet.de



EDWin NC Basic

Schaltplan Editor, Layout Modul, Standard Autorouter begrenzt auf 100 Bauteile, Bibliothek mit 500 Symbolen

135,- DM

EDWin NC Deluxe 1

EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Bibliothek mit ca. 28.000 Symbolen

199,- DM

EDWin NC Deluxe 2

EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Mix Mode Simulator (analog/digital)

199,- DM

EDWin NC Deluxe 3

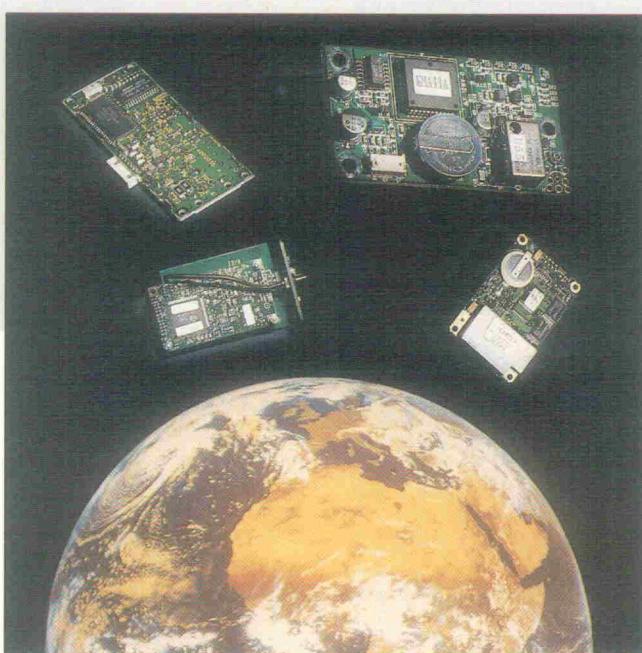
EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Bibliothek mit ca. 28.000 Symbolen, Mix Mode Simulator (analog/digital), "Arizona" Autorouter

299,- DM

Alle Preise inkl. 15 % MwSt zuzügl. 20,- DM Versandkostenpauschale
Der Versand erfolgt per Nachnahme

Vom Himmel hoch...

Global Positioning System: Produkte, Software, Stand der Entwicklung (Teil 2)



Peter Röbke-Doerr

Obwohl eigentlich der Frequenzbereich für den GPS-Empfang gar nicht so exotisch ist, weichen die Antennen doch sehr vom üblichen Erscheinungsbild ab. Die Fakten dafür sind leicht einsichtig und haben mit der Störsicherheit zu tun. Der Schluß des Artikels befaßt sich dann mit den neuesten Entwicklungen im Bereich Differential-GPS: Hier scheinen die Europäer eine Nasenspitze vor den USA zu liegen.

Die Gründe für das ungewohnte Erscheinungsbild von GPS-Antennen sind zum einen die geringe Nutzfeldstärke, die von oben zu erwarten ist, und zum anderen die Notwendigkeit, ergebundene Reflexionen und Mehrwege-Empfang schon an der Antenne so zu eliminieren, daß Fehlmessungen und Störungen möglichst gar nicht erst in den Empfänger gelangen. Aus diesem Grund ist das vom Satelliten abgestrahlte Signal zirkular rechtsdrehend polarisiert, denn ein zirkular polarisiertes Signal ändert bei jeder Reflexion seinen Richtungssinn. Alle einmal – oder ungerade mehrfach – reflektierten Signale würden dabei also gedämpft, solange eine zirkular rechtsdrehend polarisierende Antenne verwendet wird.

Antennen

Die käufliche Standard-Antenne für GPS-Empfang besteht aus einem kleinen grauen Kästchen mit Magnetfuß, daran befestigt zwei Meter RG58-Koaxkabel mit einem mehr oder we-

niger exotischen Antennenstecker. Drinnen stecken Platinen mit auf die Resonanzfrequenz abgestimmten Streifenleitern, die auf die geforderte Empfangscharakteristik optimiert sind. Doch es geht auch anders – beispielsweise, wenn eine Antenne für stationären Betrieb gebraucht wird und wenn lange Leitungen verlegt werden müssen! Die drei vorgestellten Antennen wurden alle in der *ELRAD*-Redaktion nachgebaut und mit einem Garmin-Empfänger überprüft. Ohne hier genaue Bandbreiten-, Resonanz- oder Stehwellenmessungen durchgeführt zu haben, kann man sagen, daß die Empfangsleistung in der Größenordnung liegt, die auch die Garmin-Handheld-Antenne zeigt.

Der Quirl

In der Zeitschrift UKW-Berichte (Baiersdorf) gab es im Jahr 1993 eine Bauanleitung für einen GPS/Glonass-Empfänger von Matjaž Vidmar (S5 3MV), zu dem auch eine sogenannte Quadrifilar-Back-

fire-Helix-Antenne gehörte. Wir zeigen hier mit freundlicher Genehmigung des Chefredakteurs Eberhard L. Smolka die Zeichnung für diese Antenne. Der Verfasser merkt dazu an, daß 'die Konstruktion über einen geformten kegelförmigen Strahl verfügt. Die Strahlform und Kegelöffnung kann durch Verändern des Helixradius, des Steigungsabstandes und der Anzahl der Windungen entsprechend beeinflußt werden'. Bei dem 'Standfuß' – in der Zeichnung wird es mit Semi-Rigid-Coax bezeichnet – handelt es sich im Prinzip um steifes Koax-Kabel (oder vielmehr Koax-Rohr) für die Festverlegung in Geräten, das im Amateurfunk-Handel meterweise verkauft wird.

Der Flachmann

Eine andere Bauform ist die sogenannte Patch-Antenne. Sie erschien ursprünglich in der Oktober-Ausgabe 95 der amerikanischen Funkamateuren-Zeitschrift *QST*, anschließend wurde die Bauanleitung über das Internet verbreitet (<ftp://ftp-i2.informatik.rwth-aachen.de/pub/arnd/GPS/peter/>); der Autor ist der Funkamateur Harold R. Ward (W1GE). Er merkt dazu an, daß weniger die Größe der Trägerplatte – die sogenannte Groundplane – als vielmehr die Maße der Antennenplatte selbst und die genaue Einhaltung des Speisepunktes wichtig seien. Nachfolgende Berichte in der Internet-Newsgruppe 'sci.geo.satellit-nav' brachten dann noch die Hinweise, daß auch der Abstand der Antennenplatte zur Groundplane genau einzuhalten sei. Die ursprüngliche Konstruktion basierte auf Aluminiumplatten; da dieses Material aber nur unter Schutzgas zu löten ist, wurde in der *ELRAD*-Redaktion Messingblech mit 1 mm Stärke verwendet. Bei korrektem Aufbau sind Stehwellenverhältnisse von 1,6:1 zu erreichen, wie Jim Stamm in der gleichen Newsgruppe berichtete.

Der Stachel

Die dritte Antenne ist ein schlichter Kreuzdipol und für GPS-Empfang eigentlich gar nicht geeignet, da diese Bauart nur senkrecht nach oben eine zirkulare Polarisierung aufweist,



Bild 20.
Standard-GPS-Antenne für das Autodach.

in der Horizontalen aber absolut linear ist. Das hat zur Folge, daß sie nicht zwischen rechts-drehend polarisierten Signalen (den erwünschten direkten) und linksdrehend polarisierten (den unerwünschten reflektierten) unterscheiden kann. Bei stationären, frei- und hochstehenden Antennen, wo sowieso keine Reflexionen zu erwarten sind, kann man das aber vernachlässigen. Unschlagbar ist auf jeden Fall der einfache Aufbau.

Der Autor Pete Webster (GM7EY) aus Großbritannien schreibt dazu, daß die Größe der Grundplatte unkritisch ist, solange sie deutlich größer als die Elemente ausfällt; als Material ist kupferbeschichtetes Pertinax/Epoxy gut geeignet. Die Strahlerlemente werden aus 0,5 mm starkem Kupferdraht angefertigt, indem 100 mm lange Stückchen in der Mitte rechtwinklig gebogen werden. Dann sind sie mit dem Mittelpol beziehungsweise dem äußeren Röhrchen des Semi-Rigid-Coax-Trägerrohrs zu verlöten und auszurichten. Mit dem Zuschneiden der Strahler auf die richtige

Länge ist die Antenne fertig; bei der Berechnung der Strahlerlängen wurden 0,25 und 0,21 der Wellenlänge für die Frequenz 1,575 GHz zugrunde gelegt.

Differential-GPS

Das Verfahren ist ebenso einfach wie genial: Man nehme zwei GPS-Empfänger, den einen stationär, den anderen mobil. Wenn man die geographische Position des stationären Empfängers kennt, kann man aus den angezeigten Abweichungen von dieser wahren Position ein Fehlersignal ableiten. Dieses wird per Funk an die mobile Einheit übertragen und in die dort angezeigte Position eingerechnet. Unter normalen Bedingungen (das heißt mit eingeschalteter selective availability) kann so die Genauigkeit auf 5 m verbessert werden, mit einigem Aufwand auch auf 1 m. Je nach Funkstrecke für das Differenzsignal ändert sich natürlich auch die Reichweite – sprich der Versorgungsbereich, in dem man sich bewegen kann.

In der Bundesrepublik gibt es vier miteinander konkurrierende DGPS-Wege: Bei den lokalen Verfahren, wie es unter anderem von AMC-Analytik angeboten wird, ist die Referenzstation und die Funkstrecke sozusagen Bestandteil des Systems. Die Reichweite ist im VHF-Bereich quasi-optisch und daher nur für lokale Aufgaben geeignet.

Im Küstenbereich von Nord- und Ostsee hat man einige Sender im 300-kHz-Bereich mit beschränkter Leistung installiert, die den dafür ausgerüsteten Schiffen DGPS-Signale zur Verfügung stellen und die von den Schifffahrtsbehörden betrieben werden. Auch hier

sind nur regionale Bereiche abgedeckt.

Einen überregionalen Weg stellen die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der ARD mit ihren UKW-Sendern in Zusammenarbeit mit den Vermessungsämtern zur Verfügung. Hier befindet sich das Differenzsignal im RDS-Datenstrom, ist aber nach einem speziellen Verfahren kodiert. Da aber – vor allem im mobilen Betrieb – ein UKW-Signal extremen Schwankungen unterliegt, ist bei der heute üblichen Empfängertechnik dieser Weg mit Vorsicht zu genießen und allenfalls im stationären Einsatz mit vernünftigen Antennen zu empfehlen.

Ein sehr viel sicheres Verfahren ist die Verbreitung des DGPS-Signals über Langwelle, und zwar über einen Sender, der die ganze Bundesrepublik versorgt. Vom Institut für angewandte Geodäsie (IFAG) in Potsdam sind dazu einige Versuchsreihen und Forschungsarbeiten angestellt worden, in denen die Signalverfügbarkeit und Genauigkeit nachgewiesen wurde. Doch die hervorragenden technischen Möglichkeiten sind das eine – die politische Durchsetzbarkeit meist das andere.

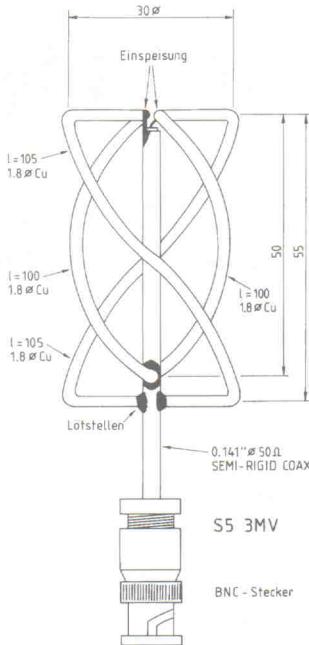


Bild 21. Quadrifilar-Backfire-Helix-Antenne.

Jahrelang dümpelte das Verfahren vor sich hin, weil niemand die Betriebskosten für den Sender übernehmen wollte oder konnte. Dann kam die Telekom auf die Idee, die DGPS-Signale so zu kodieren, daß sie nur noch mit einem speziellen Empfänger lesbar sind. Diese an das RDS-For-

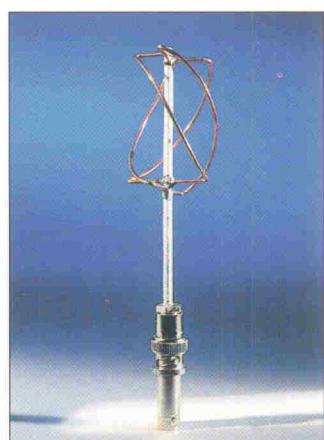


Bild 22. Das aufgebaute Muster der Quadrifilar-Backfire-Helix-Antenne.

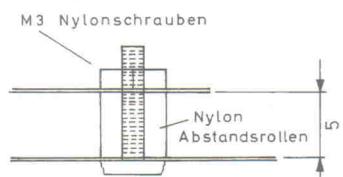
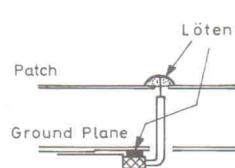
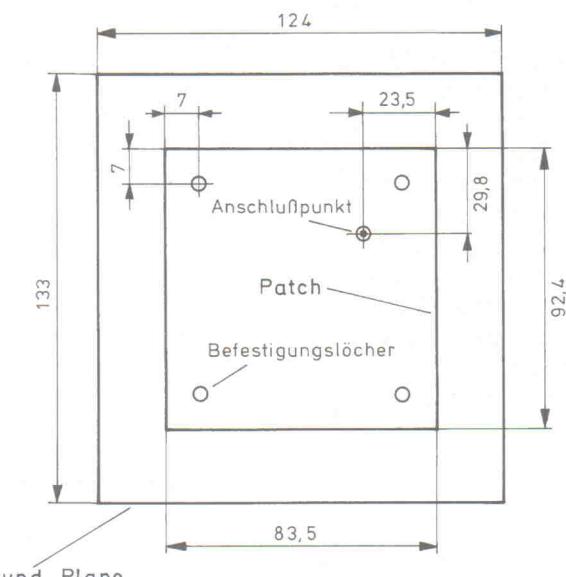


Bild 23. Maßzeichnung der Patch-Antenne.

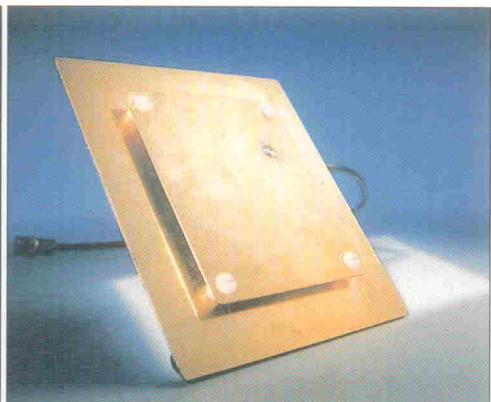


Bild 24. Aufgebautes Muster der Patch-Antenne.

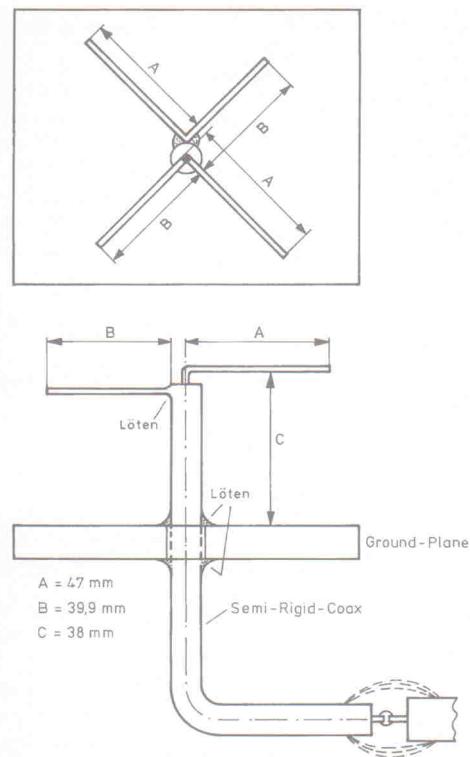
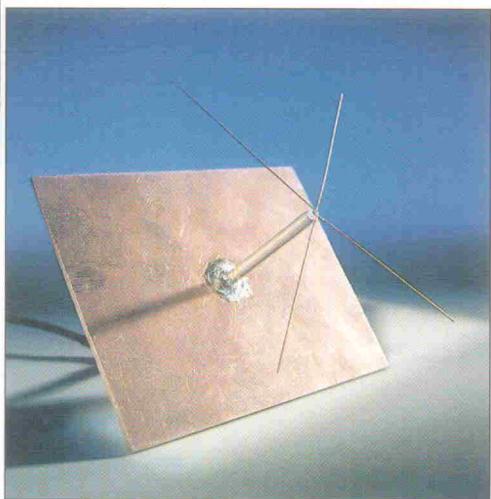


Bild 25. Maßzeichnung des Kreuzdipols.

Bild 26.
Aufgebautes
Muster des
Kreuzdipols.

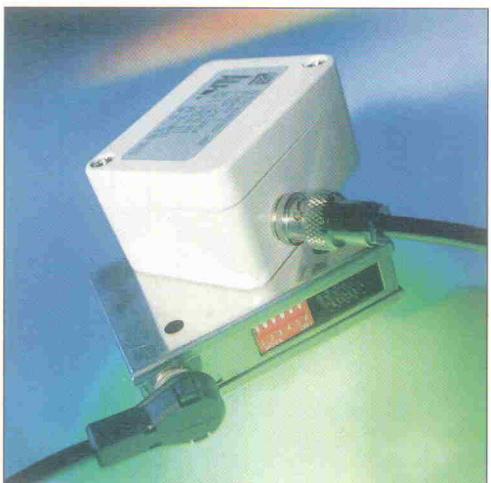


Bild 27. Handmuster des DGPS-Langwellen-Empfängers mit Rundstrahlantenne (weißes Kästchen).

Hersteller und Distributoren

AMC Analytik & Meßtechnik
Chemnitz
Stollberger Straße 4A
09119 Chemnitz
03 71/30 01 14

UKW-Berichte Terry Bittan
Jahnstraße 7
91081 Baiersdorf
09 13 3/7 79 80

DGPS-Empfänger:
WZ-Mikroelektronik
Wilhelmstraße 9 7
4564 Cramshiem
07 95 1/4 24 44

Internet-Adressen:

IFAG:
http://www.potsdam.ifag.de/
Welcome.html

GPS allgemein, sowie Patch-Antenne,
Kreuzdipol, Garlink, WinGPS und
Garmin-Software:
ftp://ftp-i2.informatik.rwth-aachen.
de/pub/arnd/GPS/peter/

GPS-Newsgroup:
sci.geo.satellite-nav

nahme eines Empfängers von WZ-Mikroelektronik war jedenfalls problemlos möglich: Anschlußkabel anfertigen, mit Netzteil und Antenne verbinden und spielen.

Die Empfänger werden von einigen Lizenznehmern der Detex entwickelt, gefertigt und vertrieben. Nach den bisherigen Gebührenabsprachen sollen sie etwa 1000 DM kosten und ab Anfang Dezember lieferbar sein.

Sobald dieser DGPS-Dienst vom Probetrieb in den regulären Betrieb wechselt (im Moment gibt es da so eine gewisse 'Übergangsphase' mit zeitweise verminderter Sendeleistung oder anderen Betriebsstörungen), wird der Sender vermutlich überall in Zentraleuropa zu empfangen sein (der Zeitnormalsender DCF77 beispielsweise ist auch noch in Nordafrika zu empfangen). Mit so einem großräumig verfügbaren Differential-Signal hat die anwendende Industrie natürlich bessere Karten als die Amerikaner, welche sich in relativ kleinen Gebieten mit unterschiedlichen Anbietern, unterschiedlichen Frequenzbereichen und vor allem mit unterschiedlichen Preisen herumschlagen müssen. Wozu das Ganze, wird sich mancher zu Recht fragen, wenn doch in absehbarer Zeit die S/A abgeschaltet wird und dann sowieso die Genauigkeit zur Verfügung steht, die heute nur mit Differential-Verfahren erreicht werden? Nun, mit dem dann zu erwartenden Qualitätsprung auf 1 m Genauigkeit lassen sich dann Anwendungen 'von der Stange' realisieren, die bis heute Geodäten oder Forschungseinrichtungen vorbehalten bleiben.

Der GPS-Markt bleibt also weiterhin spannend ... roe

Literatur

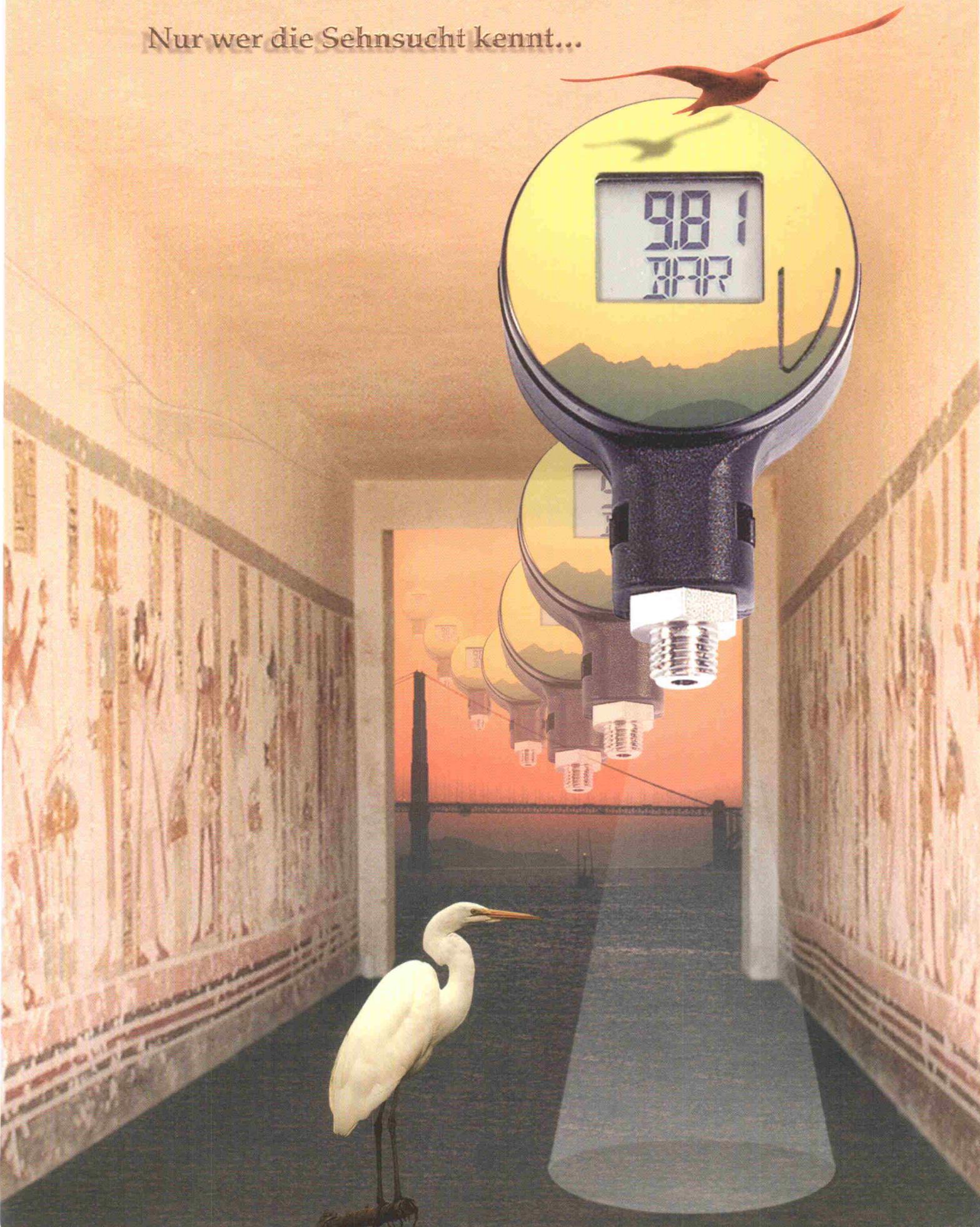
[1] Peter Röbke-Doerr, 24 fixe Sterne, Teil 1...5, ELRAD 4/94...8/94

[2] Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, Collins, GPS Theory and Practice, Second edition, Springer-Verlag Wien New York 92, 93

[3] Matjaž Vidmar, Selbstbau eines Empfängers für GPS- und Glonass-Satelliten, UKW-Berichte, Jahrgang 93 und 94

PASCOLO

Nur wer die Sehnsucht kennt...



PASCOLO

MISST PASCAL (DRUCK)

— GENAUIGKEIT 0,1 % —

BEREICHE (ABS.)

-1...2 BAR

-1...30 BAR

0...300 BAR

0...700 BAR

AUFLÖSUNG

1 MBAR

10 MBAR

100 MBAR

200 MBAR

PREIS

DM 530.-

DM 360.-

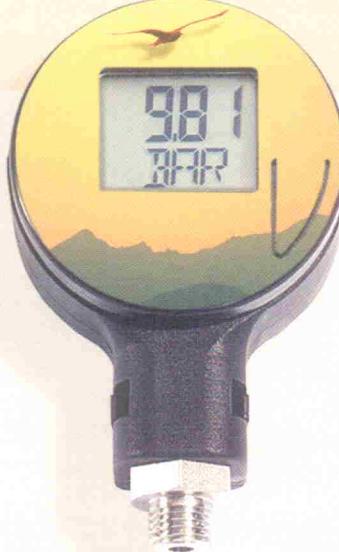
DM 360.-

DM 530.-



FUNKTIONEN: ON / OFF / ZERO

BATTERIELEBENSDAUER: 360 STUNDEN



Individuelle Frontdeckel (auch mit Ihrem Logo)



TESTEN SIE IHRE PRÜFLINGE.
PASCOLO MIT HANDPUMPEN...

DRUCK-VAKUUM HANDPUMPE
EINSTELL-BEREICH -0,9...25 BAR
PREIS DM 420.- (OHNE PASCOLO)

WASSER- ODER OEL-HANDPUMPE
EINSTELL-BEREICH 0...700 BAR
PREIS DM 1020.- (OHNE PASCOLO)

PASCOLO mit Hochdruck-
Handpumpe bis 700 bar

PASCOLO IN
SCHUTZHÜLLE
MIT SENSOR
AM KABELENDE.
DRUCK UND
TEMPERATUR-
ANZEIGE

TEMPERATUR
20...120°C

MEHRPREIS
DM 200.-



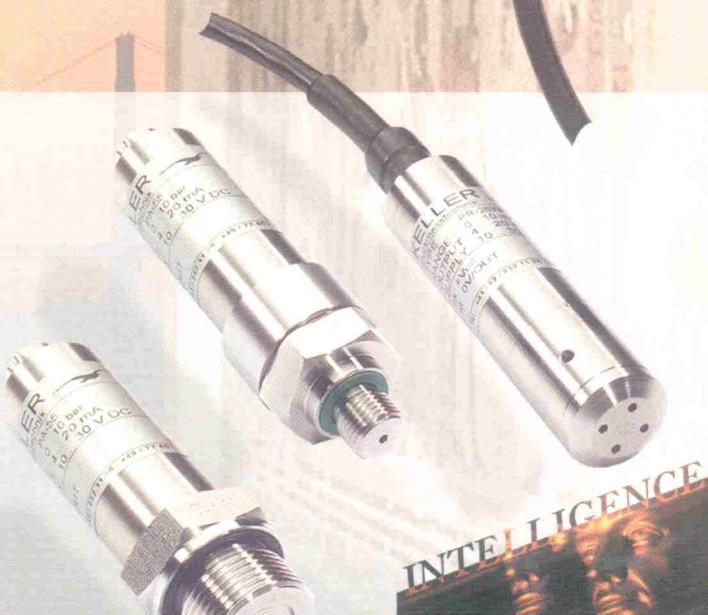
...weiss, was ich leide.*

INTELLIGENZ VOLL AUSGESCHÖPFT...

DIE INTELLIGENTEN TRANSMITTER VON KELLER,
NEU AUCH ALS NIVEAUSONDEN.

DIESE TRANSMITTER SIND JETZT BUSFÄHIG
UND HABEN EINE SPEICHERKAPAZITÄT VON
32'000 MESSWERTEN.

PREISE AB DM 1200.-



* Wettbewerb: Wer schrieb diesen Satz?

Aus den richtigen Einsendungen verlosen wir

10 Handpumpen mit Pascolos, Bereich -1...30 bar.

Einsendeschluss: 1. März 1997 / Verlosung 13. März 1997

KELLER

gesellschaft für druckmesstechnik mbh



Schwarzwaldstrasse 17

Tel. 07745-9214-0

D-79798 Jestetten

Fax 07745-9214-50

ASICS und Programmierbare Logik

Code-Schmiede	ComPlib VHDL Schematic Editor und Generator	10/96, S. 28 (uk)
Der 445 MACHts	MACH445 Teil 2: Konfiguration und Inbetriebnahme	1/96, S. 71 (uk)
Einer für alle	4-Bit-CPU im MACH445, Teil 1: IC und Software	8/96, S. 78 (uk)
Einer für alle	4-Bit-CPU im MACH445, Teil 2: Die Programmierung	9/96, S. 100 (uk)
Entwicklungs hilfe	Was bieten ASIC-Designhäuser?	11/96, S. 44 (uk)
Ersatzteile	μC-Design mit PSD-Peripherieschaltkreisen von WSI	2/96, S. 92 (uk)
Gehilfe	MACHXL Assist	10/96, S. 33 (uk)
Im Gleichklang	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 1	2/96, S. 66 (uk)
Im Gleichklang	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 2	3/96, S. 82 (uk)
Im Gleichklang	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 3	5/96, S. 84 (uk)
Maestro	PC-Meßkarte mit programmierb. EPAC, Teil 1: Hardware	3/96, S. 46 (uk)
Maestro	PC-Meßkarte mit programmierb. EPAC, Teil 2: Software	4/96, S. 80 (uk)
Maßgeschneidert	Hochleistungssynthese für CPLDs, FPGAs und ASICs	10/96, S. 39 (uk)
Patentwerkzeug	Entwicklungssoftware PLDesigner-XL 3.3 von Minc	1/96, S. 28 (uk)
Rauhe Sitten	Report: Programmierbare Logikbausteine	6/96, S. 66 (uk)
Reif für die Serie	Prototypenentwicklung in der Elektronik	7/96, S. 42 (uk)
Tapetenwechsel	Xilinx Foundation Series: Schematics, HDL-Synthese	9/96, S. 73 (uk)
Test the FLASH	Eva-Board für FLASHlogic-CPLDs von Altera, Teil 1	2/96, S. 94 (uk)
Test the FLASH	Teil 2: Tongenerator im FLASHlogic-Eva-Board	12/96, S. 58 (uk)

Audio

Digital Audio Broadcasting	3 Teile, siehe Grundlagen	1.2.4/96 (roe)
Digital-Audio-Monitor	DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 1	9/96, S. 64 (pen)
Digital-Audio-Monitor	DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 2	10/96, S. 51 (pen)
Digitaler Vorverstärker	Teil 1: Gerätbeschreibung	12/96, S. 30 (roe)
Im Rausch der Bits	CS4329, Crystals D/A-Wandler mit 20 Bit Auflösung	11/96, S. 34 (roe)
Klingende Koralle	Analog Devices AD1815 SoundComm Controller	11/96, S. 30 (ea)
Preisbrecher	Audio Analyzer UPL von Rohde & Schwarz	9/96, S. 24 (cf)
Sherlock Klirr	Audio-Analyzer Panasonic VP-7725A	4/96, S. 36 (pen)
Signal Processing	12 Teile, siehe Grundlagen	1...12/96 (roe)
Signalmühlen	A/D-Wandler: Grundlagen und Marktübersicht	11/96, S. 48 (cf)
Soundkarte komplett	Crystals CS4236-Single-Chip Evaluation Board	6/96, S. 40 (roe)
Ton-Meister	Neue Audio-Spezial-ICs	7/96, S. 34 (roe)

Automatisierungstechnik

Ausguck	Prozeßvisualisierung unter Windows mit Lookout	9/96, S. 48 (ea)
CAN-Dongle	Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN, Teil 1	7/96, S. 55 (ea)
CAN-Dongle	Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN, Teil 2	8/96, S. 49 (ea)
Feldbus-Stationen	61 Feldbuskarten für den PC von Arcnet bis SocoNet-K	4/96, S. 52 (za)
Geisterhände	IBM-Arigo: Intelligente Steckdosen	1/96, S. 26 (cf)
Motormaster	PC-Servo-Karte, Teil 2: Treiber-Software u. EMV-Aspekte	1/96, S. 58 (ea)
Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 1: CPU-Board	2/96, S. 78 (ea)
Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 2: Anzeige und Behausung	3/96, S. 36 (ea)
Voll im Bild	Software für die Prozeßvisualisierung	4/96, S. 46 (kle)

DSP

DSP-Menü	DSP-Einsteiger-Kit EMV32 von electronic tools	6/96, S. 36 (hr)
DSP-Stützen	Support-Chips für digitale Signalprozessoren	6/96, S. 32 (ea)
Exoten	Ungewöhnliche Signalverarbeitungskomponenten	6/96, S. 26 (hr)
Hostflash	PC-Hostinterface für Analog Devices EZ-Kit Lite	8/96, S. 38 (hr)
Schweregewicht	Analog Devices EZ-Kit Lite mit ADSP 2181	1/96, S. 24 (ea)
Signal Processing	12 Teile, siehe Grundlagen	1...12/96 (roe)
Turbo-DSP für alle	Texas Instruments DSK TMS320C3X	11/96, S. 32 (hr)
Turbo-Talker	Interface zwischen PC-BUS und Motorolas DSP56002-EVM	6/96, S. 28 (roe)
Zeitspeicher	RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM	7/96, S. 64 (ea)

EDA

Auf Fehlersuche	Qualitätssicherung beim Datentransfer mit Software-CRC	2/96, S. 30 (pen)
Aufgebohrt	PADS PowerPCB Version 1.2 für Windows	8/96, S. 26 (pen)
Aufsteiger	Micro-Cap V für Windows Version 1.01	3/96, S. 24 (pen)
Auftrieb	Eagle 3.5: Schaltplanlayout unter DOS und OS/2	8/96, S. 30 (pen)
Code-Schmiede	ComPlib VHDL Schematic Editor und Generator	10/96, S. 28 (uk)
Das Auge denkt mit	Software für die Systementwicklung	11/96, S. 70 (uk)
Gehilfe	MACHXL Assist	10/96, S. 33 (uk)
Glanzlicht	ECAD-System Cadstar für Windows 2.01	3/96, S. 27 (pen)
Gläserner Wandler	Modellierung hochauflösender A/D-Umsetzer mit SPICE	7/96, S. 74 (pen)
Heavens Gate	Neue FPGA-Architekturen und -Werkezeuge	2/96, S. 102 (uk)
Komplex(x)t	VeriBest PCB Version 14 für Windows 95/NT	7/96, S. 26 (pen)
Maßgeschneidert	Hochleistungssynthese für CPLDs, FPGAs und ASICs	10/96, S. 39 (uk)
Mehr gläserne Wandler	SPICE-Modellierung eines A/D-Umsetzers, Teil 1	12/96, S. 62 (pen)
Neue Umgebung	Integra Station 2.5: Seto topCAD	11/96, S. 26 (pen)
Neue Zeiten	Schaltungsentwicklung mit VDHL und Verilog	10/96, S. 42 (uk)
Neuer Horizont	Protel Advanced Schematic 3.11 für Windows	4/96, S. 38 (pen)
Patentwerkzeug	Entwicklungssoftware PLDesigner-XL 3.3 von Minc	1/96, S. 28 (uk)
Programmzeichner	Grafischer Softwareentwurf für State Machines	12/96, S. 24 (ea)
Reif für die Serie	Prototypenentwicklung in der Elektronik	7/96, S. 42 (uk)
Schaltungsentw. mit VHDL	Teil 1: Modellierung und Simulation	11/96, S. 76 (uk)
Schaltungsentw. mit VHDL	Teil 2: Verhaltensbeschreibung	12/96, S. 76 (uk)
Schöne Aussichten	Mathematica als Postprozessor für SPICE	3/96, S. 54 (pen)

Symbolisch Rechnen

Symbolisch Rechnen	Teil 1: Handanalyse elektrischer Schaltungen	4/96, S. 71 (pen)
Symbolisch Rechnen	Teil 2: Mathematische Beschreibung elektr. Komponenten	5/96, S. 78 (pen)
Symbolisch Rechnen	Teil 3: Schaltungsanalyse mit Computeralgebra	6/96, S. 82 (pen)
Symbolisch Rechnen	Teil 4: Faustformeln automatisch ableiten	11/96, S. 94 (pen)
Symbolisch Rechnen	Teil 5: Symbolische Analyse des uA741	12/96, S. 81 (pen)
Tapetenwechsel	Xilinx Foundation Series: Schematics, HDL-Synthese	9/96, S. 73 (uk)
Verifikator	Automatisch testen mit VGEN, PSI und SCAT	12/96, S. 28 (uk)
Vision und Wirklichkeit	Trends im EDA-Markt	5/96, S. 42 (pen)
Voll entladen	NICd-Akkus kontrolliert entladen	3/96, S. 51 (pen)
Ziel getroffen?	Target Version 3.0/2.3/0.3 für Windows	1/96, S. 22 (pen)
Zwischenstand	MicroSim PSpice Version 6.3	10/96, S. 20 (pen)

EMV

Auf Herz und Nieren	EMV-Tools für die Leiterplatten-Entwicklung	10/96, S. 46 (pen)
Heißer Wechsel	Live-Insertion mit dem Si9750	10/96, S. 30 (cf)
Kontaktsuche	Neuheiten auf dem Steckverbindermarkt	6/96, S. 48 (pen)
Mit Spannung erwartet	CE-Zeichen und Niederspannungsrichtlinie	9/96, S. 84 (cf)
Normnetz	Die Netzschaltung in der EMV-Meßtechnik	12/96, S. 66 (cf)
Safer Port	Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle	5/96, S. 30 (cf)
Schick in Schale	Moderne Industriegeräüe	5/96, S. 60 (cf)
Stunde Null	CE-Zeichen und EMV-Dienstleistungen	1/96, S. 36 (cf)

Entwicklung

A/D-Mehrwert	Equivalent Time Sampling kontra Abtast-Theorem	9/96, S. 58 (kle)
Achter-C	Hochsprachen-Evaluation-Kit für Fujitsu F2MC-8L	7/96, S. 52 (ea)
Auf Fehlersuche	Qualitätssicherung beim Datentransfer mit Software-CRC	2/96, S. 30 (pen)
Aufwärmunde	IBMs Evaluation-Kit zum PowerPC-403-Controller	9/96, S. 76 (ea)
Cardenspiel	V40-Starterkit für Embedded-Anwendungen	8/96, S. 36 (ea)
C-Like	für Toshiba TLC5-870-Controller	2/96, S. 28 (pen)
Doppler	Telefon-Umschalter alpha 1069	4/96, S. 30 (cf)
Elf plus	Evaluation-Board zu Motorola 68HC12	11/96, S. 37 (ea)
Ersatzteile	μC-Design mit PSD-Peripherieschaltkreisen von WSI	2/96, S. 92 (uk)
Faktor 15	Starter-Kit für Intels MCS-251-Controller	8/96, S. 33 (ea)
Flachmann	486er-PC im Scheckkartenformat mit Eva-Board	9/96, S. 78 (ea)
Flash für Scotty	Flash-EPROM am 68008-Mikroprozessor	1/96, S. 62 (uk)
Geheimsträger	Encoder/Decoder-Baustein MM57C212 von National Semi.	7/96, S. 30 (kle)
Heavens Gate	Neue FPGA-Architekturen und -Werkezeuge	2/96, S. 102 (uk)
Heißer Wechsel	Live-Insertion mit dem Si9750	10/96, S. 30 (cf)
Im Rausch der Bits	CS4329, Crystals D/A-Wandler mit 20 Bit Auflösung	11/96, S. 34 (roe)
IR-Automatik	Software-Decoder für RC5-Fernsteuerungssignale	7/96, S. 61 (ea)
IrDA	Datenübertragung via Infrarotlicht	2/96, S. 60 (ea)
Jumper ade	Plug & Play-Interface-ICs von National Semiconductor	7/96, S. 48 (hr)
Klingende Koralle	Analog Devices AD1815 SoundComm Controller	11/96, S. 30 (ea)
Leichtgewicht	Starterkit für TIs Low-Power-Controller MSP430	10/96, S. 24 (ea)
Nabelschnur	Single-wired Background Debug Mode Interface des 68HC12	11/96, S. 40 (kle)
Normnetz	Die Netzschaltung in der EMV-Meßtechnik	12/96, S. 66 (cf)
Phonstrom	Schaltregler Si9117 für Telekommunikationsanwendungen	9/96, S. 81 (cf)
Schaltungsentw. mit VHDL	Teil 1: Modellierung und Simulation	11/96, S. 76 (uk)
Schaltungsentw. mit VHDL	Teil 2: Verhaltensbeschreibung	12/96, S. 76 (uk)
Schöne Aussichten	Mathematica als Postprozessor für SPICE	3/96, S. 54 (pen)
Schwergewicht	Analog Devices EZ-Kit Lite mit ADSP 2181	1/96, S. 24 (ea)
Soundkarte komplett	Crystals CS4236-Single-Chip Evaluation Board	6/96, S. 40 (roe)
Temperatur digital	Intelligenter Temperatursensor LM75 von National Semi.	5/96, S. 48 (kle)
Ton-Meister	Neue Audio-Spezial-ICs	7/96, S. 34 (roe)
Transputiert	Evaluation-Kit zum ST20450 von SGS-Thomson	11/96, S. 28 (ea)
Unter 64 Bit geht nichts	Grafikkarte mit ARK2000 MT	11/96, S. 58 (roe)
Verriegelt	EEPROMs mit verbesserten Datensicherheit	11/96, S. 90 (ea)
Voll entladen	NICd-Akkus kontrolliert entladen	3/96, S. 51 (pen)
Zeitgemäß	Echtzeit-Zusatz für Windows 3.11 und 95	9/96, S. 96 (ea)

Grundlagen

Digital Audio Broadcasting	Teil 1: Grundlagen des digitalen Tonrundfunks	1/96, S. 83 (roe)
Digital Audio Broadcasting	Teil 2: Kanalkodierung per OFDM-Verfahren	2/96, S. 104 (roe)
Digital Audio Broadcasting	Teil 3: Kanalkodierung und Betriebs-Modi	4/96, S. 85 (roe)
Gläserner Wandler	Modellierung hochauflösender A/D-Umsetzer mit SPICE	7/96, S. 74 (pen)
IR-Automatik	Software-Decoder für RC5-Fernsteuerungssignale	7/96, S. 61 (ea)
IrDA	Datenübertragung via Infrarotlicht	2/96, S. 60 (ea)
Kraftpaket	Lithium-Ionen-Akkumulatoren	12/96, S. 42 (cf)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 1: Schaltungen dimensionieren	5/96, S. 91 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 2: Schaltungen dimensionieren	6/96, S. 94 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 3: Zeigerrechnung	7/96, S. 87 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 4: Passive RC-Filte	8/96, S. 88 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 5: Filter höherer Ordnung	9/96, S. 110 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 6: Stromversorgungen	10/96, S. 74 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 7: Gleichtreiber, Elkos, Trafos	11/96, S. 102 (roe)
Laborblätter: Schaltungen	Analogtechnik, Teil 8: Spannungsstabilisierung	12/96, S. 90 (roe)
Maßgeschneidert	Hochleistungssynthese für CPLDs, FPGAs und ASICs	10/96, S. 39 (uk)
Mehr gläserne Wandler	SPICE-Modellierung eines A/D-Umsetzers, Teil 1	12/96, S. 62 (pen)
Mit Spannung erwartet	CE-Zeichen und Niederspannungsrichtlinie	9/96, S. 84 (cf)
Neue Zeiten	Schaltungsentwicklung mit VDHL und Verilog	10/96, S. 42 (uk)
Oft übersehen	Grundlagen linearer Festwiderstände	11/96, S. 64 (pen)
Signal Processing	Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 2	1/96, S. 50 (roe)
Signal Processing	Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 3	2/96, S. 83 (roe)
Signal Processing	Einführung in die digitale Signalverarbeitung, Teil 4	3/96, S. 77 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 5: Delay, Echo, Hall	4/96, S. 82 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 6: Systemtheorie	5/96, S. 66 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 7: FIR-Filte	6/96, S. 88 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 8: FIR-Filte	7/96, S. 82 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 9: Außerkopflokalisat	8/96, S. 85 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 10: Nachhallalgorithmen	9/96, S. 104 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 11: Nachhall, FIR-Filte	10/96, S. 70 (roe)
Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 12: FIR- und IIR-Filte	11/96, S. 98 (roe)

Signal Processing	Dig. Signalverarbeitung, Teil 13: Surround-Decoder	12/96, S. 84 (roe)	Transputiert	Evaluation-Kit zum ST20450 von SGS-Thomson	11/96, S. 28 (ea)
Softwarekontakt	Treiberaufbau bei der Meßsystemsteuerung mit DASYLab	6/96, S. 61 (kle)	µC-Tools	Entwicklungswerzeuge für µC und Embedded Control	2/96, S. 36 (kle)
SPIntern	Das Serial Peripheral Interface des 68HC11	7/96, S. 58 (ea)	Weichgespült	fuzzyTECH-MP Explorer für die PIC16/17-Familie	6/96, S. 42 (cf)
Symbolisch Rechnen	Teil 1: Handanalyse elektrischer Schaltungen	4/96, S. 71 (pen)	Zeitgemäß	Echtzeit-Zusatz für Windows 3.11 und 95	9/96, S. 96 (ea)
Symbolisch Rechnen	Teil 2: Mathematische Beschreibung elektr. Komponenten	5/96, S. 78 (pen)	Zeitmeister	Echtzeitbetriebssysteme für Mikrocontroller	2/96, S. 55 (ea)
Symbolisch Rechnen	Teil 3: Schaltungsanalyse mit Computeralgebra	6/96, S. 82 (pen)			
Symbolisch Rechnen	Teil 4: Faustformeln automatisch ableiten	11/96, S. 94 (pen)			
Symbolisch Rechnen	Teil 5: Symbolische Analyse des uA741	12/96, S. 81 (pen)			
Markt					
Auf Herz und Nieren	EMV-Tools für die Leiterplatten-Entwicklung	10/96, S. 46 (pen)	Projekt		
Das Auge denkt mit	Software für die Systementwicklung	11/96, S. 70 (uk)	CAN-Dongle	Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN, Teil 1	7/96, S. 55 (ea)
DSP-Stützen	Support-Chips für digitale Signalprozessoren	6/96, S. 32 (ea)	CAN-Dongle	Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN, Teil 2	8/96, S. 49 (ea)
Entwicklungshilfe	Was bieten ASIC-Designhäuser?	11/96, S. 44 (uk)	Der 445 MACHts	MACH445 Teil 2: Konfiguration und Inbetriebnahme	1/96, S. 71 (uk)
Exoten	Ungewöhnliche Signalverarbeitungskomponenten	6/96, S. 26 (hr)	Der Neuner	Halbe Eurokarte mit ST9040 und BASIC-Interpreter	12/96, S. 54 (ea)
Feldbus-Stationen	61 Feldbuskarten für den PC von Arcnet bei SucoNet-K	4/96, S. 52 (ea)	Der Vermittler	IEEE-488-Interface am Drucker-Port	5/96, S. 36 (ea)
Kontaktsuche	Neuheiten auf dem Steckverbindermarkt	6/96, S. 48 (pen)	Digital-Audio-Monitor	DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 1	9/96, S. 64 (pen)
Rauhe Sitten	Report: Programmierbare Logikbausteine	6/96, S. 66 (uk)	Digital-Audio-Monitor	DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 2	10/96, S. 51 (pen)
Rent-ner	Kostspielige Meßgeräte preiswert mieten	1/96, S. 47 (roe)	Digitaler Vorverstärker	Teil 1: Gerätebeschreibung	12/96, S. 30 (roe)
Schick in Schale	Modeme Industriegehäuse	5/96, S. 60 (cf)	Einer für alle	4-Bit-CPU im MACH445, Teil 1: IC und Software	8/96, S. 78 (uk)
Signalmühlen	A/D-Wandler, Grundlagen und Marktübersicht	11/96, S. 48 (cf)	Einer für alle	4-Bit-CPU im MACH445, Teil 2: Die Programmierung	9/96, S. 100 (uk)
Stunde Null	CE-Zeichen und EMV-Dienstleistungen	1/96, S. 36 (cf)	Hostflash	PC-Hostinterface für Analog Devices EZ-Kit Lite	8/96, S. 38 (hr)
µC-Tools	Entwicklungswerzeuge für µC und Embedded Control	2/96, S. 36 (kle)	Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 1	2/96, S. 66 (uk)
Vision und Wirklichkeit	Trends im EDA-Markt	5/96, S. 42 (pen)	Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 2	3/96, S. 82 (uk)
Volle Ladung	Ladekonzepte für jedes Akkusystem	8/96, S. 42 (cf)	Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 3	5/96, S. 84 (uk)
Vom Himmel hoch...	Global Positioning System: Produkte, Software	12/96, S. 36 (roe)	Maestro	PC-Meßkarte mit programmierb. EPAC, Teil 1: Hardware	3/96, S. 46 (uk)
Zeitmeister	Echtzeitbetriebssysteme für Mikrocontroller	2/96, S. 55 (ea)	Motormaster	PC-Meßkarte mit programmierb. EPAC, Teil 2: Software	4/96, S. 60 (uk)
Meßtechnik					
A/D-Mehrwert	Equivalent Time Sampling kontra Abtast-Theorem	9/96, S. 58 (kle)	Oktagon	PC-Servo-Karte, Teil 2: Treiber-Software u. EMV-Aspekte	1/96, S. 58 (ea)
CounterPart	Digitalzählern Fluke MultiFunction Counter 160	9/96, S. 35 (kle)	Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (1)	2/96, S. 46 (hr)
DAQ flexibel	Modulare PC-Multifunktionskarten disys OFA-MF	9/96, S. 38 (kle)	Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (2)	3/96, S. 60 (ea)
Der Vermittler	IEEE-488-Interface am Drucker-Port	5/96, S. 36 (ea)	Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (3)	4/96, S. 78 (ea)
Digital-Audio-Monitor	DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 2	10/96, S. 51 (pen)	PIC-Light	Stromsparschaltung mit PIC-Controller	3/96, S. 74 (cf)
DMM am Rechner	PC-Meßsysteme mit digitalen Handmultimetern	10/96, S. 60 (kle)	Safer Port	Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle	5/96, S. 30 (cf)
Doppelback	HP 54645D Mixed-Signal-Oszilloskop	9/96, S. 30 (pen)	Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 1: CPU-Board	2/96, S. 78 (ea)
Drück mich!	Funktionsgenerator Yokogawa FG300	9/96, S. 32 (roe)	Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 2: Anzeige und Behausung	3/96, S. 36 (ea)
Ganz normal	Meßsysteme und -geräte für spez. Anwendungsbereiche	1/96, S. 54 (kle)	Test the FLASH	Eva-Board für FLASHlogic-CPLDs von Altera, Teil 1	2/96, S. 94 (uk)
Gefühl für Technik	Entwicklungstrends in der Sensortechnik	5/96, S. 55 (kle)	Test the FLASH	Teil 2: Tongenerator im FLASHlogic-Eva-Board	12/96, S. 58 (uk)
Gläserner Wandler	Modellierung hochauflösender A/D-Umsetzer mit SPICE	7/96, S. 74 (pen)	Timewarp	DCF77-Testgenerator	2/96, S. 88 (cf)
Integrator	PC-Meßtechnik für das Arbeitsplatzsystem Eidos	5/96, S. 26 (hr)	TRIathlon	PC-Multifunktionskarte m. DSP TMS320C26, Teil 3	1/96, S. 78 (kle)
Maestro	PC-Meßkarte mit EPAC, Teil 1: Die Hardware	3/96, S. 46 (uk)	Turbo-Talker	Interface zwischen PC-BUS und Motorolas DSP56002EVM	6/96, S. 28 (ro)
Maestro	PC-Meßkarte mit EPAC, Teil 2: Die Software	4/96, S. 60 (uk)	Weichgespült	fuzzyTECH-MP Explorer für die PIC16/17-Familie	6/96, S. 42 (cf)
Meßtechnik modular	DIAdem 1.1: Messen, Regeln und Visualisieren mit Win95	3/96, S. 21 (kle)	Y/C-FBAS-Bridge	Adapter für S-Video und FBAS, bidirektional und passiv	1/96, S. 34 (pen)
Netzteil	Datenerfassung im Netzwerk: EDAS-1001 und -1002	9/96, S. 44 (kle)	Zeitspeicher	RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM	7/96, S. 64 (ea)
Ortstermin	4-3/4-stelliges Handmultimeter DMM 870 von Tektronix	9/96, S. 46 (ea)			
PC-Realtime	Windows-Echtzeit: ADWin-8L mit ADBasic / TestPoint 2.0	1/96, S. 31 (kle)			
Preisbrecher	Audio Analyzer UPL von Rohde & Schwarz	9/96, S. 24 (cf)			
Rent-ner	Kostspielige Meßgeräte preiswert mieten	1/96, S. 47 (roe)			
Safer Port	Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle	5/96, S. 30 (cf)			
Sherlock Klier	Audio-Analyzer Panasonic VP-7725A	4/96, S. 36 (pen)			
Signalmühlen	A/D-Wandler: Grundlagen und Marktübersicht	11/96, S. 48 (cf)			
Softwarekontakt	Treiberaufbau bei der Meßsystemsteuerung mit DASYLab	6/96, S. 61 (kle)			
Sonderangebote	6 1/2-stellige Multimeter von Keithley, Prema und HP	3/96, S. 30 (hr)			
Spätlesse	PC-DSO TiePie HS508 und Matthies PC-Scope 20	4/96, S. 32 (roe)			
Temperatur digital	Intelligenter Temperatursensor LM75 von National Semi.	5/96, S. 48 (kle)			
Timewarp	Windows-Echtzeit: ADWin-8L mit ADBasic / TestPoint 2.0	2/96, S. 88 (cf)			
TRIathlon	DCF77-Testgenerator	1/96, S. 78 (kle)			
Vier auf einen Streich	PC-Multifunktionskarte m. DSP TMS320C26, Teil 3	12/96, S. 26 (kle)			
Mikrocontroller					
Achter-C	Hochsprachen-Evaluation-Kit für Fujitsu F2MC-8L	7/96, S. 52 (ea)	Report		
Aufwärmrunde	IBMs Evaluation-Kit zum PowerPC-403-Controller	9/96, S. 76 (ea)	Dokumentieren statt konstr.	Medienberufe: Einbahnstraße oder Überholspur	8/96, S. 74 (kle)
Cardenspiel	V40-Starterkit für Embedded-Anwendungen	8/96, S. 36 (ea)	Es grünt so grün	Produkte umweltgerecht entwickeln	4/96, S. 40 (uk)
C-Like	für Toshiba TLCS-870-Controller	2/96, S. 28 (pen)	Ganz normal	Meßsysteme und -geräte für spez. Anwendungsbereiche	1/96, S. 54 (kle)
Der 445 MACHts	MACH445 Teil 2: Konfiguration und Inbetriebnahme	1/96, S. 71 (uk)	Gefühl für Technik	Entwicklungstrends in der Sensortechnik	5/96, S. 55 (kle)
Der Neuner	Halbe Eurokarte mit ST9040 und BASIC-Interpreter	12/96, S. 54 (ea)	Info aus dem Rechner	Elektronische Medien als Quelle technischer Information	3/96, S. 40 (kle)
Elf plus	Evaluation-Board zu Motorolas 68HC12	11/96, S. 37 (ea)	Reif für die Serie	Prototypenentwicklung in der Elektronik	7/96, S. 42 (uk)
Ersatzteile	µC-Design mit PSD-Peripherieschaltungskreisen von WSI	2/96, S. 92 (uk)	Voll im Bild	Software für die Prozeßvisualisierung	4/96, S. 46 (kle)
Faktor 15	Starter-Kit für Intels MCS-251-Controller	8/96, S. 33 (ea)	Vom Himmel hoch...	Global Positioning System: Produkte, Software	12/96, S. 36 (roe)
Flachmann	486er-PC im Scheckkartenformat mit Eva-Board	9/96, S. 78 (ea)			
Flash for Scotty	Flash-EPROM am 68008-Mikroprozessor	1/96, S. 62 (uk)			
Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 1	2/96, S. 66 (uk)			
Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 2	3/96, S. 82 (uk)			
Im Gleichtakt	Adaptive Einplatinencomp. mit V40 und XC3000, Teil 3	5/96, S. 84 (uk)			
IR-Automatik	Software-Decoder für RC5-Fernsteuersignale	7/96, S. 61 (ea)			
Leichtgewicht	Starterkit für TIs Low-Power-Controller MSP430	10/96, S. 24 (ea)			
Nabelschnur	Single-wired Background Debug Mode Interface des 68HC12	11/96, S. 40 (kle)			
Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (1)	2/96, S. 46 (hr)			
Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (2)	3/96, S. 60 (ea)			
Oktagon	Evaluierungs-Board für Hitachi H8/338 (3)	4/96, S. 78 (ea)			
PIC-Light	Stromsparschaltung mit PIC-Controller	3/96, S. 74 (cf)			
Profiliert	TMS370-Starter-Kit von TI mit Optimierungshilfe	2/96, S. 26 (ea)			
SPIntern	Das Serial Peripheral Interface des 68HC11	7/96, S. 58 (ea)			
Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 1: CPU-Board	2/96, S. 78 (ea)			
Steuermann	68HC11-basierte SPS, Teil 2: Anzeige und Behausung	3/96, S. 36 (ea)			
Timewarp	DCF77-Testgenerator	2/96, S. 88 (cf)			
Aufbau					
Aufsteiger			Aufgebaut	PADES PowerPCB Version 1.2 für Windows	8/96, S. 26 (pen)
Auftrieb			Aufsteiger	Micro-Cap V für Windows Version 1.01	3/96, S. 24 (pen)
Ausguck			Auftrieb	Eagle 3.5: Schaltplanlayout unter DOS und OS/2	8/96, S. 30 (pen)
Code-Schmiede			Ausguck	Prozeßvisualisierung unter Windows mit Lookout	9/96, S. 48 (ea)
CounterPart			Code-Schmiede	CompLib VHDL Schematic Editor und Generator	10/96, S. 28 (ea)
DAQ flexibel			CounterPart	Digitalzählern: Fluke MultiFunction Counter 160	9/96, S. 35 (kle)
DMM am Rechner			DAQ flexibel	Modulare PC-Multifunktionskarten disys OFA-MF	9/96, S. 38 (kle)
Doppelback			DMM am Rechner	PC-Meßsysteme mit digitalen Handmultimetern	10/96, S. 60 (kle)
Drück mich!			Doppelback	HP 54645D Mixed-Signal-Oszilloskop	9/96, S. 30 (pen)
PC-Realtime			Drück mich!	Funktionsgenerator Yokogawa FG300	9/96, S. 32 (ro)
Preisbrecher			PC-Realtime	DSP-Einstieger-Kit EMV32 von electronic tools	6/96, S. 36 (hr)
Rent-ner			Preisbrecher	MACHXL Assist	10/96, S. 33 (uk)
Safer Port			Steuerhilfe	IBM-Arigo: Intelligente Steckdosen	1/96, S. 26 (cf)
Sherlock Klier			Steuerhilfe	ECAD-System Cadstar für Windows 2.01	3/96, S. 27 (pen)
Signalmühlen			Steuerhilfe	PC-Meßtechnik für das Arbeitsplatzsystem Eidos	5/96, S. 26 (hr)
Softwarekontakt			Steuerhilfe	VeriBest PCB Version 14 für Windows 95/NT	7/96, S. 26 (pen)
Sonderangebote			Steuerhilfe	15 Labornetzgeräte im Test	8/96, S. 54 (cf)
Spätlesse			Steuerhilfe	DIAdem 1.1: Messen, Regeln und Visualisieren mit Win95	3/96, S. 21 (kle)
Timewarp			Steuerhilfe	Datenerfassung im Netzwerk: EDAS-1001 und -1002	9/96, S. 44 (kle)
TRIathlon			Timewarp	Integra Station 2.5: Seto topCAD	11/96, S. 26 (pen)
Vier auf einen Streich			Timewarp	Protel Advanced Schematic 3.11 für Windows	4/96, S. 38 (pen)
Entwicklung					
Neuer Umgebung			Ortstermin	4-3/4-stelliges Handmultimeter DMM 870 von Tektronix	9/96, S. 46 (ea)
Neuer Horizont			Patentwerkzeug	Entwicklungsoftware PLDesigner-XL 3.3 von Minc	1/96, S. 28 (uk)
Ortstermin			PC-Realtime	Windows-Echtzeit: ADWin-8L mit ADbasic / TestPoint 2.0	1/96, S. 31 (ke)
Patentwerkzeug			Preisbrecher	Audio Analyzer UPL von Rohde & Schwarz	9/96, S. 24 (cf)
PC-Realtime			Profiliert	TMS370-Starter-Kit von TI mit Optimierungshilfe	2/96, S. 26 (ea)
Preisbrecher			Programmzeichner	Grafischer Softwareentwurf für State Machines	12/96, S. 24 (ea)
Rent-ner			Sherlock Klier	Audio-Analyzer Panasonic VP-7725A	4/96, S. 36 (pen)
Safer Port			Sonderangebote	6 1/2-stellige Multimeter von Keithley, Prema und HP	3/96, S. 30 (hr)
Sherlock Klier			Spätlesse	PC-DSO TiePie HS508 und Matthies PC-Scope 20	4/96, S. 32 (roe)
Signalmühlen			Tapetenwechsel	Xilinx Foundation Series: Schematics, HDL-Synthese	9/96, S. 73 (uk)
Softwarekontakt			Turbo-DSP für alle	Texas Instruments DSK TMS320C3X	11/96, S. 32 (hr)
Sonderangebote			Verifikator	Automatisch testen mit VGEN, PSI und SCAT	12/96, S. 28 (uk)
Spätlesse			Vier auf einen Streich	Digitales Speicherzilloskop LC534 von LeCroy	12/96, S. 26 (kle)
Timewarp			Volltanken, bitte!	Ladecontroller für Lithium-Ionen-Akkumulatoren	12/96, S. 44 (cf)
Vier auf einen Streich			Ziel getroffen?	Target Version 3.02/3.03 für Windows	1/96, S. 22 (pen)
Timewarp			Zwischenstand	MicroSim PSpice Version 6.3	10/96, S. 20 (pen)

isel® - Rund um die Leiterplatte

... ein bewährtes Konzept, ein komplettes Angebot

Leiterplatten

isel-Basismaterial

- Basismaterial 1,5 mm stark mit 0,035 mm Cu-Auflage
 - Epoxyd FR4 nach DIN 40802, Freigaben UL, MIL, BS, NF
 - Pertinax FR2 nach DIN-IEC 249, NEMA LI-1, BS, NF, UL
 - hochwertiger Fotolack mit kurzen Prozeßzeiten
- z. B.: FR4, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm **2,99** DM / Stück
 z. B.: FR2, 1-seitig fotobesch., Lichtschutzfolie, 100 x 160 mm **2,07** DM / Stück



schneiden, belichten, entwickeln

isel-Hebelschere

- besonders für Leiterplatten bis 2 mm Stärke, aber auch für Kunststoffe und Aluminium geeignet
- mehrfache Hebelwirkung
- Hebelarretierung, Hineingreifschutz
- Winkelanschlag mit Millimeterskala
- maximale Schnittlänge 290 x 255 mm



498.- DM

ab **373.- DM**

isel-Arbeitsmaterialien zum Herstellen gedruckter Schaltungen

ab **998.- DM**

isel-UV-Belichtungsgeräte

- einseitige Belichtung mit Belichtungsflächen von 160 x 250 / 240 x 365 / 350 x 520 mm
- optimale Ausleuchtung durch 4 bzw. 6 UV-Röhren
- elektronische Zeitschaltuhr (0,5 - 10 min)



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

- ein- und zweiseitige Belichtung mit Belichtungsflächen von 360 x 200 / 520 x 390 mm
- absolut gleichmäßige und seitenidentische Ausleuchtung
- eingebauter Timer mit Sekundeneinstellung (6 - 90 s) und Minuteneinstellung (1 - 15 min)

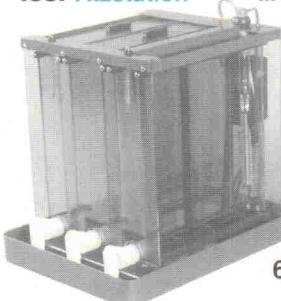


- Transparentpapier für Vorlagen
- Montagefolie für Vorlagen
- Diazofilme, Transreflexfilme und Umkehrfilme zur Vorlagengenerierung
- Chemikalien zur Leiterplattenherstellung



ätzten, bestücken, löten

isel-Ätzstation

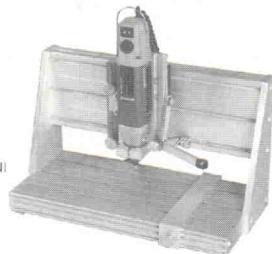


... Entwickeln, Spülen und Ätzen mit einem Gerät

- Ätzstation und Küvetten aus transparentem Kunststoff, Küvetten geschweißt
- Lösungen über Kugelhähne einzeln ablaßbar
- verstellbare Platinenhalter zur Aufnahme der Leiterplatten
- max. Platinengröße: 240 x 325 mm

688.- DM

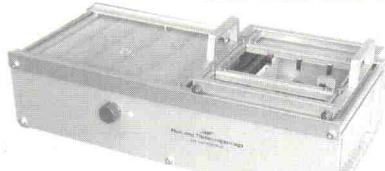
isel-Bohr- und Fräsständer



- für Platinen bis max. 350 x 175 mm
- verstell- und arretierbare Anschläge (Höhen-, Tiefen- und Seitenanschlag)
- elektronische Drehzahlregelung bis 20000 U/min

268.- DM
(ohne Bohrmaschine)

isel-Flux- und Trocknungsanlagen



ab **498.- DM**

- Vorbereitung zum Tauchlöten
- Schaumfluxer mit feinporiger, regelbarer Schaumkrone
- Vorheizung und Trocknung regelbar
- für Platinen bis max. 180 x 180 / 350 x 180 mm



ab **659.- DM**

Preise zuzüglich Versandkosten

Rund um die



Verlangen Sie unseren Katalog H "Rund um die Leiterplatte" !!

iselautomation Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld
 Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

e-mail: automation@isel.com

Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz
 Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

NEU ! NEU ! NEU ! NEU !



DM 1695.-

isel-Durchkontaktierungs-Station

... ideal zur Herstellung von Leiterplatten-Prototypen/ Musterplatinen

Grundausstattung

Durchkontaktierungs-Station mit:

- 4 Bäder
- Platinenoszillator
- notwendigen Chemikalien
- Spezialfolie mit Abroller
- 2 Leiterplatten

incl. Chemikalien

- Reinigungsbad
- Aktivierungsbad
- Kupferbad
- Vortauchbad

Digitaler Vorverstärker

Design-Studie für einen fernsteuerbaren HiFi-Vorverstärker, Teil 2: Signalverarbeitungskomponenten

Steffen Schmid

Im vorangegangenen Teil wurden Leistungsmerkmale und Konzeption des digitalen Vorverstärkers vorgestellt. Die dabei begonnene Schaltungsbeschreibung soll nun mit den Komponenten zur Signalverarbeitung abgeschlossen werden.



Den Schaltplan des Steuerdateninterfaces sehen Sie in Bild 4. Zur Rückgewinnung der im Datensignal enthaltenen Steuerinformationen bedient sich der Vorverstärker eines Demodulatorbausteins von Yamaha, dem YM3436D. In diesem Zusammenhang wird nur ein kleiner Teil seiner Funktionen ausgenutzt, nämlich die Rückgewinnung des Taktes mit Hilfe einer internen PLL sowie der Steuerdatenseparator. Letzterer besitzt den Vorteil, die Steuerdaten intern zu speichern, so daß sie unter der Kontrolle des Mikrocontrollers asynchron zum Audio-Datenstrom ausgesehen werden können.

Das Auslesen erfolgt über ein serielles Dreidrahtinterface, das aus den Signalen CLD, CCK und CDO besteht. Die ausführliche Beschreibung dieses Bausteins, der auch über ein Dutzend Takt- und Steuersignale für die Verarbeitung der Audiodaten erzeugt, würde den Rahmen des Projekts sprengen, so daß auf [4b] verwiesen werden muß. Der YM3436D kann über den

SOUT-Ausgang des Multiplexers mit jedem der sechs Eingänge verbunden werden. Die zentrale Steuerung schaltet ihn auf denjenigen Eingang, dessen Steuerdaten sie auswerten will. Da sich diese im Normalfall nur sehr langsam ändern, kann man den Datendecoder reihum mit einem Eingang nach dem anderen verbinden, um einen kompletten Steuerdatensatz aller Eingänge zu erhalten. Auf diese Weise kommt man mit einem einzigen YM3436D aus.

Steuerdaten-Interface

Die Steuerdaten werden also nur bei Bedarf neu angefordert. Doch woran erkennt man den Bedarf? Änderungen an den Eingängen, mit denen der YM3436D gerade nicht verbunden ist, können zunächst nicht detektiert werden. Man könnte freilich alle Eingänge reihum permanent scannen, doch dabei würde die PLL des YM3436D ein ständig in Frequenz und Phase wechselndes Taktsignal erzeugen – man

hätte sich eine geräteinterne permanente Störquelle eingehandelt.

Glücklicherweise ändert sich die Mehrzahl der Steuerdaten nur dann, wenn das an einen Eingang angeschlossene Gerät wechselt, aus- oder eingeschaltet wird. Dies ist jedoch im Regelfall nicht zu bewerkstelligen, ohne das Datensignal zumindest kurzzeitig zu unterbrechen. Solche Unterbrechungen können mit Hilfe von IC202, einem 8-Bit-Schieberegister mit Eingangsspeicher, das eingleisig an alle Signaleingänge angeschlossen ist, vom Mikrocontroller festgestellt werden, der die Steuerdaten des betreffenden Eingangs daraufhin neu abfragt.

Die Erkennung einer Unterbrechung des Eingangssignals anhand der Werte im Schieberegister gestaltet sich nicht ganz trivial, da die Eingangsdatenströme eine weit höhere Übertragungsrate aufweisen, als der Mikrocontroller auswerten kann. Somit stellen die Werte im Schieberegister nur

Stichproben dar, die – bezogen auf den Takt der Eingangsdaten – zu willkürlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden.

Um sicherzugehen, daß die Aktivitäten auf allen belegten Eingängen erkannt werden, muß das Einlesen daher mehrfach wiederholt werden. Es soll nicht verschwiegen werden, daß dieses Verfahren eine – wenn auch kleine – Lücke läßt, die sich beispielsweise in Verbindung mit manchen DCC-Recordern zeigt. Diese verfügen über die Eigenschaft, in Abhängigkeit vom eingelegten Band ihren Kategoriecode ohne Signalunterbrechung zu wechseln: Ist ein DCC-Band eingelegt, geben sie sich als DCC-Recorder zu erkennen; werden sie dagegen mit einer Analogcassette gefüttert, so nehmen sie die Identität eines A/D-Wandlers an. Eine solche Änderung würde vom Vorverstärker nicht erkannt und damit zur Anzeige einer unzutreffenden Quellenart führen.

Zentrale Steuerung mit dem 80C535

Wie aus Bild 6 hervorgeht, besteht die zentrale Steuerung aus einer Standardkonfiguration mit einem Mikrocontroller (IC101) vom Typ SAB80C535 samt EPROM (IC103) und Adreß-Latch (IC102).

Daß der 80C535 nur mit 10 MHz getaktet wird, ist darauf zurückzuführen, daß an seinen Datenbus das alphanumerische LC-Display DIS1 angeschlossen ist. Derartige Displays bauen fast ausnahmslos auf den Hitachi-Controller HD44780 [5] oder kompatible Chips auf. Die Timing-Spezifikationen dieses Controllers erfordern außer der verringerten Taktfrequenz auch den Einsatz zusätzlicher Logik, um ihn kompatibel mit dem Bus des 80C535 zu machen. Hierzu werden Lese- und Schreibsignal des Mikrocontrollers über den zweckentfremdeten Demultiplexer IC105a NAND-verknüpft, woraus ein zeitlich korrektes Enable-Signal für das Display resultiert.

Die Unterscheidung zwischen Lese- und Schreibzugriff erfolgt durch Anschluß des R/W-Signals des Displays an

eine höherwertige Adreßleitung des Mikrocontrollers, so daß Beschreiben und Rücklesen des Displays unter zwei verschiedenen Adressen erfolgen müssen.

Das Display verfügt über eine LED-Hintergrundbeleuchtung, deren Helligkeit sich mit Hilfe von R102 steuern läßt. Dieser Widerstand kann abhängig vom eingesetzten Displaytyp unterschiedliche Werte annehmen.

Die Tastatur mit ihren 13 Tasten ist in Matrixform angeordnet. Da die verwendeten Port-Pins des 80C535 Open-Collector-Ausgänge besitzen, können die Dioden entfallen, die gewöhnlich die einzelnen Tasten voneinander entkoppeln, um Kurzschlüsse zwischen Spaltenleitungen bei gleichzeitiger Betätigung mehrerer Tasten zu vermeiden. In die Tastatur integriert ist ein Kontakt-Encoder, der die gewohnte Einstellung des Pegels und der Quellen mittels Drehknopf gestattet, unbeschadet der digitalen Natur des Vorverstärkers. Der eingesetzte Encoder enthält zwei Momentkontakte, von denen je nach Drehrichtung der eine oder der andere Impulse erzeugt.

Fernsteuerung

Außer über die Tastatur ist das Gerät auch über eine Infrarot- oder Kabel-Fernsteuerung bedienbar. Die Voraussetzungen für die Infrarot-Steuerung schafft IC401, ein integrierter IR-Empfänger mit Vorverstärker, AGC, Bandpaßfilter und Demodulator. Dieser Baustein ist in verschiedenen Varianten

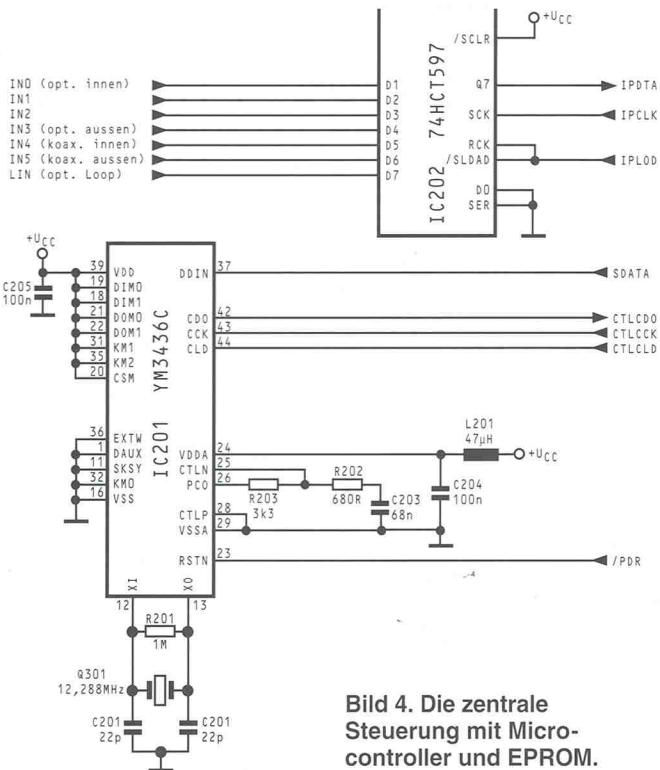


Bild 4. Die zentrale Steuerung mit Microcontroller und EPROM.

erhältlich, die sich in der Mittelfrequenz des integrierten Bandpasses unterscheiden. Für die Anwendung innerhalb des hier vorgestellten Gerätes wurde die 36-kHz-Ausführung gewählt.

Die Dekodierung der eintreffenden Infrarot-Signale erfolgt vollständig mittels Software. Dieses kürzlich in der *ELRAD* [6] vorgestellte Konzept ist einer Dekodierung mittels Spezialchip ebenbürtig, aber wesentlich flexibler. Als Infrarot-Code wurde RC5 ausgewählt, weil sich hierfür vergleichsweise einfach Fernsteuersender erwerben lassen. Um den Anforderungen der semiprofessionellen Studiotechnik gerecht

zu werden, gewährleistet die Kabelfernsteuerung mit IC402 eine vollständige galvanische Trennung, um Masseprobleme bereits im Keim zu ersticken. Die Kabelfernsteuerung ist dank D402 verpolungssicher. Mehrere Vorverstärker lassen sich an einen gemeinsamen Fernsteuerbus anschließen und dennoch getrennt steuern, da die Fernsteuerungsfunktion softwareseitig weitestgehend konfigurierbar und mit einer lernfähigen Fernbedienung zu vergleichen ist.

Die Peripherie des Mikrocontrollers umfaßt außerdem das serielle EEPROM IC104 mit einer Kapazität von 2 Kbit. Es beinhaltet vier Benutzerspeicher, die jeweils eine komplette Gerätekonfiguration aufnehmen können, sowie weitreichende Konfigurationsinformationen. Für die Anzeige des aktiven Benutzerspeichers sind der Demultiplexer IC105b und die Leuchtdioden LED101 bis LED103 zuständig. Dem eben erwähnten vierten Benutzerspeicher ist keine Leuchtdiode zugeordnet, da es sich bei ihm um einen automatischen Speicher handelt, der benutzt wird, um die Einstellungen des Verstärkers auch dann über das Ausschalten hinweg zu retten, wenn vom Benutzer zuvor kein expliziter Speichervorgang ausgelöst worden ist.

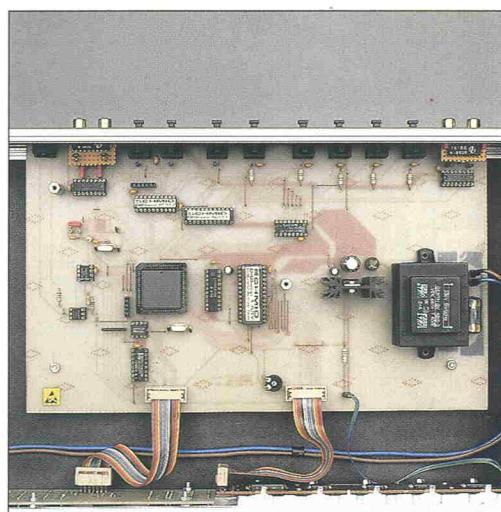


Bild 5. Die Hauptplatine mit abgenommener Audiokarte.

Reset

Für einen zuverlässigen Reset von Mikrocontroller und Audio-Board sorgt IC106, ein integrierter Reset-Generator, der keine externen Komponenten benötigt. Die zentrale Steuerung ist über etwa zwei Dutzend Port-Pins mit den anderen Funktionseinheiten des Vorverstärkers verbunden: Die Signale AMUX, BMUX, SMUX und QMUX steuern den Multiplexer, IPDTA, IPCLK und IPLOAD führen zur Erkennungsschaltung für belegte Eingänge und CTLCLD, CTLCKK sowie CTLDCD zum Steuerdatendecoder. Mit Hilfe von AUDDTA, AUDADR und AUDCLK wird das Audio-Board gesteuert, das nachfolgend besprochen wird.

Pegelsteller komplett digital

Pegelsteller und Antikopierschutz befinden sich auf dem Audio-Board, dessen Schaltplan in Bild 8 (aus Platzgründen im nächsten Heft) zu sehen ist. Hier stellt sich zunächst das Problem, das S/P-DIF-Signal in Audio- und Steuerdaten zu zerlegen. Dies erledigen zwei weitere YM3436D, je einer pro Aus-

Betriebsarten des Antikopierschutzes

BMOD1	BMOD0	Funktion
0	0	Auto Mode Ist das Signal kopiergeschützt, dann ist eine einzige weitere Kopie möglich. Ist das Signal nicht kopiergeschützt, sind beliebig viele weitere Kopien möglich.
0	1	One-Time Mode Unabhängig vom Eingangssignal ist eine einzige weitere Kopie möglich, auch dann, wenn das Signal zuvor nicht kopiergeschützt war.
1	0	All-Time Mode Unabhängig vom Eingangssignal sind beliebig viele weitere Kopien möglich.
1	1	Defeat Mode Der Kopierschutzstatus des Eingangssignals wird nicht verändert.

gang. Da die Schaltung – abgesehen vom Antikopierschutz – für beide Ausgänge identisch ist, beziehen sich die nachfolgenden Ausführungen auf Ausgang 2. Das S/P-DIF-Signal gelangt über das YOUT-Signal des Multiplexers zum Demodulator IC605. Dieser extrahiert das serielle Audio-Datensignal DOUT sowie die zugehörigen Takte MCC und WC. Diese Signale gelangen zum Pegelsteller-Chip IC606, einem YM3412B von Yamaha. In ihm ist alles enthalten, was man zur Pegel-

einstellung benötigt – und noch einiges mehr, etwa ein Dynamikkompressor, der hier aber nicht verwendet wird. Der gewünschte Pegel wird über den seriellen Dreidrahtbus aus den Signalen SCK, DIN und WE als 8-Bit-Wert durch den Mikrocontroller der zentralen Steuerung vorgegeben. Wer sich näher für den YM3412B interessiert, muß aus Platzgründen leider auf [4c] verwiesen werden. Mag die Einstellung des Pegels aus der Sicht der digitalen Signalverarbeitung auch eine einfache

Aufgabe sein – die hier gezeigte Schaltung sticht jedenfalls alle signalprozessorbasierten Pegelsteller bezüglich des Realisierungsaufwands aus.

Das gedämpfte Signal verläßt IC606 über den Pin SDO und gelangt zu dem Modulatorbaustein IC607 vom Typ YM3437C, ebenfalls aus dem Hause Yamaha [4a]. Dieser stellt das Gegenstück zu IC605 dar und erzeugt aus den vom YM34312B gelieferten Audiodaten sowie den direkt vom YM3436D stammenden Steuerdatensignalen EMP, FS1 und UDB wieder ein S/P-DIF-Signal, das den Baustein über den DOUT-Pin verläßt und mittels YIN-Leitung wieder in den Multiplexer zurückgeführt wird.

Antikopierschutz per Software

Der Antikopierschutz besteht aus dem GAL IC604, das in den Steuerdatenfluß zwischen dem Demodulator IC601 und dem Modulator IC603 von Ausgang 1 eingeschleift ist. Seine Aufgabe ist es, die Werte zweier Channel Status Bits gemäß der SCMS-Norm [2] zu ändern. Dies ist zum

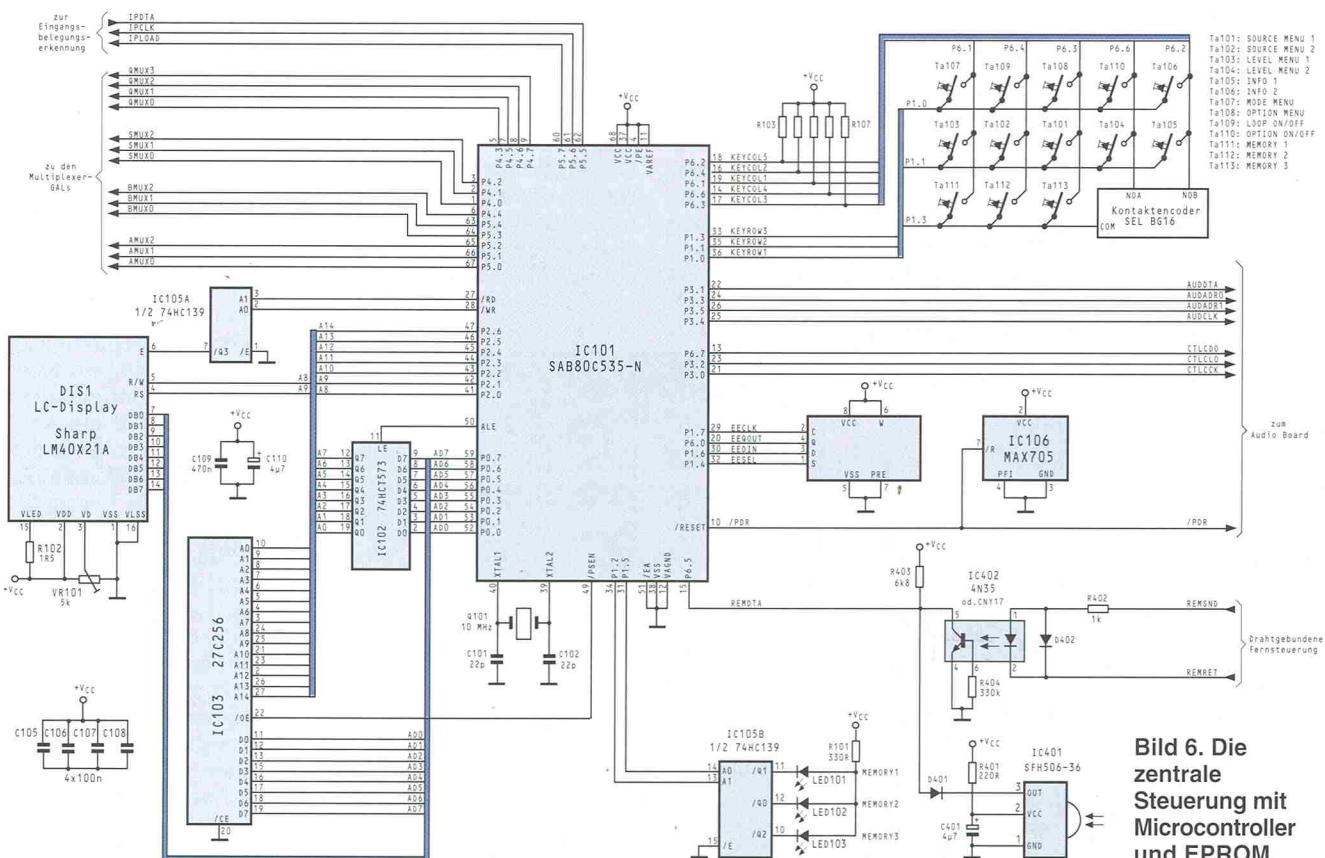
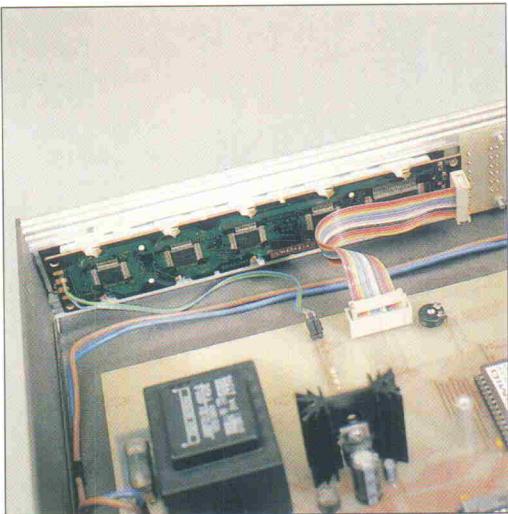


Bild 6. Die zentrale Steuerung mit Microcontroller und EPROM.

Bild 7. Das LC-Display wird von hinten in die Frontplatte gesteckt und per Kabel mit der Hauptplatine verbunden.



einen das Urheberrechtsbit (bei einer von Null ausgehenden Zählung das CSB Nr. 2) und zum anderen das Generationskennzeichen (CSB Nr. 15). Während das Urheberrechtsbit anzeigt, ob auf das betreffende Tonmaterial überhaupt urheberrechtliche Ansprüche erhoben werden, zeigt das Generationskennzeichen bei urheberrechtlich geschütztem Material an, ob noch eine einzige oder gar keine Kopie mehr möglich sein soll. Wie das Generationskennzeichen im Detail zu interpretieren ist, hängt wiederum vom Kategoriecode (CSBs 8 bis 14) ab. Daß sich der Antikopierschutz mittel eines einzigen GALs realisieren läßt, ist darauf zurückzuführen, daß die Auswertung des Kategoriecodes bereits durch den Mikrocontroller der Steuerung erfolgt, der dem GAL über das LB1T-Signal mitteilt, welchen Pegel das Generationskennzeichen (in der Norm L-Bit genannt) annehmen muß, um eine Kopie zu erlauben.

Über die Pegel an den Pins BMOD0 und BMOD1 läßt sich festlegen, ob der Antikopierschutz aktiv sein soll und in welcher Weise er Einfluß auf das Signal nehmen soll. Die verschiedenen Betriebsarten sind in der Tabelle zusammengestellt. Das GAL,

dessen Inhalt Sie in Listing 3 finden, erhält von IC601 die ursprünglichen Channel Status Bits an seinem Eingang CSBIN zusammen mit den beiden Taktsignalen LR und BSTART. Es zählt daraufhin die CSBs und verändert diejenigen mit den Nummern 2 und 15. Der manipulierte Steuerdatenstrom verläßt das GAL über den Pin CSBOUT und gelangt zum Modulator IC603. Ab jetzt entspricht der Signalfluß wieder dem von Ausgang 2.

roe

Literatur

- [2] DIN EN 60958/A1, *Digitalton-Schnittstelle, Änderung 1*, Beuth Verlag, Berlin 1994.
- [3] Steffen Schmid, *Zaubersteine, ICs für die digitale Audiotechnik, Teile 1..7*, ELRAD 1/95...7/95
- [4a] a. a. O., ELRAD 1/95, S. 58ff.
- [4b] a. a. O., ELRAD 2/95, S. 77ff.
- [4c] a. a. O., ELRAD 6/95, S. 82ff.
- [5] Datenblatt HD44780, Hitachi
- [6] Steffen Schmid, *IR-Automatik, Software-Algorithmus zur Dekodierung von IR-Fernsteuersignalen*, ELRAD 7/96, S. 61ff.

Adressen des Audio-Boards

AUDADR	Funktion
0	keine (zur Deselektion verwendet)
1	Pegelsteller Ausgang 1
2	Pegelsteller Ausgang 2
3	Antikopierschutz

```

MODULE swiscms7;
TITLE 'SCMS-Antikopierschutz fuer digitalen Vorverstaerker'
IC604 DEVICE 'P22V10';

DECLARATIONS;
  bclk                                PIN 1;           'mit dlylr verbunden
  bstart, lr                            PIN 6, 5;
  dlylr                                PIN 21 ISTYPE 'COM';
  ctr0, ctr1, ctr2, ctr3, ctr4          PIN 18, 17, 16, 15, 22 ISTYPE 'REG';
  csb0, csb1, csb2, csb3, csb4          PIN 7, 8, 9, 14, 23; 'mit ctr verbunden
  bmod0, bmod1, lbit                   PIN 2, 3, 4;
  err, csbin                           PIN 11, 10;
  dlycsb, csbout                      PIN 20, 19 ISTYPE 'COM';

  csb = [csb4..csb0];
  ctr = [ctr4..ctr0];
  bmod = [bmod1..bmod0];

EQUATIONS;
  'CSB-Zaehler
  ctr.clk = bclk;

  'Verzogerung des CSB-Zaehltakts und der CSB-Eingangsdaten
  dlylr = lr;
  dlycsb = csbin;

  'CSB-Modifikator
  WHEN ((bmod == 0) & (csb == 15) & !err) THEN      'Auto Mode
    csbout = lbit;
  ELSE
    WHEN (bmod == 0) THEN
      csbout = dlycsb;

    WHEN ((bmod == 1) & (csb == 2) & !err) THEN      'One-Time Mode
      csbout = 0;
  ELSE
    WHEN ((bmod == 1) & (csb == 15) & !err) THEN
      csbout = lbit;
    ELSE
      WHEN (bmod == 1) THEN
        csbout = dlycsb;

    WHEN ((bmod == 2) & (csb == 2) & !err) THEN      'All-Time Mode
      csbout = 1;
  ELSE
    WHEN ((bmod == 2) & (csb == 15) & !err) THEN
      csbout = lbit;
    ELSE
      WHEN (bmod == 2) THEN
        csbout = dlycsb;

    WHEN (bmod == 3) THEN                         'Defeat Mode
      csbout = dlycsb;

STATE_DIAGRAM ctr
  STATE 31: IF bstart THEN 0 ELSE 31; ' Warten auf Blockstart
  STATE 0: GOTO 1;
  STATE 1: GOTO 2;
  STATE 2: GOTO 3;
  STATE 3: GOTO 4;
  STATE 4: GOTO 5;
  STATE 5: GOTO 6;
  STATE 6: GOTO 7;
  STATE 7: GOTO 8;
  STATE 8: GOTO 9;
  STATE 9: GOTO 10;
  STATE 10: GOTO 11;
  STATE 11: GOTO 12;
  STATE 12: GOTO 13;
  STATE 13: GOTO 14;
  STATE 14: GOTO 15;
  STATE 15: GOTO 31;
  STATE 16: GOTO 31;
  STATE 17: GOTO 31;
  STATE 18: GOTO 31;
  STATE 19: GOTO 31;
  STATE 20: GOTO 31;
  STATE 21: GOTO 31;
  STATE 22: GOTO 31;
  STATE 23: GOTO 31;
  STATE 24: GOTO 31;
  STATE 25: GOTO 31;
  STATE 26: GOTO 31;
  STATE 27: GOTO 31;
  STATE 28: GOTO 31;
  STATE 29: GOTO 31;
  STATE 30: GOTO 31;

  ' Rueckkehr zum Ruhezustand
  ' Unerlaubte Zustaende
  ' - stets Rueckkehr zum Ruhezustand

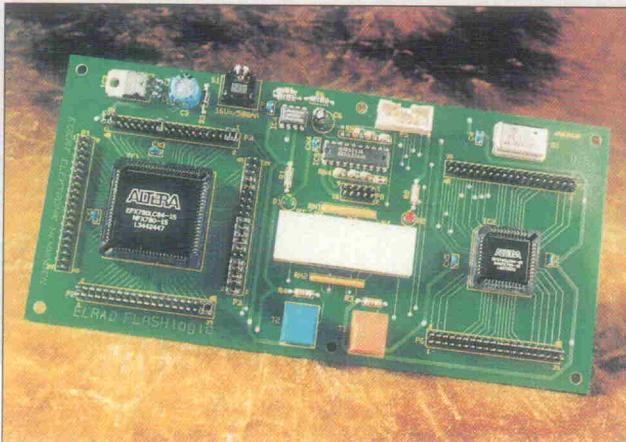
END swiscms7

```

Listing 3. Die Gleichung für das Antikopierschutz-GAL.

Test the FLASH

Teil 3: Programmierung des Tongenerators



Gerhard Stock

Die PLDshell ist ein wichtiger Bestandteil des Evaluationkit. Denn mit ihr gelangt die gewünschte Funktionalität in die FLASHlogic-Bausteine. Bei der Programmierung des Tongenerators kommen vor allem State Machines zum Einsatz.

In letzten Artikel wurden bereits einige Teile des Display-Blocks vorgestellt. Das Display ist neben dem Frequenzauswahl-Modul, dem Control-Modul für die Adressierung und Übernahme der ROM-Daten und natürlich dem ROM selbst eine der wesentlichen Funktionseinheiten des Tongenerators im FLASHlogic-Baustein [1]. Deshalb soll seine Programmierung an dieser Stelle noch eingehender beschrieben werden. Zum besseren Verständnis sind nochmals die Blockschaltbilder des gesamten Funktionsgenerators (Bild 1) und der Display-Einheit (Bild 2) dargestellt – sie waren im Teil 2 leider nicht vollständig abgebildet.

1-aus-4-Kodierung

Den 1-aus-4-Zähler für die Ansteuerung der Dioden realisiert man in Form einer Zustandschaltung, wobei die prinzipielle Vorgehensweise bereits im letzten Teil beschrieben wurde. Nun geht es an die konkrete Umsetzung, also die Programmierung in der PLDshell-Syntax. Der Kasten 'Einer von vier' beschreibt den 1-aus-4-Zähler als Funktionstabelle in der PLDshell-Syntax. Eine Tabelle beginnt immer mit dem Schlüsselwort `T_TAB`, Klammern fassen die mit Leerzeichen voneinander getrennten Eingangs- und Ausgangssigna-

le ein. Die Zeichenkette '`>>`' trennt die Liste der Eingangssignale von den Ausgangssignalen. Das Zeichen '`>>`' kennzeichnet eine Funktionstabelle als sequentielle Tabelle, die Ausgangssignale sind also an Flipflops angeschlossen. Die Extension '`.D`' an den Ausgangssignalen legt den Flipflop-Typen fest: '`D`' bedeutet D-Flipflop, '`T`' steht für T-Flipflop, '`J`' und '`K`' kennzeichnen die Eingänge eines JK-Flipflops, '`R`' und '`S`' entsprechend die eines RS-Flipflops. Zusätzlich zur sequentiellen Tabelle muß man die Clock-Funktion der Flipflops definieren, damit der Compiler ermitteln kann, welches Flipflop mit welchem Takt verbunden ist. Beginnend mit dem Schlüsselwort `EQUATIONS` wird jedes Flipflop-Signal über die Funktion `.CLKF` mit dem gewünschten Taktsignal verbunden:

```
EQUATIONS
SEL3.CLKF = CLK;
SEL2.CLKF = CLK;
SEL1.CLKF = CLK;
SEL0.CLKF = CLK;
```

Beim 1-aus-4-Zähler werden die Select-Ausgänge (SEL) auf die Zählereingänge zurückgekoppelt (vgl. Bild 4 aus Teil 2, [1]). Das Enable-Signal EN entscheidet, wann geschoben werden darf. Die Zeilen eins bis vier definieren die eigentliche Zählfunktion bei aktivem EN. In den Zeilen 5 bis

8 ist EN low, der Zähler verbleibt bei der nächsten Taktflanke in seinem aktuellen Zustand. Die restlichen Zeilen sorgen dafür, daß der Zähler aus jedem möglichen, nicht definierten oder nicht erlaubten Zählerstand in einen definierten Zählerstand, im vorliegenden Fall '1110', gelangt. Hierdurch ist das Signal EN in einem verbotenen Zustand ohne Einfluß.

In der Funktionstabelle werden nicht-relevante Signale mit einem 'x' (für don't care) angegeben. Die PLDshell generiert beim Kompilieren beziehungsweise Optimieren für alle x-Einträge jeweils eine Zeile, in der das betreffende Signal logisch 0 ist, und einen Eintrag mit logisch 1 und verwendet dann das Gleichungssystem mit der geringsten Anzahl von Produkttermen. Auch auf der Ausgangsseite darf man die Don't-care-Funktion verwenden. In diesem Fall wird das x während der Optimierung immer zu 0 gesetzt.

Auch der Siebensegment-Decoder ist wie eigentlich fast alle Decoder am leichtesten als Wahrheitstabelle zu beschreiben. Da die Decoderlogik im Gegensatz zum Zähler rein kombinatorisch ist, verwendet man hier das Trennungszeichen '`>`'.

Hochgezählt

Für das Teilen der jeweilig gewählten Ausgabefrequenz kommt ein programmierbarer Zähler mit 5 Bit Breite zum Einsatz (Teiler-Zähler in Bild 1). Immer wenn die beiden Leitungen `CNTR0` und `CNTR1` logisch '0' sind und eine steigende Flanke am Takt-Signal anliegt, wird der Zählerstand um eins erhöht. Das individuelle Zurücksetzen bei den jeweiligen Zählerständen erfolgt über einen Komparator, der Zählerstand und Teiltakt miteinander vergleicht. Bei Gleichheit wird das Signal `EQ` aktiviert. Dieses sorgt dafür, daß der Zähler zurückgesetzt und die Selektierung um eine Stelle weitergeschaltet wird.

Einen Zähler beschreibt man in der PLDshell am besten durch Boolesche Gleichungen. Für die Realisierung eignen sich besonders gut T-Flipflops, da sie immer dann ihren Ausgangszustand invertieren, wenn bei steigender Taktflanke der T-Ein-

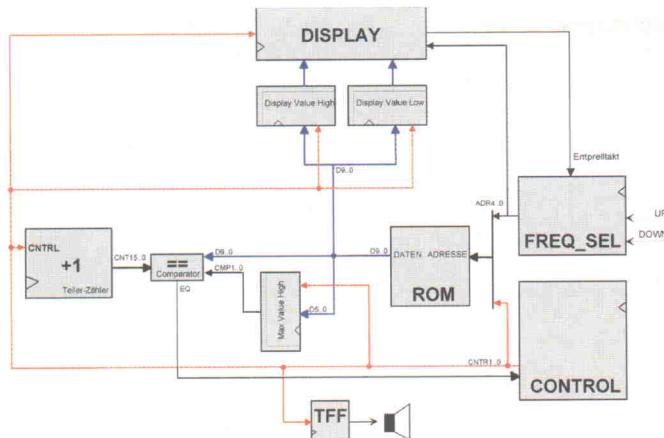


Bild 1. Die Funktionseinheiten des Tongenerators.

gang aktiv ist. Die Zählfunktion entsteht dadurch, daß jedes Zählerbit immer dann seinen Ausgangszustand invertiert, wenn alle niedrigeren Bits logisch '1' und gleichzeitig die beiden Leitungen CNTR0 und CNTR1 auf '0' liegen. Diese Bedingung erreicht man durch eine UND-Verknüpfung.

Wenn 'EQ' auf logisch '1' und CNTR1 und CNTR0 auf logisch '0' liegen, wird jedes gesetzte Zählerbit invertiert und so das synchrone Zurücksetzen des Zählers implementiert. Dies geschieht durch eine UND-Verknüpfung des Zählerbits mit dem Signal EQ und den invertierten Signalen CNTR1 und CNTR0. Ist bei Erfüllung der UND-Bedingung das jeweilige Zählerbit gesetzt, sorgt diese für eine logische '1' am Eingang des T-Flipflops. Die nächste aktive Taktflanke toggelt dann das Flipflop auf '0'. Ist das Zählerbit dagegen bereits Null, wird die Bedingung nicht aktiv und das Flipflop verbleibt bei der nächsten Taktflanke in seinem Zustand.

Listing 1 zeigt die Gleichungen für die Zählerbits. Der vordere Teil jeder Gleichung beschreibt die Rücksetzbedingung, der zweite die eigentliche Zählfunktion. Beide Teile sind über eine ODER-Funktion miteinander verknüpft. Neben der Zählfunktion wird in dem unteren Teil des Listing 1 auch das Signal EQ erzeugt. Dieses Signal wird immer dann high, wenn der über die Leitungen ADR4...0 gewählte Zählerstand erreicht ist. Leider lässt sich diese Funktion nicht durch direkten Vergleich von Zählerstand und den Adress-Signalen ermitteln, da beide Werte nicht direkt vergleichbar sind. Die Tabelle 'Adressiert' zeigt, wie

die Adress-Signale den Teiler steuern. Um trotz der Differenzen zwischen den korrespondierenden Werten von Adresse und Zählerstand direkt mit den Komparator-Ressourcen des Bausteins arbeiten zu können, muß man vor einem Vergleich den Inhalt von ADR4...0 mit 2 multiplizieren und das Ergebnis um den Wert 1 erhöhen. Anschließend ist der erhaltene Wert mit dem Teilerwert vergleichbar.

Die Erhöhung eines Zahlenwertes um 1 ist in einer Logikrealisierung jedoch relativ aufwendig. In der vorliegenden Realisierung verschiebt man deshalb die Adresse um ein Bit nach links und vergrößert sie damit auf sechs Bit, was einer arithmetischen Multiplikation mit zwei entspricht. Im Komparator wird dieser neue Wert mit dem aktuellen Zählerstand verglichen und das Ergebnis in einem Flipflop über einen vollständigen Zählzyklus zwischengespeichert. Damit ist der Komparatorausgang zwar immer einen Zählerstand vor dem gewünsch-

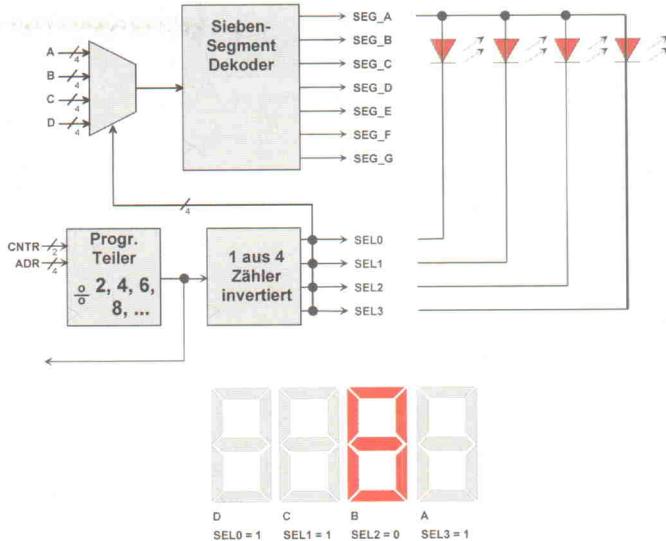


Bild 2. Das Display-Modul.

ten Teilstufen aktiv. Das Ergebnis wird aber aufgrund der Verzögerung immer einen Zählerzyklus später, nämlich bei dem gewünschten Zählerstand, ausgewertet und der Teiler daraufhin zurückgesetzt. Dies entspricht genau der oben beschriebenen Funktion.

In der PLDShell aktiviert man einen Hardware-Komparator über die Extension .CMP; Listing 1 zeigt die exakte Syntax. Allerdings muß in die Vergleichsoperation des vorliegenden Komparators eine weitere Funktion integriert werden. Das Ergebnis des Vergleichs darf nämlich nur dann logisch '1' werden, wenn die Zählerstände übereinstimmen und gleichzeitig die beiden Steuerleitungen CNTR1 und CNTR0 auf logisch '0' liegen.

Die Zuweisung ':=>' in der zweiten Gleichung des Signals EQ definiert ein D-Flipflop, das

kombinatorische Ergebnis wird also zwischengespeichert. Die rechte Seite der Gleichung wird mit dem Komparatorausgang über ein ODER-Gatter verknüpft. Die logische Gesamtfunktion definiert dann ein Flipflop, das seinen zuletzt gespeicherten Wert bei aktiver Taktflanke erneut im Flipflop speichert, solange CNTR1 oder CNTR0 high sind. Nur wenn beide Kontrolleitungen auf Low liegen, übernimmt das Flipflop ein aktives Komparatorergebnis mit der aktiven Taktflanke.

Richtig adressiert

Das Modul FREQ-SEL ist für die Wahl der Frequenzwerte innerhalb der ROM-Tabelle verantwortlich. Die Struktur dieses Moduls zeigt Bild 3. Ein 5 Bit breiter Zähler wird über die beiden Steuer-Signale COUNT_UP und COUNT_DOWN inkrementiert beziehungsweise de-

Einer von vier

T_TAB										
(EN	SEL3	SEL2	SEL1	SEL0	>	SEL3.D	SEL2.D	SEL1.D	SEL0.D)
1	1	1	1	0	:	1	1	0	1	
1	1	1	0	1	:	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	:	0	1	1	1	
1	0	1	1	1	:	1	1	1	0	
0	1	1	1	0	:	1	1	1	0	
0	1	1	0	1	:	1	1	0	1	
0	1	0	1	1	:	1	0	1	1	
0	0	1	1	1	:	0	1	1	1	
x	0	0	x	x	:	1	1	1	0	
x	0	x	x	0	:	1	1	1	0	
x	x	x	0	0	:	1	1	1	0	
x	x	0	0	x	:	1	1	1	0	
x	x	0	x	0	:	1	1	1	0	
x	0	x	0	x	:	1	1	1	0	
x	1	1	1	1	:	1	1	1	0	

Adressiert

ADR4...0	Teiler zurücksetzen bei Zählerstand	ergibt Teifaktor
00000	1	2
00001	3	4
00010	5	6
...
11111	61	62

krementiert. Dazu müssen die Signale jeweils für die Dauer einer Taktperiode auf High gehen, wenn eine der beiden Tasten UP_TASTER oder DOWN_TASTER betätigt wird. Für die korrekte Auswertung dieser Tasten muß man einige Dinge beachten.

– Die Tasten können zu einem beliebigen Zeitpunkt betätigt werden, eine Aktivierung erfolgt also in den meisten Fällen asynchron zum internen Takt. Für eine korrekte Funktion ist eine Einstellung der Signale auf den Takt notwendig, weshalb man die Tastensignale jeweils an ein Flipflop legt.

– Die Tasten werden angesichts der hohen Taktfrequenz von 4 MHz mit Sicherheit über einen längeren Zeitraum als eine Taktperiode betätigt. Um das mehrmalige Triggern des Adreßzählers bei einer längeren Tastenbetätigung zu verhindern, wird eine spezielle Steuerung eingebaut. Sie detektiert die Betätigung der jeweiligen Taste und erzeugt unabhängig von der Betätigungszeit einen einmaligen Impuls von einer Taktperiode. Diese Aufgabe übernimmt der Block 'Edge-Detektor' (Bild 3).

– Mechanische Tasten dürfen nicht als ideale digitale Schalter betrachtet werden, die sofort nach ihrer Betätigung stabil auf Low oder High gehen. Jeder mechanische Schalter zeigt bei seiner Betätigung ein Prellverhalten, schwingt also für eine gewisse Zeit (ca. 5 ms) zwischen seinen beiden

Schaltzuständen. Deshalb analysiert der Edge-Detektor den Zustand der beiden Tasten nur alle 8 ms, wobei dieses Zeitraster aus der Wiederholfrequenz des Display-Moduls gewonnen wird.

Der Block 'Edge-Detektor' ist als State Machine aufgebaut. Bild 4 zeigt ihre Zustandsübergänge in Form eines Bubble-Diagramms. Sie besteht aus den vier Zuständen S0 bis S3. Der Zustand S0 ist der Startzustand, in dem die Maschine auf die Bedingungen UP_PRESSED oder DOWN_PRESSED wartet. Eine dieser Bedingungen ist erfüllt, wenn das Signal UP oder das Signal DOWN aktiviert wird und gleichzeitig ein Abtast-Strobe vom Display-Modul kommt (alle 8 ms). Je nach Bedingung springt dann die Zustandsmaschine mit der nächsten Taktflanke in den Zustand S2 (DOWN betätigt) oder in den Zustand S1 (UP betätigt).

Im Zustand S2 wird das Ausgangssignal COUNT_DOWN auf High, im Zustand S1 COUNT_UP auf High gesetzt. Sowohl aus S1 als auch aus S2 erfolgt mit der nächsten Taktflanke ein Sprung nach S3. Dieser Sprung ist immediate, und erfolgt damit immer und unabhängig von einer Bedingung.

Im Zustand S3 werden die beiden Ausgangssignale COUNT_DOWN und COUNT_UP wieder auf Low zurückgesetzt, sie waren also effektiv nur für eine Taktflanke aktiv. Die Zustandsmaschine verweilt solange in S3, bis keine der beiden Tasten mehr gedrückt ist und

```

EQUATIONS
DISP0.T = DISP0 * EQ +
/ EQ * /CNTR0 * /CNTR1
DISP1.T = DISP1 * EQ +
/ EQ * /CNTR0 * /CNTR1 * DISP0
...
DISP5.T = DISP5 * EQ +
/ EQ * /CNTR0 * /CNTR1 * DISP0 * DISP1 * DISP2 * DISP3 * DISP4
; Rücksetzbedingung
; Zählerbedingung
; Rücksetzbedingung
; Zählerbedingung
; Rücksetzbedingung
; Zählerbedingung

DISP[5:0].CLKF = CLK;
EQ.CMP = [ADR[4:0], GND] = [[DISP[5:0],CNTR0, CNTR1];
EQ := EQ * / (CNTR1 * /CNTR0);
EQ.CLFK = CLK;

```

Listing 1. Die Gleichungen für den Taktteiler.

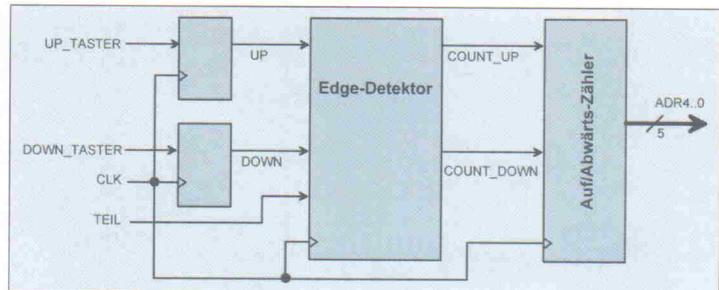


Bild 3. Blockschaltbild des Moduls FREQ_SEL.

Triggern und Prellen unerwünscht

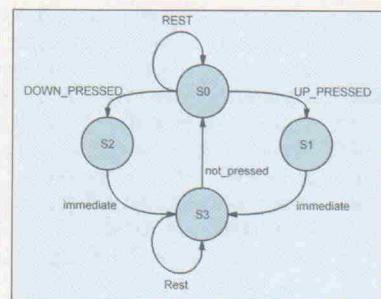


Bild 4. Bubble-Diagramm der Edge-Detektor-Zustandsmaschine.

Der Edge-Detektor sorgt dafür, daß ein Prellen der beiden Taster keinen Einfluß auf den Adreßzähler hat. Seine Kodierung erfolgt als Zustandsmaschine in der PLD-Shell-Syntax. Die Schlüsselwörter STATE und MOORE_MACHINE deklarieren den Beginn einer Moore-Maschine. DEFAULT_BRANCH S0 teilt der PLD-Shell mit, daß die Zustandsmaschine bei einer steigenden Taktflanke aus undefinierten Zuständen immer in den Zustand S0 springt. Damit realisiert man ein störsicheres Verhalten der Schaltung. Anschließend beginnt die eigentliche Definition der vier Zustände und ihre Kodierung. Eine direkte Zustandskodierung, bei der die Zustands-Flipflops gleichzeitig die Ausgangssignale darstellen, ist hier am geeignetesten.

Mit zwei Zustandsregistern lassen sich im Idealfall vier Zustände kodieren. Da jedoch im Zustand S0 und S3 die beiden Ausgangssignale COUNT_UP und COUNT_DOWN low sind, muß man ein drittes Zustandsregister einführen. Es erhält den Namen HELP.

An die Kodierung schließt sich die Beschreibung der Zustandsübergänge an. Jeder Zustand erhält eine eigene, mit

seinem Namen gekennzeichnete Übergangsbeschreibung. Hinter der Anweisung ':=' folgen alle für den Zustand relevanten Bedingungen und der jeweilige Zustandsübergang. VCC signalisiert einen Immediate-Sprung, der ohne Beachten einer Bedingung ausgeführt wird.

Das Schlüsselwort CONDITIONS definiert den Deklarationsbereich für die Sprungbedingungen. Abschließend verbindet EQUATIONS alle Zustandsregister mit dem Systemtakt.

```

; Zustandsmaschine Tastenentprellung
STATE
MOORE_MACHINE
DEFAULT_BRANCH S0
; Zustands-Kodierung
S0 = /HELP * /COUNT_UP * /COUNT_DOWN;
S1 = /HELP * COUNT_UP * /COUNT_DOWN;
S2 = /HELP * /COUNT_UP * COUNT_DOWN;
S3 = HELP * /COUNT_UP * /COUNT_DOWN;
; Zustandsübergänge
S0 := UP_PRESSED -> S1
+ DOWN_PRESSED -> S2
+ -> S0
S1 := VCC -> S3
S2 := VCC -> S3
S3 := NOT_PRESSED -> S0
+ -> S3
; Bedingungen
UP_PRESSED = TEIL * UP * /DOWN
DOWN_PRESSED = TEIL * /UP * DOWN
NOT_PRESSED = TEIL * /UP * /DOWN
; EQUATIONS
HELP.CLKF = CLK;
COUNT_UP.CLKF = CLK;
COUNT_DOWN.CLKF = CLK;

```

Listing 2. Edge-Detektor.

```

EQUATIONS
ADR0.T := COUNT_UP +
COUNT_DOWN;
ADR1.T := ADR0 * COUNT_UP +
ADR0 * COUNT_DOWN;
ADR2.T := ADR0 * ADR1 * COUNT_UP +
ADR0 * ADR1 * COUNT_DOWN;
ADR3.T := ADR0 * ADR1 * ADR2 * COUNT_UP +
ADR0 * ADR1 * ADR2 * COUNT_DOWN;
ADR4.T := ADR0 * ADR1 * ADR2 * ADR3 * COUNT_UP +
ADR0 * ADR1 * ADR2 * ADR3 * COUNT_DOWN;
ADR[4:0].CLKF = CLK;

```

```

; Synchronisation
UP := UP_TASTER;
UP.CLKF = CLK;
DOWN := DOWN_TASTER;
DOWN.CLKF = CLK;

```

Listing 4.
Die CONTROL State Machine.

```

; Steuer-State machine
STATE
MOORE_MACHINE

DEFAULT_BRANCH IDLE
UPPER_DIV = /CNTR1 * /CNTR0;
IDLE = /CNTR1 * CNTR0;
UPPER_DISP = CNTR1 * /CNTR0;
LOWER_DISP = CNTR1 * CNTR0;

IDLE := COMP_EQUAL -> UPPER_DIV
+--> IDLE

UPPER_DIV := VCC -> UPPER_DISP
UPPER_DISP := VCC -> LOWER_DISP
LOWER_DISP := VCC -> IDLE

CONDITIONS
COMP_EQUAL = EQ;
EQUATIONS
CNTR[1:0].CLKF = CLK;

```

somit die beiden Signale UP und DOWN auf Low gehen. Dann springt sie mit der nächsten Taktflanke in den Initialisierungszustand S0 zurück und wartet auf eine erneute Betätigung der Tasten. Der Kasten 'Triggern und Prellen unerwünscht' zeigt die Hardwarebeschreibung des Edge-Detektor in der PLDshell-Syntax.

Listing 3 ist die Beschreibung des Auf/Abwärtszählers und der Synchronisations-Flipflops. Der Zähler ist mit Booleschen Gleichungen beschrieben, die Zählerbits sind als Toggle-Flipflops realisiert. Der erste Teil der Zählbit-Gleichung enthält die Aufwärtszählfunktion, der zweite Teil die Abwärtszählfunktion. Am Ende verbindet man wie bei der Zustands-Machine die Zähl-Flipflops mit dem Systemtakt.

Gesteuert

Das Modul CONTROL ist für die Adressierung der ROM-Tabelle und die korrekte Übernahme der jeweils adressierten ROM-Daten in die Register DISPLAY VALUE HIGH, DISPLAY VALUE LOW und MAX VALUE HIGH zuständig (Bild 1). Dazu werden die beiden Steuer- und Adressierungsleitungen CNTR0 und CNTR1 bei Erreichen des gewünschten Teilerzählergebnisses (signa-

lisiert durch das Signal EQ) entsprechend der Tabelle 'Kontrolliert' aus [1] angesteuert. Bild 5 zeigt die Zustandsübergänge der Steuerung als Bubble-Diagramm sowie die zeitliche Abfolge der Ausgangssignale in Abhängigkeit vom jeweiligen Zustands.

Die State Machine besitzt vier Zustände: Idle adressiert den unteren, 10 Bit großen Teiltaktor in der ROM-Tabelle, Upper Div den oberen, 2 Bit großen Teiltaktor. Upper Disp adressiert die beiden oberen Display-Werte, Lower Disp die beiden unteren Display-Werte.

Die Zustandsmaschine verbleibt in dem Startzustand Idle, bis das Signal EQ aktiv wird. Dann springt die Maschine mit der nächsten Taktflanke in den Zustand Upper

Alles aus Blech

Adler kann alles, was man von einem leistungsfähigen Spezialbetrieb für Blechverarbeitung erwartet:

Ausklinken, beraten, bohren, bolzenschweißen, cad-konstruieren, cam-unterstützen, cnc-biegen, cnc-schweißen, cnc-stanzen, eloxieren, falzen, fräsen, gewindedüsen, gewindeschneiden, kontrollieren, lackieren, laserschneiden, mig / mag-schweißen, nibbeln, pulverbeschichten, punktschweißen, schneiden, siebdrucken, 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 (070 81) 95 45-0 • Telefax (070 81) 95 45 33

soll auf sie nicht mehr näher eingegangen werden.

Nachdem das Prinzip des Ton-generators und dessen Programmierung in der PLDshell-Syntax weitestgehend beschrieben ist, fehlt nun noch die detaillierte Beschreibung des Evaluationboards. Dies wird demzufolge auch Gegenstand des nächsten Teils sein. uk

Literatur

[1] Test the FLASH, Teil 2: Ton-generator im FLASHlogic-Evaluationboard von Gerhard Stock, ELRAD 12/96, Seite 58

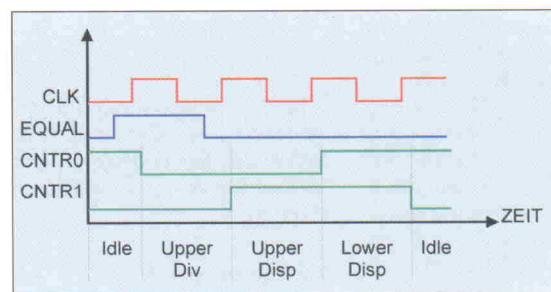
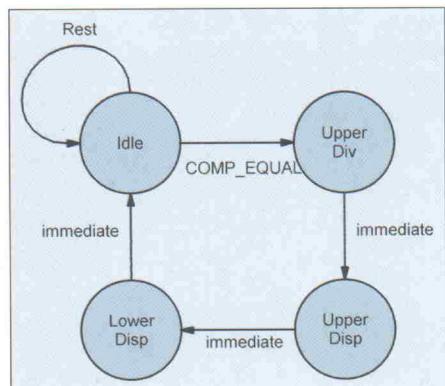
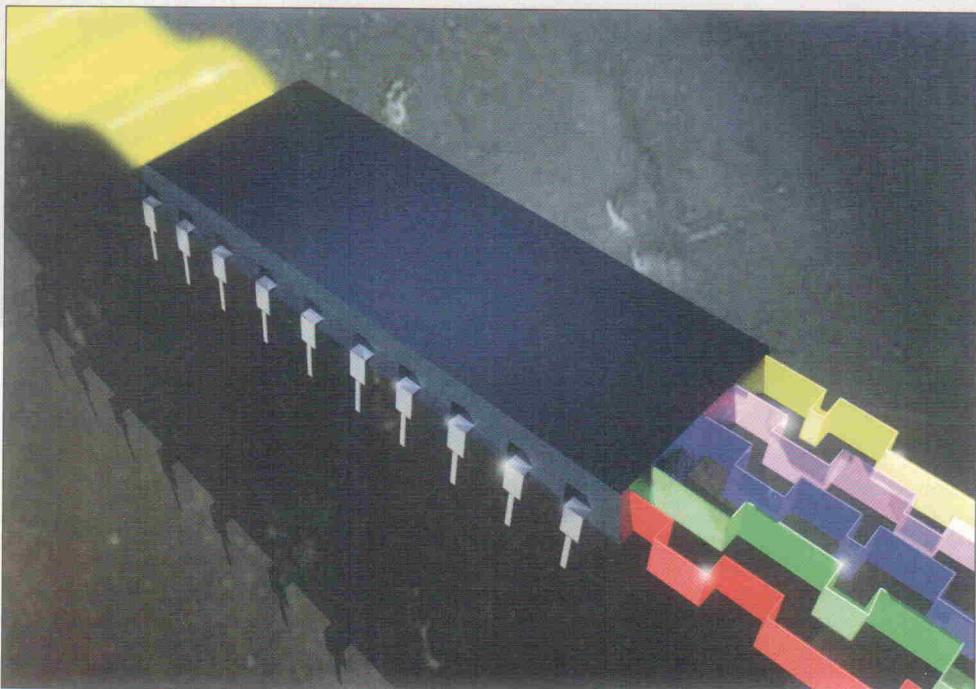


Bild 5. Die CONTROL State Machine als Bubble-Diagramm (rechts) und die Waveform (oben) eines kompletten Durchlaufs aller Zustände.



Mehr gläserne Wandler

Modellierung eines physikalischen A/D-Umsetzer-Bausteins mit SPICE, Teil 2



Stephan Bechtold,
Mario Anton,
Dr. Martin Heine

Die moderne Simulation bedient sich bei der Analyse umfangreicher Systeme meist der Makromodellierung. Anstatt eine komplexe integrierte Schaltung im Detail auf Transistorebene zu beschreiben, beschränkt man sich auf die Nachbildung ihres Verhaltens. Jedoch stehen hierfür keine standardisierten Verfahren zur Verfügung. Vieles beruht auf Erfahrung und auf Kenntnis des Simulators. Der Beitrag zeigt am Beispiel eines realen A/D-Umsetzers, wie man unter Verwendung einfacher Grundelemente zu einem realitätsnahen Makromodell gelangt.

Die meisten Simulatoren, die mit SPICE-basierten Simulationsprogrammen durchgeführt werden, beruhen auf Schaltkreisberechnungen, die auf Transistorebene durchgeführt werden. Bei komplexeren Systemen, wie es ein A/D-Wandler darstellt, wachsen jedoch der Simulationsaufwand und damit die erforderlichen Simulationszeiten überproportional an. Abhilfe bietet hier eine Makromodellierung, die das Verhalten des Systems unter allen relevanten Betriebsbedingungen nachbildet.

Ein 8-Bit-Analog/Digital-Umsetzer wie der ADC0803 eignet sich sehr gut, um zu zeigen, wie man mit Hilfe einiger Grundelemente über das ideale Verhalten hinausgehend auch reale Eckdaten wie Quantisierungs-, Offset-, Verstärkungs- oder Linearitätsfehler in die Simulation einbinden kann.

Aus dem Schaltbild des ADC0803 (siehe Kasten 'Der ADC0803' in *ELRAD* 12/96) ließe sich durchaus ein Modell

auf Transistorebene erstellen. Dieses Modell würde aber aus mehreren hundert Transistoren bestehen, und die Simulation eines Umsetzungszyklus mit SPICE3f4 würde mehrere Stunden dauern. Wesentlich effektiver ist eine Verhaltensmodellierung auf Grundlage des bereits erwähnten idealen Umsetzerkerns mit den folgenden zusätzlichen Funktionsgruppen:

- Eingangsstufe,
- Tristate-Ausgangsstufe,
- Ablaufsteuerung,
- Sample & Hold-Stufe,
- Schmitttrigger,
- Umsetzerstufe.

Alle Blöcke lassen sich mit gesteuerten Quellen, idealen Schaltern, Kondensatoren und Widerständen modellieren (Bild 8).

Schrittweise genähert

Zur Modellierung der *sukzessiven Approximation* wird intern

zunächst eine ideale parallele Umsetzung vorgenommen und die anschließende Ergebnisausgabe entsprechend der Spezifikation verzögert. Damit keine Verfälschung des Ausgangswortes während der Umsetzung entsteht, ist der Umsetzerinheit eine S & H-Stufe vorgeschaltet. Das charakteristische Verhalten von Ein- und Ausgang wird in den Ein- und Ausgangsstufen modelliert. Die Ablaufsteuerung verarbeitet die externen Steuersignale und gewährleistet die zeitlich korrekte Abfolge einer Umsetzung.

Die *Eingangsstufe* (Bild 9) enthält vier Dioden, die den ADC0803 vor Spannungen größer V_{CC} beziehungsweise kleiner als analoge Masse schützen. Das Differenz-Eingangssignal wird mit der externen Referenzspannung auf die interne Referenz des idealen Umsetzers von 16 V normiert. Die Referenzspannung leitet sich über zwei 8-k Ω -Widerstände aus der Versorgungsspannung ab.

Im A/D-Umsetzerkern wird eine ideale parallele 8-Bit-Umsetzung vorgenommen. Diesem Umsetzer ist eine *S & H-Stufe* bestehend aus Schalter und Kondensator vorgeschaltet. Diese hält den analogen Wert und sorgt somit für eine Speicherung des ganzen 8-Bit-Wortes. Dadurch muß nicht jedes einzelne Bit gespeichert werden, und man kann auf die Modellierung der acht Latches für jedes Ausgangsbit verzichten. Der Schalter ist ein spannungssteuerter Widerstand, der so parametrisiert ist, daß die *S & H-Stufe* ein nahezu ideales Abtast-/Halteverhalten aufweist.

Die ideale *Umsetzerinheit* besteht lediglich aus gesteuerten Quellen. Jede dieser Quellen hat eine sinusförmige Übertragungscharakteristik mit einem hohen negativen Verstärkungsfaktor und begrenzt die Ausgangsspannung auf maximal 1 V und minimal 0 V. Mit der Periodizität des Sinus kann das periodische Ein- und Ausschalten des jeweiligen Bits über den gesamten Referenzspannungsbereich nachgebildet werden.

Die im Makromodell verwendeten *Tristate-Ausgangsstufen* bestehen aus zwei Schaltern, die den Ausgang entweder gegen Versorgungsspannung oder gegen Masse schalten (Bild 10). Ist der *ENABLE*-Eingang High, dann ist der Tristate-Ausgang hochohmig geschaltet. Bei Low am

ENABLE-Eingang geht der Ausgang entsprechend dem *IN*-Signal auf *V_{CC}* oder Masse. Der Kondensator *C_{TR}* bildet die Ausgangskapazität der Tristate-Stufe nach. Der Wert dieser Kapazität kann direkt aus dem Datenblatt entnommen werden und beträgt typischerweise 5 pF.

Immer der Reihe nach

In der *Ablaufsteuerung* werden die externen Steuersignale für den Betrieb des A/D-Umsetzers (*CLK*, */CS*, */RD*, */WR*) eingelesen und verarbeitet (Bild 12). Eine weitere Aufgabe der Ablaufsteuerung ist die Ausgabe des Datenbytes und des */INTR*-Signals zum richtigen Zeitpunkt.

Der ADC0803 kann mit einem externen Takt signal betrieben werden. Alternativ dazu bietet er eine interne Takterzeugung, die durch Beschaltung mit einem Widerstand und einem Kondensator aktiv wird. Mit dem zwischen den Pins *CLKIN* und *CLKOUT* liegenden invertierenden *Schmitttrigger* ergibt sich in diesem Fall eine Oszillatorschaltung (Bild 11). Die Schwellenspannungen des Taktsignals für die positive (*VT₊*) und negative Flanke (*VT₋*) werden mit Hilfe der Quellen *B₁* und *B₂* eingestellt. Wenn das Eingangssignal kleiner als *VT₋* ist, wird die Kapazität *C₁* auf -1 V umgeladen und sorgt dafür, daß das Aus-

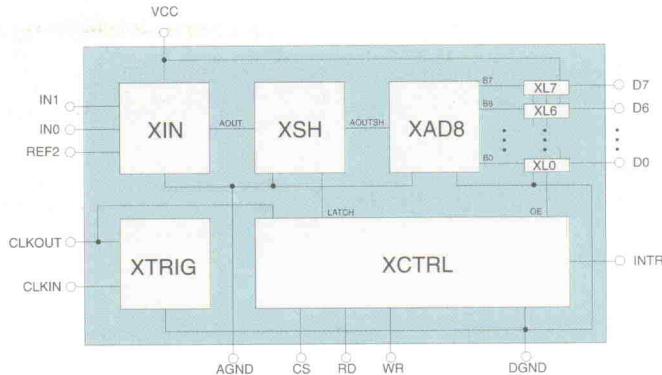


Bild 8. Blockschaltbild des ADC0803-Makromodells bestehend aus Eingangsstufe XIN, Sample&Hold-Stufe XSH, idealem Umsetzer XAD8, Schmitttrigger XTRIG, Ablaufsteuerung XCTRL und acht Tristate-Ausgängen XL0...XL7.

gangssignal High-Pegel annimmt. Ist das Eingangssignal größer als *VT₊*, wird *C₁* auf 1 V umgeladen und erzeugt Low-Pegel am Ausgang. Die Elemente *R₁*, *C₂* und *B₄* dienen einer leichten Verzögerung des Ausgangssignals. Der negative Übertragungsfaktor der Quelle *B₃* sorgt für eine invertierende Wirkung des Schmitttriggers.

Die Umsetzung wird durch ein Low-Signal an */WR* gestartet, während */CS* ebenfalls auf Low liegt. Die gesteuerte Quelle *BWR* verknüpft */WR* und */CS* entsprechend und setzt den Taktzähler zurück.

Über die Verzögerung (*RDLY₂*, *CDLY₂*, *BDLY₂*) und den Flankendetektor (*RSLP₂*, *CSLP₂*, *BSLP₂*) wird der Schalter *SSTART₁* kurz-

zeitig geschlossen und der Kondensator *CCONV* auf die Spannung der Quelle *VSTART₁* aufgeladen.

Die Verknüpfung dieser Spannung mit */WR* und */CS* über *BCLK₁* schaltet den Takt *CLK* über die gesteuerte Quelle *BCLK₂* auf den Taktzähler *XCLK*.

Die Spannung am Ausgang des Taktzählers wird von *BINTR* mit der Spannung *VCLK* verglichen, die der Anzahl der Takte pro Umsetzung entspricht. Wird *VCLK* überschritten, löst der Flankendetektor (*RINTR₁*, *CINTR₁*, *BINTR₃*) einen Puls aus, der den Kondensator *CINTR₂* entlädt. Die Quelle *BINTR₂* gibt dies als */INTR*-Signal aus und erzeugt über den Flankendetektor (*RLATCH₁*, *CLATCH₁*, *BLATCH₁*) das Signal zum Übernehmen der Daten. Außerdem wird der Kondensator *CCONV* über den Schalter *SSTOP₁* entladen und der Taktzähler so gestoppt.

Das Auslesen der Daten wird über Low-Pegel an */CS* und */RD* ausgeführt. Die Quelle *BRD* verknüpft die beiden Signale */CS* und */RD*. Über die Verzögerung (*RDLY₁*, *CDLY₁*, *BDLY₁*) wird das Ausgabe-Signal *OE* erzeugt. Mit dem *OE*-Signal schalten die Tristate-Stufen das Umsetzungsergebnis auf die Ausgänge.

Die Verzögerung (*RDLY₃*, *CDLY₃*, *BDLY₃*) und der Flankendetektor (*RSLP₁*, *CSLP₁*, *BSLP₁*) bewirken über die gesteuerte Quelle *BCLR* das Rücksetzen des */INTR*-Signals. Das Signal wird auch durch einen Schreibzyklus (*/CS*

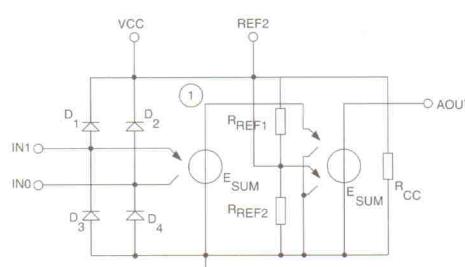


Bild 9. Die Eingangsstufe.

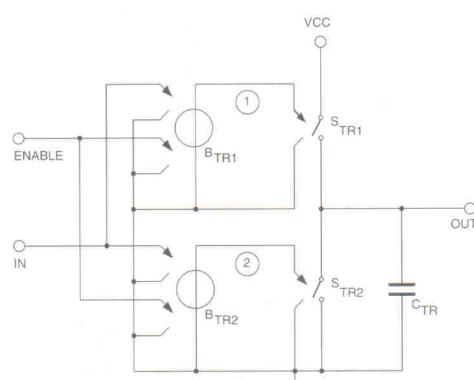


Bild 10. Die Tristate-Ausgangsstufe.

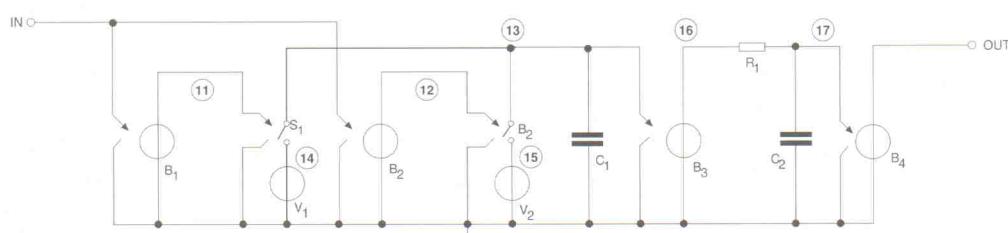


Bild 11. Schmitttrigger-Stufe der Ablaufsteuerung.

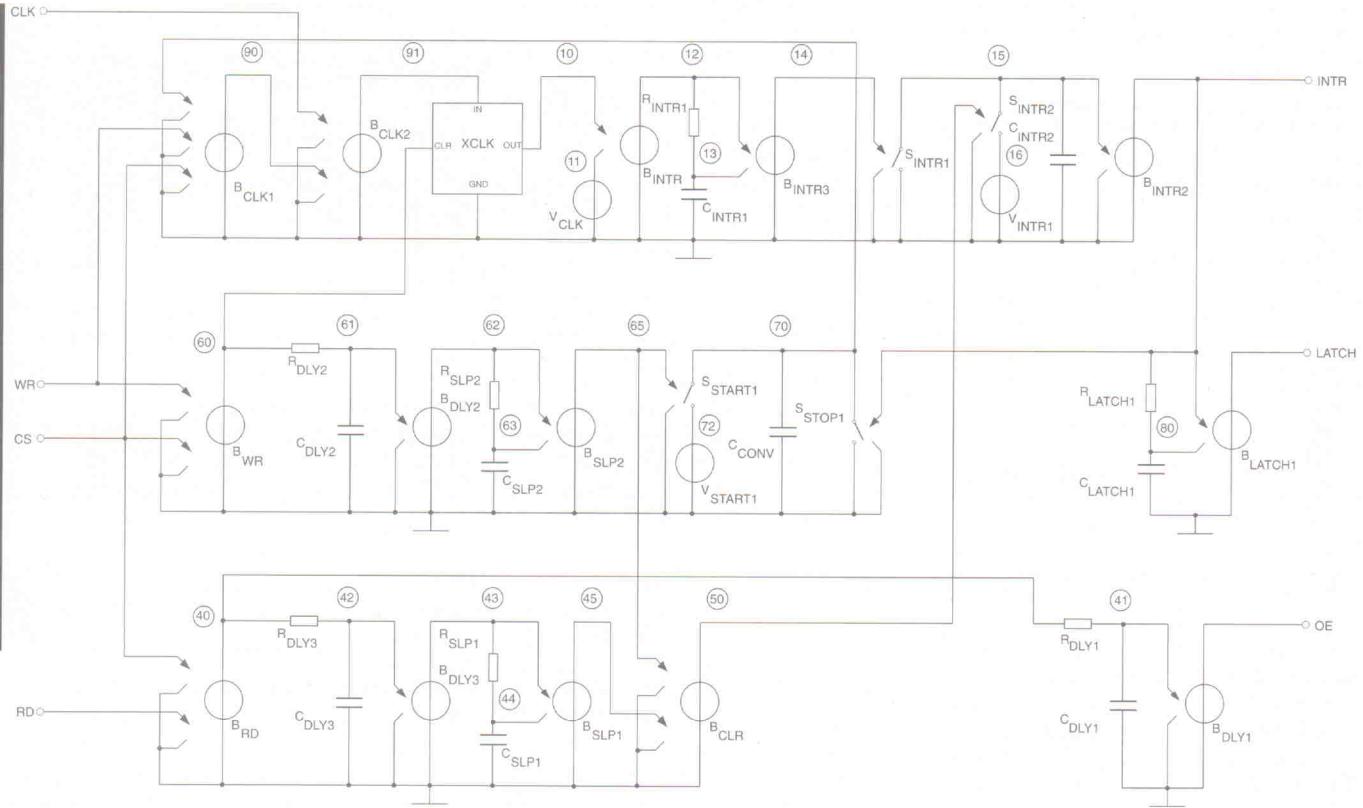


Bild 12. Schaltbild der Ablaufsteuerung zum ADC0803. Aus den Eingangssignalen CLK (Takt), /WR (Schreiben), /RD (Lesen) und /CS (Chip-Select) werden die Signale /INTR (Conversion Ready/Interrupt), /OE (Output Enable) und LATCH (Umsetzungsergebnis speichern) erzeugt.

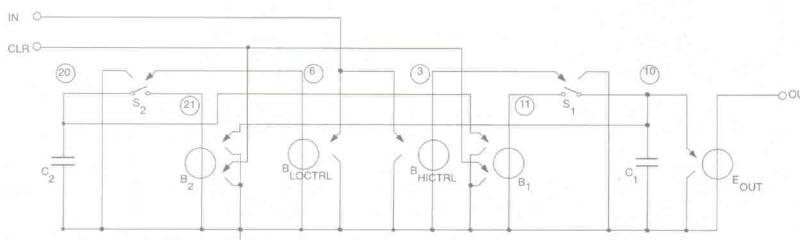
und /WR auf Low) über die Quelle BCLR zurückgesetzt.

In der *Taktzählstufe* wird die Anzahl der seit dem Lösch-impuls eingegangenen Takte gezählt und in Form einer Spannung ausgegeben (Bild 13). Die Ausgangsspannung des Taktzählers erhöht sich dabei mit jedem Taktsignal um den konstanten Betrag U_0 (hier 10 mV). Der Schalter S2 ist zu diesem Zeitpunkt geöffnet. Durch das Umschalten der Taktspannung wechseln beide Schalter ihre Zustände. Nun wird die Spannung des Kondensators C1 über den Schalter S2 und die Quelle B2 auf den Kondensator C1 geschaltet. Da B2 die Spannung von C1 nicht erhöht, lädt sich C2 auf die gleiche Spannung auf. Jede nachfolgende Taktflanke bewirkt ein Umschalten von S1 und S2, und die Kondensatorspannungen erhöhen sich nach jeder Taktperiode um den Spannungswert U_0 . Die gesteuerten Quellen B1 und B2 sorgen zusätzlich für eine Entladung der beiden Konden-

$$U_{\text{OUT}} = U_0 + 1 \cdot U_{\text{IN}}$$

Somit erhöht sich die Spannung an C2 gegenüber C1 um den festen Betrag U_0 (hier 10 mV). Der Schalter S2 ist zu diesem Zeitpunkt geöffnet. Durch das Umschalten der Taktspannung wechseln beide Schalter ihre Zustände. Nun wird die Spannung des Kondensators C1 über den Schalter S2 und die Quelle B2 auf den Kondensator C1 geschaltet. Da B2 die Spannung von C1 nicht erhöht, lädt sich C2 auf die gleiche Spannung auf. Jede nachfolgende Taktflanke bewirkt ein Umschalten von S1 und S2, und die Kondensatorspannungen erhöhen sich nach jeder Taktperiode um den Spannungswert U_0 . Die gesteuerten Quellen B1 und B2 sorgen zusätzlich für eine Entladung der beiden Konden-

Die Spannung des Kondensators C2 wird durch die Quelle B1 und den geschlossenen Schalter S1 auf den Kondensator C1 gegeben. Das Übertragungsverhalten der Quelle lautet:



satoren, wenn das CLR-Signal High-Pegel führt. Die gesteuerten Quellen BHICTRL und BLOCTRL sorgen dafür, daß die zwei Schalter S1 und S2 nicht gleichzeitig geschlossen sind. Über die gesteuerte Quelle BOUT wird die Spannung des Kondensators C1

entkoppelt und bildet so ein Maß für die gezählten Takte.

Ergebnisse

Die grafische Darstellung der Simulationsergebnisse einer Umsetzung (Bild 15) zeigt, daß das Timing-Verhalten des Modells mit dem in den Datenblättern beschriebenen Verhalten übereinstimmt (Bild 14).

Listing 1 zeigt eine Beschaltung des ADC0803, die einen Mikroprozessor simuliert. Zur Kontrolle des Umsetzungsergebnisses ist dem ADC0803 ein einfacher D/A-Wandler durch die gesteuerten Quellen

Beschaltung des ADC0803 mit Mikroprozessor

```
* A/D-Umsetzer
.include adc0803.inc
xad cs rd wr clkin clkout intr d0 d1 d2 d3
+ d4 d5 d6 d7 in0 in1 ref2 vcc 0 0 adc0803
```

```
* D/A-Umsetzer
Bda out1 0 v=v(d0,0)*0.0078125+v(d1,0)*0.015625
+ +v(d2,0)*0.03125+v(d3,0)*0.0625+v(d4,0)*0.125
+ +v(d5,0)*0.25+v(d6,0)*0.5+v(d7,0)
Bdref out 0 v=v(out1,0)*v(ref2,0)*0.2
```

```
* externer Takt
vclk clkin 0 pulse(0 5 1u 0.01u 0.01u 0.78u 1.5625u)
* Prozessor-Gesteuert
vcs cs 0 pulse(5 0 5u 1u 1u 16u 140u)
vwr wr 0 pulse(5 0 8u 1u 1u 10u 280u)
vrd rd 0 pulse(5 0 148u 1u 1u 8u 280u)

vcc vcc 0 5
vref2 ref2 0 1.5
vin1 1 0 1.6
rin1 1 in1 100
vin2 in0 0 0
.tran 0.1u 200u UIC
.end
```

Listing 1. Beschaltung des ADC0803 mit Mikroprozessor.

Bild 13. Schaltbild der Taktzählstufe.

Beschaltung des ADC0803 im Freerunning-Mode

```
.include adc0803.inc
* A/D-Umsetzer
xad cs rd wr ckin cklout intr d0 d1 d2 d3
+ d4 d5 d6 d7 in0 in1 ref2 vcc 0 0 adc0803

* RC-Taktgenerierung
rext1 ckin cklout 10k
cext1 ckin 0 150p

* Freerunning-Mode
Sback intr wr pup 0 sw6off
Sup wr 0 pup 0 sw6on
vpup pup 0 pulse(0 5 20u lu lu 10u 20m)
vcs cs 0 0
vrd rd 0 0

vcc vcc 0 5
vref2 ref2 0 1.5
vin1 1 0 1.6
rin1 1 in1 100
vin2 in0 0 0
.model sw000n sw VT=0.5 RON=0.01 ROFF=1e9
.model sw0off sw VT=0.5 RON=1e9 ROFF=0.01
.tran 0.1u 200u UIC
.end
```

Listing 2. Beschaltung des ADC0803 im Freerunning-Mode.

BDA und BDAREF nachgeschaltet. In BDA werden dazu die einzelnen Bits mit einer Gewichtung multipliziert und aufaddiert. In BDAREF wird die Ausgangsspannung von BDA mit der Referenzspannung normiert (Listing 1 und Listing in Bild 2 [in Teil 1]). Der Takt wird durch die Quelle VCLK vorgegeben. Die Signale für die Ansteuerung werden von den Quellen VCS,

VWR und VRD erzeugt. Der A/D-Umsetzer wird von der Quelle V_{CC} mit einer Betriebsspannung versorgt, die Referenzspannung wird von V_{REF2} vorgegeben.

Der ADC0803 kann auch freilaufend arbeiten. Eine entsprechende Beschaltung ist in Listing 2 dargestellt. Der Takt wird hier durch REXT1 und CEXT1 erzeugt. Chip-Select

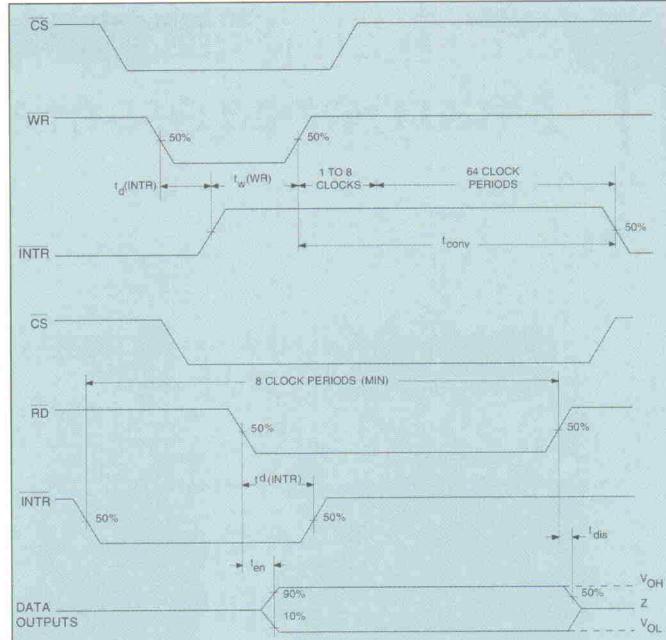


Bild 14. Die Timingdiagramme des Schreibzyklus (oben) und Lesezyklus (unten).

und Read-Signal liegen auf 0 V. Der Umsetzer gibt so das aktuelle Umsetzungsergebnis ständig auf den Bits D0...D7 aus. Über die Schalter SBACK und SPUP sowie die Pulsquelle VPUP wird der Freerunning-Mode initialisiert. Der

Write-Input wird kurzzeitig auf Low geschaltet, um die erste Umsetzung zu starten. Nach dieser Initialisierungsphase wird /WR über SBACK mit /INTR verbunden. Das Ende einer Umsetzung, das durch Low von /INTR angezeigt wird, startet dann automatisch die nächste Umsetzung.

Die Simulation eines Umsetzungszyklus auf einem 486/DX2-66 dauerte zirka sechs Minuten. Auch beim Einsatz des beschriebenen Modells in komplexeren Anwendungen sind durchaus akzeptable Simulationszeiten mit SPICE3f4 erreichbar. Die vollständigen SPICE3f4-Listings sowie ein ADC0803-Datenblatt im PDF-Format stehen abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/ 53 52-401).

pen

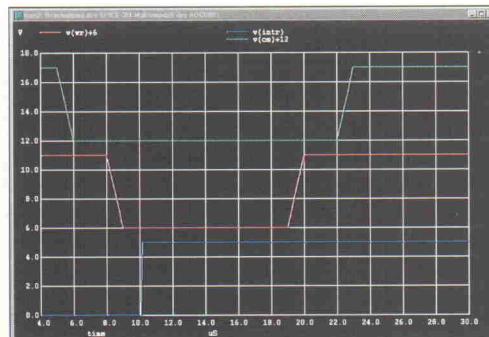
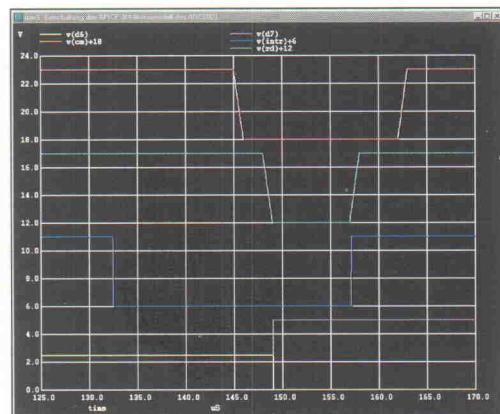


Bild 15. Simulationsergebnisse: links die Lese- und rechts die Schreibphase.

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

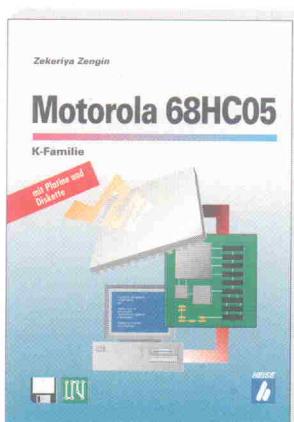
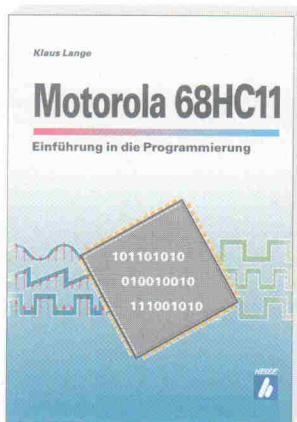
EPSON
groß in Quarztechnologie, Speichern und CARD-PCs

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

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

Mikroprozessoren!



Mikroprozessoren haben eine große Bedeutung, auch wenn sie meist im Verborgenen arbeiten. Sie befinden sich in Radios, Waschmaschinen und Kameras. In Kraftfahrzeugen steuern sie das Motormanagement. Dem Bedarf nach Information über diesen Bereich trägt Klaus Lange Rechnung. Er wendet sich an Studenten und Ingenieure, die sich in die Programmierung von Mikrokontrollern allgemein und speziell in die des 68HC11 von Motorola einarbeiten wollen. Er behandelt u. a. Register, Speicher, Schnittstellen und Timersystem. Ein Blick auf Reset, Interrupt und Assembler fehlt nicht. Am Ende steht ein kleines Entwicklungssystem, mit dem sich Hard- und Software entwickeln und prüfen lässt.

1. Auflage 1995
Gebunden, 240 Seiten
Format 16,8 x 23,5 cm
mit Platine und Diskette
DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-
ISBN 3-88229-053-6

1/1
C.53-34-56
Im Buch- und Fachhandel erhältlich

Die Entwicklung im MCU-Markt zeigt, daß eine MCU nicht allein über Preis und Funktion Zugang zu Applikationen findet. Eine entscheidende Rolle im Entwicklungsvorgang spielt der Faktor Zeit. Dabei stehen die Fragen nach Entwicklungswerkzeugen und bereits existierenden Applikationen im Vordergrund. Diesem Informationsbedürfnis trägt Zekeriya Zengin Rechnung. Neben Hard- und Softwarebeispielen setzt er u. a. folgende Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Peripherie;
- ausführliche Beschreibung eines Crossassemblers (IBM PC) für Einsteiger und semiprofessionelle Anwender;
- Erläuterung zum Bau eines Low-Cost-Programmiergerätes.

1. Auflage 1994
Gebunden, 269 Seiten
Format 16,8 x 23,5 cm
mit Diskette
DM 68,-/sfr 68,-/öS 530,-
ISBN 3.88229-034-X

Der ideale Einstieg in die Programmierung der MC68HC (7) 05K1-Familie. Es werden alle Hilfsmittel und Informationen geliefert, die eine optimale Entwicklung von Anwendungen zulassen. Der Autor setzt die folgenden Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Befehlssatz;
- Beschreibung der Funktionsblöcke;
- Erklärung der Entwicklungstools;
- Aufbau des Simulators;
- ausgewählte Softwarebeispiele.

Die nötige Software (Assembler, Simulator) befindet sich auf der Diskette. Ein Emulator läßt sich mittels der beigelegten Platine leicht realisieren.

1. Auflage 1995
Gebunden, 281 Seiten
mit Platine und Diskette
DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-
ISBN 3-88229-056-0



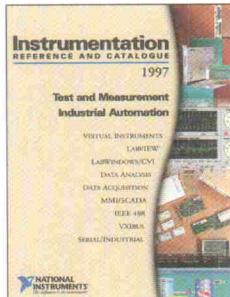
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
D-30604 Hannover

ELRAD Direkt-Kontakt

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

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

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.



Um einen **kostenlosen** Katalog und Referenz '97 zu erhalten senden Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an unter: **089/741 31 30**

NATIONAL INSTRUMENTS
The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
nig.cs@natinst.com • www.natinst.com/german

Wir stellen aus: Messtechnik Essen, 26. + 27.2.1997, Stand 105 u. 106

1 Eurokarte*

+ Einrichtung

+ Photoplot

+ MwSt.

=

DM 99.-

*doppelseitig, durchkontaktiert

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

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

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

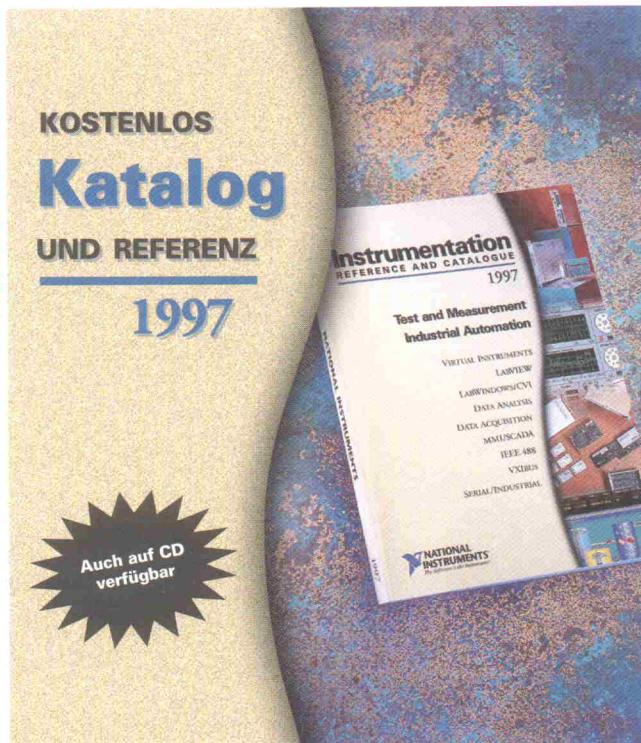
Anzeige

Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



Virtuelle Instrumente für die Meß- und Prüftechnik und für die Industrieautomatisierung

- Software Entwicklungsumgebungen LabVIEW, LabWindows/CVI, Visual Basic, VirtualBench
- Datenerfassung – Hard- und Software
- Datenanalyse
- IEEE 488
- VXIbus, MXI, VXIplug&play
- Serielle Schnittstellen

und vieles mehr

Um einen **kostenlosen** Katalog zu erhalten senden Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an unter: **089/741 31 30**



Pay more ?

INFO:
FAX-ABRUF: 06120 - 907015
INTERNET: <http://www.pcb-pool.com>

NO !

PCB-POOL



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 _____

Name _____
 Vorname _____
 Firma _____
 Abteilung _____
 Straße/Postfach _____
 PLZ/Ort _____
 PLZ/PF _____
 Telefon _____
 Fax _____

© Copyright 1996 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
 Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____



National Instruments Germany GmbH
 Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München

er 1997

Meine Adresse / Fax-Nummer:

Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL
Teilnahmebedingungen !

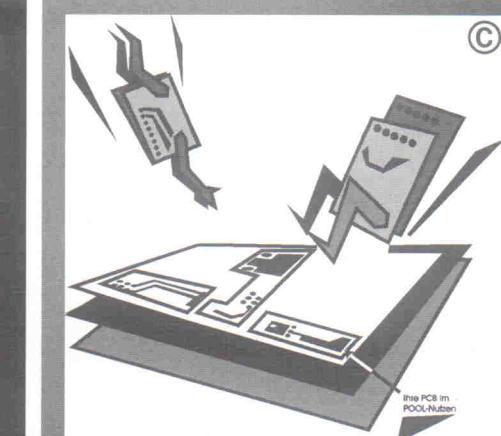
Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC
kostenlos zu !

Die PREVUE Software kann ich aus
der BETA MAILBOX downloaden !



BETA
LAYOUT

GmbH
 Feldstraße 2
 65326 Aarbergen



PCB-POOL[®]

Telefon ++49 (0)6120 90701.0
 Telefax 90701.4
 Fax-Info-Abruf 90701.5
 BBS analog 90701.6
 BBS isdn 90701.8
 beta-layout@pcb-pool.com
 http://www.pcb-pool.com

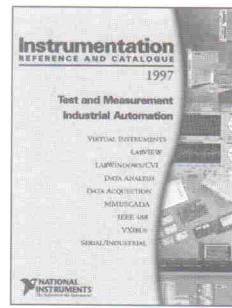
Abgesandt am _____

199_____

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch des Kundenberaters



Um einen **kostenlosen**
 Katalog und Referenz '97 zu
 erhalten senden Sie uns diese
 Karte oder rufen Sie uns an
 unter: **089/741 31 30**



National Instruments Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
 Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
 nig.cs@natinst.com • www.natinst.com/german

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 Abonnenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonnent zu sein.

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

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

Abgesandt am:

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

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:
 Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug Bankleitzahl: _____
 Konto-Nr. _____ Geldinstitut: _____
 Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Datum _____ Unterschrift des neuen Abonnenten (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.

Datum _____ 2. Unterschrift des neuen Abonnenten (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).

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als
 private Kleinanzeige gewerbliche Kleinanzeige* (mit  gekennzeichnet)

DM	
6,00 (10,00)	_____
12,00 (20,00)	_____
18,00 (30,00)	_____
24,00 (40,00)	_____
30,00 (50,00)	_____
36,00 (60,00)	_____
42,00 (70,00)	_____
48,00 (80,00)	_____

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 6,50 Chiffre-Gebühr. **Bitte umstehenden Absender nicht vergessen!**

 **eMedia GmbH**

Bestellung

7961

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

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Eurocard

Visa

American Express

Konto-Nr. _____ BLZ _____

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!

Datum _____ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) _____

eMedia Bestellkarte

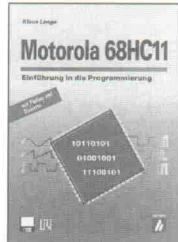
Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

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

Verlag Heinz Heise
Zeitschriften-Vertrieb
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

zur Lieferung ab

Heft

199

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
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

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

Private Kleinanzeigen
je Druckzeile 6,00 DM

Gewerbliche Kleinanzeigen
je Druckzeile 10,00 DM

Chiffregebühr 6,50 DM

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Bitte
ausreichend
frankieren.

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

Antwortkarte

eMedia GmbH
Postfach 61 01 06
30601 Hannover

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.

Zip/Jaz-Drive



jeweils 1 Medium mit Tools anbei!



PC-ZipDrive Par.	Parallel Port	289,-
PC-ZipDrive SCSI	SCSI-extern	289,-
PC-ZipDrive Int.	SCSI-intern, inkl. Controller	295,-
PC-ZipMedium DOS	dos-formatiert	22,-
PC-ZipTasche		69,-

Streamer

PC-Ditto 800i	Floppystreamer, intern	199,-
PC-TR1 Medium	800MB	49,-

Grafikkarten PCI



Winner

PC-ELSA 1000Trio	Trio64/V+ 2MB	149,-
PC-ELSA 2000AVI	AVI 2MB / V-RAM	319,-



Victory 3D

PC-ELSA VIC3D2MB	EDO-RAM	299,-
PC-ELSA VIC3D4MB	EDO-RAM	429,-



Millennium bis 220MHz!!!

PC-Matrox MI 2MB	2MB W-Ram	349,-
PC-Matrox Mi 4MB	4MB W-Ram	479,-



Mystique

PC-Matrox MY 2MB	2MB SG-Ram	298,-
PC-Matrox MY 4MB	4MB SG-Ram	409,-

CD-ROM Laufwerke intern



PC-CDR FX800	Mitsumi 8-fach speed /IDE	199,-
PC-CDR FX1200	Mitsumi 12-fach speed /IDE	289,-



PC-CDR DR-A12X	12-fach speed /IDE	259,-
PC-CDR DR-U12X	12-fach speed /SCSI	329,-

CD-ROM Zubehör

PC-CDR Contr.	IDE-CD-Rom Controller	27,-
PC-CDR Caddy	Universalträger	7,-
PC-CD Leerhülle	Jewelbox	0,65
PC-CD Leerhülle 2	Doppelhülle	1,25



Wechselrahmen für HDs

PC-Wechsler AT		26,-
PC-Wechsler SCSI		26,-

TEAC-Floppys 3,5"

PC-Floppy 1.44 MB		39,-
PC-Floppyrahmen		6,-

Sound Karten



CREATIVE LABS



PC-Blaster 16	Sound Blaster IDE	119,-
PC-Blaster 32PnP	Sound Blaster 32PnP	179,-

CD-Rohlinge

im Juwel Case
700MB / 74min Writer-Speed bis 6-fach!
Fabrikat: Kodak / Traxdada (= Kodak-OEM / gold)
je nach Verfügbarkeit

CD-Rohling	700MB 74min	14,90
------------	-------------	-------

Integrierte Schaltungen

uA	LM	NE	OP	TDA	TDA	MOS	MOS	LS	
7805	0,55	336-22,5	1,25	521DIL	3,25	01CP	9,45	2002	1,35
7806	0,56	337TO3	4,65	529DIL	2,50	02CP	9,15	2003	1,10
7807	0,94	337-220	1,30	532DIP	0,49	04CY	17,00	2004	2,35
7808	0,56	338TO3	9,65	538DIP	6,00	05CP	15,35	2005	2,25
7809	0,56	339DIL	0,16	542DIP	2,20	06GZ	7,95	2005S	2,30
7810	0,63							2593	1,50
7812	0,55							4000	0,29
7815	0,55							4075	0,34
7820	0,56							4076	0,64
7824	0,56							4077	0,35
								01	0,35
								02	0,30
								03	0,31
								04	0,36
								05	0,36
								06	0,64
								07	0,57
								08	0,36
								09	0,34
								10	0,34
								11	0,31
								12	0,34
								13	0,36
								14	0,41
								15	0,29
								20	0,36
								21	0,34
								26	0,35
								27	0,34
								28	0,31
								30	0,31
								32	0,35
								37	0,32
								38	0,34
								40	0,35
								42	0,46
								47	1,00
								48	0,98
								73	0,57
								74	0,46
								75	0,44
								76	0,64
								83	0,59
								85	0,66
								86	0,44
								90	0,58
								92	0,58
								93	0,60
								95	0,74
								96	0,87
								107	0,58
								112	0,45
								113	0,45
								122	0,65
								123	0,63
								125	0,37
								126	0,44
								132	0,44
								133	0,35
								136	0,35
								138	0,51
								139	0,55
								145	1,15
								147	4,15
								148	1,65
								151	0,56
								152	0,63
								153	0,61
								154	2,10
								155	0,59
								156	0,54
								157	0,53
								158	0,59
								161	0,63
								163	0,80
								164	0,63
								165	0,82
								166	0,59
								169	0,72
								173	0,76
								174	0,54
								191	0,56
								192	0,58
								193	0,58
								194	0,58
								195	0,61
								196	0,74
								221	0,73
								240	0,65
								241	0,65
								244	0,71
								245	0,75
								247	1,05
								248	0,90
								688	2,80

®

METEX

Fortschritt in richtungsweisender DMM-Messtechnik mit DUAL-Display



Die WINDOWS-LABOR-SOFTWARE wurde für den Einsatz mit den Multimetern M3610D, M3640D, M3650D, M3830, M3850, 4650CR, MS9150 und Protek506 entwickelt und erlaubt den Anschluß von vier Meßgeräten an den PC und unterstützt außerdem den Einsatz einer 8-Kanal-Relaiskarte. Sie enthält eine Vielzahl von Geräten, mit denen sich spielend leicht Projekte aus den Bereichen der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik realisieren lassen: Zeigerinstrument / Digitalanzeige / y(t)-Schreiber / Bargraph-Anzeige / Meßwertrekorder / Tabelle / Zähler / Minimum-Maximum-Speicher / Schwellwertschalter / Schaltuhr / Stoppuhr / Takt-Zeitgeber / Remote-Funktion: alle Geräte können untereinander kommunizieren. So lassen sich automatische Meßplätze aufbauen. Formelwerte: mehrere Multimeter können miteinander verknüpft, umskaliert und neu formuliert werden.

Bestellnummer:

Labor-Software 69,-



18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

18,173

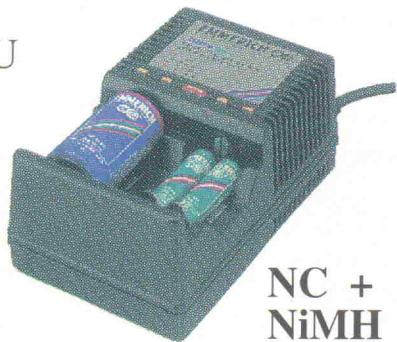
18,173

18,173

18,1

Microprozessorgesteuertes Ultra-Schnell-Ladegerät

ΔU



NC +
NiMH

mit ΔU Abschaltung und Temperaturüberwachung.
Zum Laden und Entladen von NiCd und NiMH Akkus

Weitere Ausstattung:

- Entladefunktion, - beugt dem Memory-Effekt vor
- automatische Ladestromanpassung für die verschiedenen Akkugrößen
- leistungsstarke Impuls-Erhaltungsladung
- exakte Ladestatus-Anzeige durch LED
- mech. Verpolschutz, Kurzschlußüberwachung

Lade- / Entlademöglichkeit für
Akku-Typ Kapazität Ladezeit
1-4 Micro NiCd/NiMH 180- 360 mAh 0,45-1,5 h
1-4 Mignon NiCd/NiMH 500-1200 mAh 1-2 h
1-2 Baby NiCd/NiMH 1200-3200 mAh 1-3 h
1-2 Mono NiCd/NiMH 1200-6000 mAh 1-6 h
1-2 präzistisch 600-1200 mAh 1-2 h

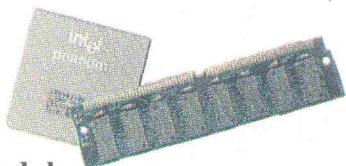
Bestellnummer:

Ultra Box **86.00**

!!!! Tagespreise !!!

Simm-Module

Simm 1Mx9-70 **17,-**
Simm 4Mx9-70 **49,-**



PS/2-Module ohne Parity, 60nS

PS/2 4MB OP-60 (1x32) **28,-**
PS/2 8MB OP-60 (2x32) **57,-**
PS/2 16MB OP-60 (4x32) **129,-**

mit Parity, 60nS

PS/2 4MB MP-60 (1Mx36) **52,-**
PS/2 8MB MP-60 (2Mx36) **96,-**
PS/2 16MB MP-60 (4Mx36) **167,-**

EDO-Module, 60nS

PS/2 4MB EDO-60 (1M32) **28,-**
PS/2 8MB EDO-60 (2M32) **56,-**
PS/2 16MB EDO-60 (4M32) **132,-**

EAD-Dosen

EAD AP	22,90
EAD UP	22,90

EAD-Kabel

EAD 2m	13,30
EAD 3m	14,90
EAD 5m	19,50

TAE-Dosen

TAE 6F-AP	2,85
TAE 6F-UP	3,85
TAE 3x6NFF-AP	3,75
TAE 3x6NFF-UP	4,85
TAE 3x6NFN-AP	3,45
TAE 3x6NFN-UP	4,45
TAE 6F-S Stecker	0,87
TAE 6N-S Stecker	0,87

SUB-D-Stecker/Buchse

Mind-Stift 09	0,22
Mind-Stift 15	0,30
Mind-Stift 25	0,30
Mind-Buchse 09	0,24
Mind-Buchse 15	0,30
Mind-Buchse 25	0,30

BNC-Crimp-Stecker/Ku

UG 88U-C58	Stecker	0,68
UG 88U-C59	Stecker	0,82
UG 89U-C58	Kuppl.	1,25
UG 88U/50	Abschluß	1,00
BNCT-58	Tülle	0,18
Crimpzange		29,50

Pfostenstecker

mit Verriegelungshebel

PSL 10	10pol	0,69
PSL 14	14pol	0,89
PSL 16	16pol	0,90
PSL 20	20pol	0,93
PSL 26	26pol	1,10
PSL 34	34pol	1,30
PSL 40	40pol	1,55
PSL 50	50pol	1,85

gewinkelt:

PSL 10W	10pol	0,69
PSL 26W	26pol	1,10

Pfostenverbinder

mit Zugentlastung

PFL 10	10pol	0,41
PFL 14	14pol	0,44
PFL 16	16pol	0,51
PFL 20	20pol	0,51
PFL 26	26pol	0,61
PFL 34	34pol	0,71
PFL 40	40pol	0,74

CD-ROM
RUESS
electronic only



Über 230 der besten PD-/Shareware-/Demo-Programme.
(DOS/Windows) für Elektronik und Mikrocontroller inkl. Windows-Menüprogramm. Zusammengestellt von einem Elektronik-Ingenieur. Die derzeit mit Abstand beste CD dieser Art.

CD-RUESS **39.80**

Tintenstrahldrucker

EPSON

PC-Stylus 500	720 x 720dpi	527,-
PC-Stylus Pro	Netz-Option	663,-



Katalog 11/96 kostenlos

Versand per Nachnahme oder Bankeinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)

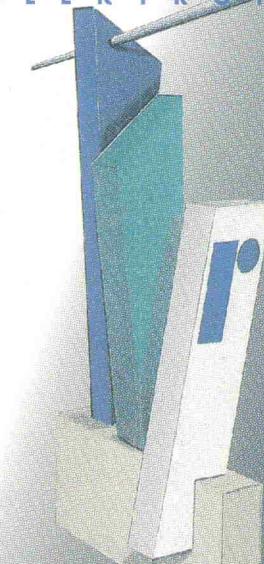
Versandkostenpauschale:

NN 7,- // UPS 9,- //

ab 10kg nach Aufwand

Stand: 29.11.96

REICHELT
ELEKTRONIK



TEL: 0 44 22 / 955 - 0
FAX: 955 - 111
ELEKTRONIKRING 1
26452 SANDE

Klang und Daten

Smart Radio: RDS-Stereo-Radiokarte für Windows



Matthias Carstens

Radios als Einstekkarte für Windows-PCs gibt es schon länger, sogar für erstaunlich wenig Geld. Oft sind diese nur Mono – und RDS bieten sie schon gar nicht. Philips zeigt, wie es richtig geht: Das Smart Radio ist ein kompletter RDS-Stereo-Receiver auf 9 × 10 cm² Platinenfläche.

Viele Halbleiterhersteller präsentieren dem interessierten Entwickler oft nur einen Chip via Evaluationboard. Philips setzt dagegen gleich ein ganzes Ensemble auf eine Karte. Das Smart Radio stellt eine fertige Anwendung dar, die für OEMs samt Software, Datenblatt und Usermanual bei Philips in Hamburg erhältlich ist. Die 8-Bit-ISA-Steckkarte birgt folgende Bausteine:

- OM5606, Tunermodul,
- TEA6320T, Quellenumschalter,
- TEA6360T, 5-Band-Equalizer,
- TDA1517P, 2 × 6-Watt-Endstufe,
- SAA6579T, RDS-Demodulator sowie
- CCR921, RDS-Decoder.

Die Familie der OM56xx-Tuner ist der eigentliche Anlaß für dieses Demoboard. Die Tuner-Module wurden speziell zur Anwendung im vom Elektrosmog verseuchten PC entworfen. Das vollständig gekapselte Modul enthält einen kompletten, per I²C-Bus gesteuerten FM-Stereo-Empfänger.

Extern sind nur wenige passive Bauteile nötig. Neben einer Betriebsspannung von 9 Volt heißt es im Grunde: vorne HF rein, hinten NF raus – einfacher geht es kaum. Der Tuner bietet dabei so interessante Merkmale wie automatischen Suchlauf mit beliebiger Empfindlichkeitsstufe, Antennenabschwächer für lokale Sender oder RDS-Auskopplung. Eine Version mit UKW und Mittelwelle befindet sich zur Zeit in der Entwicklung.

Die Bedienungs-Features des Empfängers sind dagegen eine rein programmtechnische Frage: Abstimmraster, manuelle Frequenzeingabe oder Stepsuchlauf bis zum nächsten Sender übernimmt die mitgelieferte Software.

Wahleinheit

Das NF-Signal des Tunermoduls wird an den Quellenumschalter TEA6320T weitergeleitet (Bild 1). Insgesamt stellt dieser Baustein vier Eingänge zur Verfügung. Neben dem Tuner-Signal sind zwei Eingänge als externe Miniklinkenbuchsen (Aux1 und Aux2)

herausgeführt, ein weiterer ermöglicht über einen dreipoligen Pfostenstecker den Anschluß eines PC-internen CD-ROM-Laufwerks. Zusätzlich sorgt der Chip für die Klang- und Lautstärkebeeinflussung. Die Pegel von Line- und Lautsprecherausgang sind getrennt voneinander einstellbar.

Die ursprünglich vorgesehene Standardklangregelung hat Philips durch Einsatz des 5-Band-Equalizers TEA6360T kräftig aufgebohrt. Da nicht nur der Tuner, sondern alle ICs am I²C-Bus hängen, gehört eine Speichermöglichkeit mehrerer Einstellungen des Equalizers zur Standardausstattung. Auch die Stereo-Endstufe TDA1517P kommt mit einem Minimum an zusätzlichen Bauteilen aus. Sie liefert ihr Signal ebenfalls an eine Miniklinkenbuchse.

Klartext

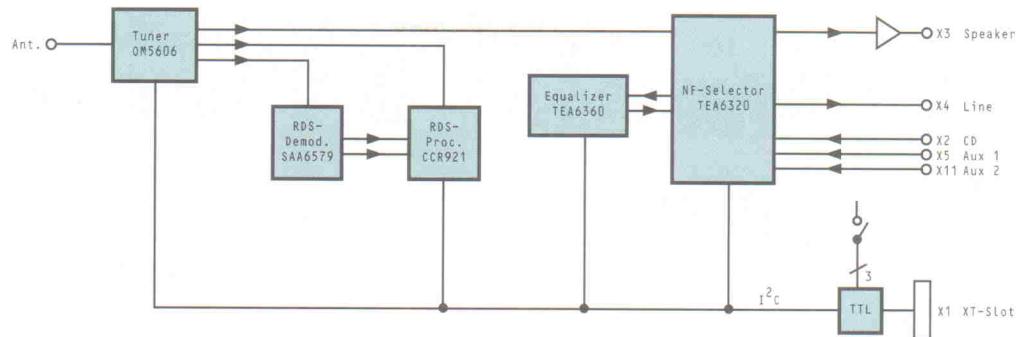
Bereits in dieser Ausstattung dürfte das Smart Radio kein existierendes Pendant auf dem Markt besitzen. Enthält es doch den vollständigen Funktionsumfang eines HiFi-Reactivers, sieht man von Tape-Dubbing und Phono-Eingängen ab. Den eigentlichen Vorteil der PC-Lösung stellt die Integration des Radio-Daten-Systems dar. Im Zusammenhang mit der Speicherbarkeit und Katalogisierung der Senderdaten dürfte sich hiermit ein lang gehegter Traum vieler RDS-Freunde erfüllen.

Statt eines aufwendigen und nur mit erheblichem Aufwand zu programmierenden Mikrocontrollers bietet Philips mit den beiden hier verwendeten RDS-Chips eine einfache Hardwarelösung. Dank I²C-Bus gelangen alle dekodierten Daten zur PC-Software. Das ISA-Bus-Interface ist diskret aufgebaut. Es besteht nur aus wenigen gängigen Logik-ICs der 74er-Familie.

Die Einstekkarte benötigt keinen IRQ, lediglich eine I/O-Adresse. Diese wählt man per DIP-Switch aus einer von acht möglichen aus. Leider verzichtet das Handbuch auf die Beschreibung der Schalterstellungen, so daß man sich die Belegung anhand des Schaltplans herausarbeiten muß.

Zum Lieferumfang des Demoboards gehört ein Windows-

Bild 1. Am Draht: sämtliche Module des Smart Radio hängen am I²C-Bus. Damit sind alle Funktionen vom PC aus steuerbar.



Programm, das sämtliche durch die Hardware theoretisch möglichen Merkmale zugänglich macht. Bild 2 deutet die Funktionsvielfalt der Karte an. 'Drückt' man beispielsweise einen der Quellenknöpfe, dann blendet die Software separate Bedienfelder für CD oder Endstufe ein. Die Software besteht lediglich aus einer 523 KByte großen EXE-Datei, die Einstellungen legt das Programm in einer SET-Datei ab.

Bevor der Anwender jedoch den RDS-gestützten Rundfunkempfang genießen kann, muß er für gute Empfangsbedingungen sorgen: Im *ELRAD*-Test erwies sich das komplett geschirmte Tuner-Modul als äußerst empfänglich für alle im und um den PC existierenden Störfelder. Mit einer Drahtantenne ließ sich kein einziger Sender störungsfrei empfangen, erst der Anschluß ans Kabelnetz brachte ungestörten Hörgenuss. Das Handbuch empfiehlt den Einsatz einer Außenantenne (Outdoor Aerial).

RDS erfordert erst recht ein sauberes Signal, da sonst statt der ausgedekodierten Informationen nur kryptischer Zeichen-

salat auf dem Display erscheint. Auch hier war mit der Behelfsantenne nichts zu holen. Bleibt die Frage, ob die Karte nun zu empfindlich oder nicht störfest genug ist. Beispielsweise ließ sich ein neben den Rechner gestellter 'Ghetto-blaster' vom PC-Störpegel nicht so leicht beeindrucken.

Radioware

Die Bedienung der Smart-Radio-Software erweist sich als intuitiv. Automatisch per AST (AutoSTore) oder manuell per Step-(Pfeil)-Taste gefundene Sender lassen sich auf einen beliebigen Speicherplatz legen. Statt der Frequenz erscheint bei vorhandenem RDS-Signal der Name des Senders über dem Preset-Button. Eine manuelle Einstellung der Senderfrequenz ohne Suchautomatik ergibt sich, wenn man die Maus ins Skalenfeld bewegt. Neben dem Cursor erscheint dann die aktuelle Frequenz. Im RDS-Feld unterhalb des Tuners erscheinen alle Senderinfos, von der Musikart über den Sendernamen bis zur Programmbeschreibung. Die hier erscheinenden Texte sind übrigens einer ständigen Aktualisierung

von Seiten der Sendeanstalt unterworfen.

Das Verstärkermenü enthält den 5-Band-Equalizer samt mehrerer vordefinierter Klang-einstellungen sowie vier freie Speicherplätze. Da ein Eingang des Verstärkers für ein internes CD-Laufwerk ausgeführt ist, findet sich unter dem Verstärker ein entsprechender 'Player', genauer, die Bedieneinheit dazu. Hiermit kann man die Funktion des PC-CD-Laufwerks analog zu einem CD-Player steuern.

Fazit

Abgesehen von der mäßigen Empfangsleistung des Tuners

ist das Smart Radio ein tolles Stück Multimedia. Am Kabelanschluß hat man sowieso mehr Freude an den zahlreichen RDS-Infos. Eigentlich müßte man diesen Stereo-RDS-Receiver in vorhandene Soundkarten integrieren, um eine einheitliche Multimedia-Komplettlösung zu erhalten. Warten wir's ab. ea

Philips Semiconductors GmbH
Hammerbrookstraße 69
20097 Hamburg
☎ 0 40/2 35 36-0
📠 0 40/2 35 36-3 00
→ <http://www.semiconductors.philips.com/>

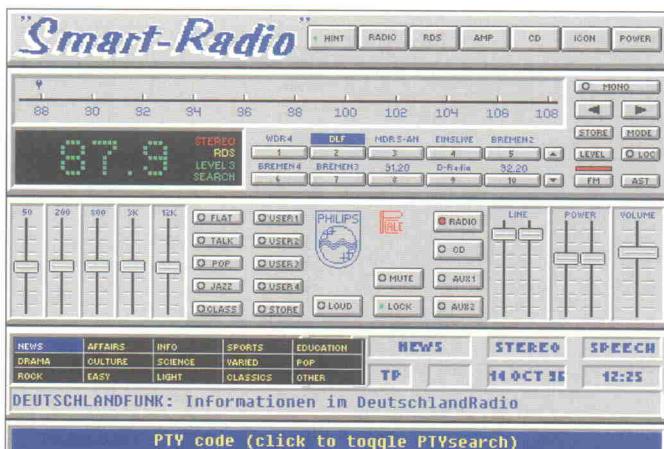


Bild 2. Das Windows-Programm zum Smart Radio reizt die Möglichkeiten der Hardware aus. Zudem speichert es alle Sender und Einstellungen.

DAS ORIGINAL

BUNGARD FOTOBESCHICHTETES BASISMATERIAL

Unser fotobeschichtetes Basismaterial gibt es, seit wir es erfunden haben. Wir wissen, worauf es ankommt: konstante Qualität und Sicherheit in der Verarbeitung. Gleichmäßiger und staubfreier Lackauftrag. Saubere Schnittkanten. Großer Belichtungsspielraum. Hohe Entwicklerbeständigkeit. Lagerfähigkeit mind. 1 Jahr.

Wir liefern alle Materialarten, Dicken und Kupferauflagen. Auch in Zuschnitten. Ab Lager. Und womit sind Sie zufrieden?

BUNGARD
Ihr Weg zur Leiterplatte...

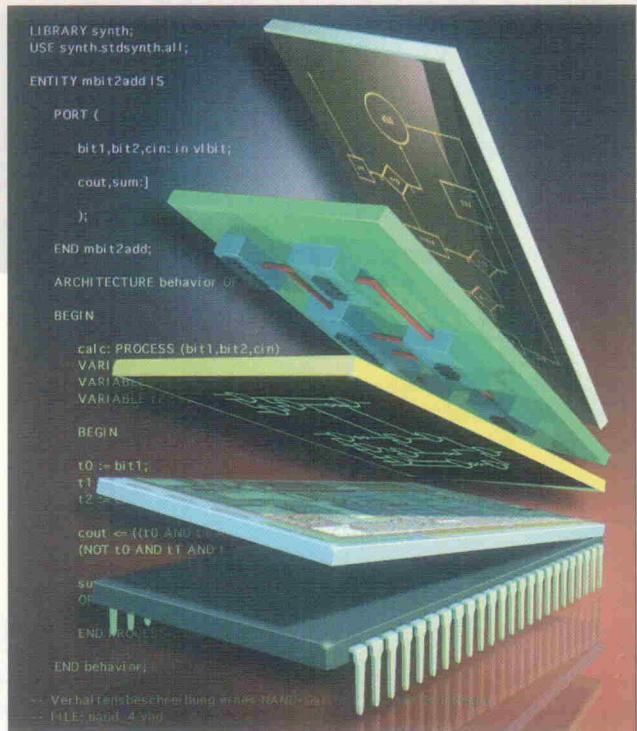
Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · D-51570 Windeck · Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75

Schaltungsentwicklung mit VHDL

Teil 3: Strukturbeschreibung

Hans Dicken,
Michael Koch

Um den hierarchischen Aufbau einer Schaltung zu verdeutlichen oder zu erhalten, bedient man sich in VHDL einer Strukturbeschreibung. Diese besteht im wesentlichen aus einzelnen Komponenten, die instanziert und über eine Assoziationsliste verknüpft werden.



In dem zweiten Teil dieser Artikelreihe wurden die wichtigsten Konzepte und Elemente der VHDL-Verhaltensbeschreibung vorgestellt [1]. Zur Realisierung einer solchen algorithmischen Beschreibung benötigt man Daten- und Kontrollstrukturen wie Unterprogramme, Schleifen und Prozesse. Insbesondere Prozesse stellen dabei ein herausragendes Merkmal der algorithmischen Modellierung dar. VHDL bietet noch einen weiteren, völlig anderen Modellierungsansatz: die Strukturbeschreibung. In dieser wird nicht die Funktionalität einer Hardware-Komponente beschrieben, sondern ihr hierarchischer Aufbau.

Strukturieren

Strukturbeschreibungen geben die Zusammensetzung einer Hardware-Komponente aus anderen, weniger komplexen Komponenten wieder. Strukturbeschreibungen bestehen somit im wesentlichen aus Netzlisten

einzelner Elemente. Jede digitale Schaltung kann als ein Element mit Ein- und Ausgängen betrachtet werden. Dies gilt unabhängig davon, wie die Schaltung beschrieben ist (über ihr Verhalten oder ihre Struktur). Teil 1 dieser Reihe behandelte bereits das grundlegende Element in VHDL, den Baustein (entity) sowie seine Ein- und Ausgänge (ports). Die ports einer entity benutzt man nun dazu, einzelne Bausteine zu größeren Schaltungsbausteinen zusammenzusetzen. Wiederholt man dieses Vorgehen, lassen sich komplexe Schaltungen hierarchisch strukturieren und übersichtlich beschreiben. Zu den zentralen Konzepten einer solchen Strukturbeschreibung gehören dabei insbesondere Signalübergabemechanismen sowie die Komponentendeklaration und deren Instanziierung.

Im vorigen Artikel wurde die Verhaltensbeschreibung für einen 8-Bit-Addierer ent-

wickelt. Jetzt soll die gleiche Schaltungskomponente in einer Strukturbeschreibung dargestellt werden. Es handelt sich also um einen Baustein gleicher Funktionalität, lediglich die Beschreibungsformen unterscheiden sich.

Den seriellen 8-Bit-Addierer kann man aus acht einzelnen Volladdierern zusammensetzen, den Volladdierer wiederum aus zwei Halbaddierern und einem OR-Gatter. Man könnte den gesamten Baustein beispielsweise auch als festverdrahtetes Schaltungsnetz erzeugen oder die Halbaddierer festverdrahten oder auch alles aus einzelnen Gattern zusammenbauen und so weiter.

Vor der Hardwarerealisierung einer Schaltung muß man sich jedoch zuerst für eine bestimmte Technologie entscheiden. Beim ASIC-Design können dies beispielsweise CMOS oder BiCMOS sein, bei programmierbarer Logik bieten sich EEPROM, Flash-EPROM, SRAM oder Antifuse an. Im allgemeinen stehen für jede Technologie vorgefertigte Komponenten in einer Bibliothek zur Verfügung. Bei der Modellierung einer Schaltung richtet man sich dann nach diesen Bibliothekselementen. Es wird die Komponente gewählt, die den größten Umfang der benötigten Funktionalität abdeckt und auch sonstige Randbedingungen wie zum Beispiel die geforderte Geschwindigkeit erfüllt.

Im Beispiel der 'VHDL-Werkstatt' wurde eine Realisierung mit acht einzelnen Volladdierern beziehungsweise zwei Halbaddierern und einem OR-Gatter gewählt. Dabei sind die Komponenten im Listing mit steigender Komplexität (Abstraktionsgrad) deklariert und beschrieben (Halbaddierer und OR-Gatter, Volladdierer, 8-Bit-Addierer). Dementsprechend werden im Architekturrumpf zunächst der Halbaddierer und das OR-Gatter behandelt und diese wiederum wie alle anderen Komponenten in Form einer vollständigen VHDL-Beschreibung (bestehend aus Bausteindeclaraion und Architekturrumpf) in den Quelltext eingebunden.

Deklarieren

Das Prinzip der Verhaltensbeschreibungen für die Modellierung des Halbaddierers und

des OR-Gatters ist schon aus dem Teil 2 dieser Serie bekannt. Für Leser, die diesen Artikel verfolgt haben, bietet das Beispiel der 'VHDL-Werkstatt' deshalb bis hierher keine großen Neuigkeiten. Interessant wird es ab der Beschreibung des Volladdierers: Dort kommt weder eine explizite Angabe der Funktionalität des Bausteins vor, noch taucht explizit eine zeitliche Komponente in der Beschreibung auf. Der Volladdierer ist statt dessen hierarchisch aus einzelnen Komponenten zusammengesetzt. Die allgemeine Form einer Komponentendeklaration lautet:

```
component Komponentenname
  generic Parameterliste;
  port Schnittstellenliste;
end component;
```

In VHDL'93 wurde die Syntax vereinheitlicht, so daß alternativ folgende Angabe möglich ist:

```
component Komponentenname is
  ...
end component Komponentenname;
```

Instanziieren

Anschließend deklariert man die benötigten *internen Signale*. Nach diesen vorbereitenden Deklarationen werden jetzt in der *Komponenteninstanziierung* die gerade definierten Komponenten in die Architektur des Volladdierers eingefügt und geeignet verknüpft. Die allgemeine Form der Instanziierung einer Komponente lautet:

Referenzname: Komponentenname
`generic map (Assoziationsliste)`
`port map (Assoziationsliste);`

Die Komponenten-Instanziierung muß durch einen *Referenznamen (label)* eingeleitet werden. Mit Hilfe dieses Namens kann man innerhalb einer *Konfiguration* bezug auf die genannte Komponente nehmen (mehr zu Konfigurationen im nächsten Teil).

Die *generic map*-Anweisung wird benutzt, um Parameter als Konstanten an die Instanz zu übergeben, wie das folgende Beispiel zeigt:

```
architecture Generisch of Voll_Add is
  ...
  component Half_Add
    generic (Verzoegerung: time);
    port (in0, in1 :in Bit;
          s0, uebertr :out Bit);
  end component;
  ...
  begin
  ...
  HA1: Half_Add
    generic map (Verzoegerung =>
      10 ns);
```

```
port map (in_0, in_1,
          intern1, intern2);
HA2: Half_Add
  generic map (Verzoegerung =>
    15 ns);
  port map (carry_in, intern1,
            sum, intern3);
  ...
end Generic;
```

Auf diese Weise läßt sich für eine Komponente, die in unterschiedlichen Geschwindigkeiten vorhanden ist, dasselbe Modell verwenden. Der Komponentenname in der Instanziierung muß sich auf eine vorher deklarierte Komponente beziehen. Die Deklaration muß aber nicht unbedingt im gleichen Architekturrumpf stehen, wie die Instanziierung. Sie muß nur zum Zeitpunkt der Instanziierung sichtbar sein. Die Deklaration kann zum Beispiel in einem Paket (*package*) enthalten sein, das durch die Anweisung *use* unter Angabe der Komponente sichtbar gemacht wird (auch Packages werden im nächsten Artikel ausführlich zur Sprache kommen):

```
package Meine_K-deklarationen is
  -- Sammlung von Komponenten-
  -- deklarationen
  component half_add
    port (in0, in1 :in Bit;
          s0, uebertr :out Bit);
  end component;

  component or_2
    port (a, b :in Bit;
          a_or_b :out Bit);
  end component;

  -- Weitere Komponenten-
  -- deklarationen...
end Meine_K-deklarationen;
```

Innerhalb der Strukturbeschreibung des Volladdierers würden die benötigten Komponenten jetzt wie folgt eingeführt:

```
use work. Meine_K-deklarationen;
```

Assoziieren

Mit Hilfe der *Assoziationsliste* werden die Verbindungen zwischen den Parametern (Ports und Generics) der instanzierten Komponenten und der sie umgebenden Architektur hergestellt. Dabei unterscheidet man zwischen *formalen, lokalen* und *aktuellen* Parametern:

- Formale Parameter sind Ports und Generics in der Baustein Deklaration (entity),
- lokale Parameter stehen in der entsprechenden Komponentendeklaration
- aktuelle Parameter sind Signale und Werte in der Architektur, die an die instanzierte Komponente übergeben werden.

Die *Assoziationsliste* ordnet also den lokalen die aktuellen Parameter zu. Dabei kann die Zuordnung auf zwei Arten erfolgen, zum einen über die Position und zum anderen über den Namen. Bei der *Assoziation über die Position* wird der aktuelle Parameter an die Stelle des lokalen Parameters in der *Assoziationsliste* eingefügt:

```
port map (in_0, in_1,
          -- aktuell1, aktuell2
          intern1, intern2);
```

Bei der *Assoziation über den Namen* wird eine explizite Zuweisung des aktuellen Parameters zum lokalen Parameter vorgenommen. Die Reihenfolge innerhalb der *Assoziationsliste* spielt dabei keine Rolle.

```
port map (in0 => in_0,
          -- lokal1 => aktuell1
          uebertr => intern2,
          -- lokal2 => aktuell2
          s0 => intern1,
          in1 => in_1);
```

Bei überschaubaren Modellen wird vielfach die Assoziation über die Position verwendet. Bei komplexen Modellen mit vielen zu übergebenden Parametern ist jedoch die Assoziation über den Namen sinnvoll, weil so eine direkte Zuordnung zwischen beiden Parametern möglich ist. Dies gilt auch für die Übergabe von generischen Parametern. In den Beispielen dieser Artikelreihe und denen des Kurses auf der VHDL!start wird in der Regel die Assoziation über die Position benutzt.

In VHDL'87 darf die *Assoziationsliste* der Ports ausschließlich aktuelle Parameter der Klasse *signal* beinhalten. In VHDL'93 darf man auch andere Ausdrücke übergeben, zum Beispiel ein Signal konstant auf den Wert '1' setzen:

```
port map (in_0 => '1');
```

Zusätzlich ist in VHDL'93 die Möglichkeit vorgesehen, eine

Reguläre Strukturen

```
-- Beschreibung der Komponenten oder use-Anweisung,
-- es beginnt mit dem Baustein adder_8
entity adder_8 is
  port (summand1, summand2: in Bit_vector (7 downto 0);
        carry_in : in Bit;
        summe : out Bit_vector (7 downto 0);
        carry_out : out Bit);
end adder_8;
-- es folgt der Architekturrumpf zum adder_8
architecture adder_generierung of adder_8 is
-- die Komponentendeklaration
component full_add
  port (carry_in, in_0, in_1 : in Bit;
        carry_out, sum : out Bit);
end component;
-- die Signaldeklaration
signal intern_carry: Bit_vector (6 downto 0);
begin
-- hier beginnt der Anweisungsteil:
-- das for-Schema als äußere Schleife zur Generierung der Instanzen
  forschem: for zahler in 1 to 8 generate
-- das if-Schema für das erste Element des Addierers
  Fall1: if zahler=1 generate
    fa1: full_add
      port map (carry_in,
                summand1(zahler-1),
                summand2(zahler-1),
                intern_carry(zahler-1),
                summe(zahler-1));
  end generate Fall1;
-- das if-Schema2 für die Elemente zwei bis sieben des Addierers
  Fall2: if (zahler>1 and zahler<8) generate
    fa2: full_add
      port map (intern_carry(zahler-2),
                summand1(zahler-1),
                summand2(zahler-1),
                intern_carry(zahler-1),
                summe(zahler-1));
  end generate Fall2;
-- das if-Schema3 für das achte Element des Addierers
  Fall3: if zahler=8 generate
    fa3: full_add
      port map (intern_carry(zahler-2),
                summand1(zahler-1),
                summand2(zahler-1),
                carry_out,
                summe(zahler-1));
  end generate Fall3;
end generate forschem;
end adder_generierung;
```

direkte Instanziierung vorzunehmen. Dabei wird die verwendete Komponente ohne Komponentendeklaration bei der Instanziierung direkt angegeben:

```
architecture VHDL93 of Voll_Add is
begin
  HA1: entity work.Half_Add (behaviour)
    generic map (Verzoegerung =>
      10 ns);
    port map (in_0, in_1,
      intern1, intern2);
end VHDL93;
```

Dies vereinfacht die Modellierung, wenn man nur eine Instanz einer Komponente benötigt. Mehrfach verwendete Komponenten sollten dagegen mit Hilfe einer Komponentendeklaration eingesetzt werden.

Zurück zum 8-Bit-Addierer: Analog zum Volladdierer (Bild 2) wird der 8-Bit-Addierer aus acht einzelnen Volladdierern zusammengesetzt (Bild 3). Beim Simulationslauf einer Strukturbeschreibung muß man nun beachten, daß die Strukturbeschreibung selbst keine direkte zeitliche Komponente beinhaltet. Das zeitliche Verhalten der Schaltung ist beim Simulationslauf nämlich indirekt über die in den Komponenten enthaltenen Verzögerungszeiten festgelegt. Im Beispiel des 8-Bit-Addierers ist die Gesamtverzögerungszeit die Summe aller Einzelverzögerungszeiten der Volladdierer. Die Verzögerungszeit eines Volladdierers wiederum ergibt sich aus den Delays der Halbaddierer und des OR-Gatters. Dabei ist zu beachten, daß der Volladdierer erst nach dem Durchlaufen des längsten Signalpfades gültige Ausgangssignale liefert. Im Rahmen einer ereignisgesteuerten Simulation können sich schon vorher Signaländerungen an den Ausgängen einstellen (im Beispiel durch die 'kurzen' Signalpfade innerhalb der Volladdierers) – eine gültige Ausgabe

liegt dann allerdings noch nicht vor. Dies läßt sich durch die Modellierung mit *mehrwertigen Signalen* sichtbar machen. Auf diese Weise kann ein Signal neben den Werten '0' und '1', zum Beispiel 'U' für 'undefiniert', annehmen. Dieser Wert bezeichnet dann den ungültigen Teil der Simulation.

Generieren

Am Ende des Addierer-Listings werden acht gleiche Komponenten instanziert. Die meisten der Instanzen unterscheiden sich dabei lediglich durch ihre Indizes innerhalb der Assoziationsliste. So gleichen sich die zweite bis siebte Instanz der Volladdierer-Komponente (fa2 ... fa7), nur die Komponente eins und acht (fa1, fa8) haben andere Assoziationslisten. Überlegt man sich, daß es ja auch hunderte von Instanzen (anstelle von acht) sein könnten, stellt sich die berechtigte Frage, ob VHDL nicht sprachliche Möglichkeiten zur geschickteren Beschreibung einer solchen Schaltung bietet.

Die Frage impliziert natürlich schon die Antwort: Es gibt solche Strukturen in VHDL, nämlich *reguläre Strukturen*. Diese bestehen aus mehreren Unterkomponenten, die miteinander durch ein regelmäßiges Leistungsmuster verbunden sind. Reguläre Strukturen werden in VHDL mit der *generate*-Anweisung erzeugt. Man unterscheidet dabei zwei Generierungsschemata, das *if*-Schema und das *for*-Schema. Die allgemeine Form der *generate*-Anweisung lautet:

```
Referenzname : Schema generate
  nebenläufige Anweisungen
end generate Referenzname;
```

Das *if*-beziehungsweise das *for*-Schema haben die folgenden allgemeine Form:

```
if Bedingung generate
  for Bezeichner in diskreter Unter-
    bereich generate
```

Unter Benutzung regulärer Strukturen könnte man im Ar-

Eingänge		Ausgänge	
in1	in0	s0	uebert1
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Bild 1. Die Logiktabelle des Halbaddierers, die im Beispiel direkt als VHDL-Verhaltensbeschreibung umgesetzt wird.

chitekturrumpf des 8-Bit-Addierers ein *for*-Schema und ein *if*-Schema schachteln. Der Kasten 'Reguläre Strukturen' zeigt eine solche Aufteilung.

Kombinieren

Im Teil 2 der Serie wurde der 8-Bit-Addierer als VHDL-Verhaltensbeschreibung realisiert, in den obigen Abschnitten dieses Beitrags in Form einer Strukturbeschreibung. Vielfach wird beim Erstellen von Bibliotheken sowohl ein Verhaltensmodell auf einer höheren Ebene erzeugt, als auch ein Strukturmodell auf Gatterebene. Man untersucht dann, ob sich beide Modelle gleich verhalten. Ist dies so, läßt sich in späteren Simulationen das Verhaltensmodell einsetzen. Da dies in der Regel eine geringere Komplexität als das Strukturmodell auf Gatterebene aufweist, verkürzt sich die Simulationszeit. Außerdem kann man auf diese Weise Designalternativen untersuchen.

Eine Bausteindeclaration besitzt dann mehrere Architekturrümpfe:

```
entity adder_8 is
  port (summand1, summand2: in
    Bit_vector (7 downto 0);
    carry_in : in Bit;
    summe : out Bit_vector
      (7 downto 0);
    carry_out : out Bit);
end adder_8;
```

```
architecture adder_8_behavior of
  adder_8 is
  -- Verhaltensbeschr. des Addierers
end adder_8_behavior;
```

```
architecture adder_8_structure of
  adder_8 is
  -- Strukturbeschr. des Addierers
end adder_8_structure;
```

Generell sind aber auch beliebige Kombinationen von Verhaltens- und Strukturbeschreibung in einem einzigen Architekturrumpf möglich.

Der Vollständigkeit halber sei noch kurz auf Blöcke in

VHDL hingewiesen. Mit Hilfe der *block*-Anweisung können VHDL-Beschreibungen gegliedert werden, ohne eine Hierarchie mit instanzierten Komponenten einzuführen. Einen Block baut man im Prinzip wie eine vollständige Einheit mit Generics und Ports auf. Da innerhalb eines Blockes wiederum Blöcke benutzt werden können, lassen sich auf diese Art recht komplexe Strukturen erzeugen. Auf Details der *block*-Anweisung wird später im Zusammenhang mit nebenläufiger Modellierung eingegangen. Alle, die sich bereits jetzt für weitere Informationen zu diesem Thema interessieren, seien auf die VHDL!start oder auf das Reference Manual [3] verwiesen.

Ausblick

In diesem Artikel wurden die grundlegenden Konzepte und Elemente der VHDL-Strukturbeschreibung vorgestellt und die ursprüngliche Lösung des 8-Bit-Addierers mit Hilfe der generischen Strukturen verbessert. Im allgemeinen benötigt man Komponenten wie das OR-Gatter jedoch auch noch in anderen Bausteinen. Bei dem bisherigen Vorgehen müßte dieses Gatter in jeder Beschreibung, in der es als Komponente auftritt, neu aufgenommen und beschrieben werden. Um hier die Effizienz zu erhöhen, lassen sich einzelne, getrennt compilierbare und getestete Einheiten in Bibliotheken aufnehmen und so in andere Bausteine integrieren. VHDL-Bibliotheken sind ein zentraler Bestandteil des folgenden Artikels. Daneben werden primäre und sekundäre VHDL-Entwurfseinheiten eingeführt, VHDL-Packages und -Konfigurationen sowie die Benutzung von Testmustern/Testbenches behandelt. uk

Literatur

- [1] H. Dicken, M. Koch: VHDL-Modellierung, Simulation, Synthese, Teil 2: Verhaltensbeschreibung, ELRAD 12/96
- [2] H. Dicken, M. Koch: VHDL-Modellierung, Simulation, Synthese, Teil 1: Grundlagen, ELRAD 11/96
- [3] IEEE Standard VHDL Language Reference Manual 1993, New York, 1993

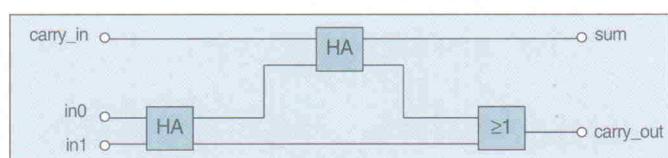
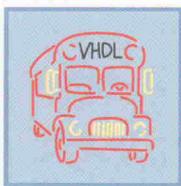


Bild 2. Die interne Zusammensetzung aus einzelnen Komponenten spiegelt sich in der Strukturbeschreibung des Volladdierers wider.



VHDL-Werkstatt

Um die hierarchische Struktur eines Addiererbausteins zu beschreiben, soll ein 8-Bit-Addierer aus acht einzelnen Volladdierern und diese wiederum aus zwei Halbaddierern und einem OR-Gatter realisiert werden. Die Deklaration seiner Komponenten erfolgt dabei mit steigendem Abstraktionsgrad (Halbaddierer und OR-Gatter, Volladdierer, 8-Bit-Addierer).

Das nebenstehende Listing zum 8-Bit-Addierer verdeutlicht, daß auch eine Strukturbeschreibung dem allgemeinen syntaktischen Aufbau eines VHDL-Bausteins genügt (Bausteindeklaration, Architekturrumpf; vgl. [2]). Selbst die Bausteindeklarationen können in beiden Beschreibungsformen völlig übereinstimmen. Unterschiede werden erst im Architekturrumpf sichtbar, der die Einzelheiten der Modellierung beziehungsweise Implementierung beschreibt.

Am Anfang bestimmt man zunächst die erforderlichen internen Bausteine, die 'eigentliche' Beschreibung des Addierers folgt anschließend. Im Architekturrumpf sind deshalb zunächst der Halbaddierer und das OR-Gatter als Komponenten bestehend aus Bausteindeklaration und Architekturrumpf) deklariert und beschrieben. Die Logiktabelle (Bild 1) zeigt das Verhalten der Halbaddiererausgänge in Abhängigkeit von den möglichen Eingangskombinationen.

Nach der Bausteindeklaration 'full_add' des Volladdierers legt man im Architekturrumpf 'full_add_struct' zunächst die benötigten Komponenten in der sogenannten *Komponentendeklaration* festgelegt. Hier befindet sich eine Verhaltensbeschreibung des Halbaddierers und des OR-Gatters.

Anschließend deklariert man die benötigten *internen Signale*. In diesem Fall benötigt man drei interne Signale vom Typ Bit, eines vom ersten (linken) Halbaddierer zum zweiten (rechten), eines vom ersten Halbaddierer zum OR-Gatter und eines vom zweiten Halbaddierer zum OR-Gatter (Bild 2). Die übrigen Signale in Bild 2 sind die Ein- und Ausgangssignale des Volladdierers. Diese wurden bereits in der Port-Beschreibung des Volladdierers deklariert.

Es folgt die Instanziierung der gerade definierten Komponenten und abschließend die Strukturbeschreibung des kompletten 8-Bit-Addierers als Zusammensetzung der acht Volladdierer (Bild 3).

Die Gesamtverzögerungszeit des 8-Bit-Addierers ergibt sich aus der Summe aller Einzelverzögerungszeiten der Volladdierer. Die Verzögerungszeit eines Volladdierers wiederum besteht aus den Delays von Halbaddierer und OR-Gatter. Der Volladdierer liefert erst nach dem Durchlaufen des längsten Signalpfades – also durch beide Halbaddierer und das OR-Gatter – gültige Ausgangssignale. Da beiden Komponenten eine Verzögerungszeit von jeweils 5 ns zugewiesen wurde, ist dies nach $2 \times 5 + 5 = 15$ ns der Fall. Bis zum Vorliegen gültiger Ausgangssignale des gesamten Addierers vergehen daher $8 \times 15 = 120$ ns bezogen auf die Startzeit des Simulationslaufs. Es können sich durch die 'kurzen' Signalpfade innerhalb der Volladdierer zwar schon vorher Signaländerungen an den Ausgängen einstellen, eine gültige Ausgabe liegt aber tatsächlich erst nach 120 ns vor.

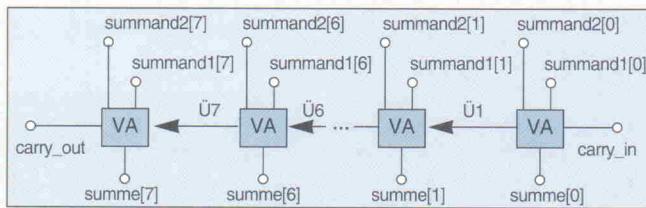
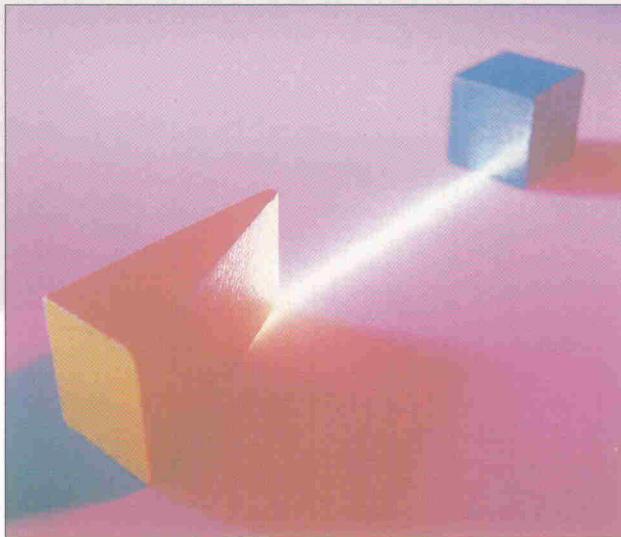


Bild 3. Die regelmäßige Struktur des 8-Bit-Addierers nutzt man zur Vereinfachung der VHDL-Strukturbeschreibung.

```
-- Strukturbeschreibung eines 8-Bit-Addierers aus den Komponenten
-- Halbaddierer und Volladdierer Zu Beginn der Halbaddierer.
entity half_add is
port (in0, in1 : in Bit;
      s0, uebertr : out Bit);
end half_add;
-- Der Halbaddierer wird ueber das Verhalten beschrieben.
architecture behaviour of half_add is
begin
  s0 <= in0 xor in1 after 5 ns;
  uebertr <= in0 and in1 after 5 ns;
end behaviour;
-- Bausteindeklaration und Verhaltensbeschreibung des OR-2.
entity or_2 is
port (a, b : in Bit;
      a_or_b : out Bit);
end or_2;
architecture behaviour of or_2 is
begin
  a_or_b <= a or b after 5 ns;
end behaviour;
-- Die Beschreibung des Volladdierers.
entity full_add is
port (carry_in, in_0, in_1 : in Bit;
      carry_out, sum : out Bit);
end full_add;
-- Der Volladdierer besitzt einen Uebertrageein- und ausgang.
-- Als erstes werden die Komponenten der Struktur und die benoetigten internen Signale deklariert.
architecture full_add_struct of full_add is
component half_add
port (in0, in1 : in Bit;
      s0, uebertr : out Bit);
end component;
component or_2
port (a, b : in Bit;
      a_or_b : out Bit);
end component;
signal intern1, intern2, intern3 : Bit;
-- Die Volladdierer-Instanzen des deklarierten Halbaddierers.
begin
  hal: half_add
  port map (in_0, in_1,
            intern1, intern2);
  hal2: half_add
  port map (carry_in, intern1,
            sum, intern3);
  ori: or_2
  port map (intern2, intern3,
            carry_out);
end full_add_struct;
-- Die Strukturbeschreibung aus 8 Volladdierern als Komponenten.
entity adder_8 is
port (summand1, summand2: in Bit_vector (7 downto 0);
      carry_in : in Bit;
      summe : out Bit_vector (7 downto 0);
      carry_out : out Bit);
end adder_8;
architecture adder_structure of adder_8 is
component full_add
port (carry_in, in_0, in_1 : in Bit;
      carry_out, sum : out Bit);
end component;
signal intern_carry: Bit_vector (6 downto 0);
begin
  fa1: full_add
  port map (carry_in,
            summand1(0), summand2(0),
            intern_carry(0),
            summe(0));
  fa2: full_add
  port map (intern_carry(0),
            summand1(1), summand2(1),
            intern_carry(1),
            summe(1));
  fa3: full_add
  port map (intern_carry(1),
            summand1(2), summand2(2),
            intern_carry(2),
            summe(2));
  fa4: full_add
  port map (intern_carry(2),
            summand1(3), summand2(3),
            intern_carry(3),
            summe(3));
  fa5: full_add
  port map (intern_carry(3),
            summand1(4), summand2(4),
            intern_carry(4),
            summe(4));
  fa6: full_add
  port map (intern_carry(4),
            summand1(5), summand2(5),
            intern_carry(5),
            summe(5));
  fa7: full_add
  port map (intern_carry(5),
            summand1(6), summand2(6),
            intern_carry(6),
            summe(6));
  fa8: full_add
  port map (intern_carry(6),
            summand1(7), summand2(7),
            carry_out,
            summe(7));
end adder_structure;
```

Portwandler

Zweikanal-A/D-Interface mit 12-Bit-Umsetzer ADS7804 an der EPP-Schnittstelle



Dr. Ingo Büll

Im Vergleich zu Centronics-Interfaces gestatten Parallel-schnittstellen nach IEEE-1284-Norm im EPP-Modus eine deutlich beschleunigte Datenübertragung zum PC. Einen geeigneten A/D-Wandler vorausgesetzt, läßt sich am EP-Port ein schnelles A/D-Interface mit Abtastraten bis zu 100 kHz realisieren. Das hier vorgestellte Minimalsystem EPP7804 kommt mit nur drei ICs aus und verzichtet dabei weder auf einen Multiplexer noch auf einen programmierbaren Vorverstärker.

Dr. Ingo Büll hat am Institut für Experimentalphysik der Universität Kiel studiert und 1992 promoviert. Seitdem ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter mit Zielrichtung Habilitation im Forschungsbereich 'Computer-einsatz in der physikalischen Ausbildung' tätig.

Als vor mehr als 20 Jahren der PC eingeführt wurde, war die weltweit enorme Verbreitung und die heutige Vielschichtigkeit der Einsatzmöglichkeiten nicht abzusehen. Die Entwickler von IBM konzipierten den PC ursprünglich als Bürocomputer, der Aufgaben wie Textverarbeitung, Fakturierung und betriebliche Logistik vereinfachen sollte.

Fallende Preise bei gleichzeitig steigender Leistungsfähigkeit machten den PC auch für weitgehende Anwendungen interessant, beispielsweise als Rechner für die Meßwert erfassung. Computergestützte Meßwerterfassungssysteme erfordern leistungsfähige Schnittstellen für hohe Datenübertragungsraten. In seiner anfänglichen Form verfügte der PC mit dem seriellen Interface und dem Centronics-Druckerport jedoch nur über zwei behäbige, für schnelle Datenübertragung ungeeignete externe Schnittstellen.

Aus Gründen der Abwärts kompatibilität hat sich an der Konzeption dieser Schnittstellen bis heute nichts Grundlegendes geändert, so daß für hieran betriebene Meßwert

erfassungssysteme die Geschwindigkeit bei der Datenübertragung in den PC nach wie vor problematisch ist.

Relativ neu ist hingegen ein überarbeiteter Standard für die parallele Schnittstelle. Die neue Norm läuft unter der Bezeichnung IEEE-1284 und verfügt über mehrere Modi, die sich im Setup des PC aktivieren lassen. Dazu gehören unter anderem ein Kompatibilitätsmodus zur Centronics-Schnittstelle sowie der sogenannte EPP- und ECP-Modus (Enhanced Parallel Port, Extended Capability Port).

Bezogen auf Meßwerterfassungssysteme ist die Bidirektionalität des Datenbusses ein wesentliches Merkmal der IEEE-1284-Schnittstelle. Im Vergleich zum Centronics-Port verfügt der IEEE-1284-Port über acht zusätzliche Eingangsleitungen, und mit den fünf Eingängen des Statusregisters stehen insgesamt 13 Eingänge für eine parallele Datenübertragung an den PC zur Verfügung. Sieht man die vier Ausgangsleitungen des Control-Registers für Steueraufgaben vor, so läßt sich ein paralleles 12-Bit Meßwerterfassungssystem mit

minimalem Aufwand direkt an der EPP-Schnittstelle betreiben.

Hardwarekonzept

Herzstück des EPP7804-Interface ist ein 12-Bit-A/D-Umsetzer, Typ ADS7804, von der Firma Burr Brown.

Der Baustein ist in CMOS-Technik aufgebaut und enthält eine interne S/H-Stufe sowie interne Referenzspannungs- und Takterzeugung. Der ADS7804 verfügt über Tri-state-Ausgänge und mit einer maximalen Abtastrate von 100 kHz entspricht die Geschwindigkeit des Wandlers in etwa der am Druckerport realisierbaren Leistung. Die Versorgungsspannung des Wandlers beträgt unipolar 5 V bei einem bipolaren Eingangsspannungsbereich von ± 10 V. Überspannungen sind bis ± 25 V abgesichert. Das Wandlungsergebnis des ADS7804 liegt in der vollen Breite von 12 Bit mit einer Leistung von 8 mW pro Leitung vor. Bei Kabellängen bis etwa 2 m kann es direkt am EP-Port eingelesen werden. Aufgrund des geringen äußeren Schaltungsaufwandes eignet sich der ADS7804 also besonders gut für kompakt aufgebaute Minimalsysteme wie das hier vorgestellte EPP7804-Interface.

Der Schaltplan in Bild 1 zeigt an Pin 1...Pin 5 die Eingangs- und Referenzbeschaltung für bipolare Eingangsspannungen unter Verzicht auf eine Hardware-Justierung der Nullage. In der Tabelle EPP7804 Belegung am EP-Port ist die Zuordnung von Anschlußpins, Signalen und EPP-Registern gemäß der Schaltung zusammengefaßt.

Pin 25 (/CS) wird fest an Masse gelegt. Pin 23 (BYTE) liegt ebenfalls an Masse und bewirkt eine parallele Ausgabe des 12-Bit-Wandlungswertes an Pin 6...Pin 18.

Die Datenleitungen D0 bis D7 (Pin 10...18) sind mit den EPP-Leitungen AD1...AD8

Auswahl Verstärkung

A0	A1	Gain	Meßbereich
0	0	1	± 10 V
0	1	2	± 5 V
1	0	4	$\pm 2,5$ V
1	1	8	$\pm 1,25$ V

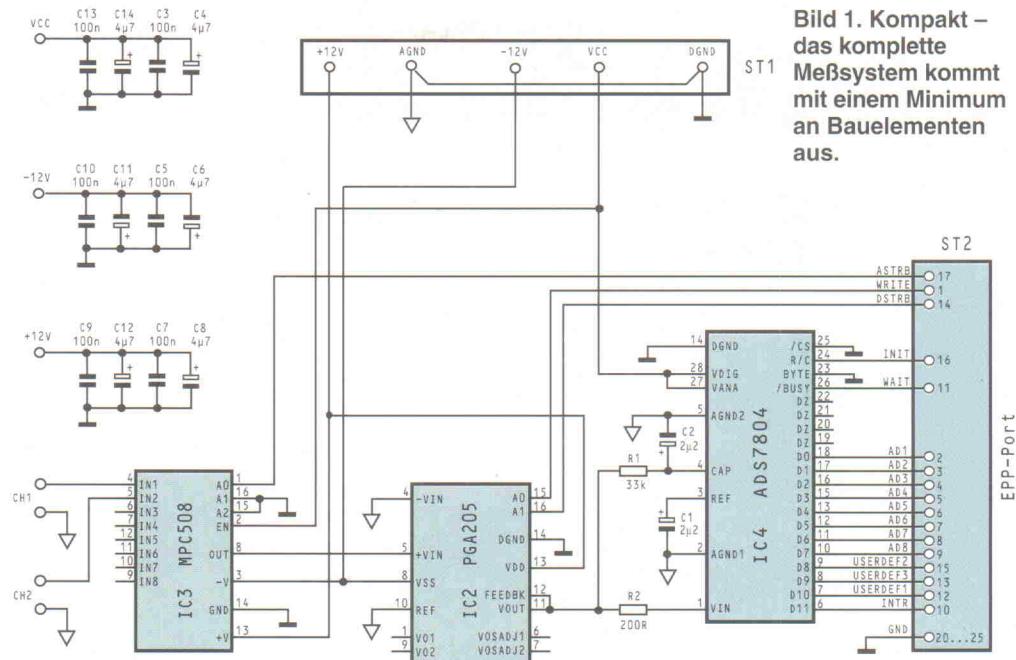
verbunden, das LSB des Wandlungswortes wird also aus dem Datenregister des EP-Ports ausgelesen. Die verbleibenden vier Bit an Pin 6... Pin 9 stellen das MSB des Wandlungswortes dar und liegen in Bit 3...Bit 6 des Statusregisters vor.

Eine Kontrolle des Wandler-Timings kann an der letzten freien Eingangsleitung des Status-Ports mit dem /BUSY-Signal erfolgen. An Pin 25 (/RC) wird mit Bit 2 des Control-Registers der Start einer A/D-Wandlung ausgeführt.

Als Vorverstärker findet ein programmierbarer Baustein des Typs PGA205, ebenfalls von Burr Brown, Verwendung. Vier Verstärkungen lassen sich hiermit mit den beiden Adreßleitungen A0 und A1 über Bit 0 und Bit 1 des Control-Registers unter Beachtung der Invertierung der Signale /Write und /DStrb am EP-Port einstellen.

Mit der letzten freien Ausgangsleitung des Control-Registers, Bit 3 (/AStrb), wird im hier abgebildeten Beispiel ein Analogmultiplexer MPC508 angesteuert. Das EPP7804-Interface verfügt somit über zwei analoge Eingänge.

Für die Ausnutzung der 100 kHz Abtastrate des eingesetzten ADS7804 reicht die Schaltgeschwindigkeit dieses Bausteins jedoch nicht aus, weil das Konzept der gezeigten Beispielschaltung ursprünglich nicht für schnelle Zweikanal-messungen vorgesehen ist. Bei Bedarf ist hier also ein schnellerer vergleichbarer Multiplexer-Baustein vorzusehen, weil



ansonsten das Signal am A/D-Umsetzer und somit das letzte Meßergebnis durch die langen Schalt- und Einstellzeiten des MPC508 erheblich verfälscht wird.

Ebenso würde sich auch die Spannungsversorgung des A/D-Interface vom PC aus störend bemerkbar machen. Für die Schaltung ist deshalb die Versorgung über ein externes Netzteil vorgesehen, das am Steckverbinder ST 1 neben +5 V (V_{CC}) auch +12 V und -12 V für den Multiplexer und den PGA liefern muß.

Zeitbestimmung

Der Start einer A/D-Wandlung wird am ADS7804 mit einer

fallenden Flanke am R/C-Eingang ausgelöst. Die Pins /CS und /R/C sind intern ODER-verknüpft, so daß /CS permanent an Masse gelegt werden kann. Nach 40 ns (t1) beginnt die Wandlung, und der /BUSY-Ausgang nimmt einen Low-Zustand ein, bis die Wandlung beendet ist (siehe Bild 2). R/C muß wieder auf High-Pegel geschaltet werden, bevor /BUSY high wird, anderenfalls wird eine neue Wandlung gestartet. Die Zeit zwischen zwei Wandlungen beträgt typisch 10 µs (t2).

Das Ergebnis der Wandlung (data) liegt 8 µs (t3) nach der fallenden Flanke am R/C-Eingang auf dem Datenbus an. In der Auslesesoftware müssen

Bild 1. Kompakt – das komplette Meßsystem kommt mit einem Minimum an Bauelementen aus.

daher vor dem ersten Zugriff Waitstates eingefügt werden. Eine besonders für sehr schnelle PCs interessante Eigenschaft des A/D-Wandlers ADS7804 ist die Möglichkeit, während der aktuellen Wandlung das gepufferte Ergebnis der vorigen Wandlung (prevd) auszulesen. Der Auslesevorgang muß dann bis maximal 7,4 µs (t4) nach R/C Low abgeschlossen sein.

Neben dem hier verwendeten Modus der parallelen 12-Bit-Datenausgabe bietet der ADS7804 auch einen 8-Bit-Modus, der jedoch zwei Buszugriffe erfordert und damit die Abtastrate senkt. Die Datenausgabe erfolgt im binären Zweierkomplement und wird

I/O-Signale an Centronics- und EP-Port

Register	Bit	Pin	Centronics-Port I/O	EP-Port I/O	EP-Port Bez.
Daten	0	2	Out	D0	Bi AD1
Daten	1	3	Out	D1	Bi AD2
Daten	2	4	Out	D2	Bi AD3
Daten	3	5	Out	D3	Bi AD4
Daten	4	6	Out	D4	Bi AD5
Daten	5	7	Out	D5	Bi AD6
Daten	6	8	Out	D6	Bi AD7
Daten	7	9	Out	D7	Bi AD8
Status	3	15	In	Error	In UserDef2
Status	4	13	In	Select	In UserDef3
Status	5	12	In	PE	In UserDef1
Status	6	10	In	/Ack	In /Intr
Status	7	11	In	/Busy	In /Wait
Control	0	1	Out	/Strobe	Out /Write
Control	1	14	Out	/AutoFdxt	Out /DStrb
Control	2	16	Out	Init	Out Init
Control	3	17	Out	/Slct In	Out /AStrb

EPP7804 Belegung am EP-Port

Register	Bit	Pin	EP-Port	EPP7804
Daten	0	2	AD1	LSB Bit 0
Daten	1	3	AD2	LSB Bit 1
Daten	2	4	AD3	LSB Bit 2
Daten	3	5	AD4	LSB Bit 3
Daten	4	6	AD5	LSB Bit 4
Daten	5	7	AD6	LSB Bit 5
Daten	6	8	AD7	LSB Bit 6
Daten	7	9	AD8	LSB Bit 7
Status	3	15	UserDef2	MSB Bit 0
Status	4	13	UserDef3	MSB Bit 1
Status	5	12	UserDef1	MSB Bit 2
Status	6	10	/Intr	MSB Bit 3
Status	7	11	/Wait	/BUSY (ADS7804)
Control	0	1	/Write	A0 (PGA205)
Control	1	14	/DStrb	A1 (PGA205)
Control	2	16	Init	R/C (ADS7804)
Control	3	17	/AStrb	A0 (MPC508)

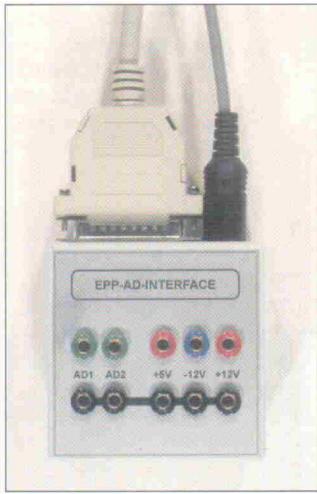


Bild 3. Ausführung – Aufbaubeispiel mit Parallelport- und Netzteilkontakt.

Software zu erhalten, wird hier auf komplexere Eigenschaften wie zweikanalige Meßwertaufnahmen, vollständige Schleifen zur Meßwertaufnahme oder Triggerfunktionen verzichtet.

Der Aufbau der Unit EPP7804 beginnt mit dem Interfaceteil, der die öffentlichen Deklarationen enthält. Im folgenden Implementationsteil werden zunächst Variablen für die Adressen der I/O-Register (Datenregister, Statusregister und Controlregister) des EP-Ports definiert.

Die Prozedur InitEPP ermittelt die Adressen der I/O-Register und wird im Ausführungsteil der Unit automatisch beim Zugriff auf die Unit ausgeführt. Ausgehend von der PC-Systemadresse 0040H, die einen Zeiger auf das Datenregister vom Druckerport LPT1 enthält, werden die Adressen von Status- und Controlregister bestimmt.

Der aktive Meßkanal und die Verstärkung sind Übergabeparameter der Prozedur InitEPP7804. Die Initialisierung des Interface beginnt mit der Einstellung der Verstärkung in Bit 0 und Bit 1 des Controlregisters. Anschließend wird der R/C-Eingang des A/D-Wandlers auf den Anfangszustand High gelegt und Kanal 1 voreingestellt.

Um das Datenregister des EP-Ports als Eingangs- oder Ausgangsregister betreiben zu können, ist Bit 5 des Controlregisters als Richtungs-Bit vorgesehen. Die Datenleitungen des EP-Ports sind mit Bit 5 im High-Zustand als Eingang geschaltet.

Im Anschluß an die Initialisierung wird der A/D-Wandler

mit der Funktion AD7804 ausgelesen. Die Steuerung des Umsetzers beginnt mit der Erzeugung einer fallenden und einer steigenden Flanke am R/C-Eingang. Eine von der Rechnerleistung abhängige Waitstate-Schleife verhindert ein verfrühtes Auslesen des Wandlers.

Etwa 8 µs nach Beginn der Wandlung liegt das gültige Er-

gebnis in einer Breite von 12 Bit auf dem Datenbus des Wandlers an. Für die Übertragung an den PC wird das 12-Bit-Wort in ein 8-Bit-LSB und ein 4-Bit-MSB aufgeteilt. Zunächst wird das MSB vom Statusregister des Druckerports in das AL-Register des PC eingelesen und die Bit-Plazierung durch dreimaliges Rechtsschieben korrigiert. Das obere Nibble des MSB wird danach

```

unit EPP7804;
interface
procedure InitEPP7804(channel,gain:byte);
function AD7804:word;
implementation
var
  EPP_D : integer;
  EPP_S : integer;
  EPP_C : integer;
procedure InitEPP; assembler;
asm
  mov ax,0040H      {Segmentadresse Druckerport}
  mov es,ax          {Segment in Extrasegment}
  mov dx,es:[08H]    {Adresse EPP1 indirekt laden}
  mov EPP_D,dx      {Adresse EPP1 Datenregister}
  add dx,1
  mov EPP_S,dx      {Adresse EPP1 Statusregister}
  add dx,1
  mov EPP_C,dx      {Adresse EPP1 Controlregister}
end;

procedure InitEPP7804(channel,gain:byte); assembler;
asm
  mov dx,EPP_C      {Adresse Controlregister}
  mov al,gain        {Verstärkung in Bit 0/1}
  or al,00000100b   {R/C high, EPP bidir, Kanal 1}
  cmp channel,1     {Messung auf Kanal1}
  jz @init
  or al,00000100b   {Kanal 2 schalten}
  @init: out dx,al
end;

function AD7804:word; assembler;
asm
  mov dx,EPP_C      {Adresse Controlregister}
  in al,dx          {Port auslesen}
  and al,11111011b  {R/C low}
  out dx,al          {Wandlung starten}
  or al,00000100b   {R/C high}
  out dx,al          {Parallele Ausgabe starten}

  mov bl,045H        {Waitstate etwa 6-7 µs}
  @wait: dec bl      {Schleife rechnerabhängig!}
  jnz @wait

  mov dx,EPP_S      {Adresse Statusregister}
  in al,dx          {MSB auslesen}
  shr al,3           {Bits schieben}
  and al,00001111b  {Oberes Nibble löschen}
  mov ah,al          {MSB in MSB kopieren}
  mov dx,EPP_D      {Adresse Datenregister}
  in al,dx          {LSB auslesen}
  xor ax,0800H       {Kein Zweierkomplement}
  mov dx,EPP_S      {Adresse Statusregister}
  mov cx,ax          {Ergebnis zwischenspeichern}
  @busy: in al,dx   {Statusregister lesen}
  and al,10000000b  {Maske für Bit 7}
  cmp al,10000000b  {Bit 7 -BUSY prüfen}
  jz @busy          {warten auf Wandlungsende}

  mov ax,cx          {Ergebnis an Funktion}
end;

InitEPP;           {EPP-Schnittstelle initialisieren}
end.

```

mit der Auslesesoftware in das dezimale Format transformiert.

Die Steuerungs- und Auslesesoftware für das EPP7804-Interface ist in einer unter Turbo Pascal 7.0 entwickelten Unit EPP7804 zusammengefaßt. Diese enthält die elementaren Basisfunktionen A/D-Wandlung, Einstellung der Verstärkung und Auswahl des Eingangs-Kanals.

Basisprogramm

Der Sourcecode zur Unit, von dem wesentliche Auszüge in Listing 1 wiedergegeben sind, ist begleitend zu diesem Artikel aus der *ELRAD-Mailbox* sowie über das Internet im World Wide Web zu beziehen (Telefon Mailbox: 05 11/53 52-401, WWW: <http://www.heise.de/el>). Dasselbe gilt für weitere Programmbeispiele inklusive einer exemplarischen Erfassungsapplikation unter MSDOS sowie für die Layout-Daten und die Stückliste zur gezeigten Schaltung.

Im Kopf der Unit befindet sich eine Prozedur InitEPP7804 für die Initialisierung des Interface und eine Funktion AD7804 für die Bereitstellung der Ergebnisse der A/D-Wandlung. Um die Übersichtlichkeit der AD7804-

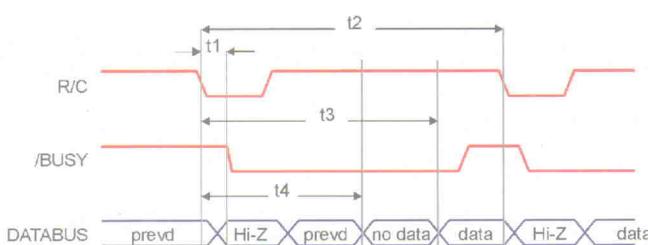


Bild 2. Ablauf – das Timing bei der Ansteuerung des Interface.

Listing 1. Ansprache – Pascal-Funktionen für Kanalwahl, Verstärkungseinstellung und Meßwertaufnahme.

Multiplexer MPC508

A0	A1	A2	AD-Kanal
0	0	0	1
1	0	0	2

gelöscht und eine Vertauschung von AL- und AH-Register vorgenommen. Anschließend wird das LSB aus dem Datenregister in das AL-Register gelesen und das Zweierkomplement-Format des Wandlungsergebnisses durch einen XOR-Befehl aufgehoben.

Sollte der Auslesevorgang bei sehr schnellen PCs weniger als 10 µs gedauert haben, muß vor Beginn der nächsten Wandlung auf die steigende Flanke des /BUSY-Signals in Bit 7 des Statusregisters gewartet werden, anderenfalls können die entsprechenden Zeilen aus dem Quellcode entfernt werden.

Eine Turbo-Pascal-Funktion liest vor dem Abschluß der Funktion AD7804 noch das Funktionsergebnis aus dem AX-Register, so daß der Wandlungswert für eine Weiterverarbeitung zur Verfügung steht.

Fazit

Unintelligente Interface-Systeme, die vom PC aus gesteuert werden und Daten online übertragen, benötigen leistungsfähige Schnittstellen, um hohe Abtastraten zu erzielen. Die IEEE-1284-Schnittstelle stellt mit einer Busbreite von 13 Bit im EPP-Modus im Vergleich zu anderen Standardschnittstellen eine wesentliche Verbesserung dar. Die erforderliche Programmierung beschränkt sich auf einfache Portzugriffe und stellt damit geringere Anforderungen als

beispielsweise ein PC-Card-Interface (PCMCIA-Schnittstelle). Dadurch ist die Entwicklung von Minimalsystemen für den EP-Port relativ einfach durchführbar.

Interface-Konzepte an der IEEE-1284 Schnittstelle, wie das hier vorgestellte EPP-7804-Minimalsystem, werden am Institut für Experimentalphysik der Universität Kiel im Rahmen eines zweiwöchigen Fortgeschrittenen-Praktikums als Lehrinhalt eingesetzt und von den Studenten selbst entwickelt und programmiert. kle

Wissen zum Abruf



69,00 DM



69,00 DM



69,00 DM



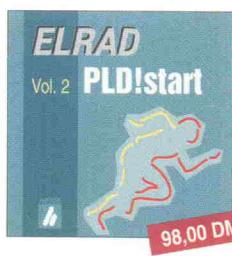
69,00 DM



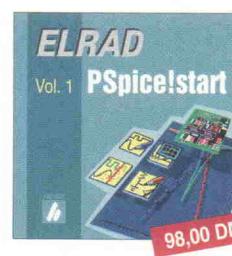
69,00 DM



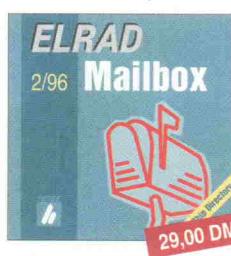
69,00 DM



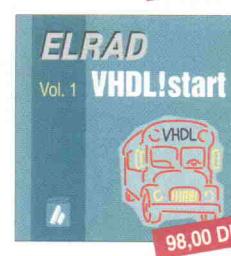
98,00 DM



98,00 DM



29,00 DM



98,00 DM



69,00 DM



69,00 DM

Tip

iX-PRESSED Archiv '94-'96.
3 CD-ROMs für nur 147,- DM.

c't-ROMArchiv '90-'96
5 CD-ROMs für nur 235,- DM

Bestellcoupon CD-Shop

Telefon: 0511/ 53 72 95; Fax: 0511/ 53 52 147; EMail: emedia@imedia.de; Internet: <http://www.emedia.de/>

Senden Sie mir bitte

- | | |
|--|-----------|
| <input type="checkbox"/> c't-ROM-Archiv 90-96 | 235,- DM |
| <input type="checkbox"/> c't-ROM _____ | 69,- DM* |
| <input type="checkbox"/> 2 c't-ROM's _____ + _____ | 98,- DM* |
| <input type="checkbox"/> 3 c't-ROM's _____ + _____ + _____ | 147,- DM* |
| <input type="checkbox"/> 4 c't-ROM's _____ + _____ + _____ + _____ | 196,- DM* |
| <input type="checkbox"/> c't-Mailbox (aktuelle Ausgabe) | 29,- DM |
| <input type="checkbox"/> c't-Mailbox Jahresabo (4 Ausgaben)
inklusive Porto u. Verpackung | 76,- DM |
| <input type="checkbox"/> iX-PRESSED-Archiv '94-'96 | 147,- DM |
| <input type="checkbox"/> iX-PRESSED _____ | 69,- DM* |
| <input type="checkbox"/> ELRAD-Mailbox | 29,- DM |
| <input type="checkbox"/> ELRAD-PSpice!start | 98,- DM |
| <input type="checkbox"/> ELRAD-PLD!start, Volume 2 | 98,- DM |
| <input type="checkbox"/> ELRAD-VHDL!start | 98,- DM |
| <input type="checkbox"/> ELRAD-VHDL!start ** | 68,- DM |

*bitte Jahrgang eintragen, **Stud.-Erm. mit Nachweis
Preise zzgl. 6,- DM für Porto und Verpackung.

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 30625 Hannover

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

Datum

Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Name/Vorname

Firma

Straße/Postfach

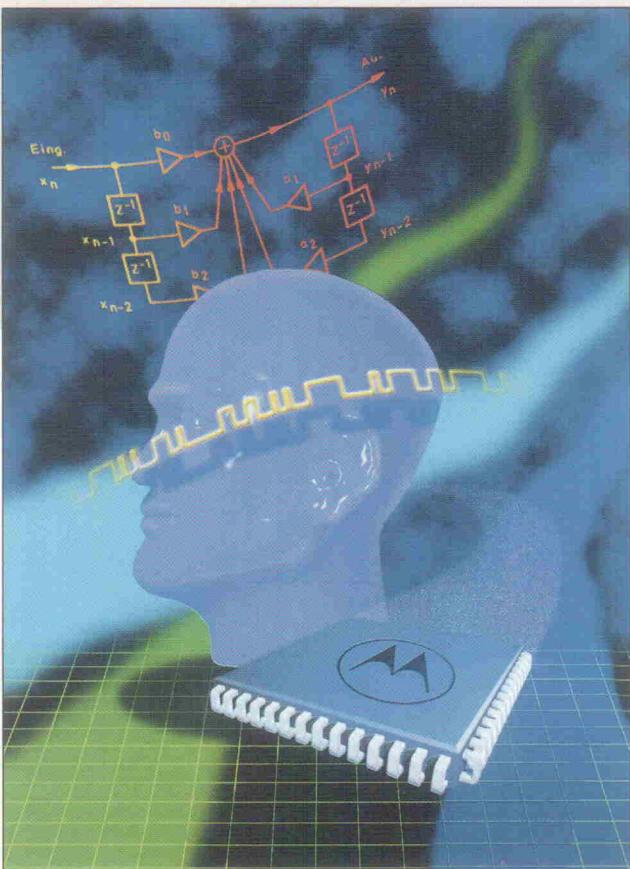
PLZ/Ort

Signal Processing

Digitale Signalverarbeitung, Teil 14: Fast Fourier Transformation

Dipl.-Ing. Holger Strauss

Die DFT (Diskrete Fourier Transformation) transformiert Signale zwischen dem Zeit- und Frequenzbereich. Mit der FFT (Fast Fourier Transformation) steht ein Algorithmus zur Verfügung, der die DFT mit besonders geringem Aufwand berechnet. Voraussetzung für das Verständnis sind die in Teil 7 (ELRAD 6/96) vorgestellten Grundlagen der komplexen Zahlen.



Bereits bei der Darstellung des Abtasttheorems in der ersten Folge wurde qualitativ auf den Zusammenhang zwischen Signalen im Zeit- und im Frequenzbereich eingegangen. Im weiteren Verlauf der Signal-Processing-Reihe wurde schließlich gezeigt, mit welcher Formel der Frequenzgang eines Systems aus der Impulsantwort berechnet werden kann. Den Abschluß soll nun ein Algorithmus bilden, mit dem die Frequenzdarstellung eines beliebigen Signals direkt auf dem DSP berechnet werden kann.

Aus Teil 8 ist bekannt, daß man den Frequenzgang $X(\omega)$ eines Systems durch Fourier-Transformation der Impulsantwort mit der Formel (1) im Formelkasten auf der nächsten

Seite erhält, wobei $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz, T die Abtastperiode und N die Länge des endlichen Signals $x[k]$ darstellt. Die Formel läßt sich theoretisch für beliebige Frequenzen numerisch auswerten. In der Praxis steht jedoch nur endlich viel Rechenzeit zur Verfügung, so daß man sich auf eine endliche Anzahl von Frequenzen beschränken muß. Wenn man bedenkt, daß das Eingangssignal durch N Abtastwerte vollständig beschrieben ist, so liegt die Vermutung nahe, daß man das Signal im Frequenzbereich ebenso durch N Abtastwerte vollständig beschreiben kann. Wählt man die Abstände auf der Frequenzachse äquidistant, so ist dies in der Tat der Fall. Die Werte der Fourier-Transformation zwischen den berechneten Fre-

quenzen lassen sich durch Interpolation aus den vorliegenden Werten *exakt* bestimmen (Abtasttheorem im Frequenzbereich, siehe Folge 8), prinzipiell genauso, wie dies im Zeitbereich für Zwischenwerte des abgetasteten Signals möglich ist. Das Spektrum ist aufgrund der Abtastung periodisch mit der Abtastfrequenz. Die äquidistanten N Frequenzen berechnen sich nach (2), wobei $f_A = 1/T$ die Abtastfrequenz bezeichnet. Setzt man diese Frequenzen in Formel (1) ein, so erhält man (3). Diese Formel heißt *Diskrete Fourier-Transformation (DFT)*, weil die Fourier-Transformation nur für einige genau bestimmte (diskrete) Frequenzen berechnet wird. Betrachtet man die DFT als 'Black Box', so transformiert diese N Eingangssamples $x[0], \dots, x[N-1]$ zu N (meist komplexen) Ausgangswerten $X[0], \dots, X[N-1]$ (Bild 1).

Die Transformation vom Zeit- in den Frequenzbereich durch Formel (3) läßt sich auch anschaulich deuten. Zunächst betrachten wir die komplexe Exponentialfunktion im rechten Teil der Formel. Diese muß entsprechend der Rechenvorschrift bei fest vorgegebenen Parametern i und N für unterschiedliche Werte des Summationsindex k berechnet werden und hängt nicht vom Signal $x[k]$ ab. Bekanntlich liefert die komplexe Exponentialfunktion jeweils einen Zeiger in der komplexen Zahlen-ebene zurück, dessen Länge immer gleich Eins und dessen Argument (Drehwinkel) gleich dem Argument der komplexen Exponentialfunktion ist. Für den Fall $N = 8$ zeigt Bild 2 die Lage der Zeiger für alle sinnvollen Kombinationen von i und k . Zu einer festen Frequenz (entsprechend einem konstanten i) gehört jeweils eine Zeile des Diagramms. Innerhalb jeder Zeile dreht sich der Zeiger von Bild zu Bild um einen konstanten Winkel weiter. Für $N = 8$ beträgt der Drehwinkel in Zeile $i = 1$ von Bild zu Bild $i \cdot 45$ Grad. Aufgrund des negativen Vorzeichens im Argument der komplexen Exponentialfunktion bezieht sich dieser Winkel auf eine mathematisch negative Drehrichtung, also in Richtung des Uhrzeigersinns. Stellt man auch die Abtastwerte des Signals $x[k]$ durch Zeiger dar,

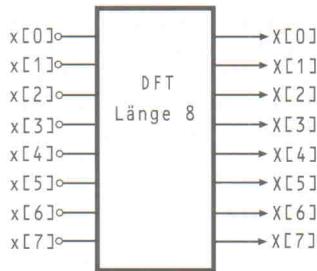


Bild 1. Diskrete Fourier-Transformation (DFT) der Länge 8 als Black-Box.

so bewirkt die Multiplikation mit der komplexen Exponentialfunktion eine Drehung dieser Zeiger. Daher werden die Multiplikationsfaktoren für das Signal in der DFT auch als *Drehfaktoren* bezeichnet. Betrachtet man jetzt nochmals Formel (3), so erkennt man, daß für die Berechnung eines konkreten $X[i]$ jeweils alle Drehfaktoren von Zeile i aus Bild 2 benötigt werden. Diese werden jeweils mit aufeinanderfolgenden Abtastwerten $x[k]$ multipliziert bzw. gewichtet, was grafisch einer Streckung des zugehörigen Zeigers um den Faktor $x[k]$ entspricht. Alle so in ihrer Länge veränderten Zeiger einer Zeile werden nun aufaddiert, also grafisch aneinandergehängt und ergeben als Resultat den komplexen Zeiger $X[i]$. Die Länge dieses Zeigers stellt ein Maß für die Stärke der im Signal $x[k]$ vorhandenen Frequenzkomponenten in der Nähe der zu i gehörenden Frequenz dar. Folgende zwei Beispiele verdeutlichen diese Aussage:

Zunächst sei ein Signal $x[k]$ angenommen, das für alle k konstant gleich Eins ist (Bild 3a). Das Signal hat also ausschließlich einen DC-Anteil, der einer Frequenz von Null entspricht. Versucht man nun, das Signal mit Hilfe der diskreten Fourier-Transformation auszuwerten, so muß man jeweils alle Zeiger einer Zeile unverändert (mit dem Faktor 1 skaliert) aneinanderhängen. Für die zu $i = 0$ gehörige Frequenz erhält man einen Zeiger der Länge 8 (Bild 3b). Dagegen endet man mit der Zeigerspritze für $i = 1$ wieder genau im Ursprung (Bild 3c). Das Resultat ist also ein Zeiger der Länge 0, das heißt, die zu $i = 1$ gehörende Frequenzkomponente ist im Eingangssignal nicht enthalten. Gleichermaßen gilt für $i = 2, 3$, usw. Als weiteres

Beispiel soll ein Eingangssignal mit einem Achtel der Abtastfrequenz betrachtet werden (Bild 4a). Die unterschiedlichen Abtastwerte dieses Signals führen dazu, daß die Zeiger in ihrer Länge bei der Summation unterschiedlich skaliert werden müssen. Bei negativen Abtastwerten ist zudem die Richtung des Zeigers umzudrehen. Bild 4b zeigt die grafische Summation der Zeiger für $i = 0$. Der Summenzeiger liegt direkt im Ursprung, was anzeigt, daß das Eingangssignal keinen Gleichanteil enthält. Für $i = 1$ führt die Summation schließlich zu einem Zeiger, der in der Entfernung 4 vom Ursprung liegt (Bild 4c). In der DFT findet man also die Signalfrequenz deutlich wieder (Bild 4d). Weiterhin fällt auf, daß man auch für $i = 7$ einen ebenso großen Signalanteil im Spektrum findet. Dies ist kein Fehler, sondern eine direkte Folge des Abtasttheorems. Hier zeigt sich die in der ersten Folge beschriebene Symmetrie des Spektrums eines reellen Signals. Der Leser wird sich bei Betrachtung der Ergebnisse sicherlich fragen, welches Ergebnis man erhält, wenn die Signalfrequenz irgendwo zwischen den Frequenzen liegt, an denen man die DFT auswertet. Aufgrund des sogenannten *Picket-Fence-Effektes* teilt sich in diesem Fall die eigentliche Spektrallinie auf mehrere Linien auf, insbesondere auf die in der unmittelbaren Nähe liegenden Frequenzen, die bei der DFT ausgewertet werden.

Von der DFT zur FFT

Möchte man die DFT auf einem DSP implementieren, so ist dies prinzipiell ohne großen Programmieraufwand durch direkte Umsetzung von Formel (3) möglich. Allerdings ist der Rechenaufwand bei einer direkten Umsetzung nicht unerheblich. Zunächst einmal sind für jeden zu berechnenden Summanden zwei reelle Multiplikationen notwendig (die Multiplikation eines reellen Abtastwertes mit dem Ergebnis der komplexen Exponentialfunktion erfordert je eine Multiplikation mit dem Real- und dem Imaginärteil). Für jede Frequenz müssen insgesamt N dieser Summanden berechnet werden. Beachtet man schließ-

$$X(\omega) = \sum_{k=0}^{N-1} x[k] e^{-j\omega T k} \quad (1)$$

$$\omega_i = 2\pi \cdot f_i = 2\pi \cdot f_A \frac{i}{N} \text{ mit } i = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (2)$$

$$X[i] = X(\omega_i) = \sum_{k=0}^{N-1} x[k] e^{-j2\pi \frac{i}{N} k} \quad (3)$$

$$X[i] = \underbrace{\sum_{k=0}^{N-1} x[k] e^{-j2\pi \frac{i}{N} k}}_{k \text{ gerade}} + \underbrace{\sum_{k=0}^{N-1} x[k] e^{-j2\pi \frac{i}{N} k}}_{k \text{ ungerade}} \quad (4)$$

$$X[i] = \sum_{k=0}^{N/2-1} x[2k] e^{-j2\pi \frac{i}{N} 2k} + \sum_{k=0}^{N/2-1} x[2k+1] e^{-j2\pi \frac{i}{N} (2k+1)} \quad (5)$$

$$X[i] = \sum_{k=0}^{M-1} x_1[k] e^{-j2\pi \frac{i}{M} k} + e^{-j2\pi \frac{i}{N}} \sum_{k=0}^{M-1} x_2[k] e^{-j2\pi \frac{i}{M} k} \quad (6)$$

lich, daß die DFT für N unterschiedliche Frequenzen ausgewertet werden muß, so erhält man schließlich als Gesamtzahl der benötigten Multiplikationen $2 \cdot N^2$. Da oft der Wunsch besteht, die DFT eines langen Eingangssignals zu bestimmen, um eine hohe Frequenzauflösung zu erhalten, kann N relativ große Werte annehmen. Für $N = 1024$, ein in der Praxis durchaus gängiger Wert, sind zur Berechnung der DFT insgesamt $2 \cdot 1024^2 =$

2 097 152 Multiplikationen notwendig. Geht man von einer Abtastfrequenz von 48 kHz aus, also 48 000 neue Abtastwerte pro Sekunde, und nimmt man weiterhin an, daß die DFT in Echtzeit berechnet werden soll, so würde man hierzu fast 100 Millionen Multiplikationen pro Sekunde benötigen. Der DSP56002 ist hiermit deutlich überfordert.

Der hohe für die DFT benötigte Rechenaufwand wurde

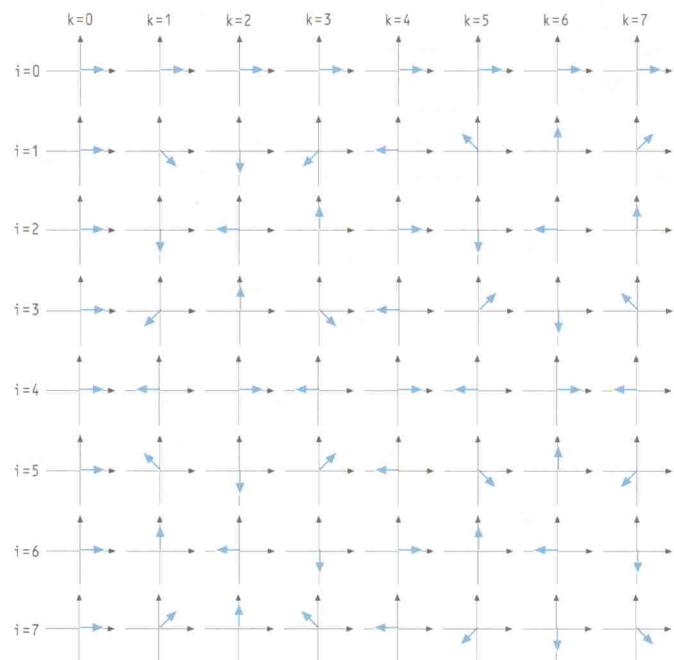


Bild 2. Zeigerdarstellung der komplexen Exponentialfunktion $e^{-j2\pi(i/n)k}$ mit $N=8$ für alle sinnvollen Kombinationen der Parameter i und k .

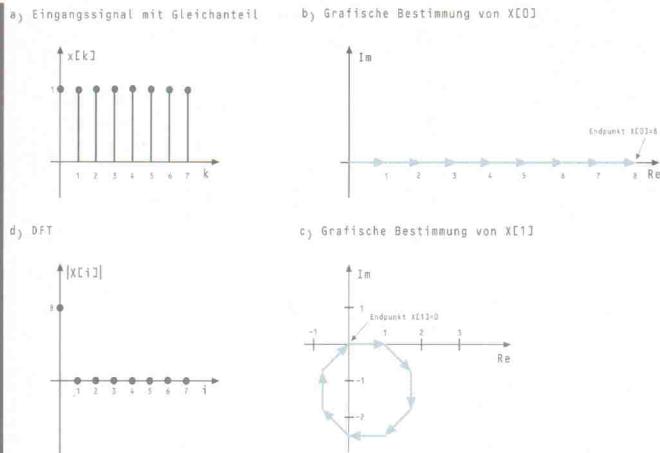


Bild 3. Beispiel für die Berechnung der diskreten Fourier-Transformation.

schon früh erkannt, und Wissenschaftler haben nach Möglichkeiten gesucht, die DFT sehr effizient zu berechnen. Der mit Abstand wichtigste Algorithmus ist die *schnelle Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform, FFT)*. Zusammenhänge, die an die FFT erinnern, wurden bereits um 1805 von Gauß gefunden. Der Algorithmus, so wie wir ihn heute kennen, wurde dagegen erst 1965 von Cooley und Tukey entdeckt. Er stellt einen Meilenstein der digitalen Signalverarbeitung dar, weil erst hierdurch viele Algorithmen in Echtzeit ausführbar wurden. Es ist zu beachten, daß die im folgenden vorgestellte FFT keine Näherung für die DFT darstellt, sondern *exakt* die glei-

chen Ergebnisse liefert. Aus Gründen der Einfachheit beschränken wir uns hier auf FFTs mit Längen, die als Potenz von 2 geschrieben werden können, also z. B. 64, 128, 256, usw. Prinzipiell sind auch FFTs mit anderen Längen möglich, allerdings basieren diese nicht mehr ausschließlich auf dem hier dargestellten *Radix-2-Algorithmus*. Der Trick bei der FFT besteht darin, Redundanzen bei der Berechnung der DFT zu vermeiden, indem alle notwendigen Multiplikationen mit jedem Drehfaktor nur *einmal* berechnet werden. Einige der angesprochenen Redundanzen lassen sich bereits in Bild 2 erkennen. Beispielsweise erkennt man in der Spalte zu $k = 4$, daß

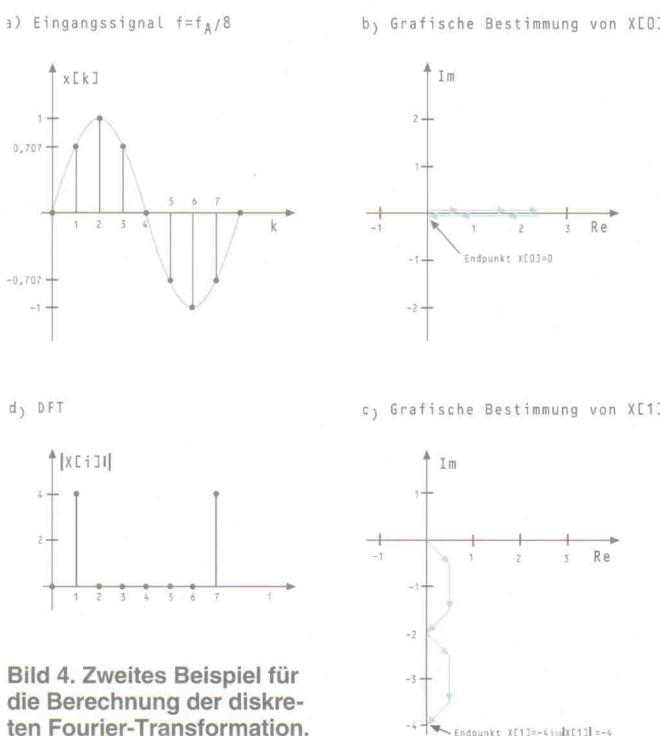


Bild 4. Zweites Beispiel für die Berechnung der diskreten Fourier-Transformation.

der Abtastwert $x[4]$ in jeder zweiten Zeile mit dem gleichen Drehziger multipliziert werden muß. Diese Multiplikation muß daher nicht bei jedem Schritt neu durchgeführt werden. Das genaue Vorgehen bei der FFT soll anhand von Formel (3) gezeigt werden:

Der erste Schritt besteht darin, die Summe in zwei Teilsummen zu zerlegen, wobei in der ersten Teilsumme nur die Terme für gerade k und in der zweiten Summe nur die Terme für ungerade k stehen (4). Dies läßt sich auch nach Formel (5) schreiben:

Bei der zweiten Summe kann man nun den stets gleichen Faktor $e^{(2\pi i/N)}$ vor die Summe schreiben. Ersetzt man schließlich noch $N/2$ durch M , $x[2k]$ durch $x_1[k]$ und $x[2k+1]$ durch $x_2[k]$, so erhält man schließlich Formel (6).

Vergleicht man nun jede dieser zwei Summen wieder mit der ursprünglichen DFT (3), so erkennt man, daß diese von der Struktur her identisch sind. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die Länge der DFTs nur noch halb so lang ist. Durch die Aufteilung in gerade und ungerade Terme wurde die DFT der Länge N also in zwei DFTs mit halber Länge zerlegt. Was hat man dadurch gewonnen? Man erkennt die Vorteile, wenn man die Anzahl der notwendigen Multiplikationen betrachtet. Oben haben wir bereits gesehen, daß man für eine DFT der Länge $N = 1024$ insgesamt 2 097 152 Multiplikationen benötigt. Der Aufwand für eine DFT der Länge $N/2 = 512$ beträgt aber nur $2 \cdot (N/2)^2 = 524\,288$ Multiplikationen, also bei zwei DFTs halber Länge insgesamt $2 \cdot 524\,288 = 1\,048\,576$ Multiplikationen, was nur noch die Hälfte der ursprünglich benötigten Anzahl entspricht. Nicht verschwiegen werden soll an dieser Stelle, daß für die zweite Summe noch die Multiplikation mit dem ausgeklammerten Drehfaktor notwendig ist. Da es sich hierbei um eine komplexe Multiplikation handelt, sind hierfür vier reelle Multiplikationen notwendig, die insgesamt N mal (für alle möglichen i) berechnet werden müssen, was insgesamt $1024 \cdot 4 = 4096$ zusätzliche Multiplikationen ergibt. Diese kann man also gegenüber den anderen Multiplikationen beinahe vernachlässigen. Bild 5

zeigt grafisch die Aufspaltung der DFT in zwei Teile.

Bei einer Reduktion des Rechenaufwandes auf die Hälfte von einer enormen Ersparnis zu reden, wäre sicherlich übertrieben, denn mit einer neuen Prozessorgeneration erreicht man ebenso einfach die Verdoppelung der Rechenleistung. Die einfache Halbierung ist jedoch bei weitem nicht alles! Die Zerlegung läßt sich nämlich rekursiv anwenden: Wenn sich eine DFT der Länge 1024 nahezu unter Halbierung der benötigten Rechenzeit auf zwei DFTs der Länge 512 reduzieren läßt, dann läßt sich weiterhin auf genau die gleiche Weise jede dieser DFTs der Länge 512 in zwei DFTs der Länge 256 aufspalten, mit dem gleichen Ergebnis bezüglich des benötigten Rechenaufwandes. Jetzt erkennt man auch den Grund dafür, daß für diesen Algorithmus nur DFTs über Signallängen mit einer Potenz von 2 in Frage kommen. Nur in diesen Fällen läßt sich nämlich die Halbierung immer weiter fortsetzen, bis man schließlich nur noch DFTs der Länge 2 erhält (eine DFT der Länge 1 macht keinen Sinn mehr). Berechnet man die Anzahl der hierbei notwendigen Multiplikationen für eine FFT der Länge 1024, so erhält man insgesamt 36 864, wobei durch Ausnutzung einiger Spezialfälle sogar noch ein paar weitere eingespart werden könnten. Im Vergleich zur FFT würde die direkte Berechnung der DFT über 1024 Abtastwerte also fast einen um den Faktor 57 höheren Rechenaufwand bedeuten! Der Gewinn der FFT wird dabei noch um so größer, je länger das zu transformierende Signal ist. Bei einer DFT der Länge 4096 unterscheidet sich die Anzahl der benötigten Multiplikationen zwischen DFT und FFT bereits um den Faktor 186.

Schmetterlingskunde

Bild 6 zeigt das Blockschaltbild, das sich durch schrittweise Zerlegung für eine FFT der Länge 8 ergibt. Wenn man die Berechnung von 'links' nach 'rechts' durchführt, erhält man die Ergebnisse im gleichen Speicherbereich, in den man die Eingangsdaten geschrieben

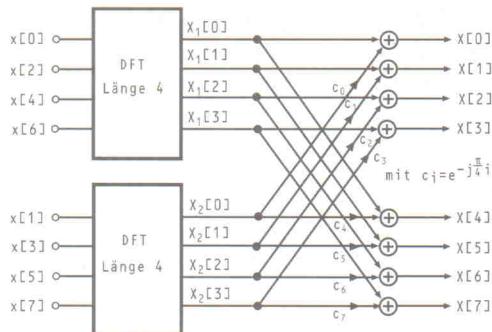


Bild 5.
Rück-
führung
einer DTF
auf zwei
DTFs
mit halber
Länge.

hat, das heißt, es handelt sich um eine sogenannte *In-Place*-Berechnung.

Im Blockschaltbild kehrt eine Struktur in verschiedenen Mutationen immer wieder, die vom Aussehen an einen *Schmetterling* (butterfly) erinnert (Bild 7). Der Butterfly hat zwei Ein- und Ausgänge, wobei die hier anliegenden Signalwerte komplex sind. Geht man von reellen Eingangsdaten aus, so bilden die 1. Stufe der FFT, bei der sowohl Ein- als auch Ausgangsdaten reell sind und die 2. Stufe, bei der zumindest noch die Eingangsdaten reell sind, eine Ausnahme. Für den allgemeinen komplexen Fall ist in Bild 7 die Berechnung der Ausgangswerte dargestellt. Die beiden Eingangswerte sind mit x bzw. y bezeichnet und jeweils in Real- und Imaginärteil zerlegt. Für die Ausgangswerte werden die Bezeichnungen x' und y' verwendet. Man erkennt anhand der Formeln, daß insgesamt vier Multiplikationen, sechs Additionen (Subtraktionen) und zwei Verdopplungen zur Berechnung eines Butterflies notwendig sind. Die Sinus- und Kosinuswerte können bereits im voraus berechnet und in einer Tabelle abgelegt werden, so daß diese für die eigentliche FFT keinen zusätzlichen Rechenaufwand darstellen.

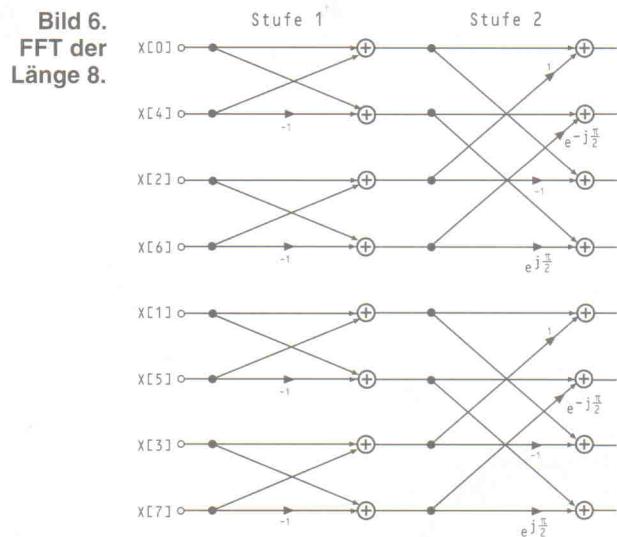
FFT in der Praxis

Die Implementierung einer FFT auf dem DSP56002 zeigt Listing 1. Es handelt sich hierbei um einen Spektrumanalysator der einfachsten Art. Vom Eingang werden jeweils 64 Abtastwerte gelesen, eine FFT davon berechnet und dessen Betrag logarithmisch wieder ausgegeben. Der Anschluß von Lautsprechern oder Kopfhörern an den Ausgang des EVM

ist hier nicht anzuraten, wenn man außergewöhnliche Belastungen für die Schallwandler vermeiden möchte. Statt dessen sollten Sie den Ausgang des EVM mit einem Oszilloskop beobachten. Bevor die FFT-Ergebnisse ausgegeben werden, schreibt das Programm jeweils einen Synchronisationsimpuls, auf den man das Oszilloskop triggern kann. An Ausgang zwei wird ausschließlich der Impuls ausgegeben, was die Triggerung noch weiter vereinfacht. Es ist empfehlenswert, die Signale mit dem Oszilloskop im DC-Betrieb direkt an den Anschlüssen 32 und 33 des Codex abzugreifen, um den störenden Einfluß der nachfolgenden Hochpässe auszuschalten. Das Programm gliedert sich in drei Teile, nämlich dem Einlesen der Daten, der Berechnung der FFT und der Ausgabe einschließlich Logarithmierung. Aus Gründen der Einfachheit laufen diese Programmteile sequentiell ab, so daß die Eingangsdaten während der FFT-Berechnung und während der Ausgabe ignoriert werden. Die Interrupt-Fähigkeiten des DSP56002 würden natürlich auch eine Parallelisierung dieser Programmteile ermöglichen, wodurch das Listing jedoch länger und schwerer verständlich geworden wäre.

Bereits beim Einlesen ist eine Besonderheit zu beachten. Betrachtet man die Reihenfolge der Eingangsdaten in Bild 6 (0, 4, 2, 6, 1, 5, 3, 7), so erscheint diese auf den ersten Blick als vollkommen unre-

Bild 7.
FFT-Schmetterling (Butterfly).



gelmäßig. Schreibt man diese Zahlen jedoch binär auf (000, 100, 010, 110, 001, 101, 011, 111) und verdreht anschließend die Reihenfolge der Bits jeder Zahl, so erhält man schließlich 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111, also dezimal 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Die Eingangswerte müssen bei der hier gezeigten Art der DFT unbedingt in dieser sogenannten *bitverkehrten Reihenfolge* (*bit reversed order*) gespeichert werden. Um von einem Index zum nächsten zu gelangen, muß man folglich die Reihenfolge aller Bits umdrehen, 1 hinzuaddieren und schließlich die Drehung wieder rückgängig machen. Dies entspricht einer herkömmlichen Addition, bei der das Übertragsbit (Carry) nicht vom LSB zum MSB (von rechts nach links) wandert, sondern in umgekehrter Richtung. Man spricht daher auch von einer *Reverse-Carry-Arithmetik*, die beim DSP56002 glücklicherweise schon 'in Hardware gegossen' wurde, wodurch dem Programmierer viel Arbeit und dem Prozessor zahlreiche unnötige Taktzyklen erspart bleibt. Man muß dem DSP nur mitteilen, in welchen Fällen er die Reverse-Carry-Arithmetik anwenden soll. Dies geschieht über die Modifier-Register, über die man bekanntermaßen auch die Modulo-Addressierung aus-

wählen kann. Schreibt man Null in ein Modifier-Register, so wird für das zugehörige Adressregister bei jeder Adressoperation automatisch die Reverse-Carry-Arithmetik verwendet, ohne daß zusätzliche Rechenzeit hierfür beansprucht wird. Im übrigen läßt sich auch ein In-Place FFT Algorithmus realisieren, bei dem die Eingangsdaten wie gewohnt in aufsteigender Reihenfolge abgelegt werden können. In diesem Fall erhält man dafür aber die Ausgangsdaten in bitverkehrter Reihenfolge, so daß man dies beim Auslesen entsprechend berücksichtigen müßte. Im Beispielprogramm werden die Eingangsdaten in der X-Speicher geschrieben, der zur Speicherung des Realteils verwendet wird, und der für den Imaginärteil zuständige Y-Speicher wird gelöscht.

Im Mittelteil des Programms findet die eigentliche Berechnung der FFT statt. Aufgrund zahlreicher Zeigeroperationen ist dieser Teil auf den ersten Blick nicht ganz leicht zu durchschauen. Es ist daher empfehlenswert, sich zunächst einen globalen Überblick zu verschaffen und danach die Details zu betrachten. Der FFT-Algorithmus besteht hier aus drei ineinander verschachtelten Schleifen. Wie in Bild 6 zu erkennen ist, setzt sich eine FFT aus mehreren *Stufen (passes)* zusammen, die nacheinander ausgeführt werden können. Die äußerste Schleife im DSP-Programm zählt diese Stufen. Allgemein benötigt man für eine FFT der Länge N insgesamt $\log_2(N)$ Stufen, für jede Verdopplung der FFT-Länge

$$\begin{aligned}
 x &= x_r + jx_i & x' &= x'_r + jx'_i & e^{j\varphi} &= \cos \varphi + j \sin \varphi \\
 y &= y_r + jy_i & y' &= y'_r + jy'_i & e^{j(\varphi-\pi)} &= \cos(\varphi-\pi) + j \sin(\varphi-\pi) \\
 & & & & &= -\cos \varphi - j \sin \varphi \\
 & & & & x'_r &= x_r - y_r \cos \varphi + y_r \sin \varphi \\
 & & & & x'_i &= x_i - y_i \cos \varphi - y_i \sin \varphi \\
 & & & & y'_r &= x_r \cos \varphi - y_r \sin \varphi = 2x_r - x'_r \\
 & & & & y'_i &= x_i \cos \varphi + y_i \sin \varphi = 2x_i - x'_i
 \end{aligned}$$

```

; FFT.ASM
; Demonstrationsprogramm für die FFT
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 04/96

N      EQU 64          ; Länge der FFT
PI     EQU 3.1415926535 ; PI
COEFS EQU 512          ; Startadresse für FFT Koeffizienten
LOGCOEFS EQU 1024       ; Startadresse für log Koeffizienten
LOGCOEFSN EQU 8         ; Länge der Logarithmusreihe

        ORG x:$10
data   BSM N,0          ; Datenspeicher für FFT

        ORG x:COEFS      ; Kosinustabelle erzeugen (X-Speicher)
count  SET 0
DUP   N/2
count  DC -@cos(@cvf(count)*2.0*PI/@cvf(N))
count  SET count+1
ENDM

        ORG y:COEFS      ; Sinustabelle erzeugen (Y-Speicher)
count  SET 0
DUP   N/2
DC    -@sin(@cvf(count)*2.0*PI/@cvf(N))
count  SET count+1
ENDM

        ORG x:LOGCOEFS   ; Koeffizienten für log-Reihe erzeugen
NENNER SET 2.0
DUP   LOGCOEFSN
DC    1.0/NENNER
NENNER SET NENNER+1.0
ENDM

INCLUDE 'init.asm'      ; Routinen einbinden

; Register initialisieren
move  #data,r7          ; r7 zeigt auf Daten (einschreiben)
move  #0,m7              ; bitverkehrte Adressierung!
move  r7,r2              ; r7 zeigt auf Daten (auslesen)
move  #N-1,m2
move  #N/2,n7
move  #-1,m0
move  m0,m1
move  m0,m4
move  m0,m5
move  m0,m6

; Daten einlesen und in bitverkehrter Reihenfolge ablegen
loop   clr b             ; Ausgabe zurücksetzen
move  b,x:TX_BUFF_BASE
move  b,x:TX_BUFF_BASE+1
do    #N,lesen
jset #2,x:SSISR,*        ; auf nächsten Frame warten
jclr #2,x:SSISR,*
move  x:RX_BUFF_BASE,a    ; a = Abtastwert
rep   #6                  ; Abtastwert skalieren
asr   a
move  a,x:(r7)            ; Abtastwert als Realteil speichern

```

Listing 1. Sourcecode für eine einfache FFT.

kommt also eine Stufe hinzu. Innerhalb jeder Stufe kann man eine weitere Unterteilung in *Gruppen* vornehmen. Für die 8-Punkte FFT aus Bild 6 gilt, daß die 1. Stufe aus vier Gruppen mit je einem Butterfly, die 2. Stufe aus zwei Gruppen mit je 2 Butterflies und die 3. Stufe aus einer Gruppe mit vier Butterflies besteht. Auch diese Erkenntnisse lassen sich problemlos auf FFTs anderer Längen verallgemeinern. Von Stufe zu Stufe halbiert sich die Anzahl der Gruppen, aber dafür verdoppelt sich die Anzahl der Butterflies pro Gruppe. In der ersten Stufe beginnt man dabei immer mit N/2 Gruppen mit je einem Butterfly. Im DSP-Programm zählt die mittlere Schleife die Gruppen innerhalb einer Stufe und die innere Schleife die Butterflies innerhalb einer Gruppe. Die Schleifenzähler werden dabei jeweils mit dem Inhalt

der Register N6 beziehungsweise N0 initialisiert. Nach Bearbeitung jeder Stufe wird N6 durch Bitverschiebung nach rechts ('lsr'-Befehl) halbiert und N0 durch Bitverschiebung nach links ('lsl'-Befehl) verdoppelt. Kopien von N0 werden in die Register N1, N4 sowie N5 geschrieben. *roe*

Literatur

- [1] Oppenheim, Schäfer: *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*, Oldenbourg Verlag
- [2] D. Achilles: *Die Fourier-Transformation in der Signalverarbeitung*, Springer Verlag
- [3] Motorola Application Note APR4/D Rev. 3: *Implementation of Fast Fourier Transforms on Motorola's Digital Signal Processors*
- [4] Bronstein, Semendjajew: *Taschenbuch der Mathematik*, Verlag Harri Deutsch

```

        move b,y:(r7)+n7          ; Imaginärteil löschen
lesen  move #0.999,a          ; Sync-Impuls ausgeben
move  a,x:TX_BUFF_BASE
move  a,x:TX_BUFF_BASE+1

; FFT Berechnung initialisieren
move  #N/2,n6          ; Anzahl der Gruppen pro Pass
move  #1,n0           ; Anzahl der Butterflies pro Gruppe

; Schleife über FFT Passes
do    #@cv1(@log(N)/@log(2)+0.5),end_pass
move  #data,r0          ; r0 -> oberer Butterfly Eingang
move  r0,r4          ; r4 -> oberer Butterfly Ausgang
lua   (@r0)+n0,r1      ; r1 -> unterer Butterfly Eingang
move  n0,n1          ; n1 = n4 = n5 = Butterfly-Spannweite
move  n0,n4
move  n0,n5
lua   (@r1)-,r5        ; r5 -> unterer Butterfly Ausgang - 1

; Schleife über FFT Gruppen in einem Pass
do    n6,end_group ; loop over groups
move  #COEFS,r6
move  x:(r5),a          y:(r0),b      ; a=x:(r5), b=xi
move  x:(r1),x1          y:(r6),y0      ; x1=yr, y0=-sin(p)

; Schleife über FFT Butterflies in einer Gruppe
do    n0,end_butterfly ; gesetzt aus letztem Pass:
; b=xi, a=yr', x1=yr, y0=-sin(p)

mac   x1,y0,b  x:(r6)+n6,x0  y:(r1)+,y1
; b=xi-yr*sin(p), x0=-cos(p), y1=yi

macr  -x0,y1,b  a,x:(r5)+      y:(r0),a
; b=xi-yr*sin(p)-yi*cos(p), yr'=xr+yr*cos(p)-yi*sin(p), a=xi

subl b,a  x:(r0),b  b,y:(r4)
; a=xi+yr*sin(p)+yi*cos(p), b=xr, xi'=xi-yr*sin(p)-yi*cos(p)

mac  -x0,x1,b  x:(r0)+,a  a,y:(r5)
; b=xr-yr*cos(p), a=xr, yi'=xi+yr*sin(p)+yi*cos(p)

macr  -y0,y1,b  x:(r1),x1  y:(r6),y0
; b=xr-yr*cos(p)+yi*sin(p), x1=yr, y0=-sin(p) (nächster pass)

subl b,a  b,x:(r4)+  y:(r0),b
; a=xr+yr*cos(p)-yi*sin(p), xr'=xr-yr*cos(p)+yi*sin(p), b=xi

end_butterfly
move  a,x:(r5)+n5 y:(r1)+n1,y1 ; Pointer updaten
; yr'=xr+yr*cos(p)-yi*sin(p), y1 ignorieren

move  x:(r0)+n0,x1 y:(r4)+n4,y1 ; x1, y1 ignorieren

end_group move n6,b1          ; n0 and n6 updaten
lsr   b      n0,a1
lsl   a      b1,n6          ; n6 = n6/2
move  a1,n0          ; n0 = n0*2
end_pass clr a             ; Pause in Ausgabe erzeugen
move  a,x:TX_BUFF_BASE
move  a,x:TX_BUFF_BASE+1
do    #10,warten
jset #2,x:SSISR,*
jclr #2,x:SSISR,*
nop

; Ergebnis ausgeben
warten  do  #N,schreiben
jset #2,x:SSISR,*        ; auf nächsten Frame warten
jclr #2,x:SSISR,*
move  x:(r2),x0
mpy  x0,x0,a  y:(r2)+,x0  ; a = Realteil^2
macr x0,x0,a          ; a = Realteil^2 + Imaginärteil^2
jne  normieren          ; Normierung notwendig
move  #4.0,a
jmp  kein_log
normieren move #LOGCOEFS,r1  ; r1 zeigt auf log-Koeffizienten
move  #0,r0
rep   #23
norm  r0,a          ; Akku normieren
move  #-1.0,b
add   b,a          ; b = -1
move  a,x0
mpy  x0,x0,b          ; a = x-1 = -(1-x)
move  b,y1          ; x0 = -(1-x)
mpy  x:(r1)+,x1  b,y1  ; b = (1-x)^2
move  x:(r1)+,x1  b,y1  ; y1 = (1-x)^2
; x1 = c0
do    #LOGCOEFSN,calc_log
mpy  x0,y1,b          ; b = (1-x)^n
mac  -y1,x1,a  b,y1  x:(r1)+,x1  ; a = a-(1/n)*(1-x)
; y1 = (1-x)^n, x1 = ci
calc_log move #@log(2.0),y0  ; y0 = ln(2)
move  r0,b
neg   b
jeq   logfertig          ; fertig
move  b,r0
rep   r0
sub   y0,a
logfertig rep #4
asr   a
kein_log move a,x0
move  #0.999,a
add   x0,a
move  a,x:TX_BUFF_BASE
schreiben jmp loop
; x0 = a
; a = 0.999
; a = 0.999+x0 (x0 ist negativ)
; a ausgeben
; und wieder von vorne

```

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 12/96.

Analogtechnik

**Schaltungen verstehen,
dimensionieren, selbst entwickeln**

Teil 9: Transistoren

Dr. Stephan Weber

Zweifellos ist der Transistor zentrales Kernstück der gesamten Elektronik, denn ohne verstärkende Bauelemente lassen sich viele Schaltungen prinzipiell nicht realisieren – dabei ist es gleichgültig, ob es sich um diskrete, einzelne Exemplare handelt oder um eine CPU mit -zig Millionen Elementen. Die Einsatzmöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt.

Die wichtigsten *passiven* Bauteile sind bis zu diesem Teil der Serie weitgehend bekannt. Mit einem Transformator kann man zwar Spannungen und Ströme ebenfalls 'heraufsetzen', doch die Ausgangsleistung ist nie größer als die Eingangsleistung, im Gegenteil, man hat sogar Verluste. Soll dagegen ein Verstärker aufgebaut werden, um die Verluste bei einer Übertragung auszugleichen, benötigt man sogenannte *aktive* Bauelemente. Diese funktionieren alle so, daß mit einer kleinen Steuerleistung am Eingang eine große Ausgangsleistung *gesteuert* werden kann. Das allereinfachste Beispiel ist ein Relais: wenige Milliampere Strom durch eine Spule genügen, um einen Strom im Ampere-Bereich zu schalten. Früher gab es keine Alternativen, doch heute existieren wesentlich schnellere, kleinere und preiswerte Baulemente. Während es beim Relais auch nur Ein oder Aus gibt, kennen die modernen Bauelemente – meist auf Halbleiterbasis – auch Zwischenzustände, genau das, was man für einen linearen Verstärker benötigt.

tigt. Das wichtigste Material für die Halbleiterherstellung ist das Silizium (Si), aber auch andere (Gallium-Arsenid: GaAs, Germanium: Ge, Silizium-Germanium: SiGe u. v. a.) haben ihre Bedeutung. Allen gemeinsam ist, daß sie Halbleiter sind, also weder ideale Isolatoren noch gute Leiter. Dies liegt daran, daß die Si-Atome nur extrem wenige freie Elektronen für den Ladungstransport zur Verfügung stellen. Dafür hat man den großen Vorteil, daß man durch fremde Atome die Leitfähigkeit – und damit den ohmschen Widerstand – *gezielt* verändern kann! Die sogenannte Dotierung (die man eigentlich als gezielte Verunreinigung bezeichnen könnte) ist dafür eine Standardmaßnahme. Hierdurch kann man zusätzliche freie Elektronen (sogenannte n-Dotierung meist mit fünfwertigen Atomen) oder sogenannte Löcher (p-Dotierung meist mit drei-wertigen Atomen) für den Ladungstransport bereitstellen. Ein Loch kann man sich als eine positive Elementarladung vorstellen, die sich ähnlich wie ein Elektron durch ein elektrisches Feld im Halbleiterinnen bewegt.

Die wichtigste, universellste und häufigste Bauform eines aktiven Bauelements ist der sogenannte Bipolartransistor, oft kurz nur Transistor genannt. Er hat im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Bauelementen drei Anschlüsse: Basis B, Emitter E und Kollektor C. Für einen Verstärkerbetrieb gerade genug: einen für den Eingang, einen für den Ausgang, und den dritten benutzen Ein- und Ausgang gemeinsam. Die Bedeutung der Anschlüsse wird am leichtesten am Prinzipaufbau klar (Bild 1).

Im Beispiel ist die Basis (der mittlere Anschluß) p-dotiert, während die anderen n-dotiert sind. Dieser Transistor Typ heißt dann kurz npn. Theoretisch könnte man Kollektor und Emitter auch vertauschen,

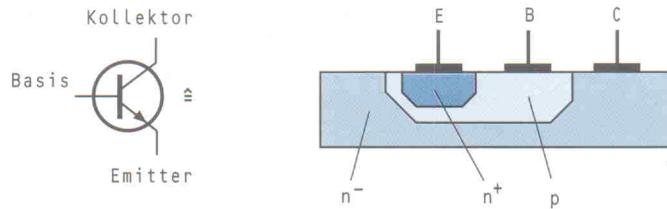


Bild 1. Prinzipieller Aufbau eines (planaren) Bipolartransistors (hier npn) mit Schaltsymbol. In Wirklichkeit ist die Basis-Zone wesentlich dünner.

schließlich sind ja beide von der Polarität gleich dotiert. Schaut man jedoch genauer hin, so stellt man fest, daß der Emitter wesentlich stärker dotiert ist (n+) als der Kollektor (n-). Zwar würde der Transistor auch umgepolt noch funktionieren, doch hätte er wesentlich schlechtere Eigenschaften hinsichtlich Verstärkung und Durchbruchspannungen. Es existieren auch pnp-Typen, bei denen die Dotierungspolaritäten genau umgekehrt sind. Um dies im Schaltbild zu verdeutlichen, wird der Emitter-Pfeil, der auch die Dioden-Strecke andeutet, umgedreht. Beide Typen werden oft gleichzeitig eingesetzt. Wenn außerdem die elektrischen Eigenschaften ansonsten fast gleich sind, dann spricht man von Komplementär-Transistoren (komplementär heißt, daß sich die Typen ergänzen). Der 'Wald-und-Wiesen'-Typ BC549 (npn) und BC559 (pnp) sind ein solches Pärchen. Transistoren, die in nahezu allen Daten und der Polarität übereinstimmen, nennt man Äquivalenztypen. Der Transistor BC107 ist bis auf das Gehäuse identisch mit dem BC547; also sind beide Äquivalenztypen, welches man auch in vielen Transistorvergleichstabellen nachlesen kann.

Workshop

Wie funktioniert das Ganze nun? Da für den Transistor – wie für alle anderen Bauelemente – die Knotenregel erfüllt sein muß, kann man sich leicht überlegen, daß der

Strom, der am Kollektor und an der Basis hineinfließt, wieder am Emitter herauskommt. Die Steuerstrecke des Transistors ist die Basis-Emitter-Strecke. Die Verstärkung kommt dadurch zustande, daß die Leistung an der Steuerstrecke, also der Basis-Strom (typisch $I_B = 1 \mu\text{A} \dots 1 \text{ mA}$) und die Basis-Emitter-Spannung (typisch $U_{BE} = 0.6 \dots 0.8 \text{ V}$) viel kleiner sein können als die Ausgangsgrößen, beispielsweise beträgt der Kollektor-Strom $I_C = 50 \dots 500 \cdot I_B$ und die Kollektor-Emitter-Spannung $U_{CE} = 1 \dots 100 \text{ V}$).

Eine Veranschaulichung der Transistorfunktion gibt auch hier der Wasserkreislauf (Bild 2) her: Man kann sich vorstellen, daß mit einem kleinen Basis-Strom über eine Drehklappe der große Kollektor-Strom gesteuert wird. Die Klappe zu bewegen kostet kaum Energie – erzeugt aber am Ausgang starke Schwankungen. Klar, wenn kein Basis-Strom fließt, dann ist auch der Kollektor- und Emitter-Strom Null, genau wie beim realen Bauelement. Das gilt auch umgekehrt: Wenn kein Kollektor-Strom fließt (wenn also beispielsweise kein Wasser vor der Klappe steht), dann kann man durch Bewegen der Klappe natürlich auch keinen erzeugen. Der Transistor erzeugt also keine Leistung, sondern kann nur mit einer kleinen Leistung eine große steuern. Der Transistor ist also durchaus ein steuerbarer Widerstand – englisch: *transfer resistor*. So primitiv sich auch das Wassersmodell

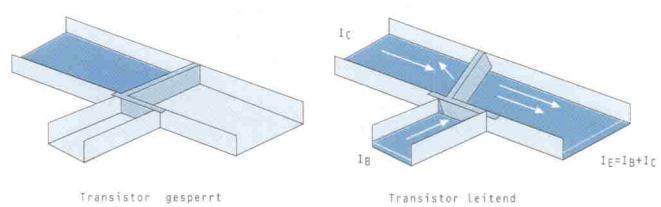


Bild 2. Veranschaulichung der Transistorfunktion.

ausnimmt, so hilfreich ist es doch in der Praxis für das Verständnis, zumal man kompliziertere Schaltungen ohnehin kaum auf physikalischer Ebene betrachten kann.

Welche Werte für I_B , U_{BE} , I_C nun genau gelten, kann man aus den Datenblättern der Hersteller ableSEN. Zusätzlich hängen die Eigenschaften auch von der konkreten Verwendung, beispielsweise den Arbeitsströmen und -spannungen oder der Temperatur ab. Da die Anforderungen sehr unterschiedlich sein können, gibt es -zig tausend verschiedene Typen, die alle ihre Berechtigung haben.

Im Einsatz

Nach soviel allgemeinen Dingen nun zur ersten konkreten Anwendung: Die Funktionsweise eines Transistors in einer Schaltung kann man fast immer dadurch gut verstehen, wenn man sich vorstellt, daß – um den Transistor (genauer gesagt die Kollektor-Emitter-Strecke) leitend zu machen – die Spannung

U_{BE} (ähnlich wie eine Diode im Durchlaß) etwa 0,6...0,7 V betragen muß. Außerdem ist der Kollektorstrom im Normalbetrieb sehr viel höher als der Basisstrom:

$$I_C = B \cdot I_B \text{ mit } B = 50 \dots 500 \text{ oder} \\ I_E = I_B + I_C = B \cdot I_B + I_B = (B+1) \cdot I_B$$

Die genauen Werte für die Stromverstärkung B stehen im Datenblatt, sind aber oft gar nicht so wichtig (zumindest für die Grundfunktionsweise), wenn sie nur erheblich größer als eins ist ($B \gg 1$).

Bild 3 zeigt eine Schaltung, bei der die Basis an einer stabilisierenden Z-Dioden-Spannung liegt und der Emitter den Ausgang darstellt. Die Ausgangsspannung ist dann

$$U_a = U_z - U_{BE}$$

(z. B. 6,8 V - 0,7 V = 6,1 V). Wenn sich nun der Laststrom ändert, dann entspricht dies natürlich einer Emitterstromänderung $\Delta I_E = \Delta I_A$, aber der Basisstrom ändert sich um den Faktor $B+1$ weniger. Da nach der Knotenregel

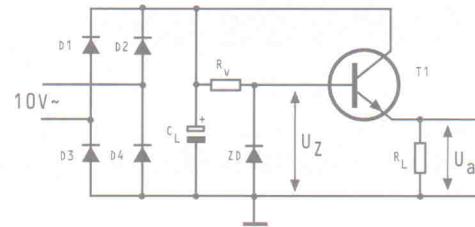


Bild 3.
Emitterfolger
im Netzteil.

$$\Delta I_z = \Delta I_B = \Delta I_A / (B+1) < \Delta I_A$$

gilt, ändert sich die Z-Spannung nur minimal um $r_{diff} \cdot \Delta I_A / (B+1)$, was einem niedrigen Innenwiderstand R_i entspricht! Leider kommt in der Schaltung noch der (differentielle) Serienwiderstand der BE-Diode hinzu, der bei 25 mA rund 1Ω beträgt und die Stabilisierungseigenschaften wieder etwas verschlechtert. Unverändert gegenüber der reinen Z-Dioden-Schaltung bleibt dagegen der Stabilisierungsfaktor $S = \Delta U_E / \Delta U_A$, da auch in der neuen Schaltung Änderungen der Z-Spannung ummittelbar auf den Ausgang weitergegeben werden.

Die Schaltung hat aber noch einen weit wichtigeren Vorteil gegenüber einer reinen Z-Dioden-Lösung: Der Laststrom kann um $B+1$ höher sein, so daß man den eigentlich vergeblichen Z-Dioden-Strom niedrig halten kann (Vorwiderstand R_V hochohmiger). Zudem ist dann bei geringen Lasten auch die Brummspannung kleiner. Während eine reine Z-Dioden-Stabilisierung nur typisch bis 20 mA sinnvoll ist, kann man mit einem Transistor zusätzlich leicht einige 100 mA Ausgangsstrom erzeugen.

Da man zur Auswahl von konkreten Transistortypen die Datenblätter lesen können muß, wird hierauf am konkreten Beispiel in der nächsten Folge genau eingegangen. roe

Hinweis: Fortsetzung in Heft 2/97.

Das bringen

Änderungen vorbehalten



Grafikoberklasse: Mehr Power und Speed für 3D

Uninstaller: Nutzlose Registry-Einträge und anderen Datenmüll entsorgen

V.34-Modems: Mit niedrigem Anschaffungspreis und Grundgebühr gegen ISDN

EMail-Programme: Nicht nur Nachrichten schicken und empfangen

Universal Serial Bus: Tastatur, Maus, Kamera, Modem, alles über eine Schnittstelle



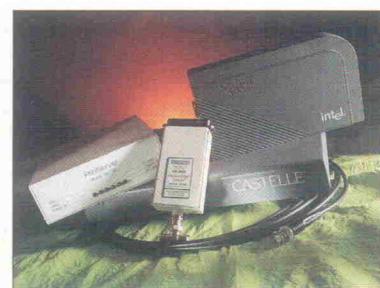
LAN-Kopplung: Sichere Zugänge und Kostenmanagement

ATM-Netze: Produktionsnetz mit der schnellen Technik

Call-Center: Verbesserter Service durch vernetzte Strukturen

Marktübersicht: ISDN-Adapter mit dem NDIS-WAN-Miniport

Wireless Loop: Funklösungen für die letzte Meile



Printserver: Praktische Helfer in der Übersicht

Ausfallschutz: Rezepte gegen den DV-Stillstand

Linux: Dynamische Treiber programmieren

Webserver: Roxen Challenger ersetzt Spinner

GUI-Builder: Frei verfügbare Tk-Entwicklungsumgebungen

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir unsere Einplatinencomputer mitware vorstellen. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen M und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den gen.

Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die Ihnen ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlerkarten, Multioptokoppeln oder über Relais). Darüberhinaus auch Busverbund-Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Kata

Wir sind auf der
Embedded
Systems '97
19.-21.2.1997
Halle 1, Stand K4

chenden Soft
m 68070 und
als gemacht
er Steuerun
n, bzw.
auch gesamte

Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen in unserer Broschüre „Für PALs und GALs“ eine weite Auswahl an Programmiergeräten. Neben EPROM-Simulatoren und Logic-Analysoren finden Sie eine weite Auswahl an Programmierern. Wir bieten Ihnen neben dem kleinen GAL-/EPROM-/IMPU-Programmierer GALEP III die bekannten und bewährten Universalprogrammierer ALL-07A und ALL-07A/PC, die mittlerweile an die 4000 verschiedene Bausteine programmieren.

MOPS 11

kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 v. H.J. Himmeröder in ELRAD 8/92.

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

ICC11

Optimierender low-cost ANSI-C Compiler für HC11 incl. Preprocessor, Linker, Librarian, Headerfiles, Standardlibrary, Crossassembler und Shell. Mit umfangreichen deutschen Handbuch.

ICC11	ANSI-C Compiler für HC11	348,— DM
-------	--------------------------	----------

HC11-Welcome-Kit

Der einfache Einstieg in die Controllertechnik mit dem Motorola 68HC11. Enthält: IDE11-Entwicklungsumgebung, original Buch Dr. Sturm, Mikrorechentechnik, Aufgaben 3 mit Simulator TESTE68, original MOTOROLA Datenbuch HC11 Technical Data, HC11-Entwicklungs-board zum Anschluß an PC incl. Kabel und Anleitung.

HC11-Welcome Kit	Komplett zum Einstieg	276,— DM
------------------	-----------------------	----------

ZWERG 11

Unser allerkleinstes Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der ZWERG 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techniken, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgebung.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St. 91,— DM

ZSLIC-11

41mm x 54mm kleines HC11E1-Modul mit 8K EEPROM realisiert über XICOR SLIC-Baustein. Entwicklungspaket mit ZSLIC11, IF232LC, Kabel, Handbücher und IDE11-Software (Editor, Assembler, Download, Monitor).

ZSLIC11/ENT	Entwicklungspaket ZSLIC11	429,— DM
ZSLIC11/FB	ZSLIC11-Karte, mit Manual	215,— DM

Hip Hop HC11

Das von Oliver Thamm herausgegebene Praxisbuch zur 68HC11 Microcontrollerfamilie

HipHopHC11	Das Praxisbuch zum HC11	59,— DM
------------	-------------------------	---------

CONTROLBOY/2

Die etwas andere Art mit Controllertechnik umzugehen. Ideal für Einsteiger: HC11-Karte mit 8KB EEPROM, Relais. Applikationserstellung erfolgt unter Windows!

CONTR/2	ControlBoy/2 HC11-Karte mit 8KB EEPROM mit der Entwicklungssoftware unter Windows	299,— DM
---------	---	----------

Der Neuner! ST9 + BASIC

Jens Altenburg (bekannte HipHopHC11-Mitautor) stellte in ELRAD 12/96 den „NEUNER“ vor, eine halbe Europa-Karte mit ST9-Controller von STM und nützlichen BASIC im ROM. So wurde der „NEUNER“ ein moderner Urenkel des bekannten und weit verbreiteten BASIC-EMUF.

ST9BE/LP	Leerplatine	64,— DM
ST9BE/BASIC	ST9-Controller mit BASIC (im ROM)	169,— DM
ST9BE/FB	komplett aufgebaut, incl. BASIC	359,— DM
ST9BE/Kit	ST9BE/FB, RTC + Batt., STM-Daten CD und Kabel	398,— DM
ST9BE/OPT	RTC + Batt.	35,— DM

DSP-Evaluation Kits

Der original **MOTOROLA Evaluation-Kit** für den MOTOROLA DSP 56002, mit sämtlichen Unterlagen und Software. 56002-EVM Der Original MOTOROLA-Kit 56002-EVM 349,— DM

Ausbausätze aus ELRAD 6/96 und ELRAD 7/96

Turbo-Talk Leerplatine und GAL 39,— DM

Bausatz mit LP und GAL 55,— DM

Zeitspeicher Leerplatine (MultiL.) 49,— DM

Bausatz mit LP 94,— DM

Der EZ-Kit-Lite mit ADSP2181 original von **ANALOG DEVICE** (AD). Wie besprochen in ELRAD 1/96, jedoch mit englischem 2181-User Manual zusätzlich. Der schnelle Einstieg in die DSPS von AD. Neu: Das PC-Hostinterface, beschrieben in ELRAD 8/96 von Andreas R. Bayer, als Bausatz.

EZ-Kit-Lite Der einfache Einstieg in die ADSPs 189,— DM

EZ-Hostflash Die schnelle Verbindung zum PC-/Bausatz 139,— DM

C3x-DSK, der neue DSP-Kit von **TEXAS INSTRUMENTS**. „DSP-Design ein Kinderspiel“ schreibt IT, „...ein Starterkit, das preislich und hinsichtlich Performance Maßstäbe setzt“ schreibt Andreas R. Bayer in ELRAD 11/96, „...ein optimaler Gewinn fürs Geld.“ Ausbaufähig mit der Baugruppe „Signallogger“, der Speichererweiterung aus ELRAD 1/97.

C3x-DSK original TI DSP-Evaluation Kit 199,— DM

C3-Sig/LP Leerplatine für Speichererweiterung 69,— DM

C3-Sig/FB Speichererwe. getestet, incl. RAM 149,— DM

Meßtechnik für PCs

ADIODA-12LAP

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 1 Stück D/A-Eingang 12Bit, 24 Stück I/O TTL und Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LAP 598,— DM

ADIODA-12LC

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, programmierbare Eingangsverstärker), Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LC 379,50 DM

ADIODA-12EXT

PC-Karte mit 32 A/D-Eingängen 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 4 Stück D/A Ausgängen, 24 Stück I/O TTL und Timer. Incl. DC/DC Wandler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12EXT 1127,— DM

... oder PCI-Bus!

PAD12LC

PC-Karte/PCI-Bus mit 16 Stück A/D-Eingängen 12Bit (bis maximal 100KHz), incl. Treiber und Demos in C-Sourcecode. PAD12LC 398,— DM

PDAC4

PC-Karte/PCI-Bus mit 4 Stück D/A-Eingängen 12Bit. Ausgänge maximal +/- 10V, incl. Treiber und Demos in C-Sourcecode. PDA4 598,— DM

PAD12DACP

PC-Karte/PCI-Bus mit 16 Stück A/D-Eingängen 12Bit (max. 100KHz) und 4 Stück D/A-Ausgängen 12Bit, incl. SW. PAD12DACP 998,— DM

Weitere Infos zu diesen u. vielen anderen Karten finden Sie in unseren Katalogen die wir Ihnen kostenlos zusenden.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97
oder **BERLIN** 0 30/4 63 10 67
HAMBURG 0 40/38 61 01 00
FRANKFURT 0 61 96/4 59 50
STUTTGART 0 71 41/45 11 70
MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20
LEIPZIG 0 34 1/2 11 83 54
SCHWEIZ 0 62/71 69 44
ÖSTERREICH 0 22 36/4 31 79
NIEDERLANDE 0 30 68/8 38 39
oder
<http://members.aol.com/elmikro>

Mobile konfigurierbare Programmiergeräte

Mit DIL-40 Fassung
8/16bit Eeprom, GAL
87C51&
PIC


ab DM 575,-

Labor & Produktions Programmiergerät

LabTool-48

ELECTRONIC
ELS

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • Service-BBS 991714-2

Eeprom-Programmiergerät & Simulator

Universal DIL-48


ab DM 1150,-

UV-Löschergeräte

1 MBIT
DM 1490,-
Taschenformat, Standalone & 115 kBaud V24, Akkubetrieb

5-200 EPROMs, Platinen und S5-Module


ab DM 225,-

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

Ihr Elektronik-Spezialist Neuheiten:

- 3 vorprogrammierte Universalfernbedienungen für jeweils 2, 5 und 8 Geräte.
- Drahtloser IR-Stereo-Kopfhörer.
- 3 neue Meßgerätyphen 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.: 02 11/2 00 02 33-34
Fax: 02 11/2 00 02 54

Xaruba®



- 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

- ausführliche Beratung zu den gültigen Normen und Zuordnung Ihrer Geräte zu den Schärfegraden und notwendigen Prüfungen
- Prüf-Abo-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

messen | steuern | regeln

Modulares PC-Steckkartensystem

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| I/O-Module | Single-Board-Computer |
| Galvanisch getrennte | A/D-Module |
| I/O-Module | D/A-Module |
| Relais-Module | FCU-Fuzzy-Software |
| Timer/Zähler-Module | SPS-programmierbar |
| Drehgeber-Module | Testware-Prüfplatzautomation |
| Schrittmotor-Module | Meßwert-Erfassungs-Software |

Deutsche Produktion | Nachlieferung garantiert

OKTODEON

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

Studenten lesen billiger.

Der Abopreis für **nur 69,- DM**
statt 79,20 DM. **Sie sparen**
fast 13%.

Ja, senden Sie mir bis auf Widerruf **ELRAD** ab Ausgabe/97 zum Abo-Vorzugspreis von nur **63,- DM**. Dieses Angebot gilt nur für Schüler und Studenten (gegen Nachweis). 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.

Absender:

Name/Vorname _____

Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover





LaserTechnik GmbH

GTU Laserbeschrifter, für Aluminiumfrontplatten, Plexiglas, Folien
Laserdiodenmodule im sichtbaren Bereich ab unter DM 100,-

Sie suchen moderne Laserbeschriftung, zu vernünftigen Preisen? Sie wollen Frontplatten beschriften? Plexiglas oder Folien schneiden? Bauteile markieren? Rufen Sie uns an. Unser Topangebot!

Linear-Laserbeschrifter, Grundversion bestehend aus: Beschriftermechanik, Elektronik, mit allen optischen Komponenten, Pilotlaser, Software und 15 Watt CO₂-Laser, Beschriftungsfeld

250 x 500 mm **DM 17940,-**

Sie suchen Komponenten, Laser?

CO₂-Rohr, z.B. 15 W **DM 1334,-**

CO₂-Netzteil für 15 W **DM 1265,-**

Ge Linsen, f=100mm **DM 288,-**

CO₂ Laser CW Leistung > 75 W, Impulsleistung ca. 1 kW **DM 22770,-**

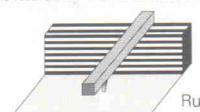
Sie hätten gerne unseren neuen Katalog? Mit DM 5,- Ausland DM 12,- (z.B. Briefmarken) sind Sie dabei. Besuchen Sie uns doch einmal! (Bitte um tel. Voranmeldung)

<http://members.aol.com/uvsgtu/gtu.htm>

**GTU LaserTechnik
GmbH**

76534 Baden-Baden
Im Lindenbosc 37

Tel. 07223/58915
Fax 07223/58916



Fragen zur
Laserbeschrif-
tung?
Rufen Sie uns an!

Closed Loop, Moving Magnet Galvo-
meter, max 80°, f=1400Hz bei 10°.
Mit Treiberkarte **DM 1780,-**
Laserdiodenmodul 5-10 mW, 650 nm,
zum Ausland niedrigpreis **DM 89,-/130,-**
IR Laserdiode 30 mW **DM 167,-**
HeNe Laserröhre Multimode 40 mW,
mit 220V Netzteil **DM 1350,-**

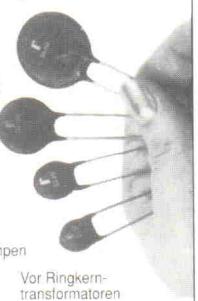
Einschalt-Stoßstrombegrenzer

Einfache Montage Wenig Platzbedarf

Kostengünstig Geringe Verluste

Zuverlässig

Neuen
Prospekt
anfordern!



In Schalt-
netzteilen

Überlastschutz
von Sicherungen

An nieder-
ohmigen Lampen

Verbesserung
von EMV

Vor Ringkern-
transformatoren



Thomatronic

Brückenstraße 1 - 83022 Rosenheim

Telefon 08031/2175-0 - Fax - 2175-30

μ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51

MIDI/RS232 - 80C535 -

51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

μ-BASIC/51-Compiler

Assembler/51-Paket

Hardware (Bausatz)

1 Strukturierte BASIC - 32-Bit-Fließkomm-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilenummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts... • Deutsches Handbuch

2 Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortable Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos. 2-Schrittmotorsteuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch

3 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 I/O Ports • Eigene Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:

2 Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:

3 = **228,-**

1 Dto., inkl. μ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:

2 = **357,-**

Versand: NN-UFS 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.

Kostenlose Info anfordern!

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18,30h
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Kopierschutz



Fordern Sie
noch heute Ihr
Test-Kit an: 0721/93172-0

WIBU-KEY CD:
Die multimediale Info
für alle SW-Entwickler

- Der Kopierschutz – sicher gegen systematisches Knacken.
- Neu:** Protokollbasierender Netzwerkschutz (TCP/IP) WkLAN. WIBU-KEY CD-ROM mit Multimedia-Einführung in Kopierschutz.
- Für LPT, COM, ADB, als (E)ISA- und PCMCIA-Karte.
- DOS, Windows (3.11, 95, NT), Netzwerke, OS/2, MacOS.
- In Netzwerken Schutz mit einer WIBU-BOX möglich.
- Schutz auch ohne Änderung am Quellcode.

Jetzt im Web:
www.wibu.de

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
email info@wibu.de



Tools für Embedded Control

- Emulatoren
- Compiler
- Assembler
- Eval Boards

68HC05

68HC08

68HC11

68HC12

683XX

PIC

8051

80196

Z80

AMV GmbH
Spitalplatz 1
78199 Bräunlingen
Tel.: 0771/973110
FAX 0771/973111

AD-DA Meßkarte
16 Kanäle A/D 12 bit, 9V
1 Kanal D/A 12 bit, 9V

Anschnüllpanel
mit 16 BNC-Buchsen
für die A/D-Eingänge und 1 BNC-Buchse
für den D/A-Ausgang

Software
- Melwerteinmessung
- Datenauswertung mit Druckfunktion und ASCII-Schnittstelle
- Wächterprogramm mit Ausgabe eines Alarmsignals über den D/A-Ausgang

Gratisinfo
anfordern! **DM 299,-**

Weschenbach Systemlösungen
Rütscher Str. 34, 52072 Aachen
Telefon und Fax: (0241) 911578
E-Mail: 101745.3260@compuserve.com

Thomatronic
Brückenstraße 1 - 83022 Rosenheim
Telefon 08031/2175-0 - Fax - 2175-30

BASISTA

CAD-Design • Leiterplatten • Prototyping

Leiterplatten

Prototypen

in 1-3 AT ?

Serien

in 10 AT ?

Haben

Sie

Interesse ?

Technik auf den Punkt gebracht

Kardinal-Hengsbach-Str. 4 - 46236 Bottrop

Tel: 02041/263641 - Fax: 263542 - Modem: 263846

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

HYPER 16 16 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL, 1299,-

ADGVT12 16ch.12bit AD, galv. getr. <3,5/10V, 10µs 789,-

AD16BR 8ch. 25µs, DAT26bit, 3 Timer, 20 TTL, 1299,-

DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4µs 529,-

AD-MESS 2.0 A/D-Messungen für Windows ab 230,-

24 TTL-I/O Karte mit 1 x PFI 8255 99,-

Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-

OPTO-3 Optokopplerkarte mit 16 IN, 16 OUT, I/O 429,-

TIMER-1/2 9"16 Bit Timer, 8 TTL, I/O, max. 4/8 MHz ab 298,-

UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2 LCA's 598,-

RS422/485 DUAL 2*RS422/ RS485 jeweils galv. getr. 698,-

3*24Bit U/D-Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-

IEEE-488 Karte mit NEC 7210, mit DEVICE-Treiber 298,-

Watchdog1/2NEU für autom. PC-Reset, 1*Relais11,-/139,-

NEU:
Meßkarten für den PCI-BUS

Automatische I/O-Adressevergabe

Windows-NT-Treiber im Lieferumfang

PROT/1/PCI Prototypenkarte mit Lochrasterfeld f. PCI 298,-

Relais1/PCI 8*Relais für den PCI-BUS 298,-

Relais2/PCI 16*Relais für den PCI-BUS 398,-

UNIREL/PCI 16*Relais, 8*Opto-IN, 24 TTL-I/O für PCI 449,-

OPTO16/PCI 16*Opto-In für den PCI-Bus 498,-

OPTOREL/PCI 16*Relais, 16*Opto-In für den PCI-BUS 498,-

Watchdog1/2/PCI für autom. PC-Reset, 1/2*Relais198,-/230,-

Extender PCI Karten Tauschen bei laufendem System 899,-

Logikanalysatoren

LOG50 50MS/sec-32Kanäle 698,-

LOG50/100 zusätzlich 100MS-16 Kanäle 898,-

LOG100 100MS/sec-32 Kanäle 1248,-

LOG100/200 zusätzlich 200MS-16 Kanäle 1498,-

32 Kanäle/32KBit Tiefe * Windows-Software 198,-

DCF-77 Funkuhren für LPT/ISA/PCI

CLOCK-77/LPT, Atomzeit für den PC, DOS, Windows 99,-

CLOCK-77/ISA mit 8-Bit Einstechkarte, DOS, Windows 129,-

CLOCK-77/NLM für Novell 3.3 und 4.0 (ohne UHR) 198,-

QUANCOM GM
ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl

Tel.: 02232/9462-20 * Fax.: 9462-99

www.quancom.de * Mailbox: 9462-99

Umwelt-Meßgeräte

modulares Temperatur-Überwachungssystem *EnviroMon*
Protokollierung, Alarmmeldung (auch per Telefon)
max. 30 Sensoren an Telefonkabel-Netzwerk
Temp.-Bereich: -55°C bis 100°C
geeignet für Kühlräume, Labor- Kühl-/Brutschranken,
Gebäudetechnik, Sicherheitstechnik ...
Liste anfordern!

zur Messung von magnetischen Wechselfeldern:
handliches 3D-Teslameter
PE-16 Messbereich: 0,10µT-51,1µT, Schritte: 10nT
Frequenzbereich: 16- 1000 Hz DM 446,20
weitere 3D-Teslameter lieferbar

außerdem lieferbar:
externe PC-Meßgeräte, Scope, Datenlogger usw.,
Meßgeräte für andere Umwelt-Parameter ...

PSE - Priggen Special Electronic
Postfach 1466, D-48544 Steinfurt
Tel.: 0 25 51/57 70 Fax: 0 25 51/8 24 22

Fernstudium

Staatsl.
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. 0 44 87/263 - Fax 0 44 87/264

GAL-Development System GDS 3.5



NEU

Programmiergerät für GALS, PALCE
EPROMS, EEPROMS, FLASH EPROMS
im Taschenformat.
mit GDS 3.5 nur 598,- DM

Das komplette PLD-Entwicklungs paket
Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie.
SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor,
Assembler, Minimerizer, Macro und Simulation.
Erzeugt 22V10, 22V10, 22V10, 22V10, 22V10, 22V10
Integriertes Programmierinterface für ispGAL 22V10
und Switch-Matrix Bausteine 14,18,22.

GAL-Entwicklungs paket GDS 3.5
für ALL-03, ALL-07, GALEP1 usw. 178,- DM

GAL-PALCE-Programmer Prog2 378,- DM
komplett anschlußfertig mit GDS 3.5
EP LC4-EPROM-GAL-Programmer im Taschenformat
komplett anschlußfertig mit GDS 3.5 598,- DM

Informationen, Demo, Preisliste kostenlos anfordern
Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsstätten

SH-ELEKTRONIK
Marthestr. 8 24114 Kiel
Tel. 0 431 865116 Fax 0 431 874109
Internet: www.she.comcity.de

VS Electronic Messe OHG Bunge & Kaiser

Am Floßhafen 1-3 * 63739 Aschaffenburg
Tel: 06021/3046-0 * Fax: 06021/3046-26

- Lötfreie Steckverbindungen mit und ohne Isolation
- Kabelbinder und Zubehör
- Schrumpfschlauch
- Lötschiffe, Kontaktfedern, Aderendhülsen
- Kabel und Audio-/Video-Verbindungen
- Werkzeug
- Restposten (z.B. Motoren, Kabel, Relais, Bauteile, Trafos, Schalter, Steckernetzteile etc.)

IHR LIEFERANT FÜR ELEKTRONIK-ZUBEHÖR UND -SONDERPOSTEN

Bitte fordern Sie unseren Katalog '96/97 und
unsere aktuelle Restpostenliste an!
Nur Händleranfragen mit Gewerbeanmeldung!

Digital Audio Monitor DAM-1



Projekt aus Elrad Heft 9 und 10/96:

- Messung des Audio-Pegels (Peak, RMS)
- Anzeige und Manipulation der Channel Status Daten
- Erkennung von Fehlerzuständen

Fertigerät: **599,- DM**

Komplettbausatz: **449,- DM**
(mit Software, inkl MWSt.)

Ingenieurbüro Müller, 09648 Mittweida, Goethestr. 22, Tel: 03727/62050, Fax: 620522

Das ultimative Tool für Digital Audio !

MC-Tools - 8051-Familie

Für Entwicklung u. Ausbildung
Literatur, PC-Wetterstationen,
Datalogger, Funk

Gelegenheiten

	DM
► 80C535N	10,-
► LCD-Modul, 2 Zeilen je 16 Zeichen, 4-Dr.-Schn.	10,-
► Kunststoffgehäuse sw, Alu-Platte, Batteriefach, 3 x 9 x 14 cm	10,-
► Platinen-Preise reduziert	50%

incl. MwSt, zuzüglich Porto
Otmar Feger, Hard + Software
Tel. 0861-15 218, Fax -15 326

Warum immer
hinterherlaufen?

ELRAD gibts
auch im Abo.
Bequem und
preiswert.

Universal-Programmier-Gerät ALL-07

Für E(E)PROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-Test, µPU8748/51-, Z8-Serie, IC-Test u.v.m. - über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH-Serie, ICCARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

ALL07-DR40 DM 1736,50

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netzteil 110...240V~
- inkl. Zusatzkarte für LPT

ALL07-PC40 DM 1552,50

- Anschluß über Spezial-Buskarte
- Spannungsvers. über Buskarte
- inkl. Buskarte

Echte Universalität durch PACS -
Sockeleinsätze mit breitem Chip-
spektrum und GANG-Möglichkeiten



LILIPUT Eprom-Emulator

Serieller Hightech Miniatu-EPROM-Emulator

Ein Eprom-Emulator in der Größe eines 32-poligen Eproms!

- Emulation aller gängigen 8-Bit-Eproms bis 27404
- 16-Bit-Systeme mit zwei Liliputs emulierbar
- serieller Hightspeed-Download, bis 115200 Baud
- optoelektronisch entkoppelter Anschluß

LILIPUT1 (1 MB) DM 630,-
LILIPUT4 (4 MB) DM 977,50
NEU! Jetzt gibt es einen LILIPUT für EPROMs mit 70ns!
LILIPUT1s (1 MB) DM 1140,-

NEU!

MegaMax-4G Universal- / Gang-Programmierer

Besondere Eigenschaften des MegaMax-4G:

- Gang-Programmierung -

- Universalität -

4 Sockel:
■ 1 x 48 Pin DIL-Sockel
■ 3 x 32 Pin DIL-Sockel

- Programmiert
- PLD, EPPLD, GAL, PEEL
- E(E)PROM
- Flash PROM
- Microcontroller
- Serial PROM

Durch seine geringen Maße ist der MegaMax ideal geeignet für den Service und den mobilen Einsatz.

- Anschluß über Parallelschnittstelle (LPT)
- Eigene Netzteil - daher auch für Notebooks

nur DM 1380,-

Wir akzeptieren:



Lieferung ab Lager
alle Geräte getestet
kostenloser Update-Service über Mailbox

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
08761 / 4245
FAX 08761 / 1485
e-mail to: 100270.1035@compuserve.com

PIC-BASIC-COMPILER 16C5x/16C71/16C84

BASIC-Compiler IL_BAS16 DM 172,50

- erzeugt echten, optimierten Maschinencode (Assemblysource)
- leicht erlernbar. Quellcode debugging mittels Simulator
- integrierte Bedieneroberfläche kostenlos, keine Lizenzkosten
- I2C, LCD-Routinen, serielle Schnittstelle u.v.m. implementiert
- keiner lästigen Berechnen von Zeitschleifen und Timing
- eigene Interruptroutinen einfach zu programmieren (16C71/84)
- 16-Bit vorzeichenlose Arithmetik, AD-Wandler wird unterstützt, (71)
- deutsche Entwicklung, deutsche Handbücher

Simulator IL_SIM16 DM 172,50

- schnell, interaktiv, Symbole, Mausbefehl, Interrupts, ADC
- übersichtlich, alles auf 'einen Blick', div. Signalgeneratoren etc.
- BASIC-Quellcode debugging (in Verb. mit IL_BAS16)

Weitere Produkte rund um den PIC: z.B. In-Circuit-Simulator, Prototypenpapan, In-Circuit-Emulator, Programmiergerät, PICGRAPH Shareware (voller Funktionsumfang, 16C54) für DM 10,-

Interessante Kombipreise, Preise inkl. 15% MwSt.

INGENIEURBÜRO LEHMANN

Fürstenbergstr.8a, 77756 Hausach,
Tel. (07831) 452, Fax (07831) 96428

Nutzen Sie
die Abo-
Bestellkarte
in der
Heftmitte.

ELRAD

Schrittmotor-Steuerkarte für Ihren PC

Diese universelle Schrittmotor-Karte dient zur 3-Achsen-Steuerung von Schrittmotoren. Die Einstellmöglichkeit der Phasenströme und eine variable externe Stromversorgung der Endstufen garantieren eine einfache Adaption an viele Motortypen. Mit Hilfe der mitgelieferten Software ist der Anwender sehr schnell in der Lage, eigene Ideen umzusetzen (z. B. Positioniersysteme, Robot- oder Plottersteuerungen).

Technische Daten: Steuerkarte wird mit Standarddruckerkabel an der Centronicschnittstelle Ihres PCs angeschlossen. Bis zu 3 Referenzschalter können beim Booten des Systems abgefragt werden. Stromchopperendstufen für Voll- und Halbschritt-Betrieb. Der Phasenstrom ist von 100 bis 800 mA einstellbar. Geeignet für 2- und 4-Phasen-Schrittmotore mit entsprechender Beschaltung. Versorgungsspannung: 15-28 V, max. 2,5 A.

Lieferumfang: Schrittmotor-Steuerkarte, Treibersoftware u. dt. Anleitung. Auf Kundenwünsche kann eingegangen werden. Weitere Schrittmotor-Steuerkarten auf Anfrage.

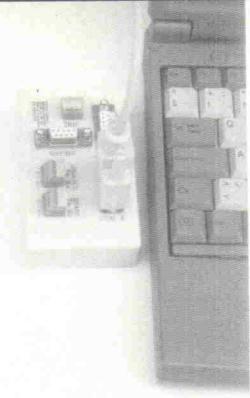
Gesellschaft für Electronic und Microprozessorsysteme mbH

Zur Drehscheibe 4, 92637 Weiden i. d. Opf.
Telefon 09 61/320 40, Fax 09 61/375 42



Preis: DM 179,-

Protokoll Analyse für serielle Schnittstellen



Zur Analyse, Überwachung, Fehlersuche der meisten gängigen Protokolle zwischen SPS und Host oder Peripheriegeräten.

- 32 Byte Trigger
- 1 ms Zeitstempel
- Timeout Überwachung
- bis 115 200 Baud
- Mausgesteuert, Online Handbuch
- Windows 95 & Win 3.1 kompatibel
- Optionaler Konverter
- RS 422 / 485
- 20 mA TTY Stromschlaufe
- Potentialtrennung für RS232
- Benötigt nur eine PC-Schnittstelle für Halbduplexprotokolle
- Externer Trigger Kontakt eingang
- Keine Speisung erforderlich

Demoversion DM 10,- (Begrenzte Aufzeichnung, kann nicht speichern)
Light version (Deutsch) ab DM 395,- weitere Information anfordern bei:
EMB ELEKTRONIK Im Moos 11 79730 Murg
Tel. 07763-20810 FAX 07763-1378

Analoge- und Digitale Signalverarbeitung

- Entwicklung und Programmierung kundenspezifischer DSP-Systeme
- Analoge- und Digitale Audiotechnik
- Analoge Schaltungsentwicklung
- Von Ihrer Idee zum serienreifen Produkt

Ingieurbüro Wawersich
Theresienstraße 4A
D-76768 Berg
Tel.: +49 (0)7273 / 92039
Fax: +49 (0)7273 / 92049
wawersich@t-online.de
<http://home.t-online.de/home/wawersich>

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

SoloE

Sonthheim Industrie Elektronik GmbH
Mittlere Eicher Straße 49 - 87435 Kempten Allgäu
Tel. (08 31) 1 82 30 - Fax (08 31) 2 29 21

ADES analoge & digitale
elektronische Systeme
Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

Hardwareentwicklung

Softwareentwicklung

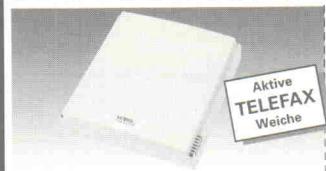
Serienfertigung

EMV-Prüfungen

Rufen Sie uns an:
Tel: 02174/64043, Fax: 02174/64045

ADES GmbH
Dahlenerweg 12
D - 51399 Burscheid

Telefonanlage K110



1 Amtsleitung, 10 Nebenstellen, Türsprechstelle.

IVW, MFV, Wahlumsetzung

- Einstellung über PC mit Windows
- Gesprächs- und Gebührenerfassung
- MFV-Durchwahl
- Uhrzeitsteuerung
- Fernwirken
- 100 Wahlzettel
- Alarneingang, und vieles mehr.



Türsprechsysteme

zum Anschluß an alle KEIL-Telefonanlagen 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

Immer eine pfiffige Lösung!

Multi-I/O-Karten

CIO-DAS1600/12 nur: 1116,- DM*
16-Kanal, 160 kHz, 12 Bit-A/D, 4uS Burst Modus, prog.

Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 3 Zähler

CIO-DAS1600/16 nur: 1302,- DM*

16-Kanal, 100 kHz, 16 Bit-A/D, 10uS Burst Modus, prog.

Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 3 Zähler

CIO-DAS08 nur: 371,- DM*

8-Kanal, 12 Bit-A/D, max. 40 kHz, 3 Zähler, 31 DIO

CIO-DAS48 nur: 743,- DM*

48-Kanal, 12 Bit-A/D, 20 kHz, Spg.-od. Strom-Eingänge

CIO-DDA06/16 nur: 1488,- DM*

6-Kanal, 16 Bit-D/A, uni-/bipolar, 24 DIO

PCMCIA



Ab: PCMCIA-DAS16/30 nur: 870,- DM*

16-Kanal se, 330 kHz, 12 Bit-A/D, je 3 digi. Ein-/Ausgänge

PCM-DAS16 ab: 836,- DM*

16-Kanal, 100 kHz, 12 od. 16 Bit-A/D, je 3 digi. Ein-/Aus.

Signalkonditionierung

CIO-EXP-GP nur: 1116,- DM*

8-Kanal Erweiterungs-Multiplexer mit Signalaufbereitung

CIO-EXP-RTD16 nur: 1302,- DM*

16-Kanal Erwe.-Multiplex. mit RTD-Signalaufbereitung

Treiber für HP VEE, DASYLab, LabTech

Notebook, LabView, LabWindows CVI,

TestPoint u. v. m. lieferbar! *zgl. ges. MwSt.



Postfach 345
D-82219 Eichenau
Telefon 08141/3697-0
Telefax 08141/8343



IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin - Import-Export
Postfach 10 02 31 Telefon 051 21/51 20 17
D-31102 Hildesheim Telefax 051 21/51 20 19
Steuerwalder Straße 93 51 66 86
D-31137 Hildesheim

TOP-SERIE



DT-60



DT-64



DT-68

- 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 -



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötzopfpack versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift **ELRAD**. **eMedia** liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert: oB = ohne Be-stückungsdruck: M = Multilayer, E = elektronisch geprägt. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Wir liefern, solange der Vorrat reicht. 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
Achtung, Aufnahme		
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
UniKV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
PCSCOPE 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
Messfolio Portfolioerweiterungen		
— 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
— Uniscif-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. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatten, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendungssoftware	023-970	398,00
InterBus-S-Chef		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzyniend 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
PC-CAN		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALS, Treibersoftware	123-1006	228,00
PC-LA, PC-Logikanalysator		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00

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.

— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
Sparsview Low-Cost-IEEE-488-Board	074-1022	45,00
— Platine + Diskette		
Harddisk-Recording		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
20-Bit-A/D-Wandler	025-1042/ds	64,00
Quickie, 50-MHz-Transientenrecorder		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00
Overdrive 16-Bit-A/D für PCs		
— Platine + FPGA + progr. E'ROM + Disketten m. Pascal-Programm + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
Lightline DMX-512-PC-Interface-Karte		
— Platine + GAL	025-1038/ds	86,00
Andy A/D-Wandler am Printerport inkl. Software	035-1040	98,00
PLCs Kartenrecks Chipkartenleser		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteinschub	035-1041	98,00
Crystal-Klon		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
Home-Interface inkl. Software	065-1046/ds	78,00
DIN-Gate-Platine		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTE11, Testprogramm DTEST inkl. GAL	065-1054	178,00
ROMulator		
1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	085-1052/ds	198,00
— Platine, 2 GALS, Treibersoftware, 16-Bit-Adapterplatine		
Meßpunkt Slave-Knoten für den DIN-Meßbus		
— Platine	095-1060/ds	37,00
— Programmierter Controller	095-1061	25,00
— Treibersoftware auf Anfrage		
Port Knox Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle		
— Platine	095-1062	64,00
Knopfzellen PC-Interface für Dallas-Touch-Memories		
— Platine und programmierter PIC	105-1064	79,00
TRIoflex		
— PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26		
— Platine, programmiertes CPLD EPM7064, PAL und GAL, Programmardiskette, Hardwaredokumentation	105-1070	320,00
Motormaster PC-Servo-Karte		
— Multilayer-Platine, GALS, Software-Bibliothek	115-1071	328,00
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HPGL-Interpreter)	115-1072	98,00
Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port		
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00
Safe Port Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle		
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt	056-1089	98,00
— GAL	S056-1090	6,00
Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorolan DSP56002EV		
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00
CAN-Dongle Flexible Drucker-Port-Adapter für CAN		
— Platine, programmiertes isPLSI für Standard und EPP, Diskette mit CAN-Monitor, Beispielprogramme in C und Pascal sowie Handbuch als WinWord-Datei	076-1092	138,00
Digit-Audio-Monitor DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten		
— vierlagige Multilayer-Platine	096-1096M	56,00
— Software zum Projekt DAM	S096-1097	98,00

TASK 51 Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00
Tor zu Welt Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo		
Bus-Depot InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
Rex Regulus		
— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebsprogramm-EPROM		
PIC-Programmer V.2.0		
— Platine		
— Betriebssoftware EPROM		
— Betriebssoftware PC-Diskette		
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)		
— PIC-Simulator		
— PIC-Evaluationskarte		

Kat-68 332		
— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
CANtoe CAN-Bus-Knoten		
— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00
Background-Debugging-Mode		
— Platine + GAL + Diskette	114-1028	38,00
Fuzzy-Kompakt Fuzzy-Regler-Entwicklungssystem		
— Platine + progr. Controller + Software + Handbuch	025-1037	385,00

Blitzbrenner		
— Programmiergerät für AT89C51/52/1051/2051 inkl. Platine, PLCC-44-Adapter, DIP-20-Adapter und Software	085-1063	175,00
— Flash-µC-Prototyp-Platine für AT89C51/52	085-1051	88,00
BDMops Minimal-Mops als BDM-Interface an RS-232		
— Platine + Diskette	105-1065	49,00
PICTerm Kleinterminal mit PIC-Controller		
— Platine, progr. PIC, Diskette	115-1067	79,00
— Tastaturplatine	115-1068	20,00

Oktagon Evaluierungsboard für H8/338		
— Leerplatine, CPU H8/338, EPROM m. ROM-Monitor, Reset Chip MAX709, H8/338 Hardware Manual und Programming Guide, GNU-C-Compiler und Assembler	026-1074	268,00
Steuermann 68HC11-basierte industrietaugliche SPS		
— IndustriePC: CPU-Platine, programmierte GAL und programmierte CPU	026-1080	248,00
— SPS-Upgrade: Anzeige-Platine, Netzteil-Platine, programmiertes EPROM, Online-Kabel, SPS Programmiersoftware auf 3,5"-Disk.	026-1081	398,00

In Gleichklang adaptiver Einplatinencomputer miniMAX-40		
— Light Version:		
— V40 HL, XC3020, 32kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, 24 MHz Quarz, komplett bestückt und konfiguriert	026-1083	298,00
— Vollversion:		
— V40 HL, XC3042, 128 kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, 32 MHz Quarz, RTC7243 Uhrenbaustein, DS2401 Silicon Serial Number, Batterie, komplett bestückt und konfiguriert	026-1084	398,00
Emulatorboard EMU-40		
— 68HC11, XC3042, 2 x 12 kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, komplett bestückt und konfiguriert, Locator UniLOC, Multitasking Betriebssystem UniMOS inkl. Bibliotheken, ohne Sourcen	026-1085	498,00

UniMOS-Sourcetester für Turbo Assembler	S026-1086	298,00
— Platine, Netzeil, Software u. Datenbücher	066-1091	269,00
Zeitspeicher RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM		
— vierlagige Multilayer-Platine	076-1095/M/E	49,00
Der Neuner		

— Platine	126-1098	64,00
— programmierte ST9040, Windows Software & Handbuch	S126-1098	169,00
Atari-Projekte		
Aufmecher II AD/DA am ROM-Port	081-892	52,00
Heracles-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00

— EPROM	S081-893	25,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 Uhr

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147
eMail: elrad@emedia.de

Wir suchen zum baldigen Eintritt einen

Elektroniker

Gute schaltungstechnische Kenntnisse und mehrjährige Betriebs-Erfahrungen im Prüffeld sind erforderlich.
Wir bieten interessante, anspruchsvolle, ausbaufähige Tätigkeit und attraktives Gehalt.

NAGY Meßsysteme GmbH, Siedlerstraße 34
71126 Gäufelden bei Herrenberg, Telefon 0 70 32/7 66 70

SONDERANGEBÖHRT

Beringte Bohrer ab DM 3,30 je Stück - Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück - Durchkontaktierstiften DM 30,- je 1.000 Stück
Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktfilm DM 5,60 je Stück A3 - preiswerte Bohrunterlagen - Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

BUNGARD
BEZ
Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik
Rilke Straße 1
D-51570 Würselen
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75



Kirchstraße 23
33178 Borchum / Etteln

Tel.: 0 52 92/93 02 25
Fax: 0 52 92/93 02 26

Overstock and Recovering IC's

Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Eeprom-DIP	Preis/Stück
8031	2,50 DM	68040-33	60,00 DM	27c040	8,60 DM
8032	2,50 DM	68040-40	70,00 DM	27c080	12,40 DM
8051	2,60 DM	68000-xx DIP	2,40 DM		
8251	1,30 DM			S-RAM	Preis/Stück
8253	1,50 DM	Eeprom-DIP		8k x 8	1,50 DM
8254	1,50 DM	27c64	1,20 DM	32k x 8	3,30 DM
8748	4,20 DM	27c256	2,10 DM	128k x 8	8,50 DM
8749	5,90 DM	27c512	2,30 DM		
8751	8,20 DM	27c512	2,30 DM	DRAM	Preis/Stück
Z 80 A/B CPU DIP	1,90 DM	27c010	2,70 DM	1M x 1-70	Preis a. A.
80c535	5,00 DM	27c011	4,00 DM	256k x 4	Preis a. A.
68040-25	45,00 DM	27c020	4,90 DM	1M x 4	Preis a. A.

Auch in DIP, ZIP, SOJ, TSOP, und PLCC lieferbar

Die angegebenen Preise sind Nettopreise und gelten ab Lager Etteln.
Sie können die jeweils aktuellen Preise jederzeit telefonisch oder per Fax anfragen.

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb
elektronischer Bauelemente
Gunnar Tennert

ELEKTRONIK VON A-Z AB LAGER LIEFERBAR

AD-DA-WANDLER -ICs
CENTRONICS-STECKVERBINDER
CERMET-SPINDELTRIMMER, 19 mm., 1 GANG-, 12 GANG-, 25 GANG-
C-MOS-40xx - 74 HC - 74 HCT - 74 ACT
DC-DC-WANDLER-MODULE BIS 160 W
DIODEN + BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDER + KABEL
EINGABETASTEN, DIGITASTEN
EINSTELLREGLER, -POTIS, 10 GANG WENDEL-
EDV-KABEL + DATA-T-SWITCH + SCHNITTSTELLENTESTER
IC-SOCKEL + TEXTOOL, -ZIP, -DIP, -PLCC
INDUKTIVITÄTEN (AXIAL + RADIAL)
KABEL, RUND-, FLACH-, KOAX-, NETZ-
KONDENSATOREN KERKO, FOLIEN, ELKO, TANTAL
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP. PLATINEN, BUS-, PC-AT-
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER IC RS232, RS422, RS423
LINEARE- + SONSTIGE IC's
LÖTKOLBEN-STATIONEN-ZINN
LUFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE - KOPPLER, 7 SEGMENT LED
QUARZE + OSZI, SCHALLGEBER
RELAYS REED-PRINT-KARTEN-STARKSTROM
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP-, WIPP-, DIP, KODIER-
SICHERUNGEN 5 x 20 + 6 x 3 x 32 + KLEINST-... HALTER
SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV + MECHANISCHE
SOLID-STATE-RELAYS
SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR. SCHALTREGLER
SPEICHER-EPROM-EEPROM-RAM-PAL-GAL-EPLDs
STECKVERBINDER DIVERSE
TAST- + CODIERSCHALTER
TRAFOS, PRINT- OFFENE, RINGKERN- 1.6 - 450VA
TRANSISTOREN KLEIN- + LEISTUNGS-
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74 LS-74 S-74 F-74 ALS-74 ASxx
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE (SIL UND DUAL)
Z-DIODEN + REF. DIODEN

KATALOG ANFORDERN 400 SEITEN

GEGEN EINSENDUNG DIESER ANZEIGE KOSTENLOS

71371 Weinstadt
Postfach 2222

Tel.: 0 71 51/66 02 33 + 6 89 50
Fax: 0 71 51/6 82 32 + 66 09 29

Kompromißlos

- Sie erwarten unbestechlichen und kritischen Journalismus.
- Sie verlangen Fakten statt Geschichten?
- Sie wollen echte Nachrichten statt aufgewärmter Banalitäten?

ct Dezember 1992
Schulen ans Netz:
Die CD-ROM

ct magazin für
computer
technik

Know-how zum Rechnerkauf
Der optimale PC
Nur stimmige Systeme
sind ihr Geld wert

12

c't. Die intelligente Art, sich umfassend zu informieren.
Erhältlich am Kiosk oder im Zeitschriftenhandel.
<http://www.heise.de>

Das wahre V
S/2, Netzwerke und Unix unter Den
DZU p
Halle 3, Stand D55

JANTSCH-Electronic
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 08341/14267
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Innr. 23
... immer ein guter Kontakt!

Neueröffnung!

Unser bekanntes Sortiment
nun auch im Ladenverkauf:

SIMONS
electronic

Öffnungszeiten:
Mo.-Fr. 9.30-12.30
14.30-18.00
Sa. 9.30-13.00
Mi. nur vormittags

Frobelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702
Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

263280 

CONRAD
ELEKTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
74072 Heilbronn

408538 

CONRAD
ELEKTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Embedded Systems '97

Die Embedded Control Messe
mit Fachkongreß für Entwickler
und Konstrukteure, 19.-21.2.1997
Stuttgart - Sindelfingen
Infos für Aussteller und Besucher
Telefon: (089) 3830 7270

BLECH
verarbeitung

NEU
CAD/CNC
Konstruieren
Stanzen Biegen
Siebdruck Lackieren

97424 Schweinfurt Tel. 09721/7665-0
Carl-Zeiss-Str. 10-14 Fax 09721/7665-18

balü
electronic

20095 Hamburg
Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -
Tel. 040/33 03 96

24103 Kiel
Schülperbaum 23 - Kontorhaus -
Tel. 04 31/67 78 20

23558 Lübeck
Hansestraße 14 - gegenüber dem ZOB
Tel. 04 51/8 13 18 55

K KUNITZKI
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 20 65/6 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

REICHELT
ELEKTRONIK-VERTRIEB

26452 SANDE
ELEKTRONIKRING 1
SAMMELTEL: 0 44 22 - 9 55 0
SAMMELFAX: 0 44 22 - 95 51 11
24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 95 52 22

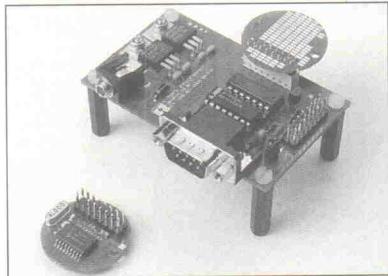
Radio-TAUBMANN 

Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher



Einplatinencomputer
natürlich von MCT

C-Mark



- PIC16C84 mit 4Mhz (opt. auch 10MHz)
- Maße: Ø 30mm
- Stromaufnahme typisch 4mA
- Standbymode < 1µA
- 1KByte x 14 Bit EEPROM für Programm
- 64 Byte EEPROM für Daten
- 32 Byte SRAM für Daten
- 13 I/O-Leitungen
- Realtime-Zähler, Zeitgeber
- nur eine Versorgungsspannung 4 bis 6V
- Programmieradapter verfügbar
(direkte Programmierung vom PC aus)
- Serielle Schnittstelle mit Baudrate-generator (max. < 28800 Baud) in
Software realisiert

ab DM 69,00

Entwicklungs paket

C-Mark inkl. Programmieradapter, Handbücher, PCM-Compiler, Netzteil und Kabel

DM 397,90

PIC-C-Compiler

PCM C-Compiler für die PIC-Familie von
Microchip PIC16C6x, 16C7x und 16C84
mit engl. Handbuch

DM 230,00

PCB C-Compiler für die PIC-Familie von
Microchip PIC16C5x mit engl. Handbuch

DM 230,00

- IDE für DOS
- Preprozessor
- Built-In-Funktionen für die PIC-eigenen
Funktionen
- Inline-Assembler
- 8Bit-Arithmetik
- Datentypen: Bit, Byte, Char, Short, Int
- Konstanten-Typ.: Char, Spec. Char, String
- Inline-Assembler
- 8Bit-Arithmetik

MCT Paul & Scherer

Mikrocomputertechnik GmbH
Wattstraße 10, 13355 Berlin

Tel. 030 4631067

FAX 030 4638507

Mailbox 030 4641429

E-Mail mct@mct.de

Internet www.mct.net



Digitale Einbauinstrumente



DIN - Gehäuse
48 x 24
96 x 24
72 x 36
96 x 48
144 x 72
192 x 72
19" - Einbaurack
Wandgehäuse

Ausführungen

Spannungsmeßgerät
Strommeßgerät
Leistungsmeßgerät
Widerstandsmeßgerät
Temperaturmeßgerät
Impulszähler
Drehzahlmeßgerät
Programmierbare Meßgeräte

Frequenzmeßgerät
Zeitmeßgerät
Fernanzeigen, parallel
Fernanzeigen, seriell
Meßumformer
Großanzeigen, 100 mm
Mengen/Durchflußmesser

Optionen

galvanisch getrennter Analogausgang, galvanisch getrennte
Schnittstellen, Grenzwertüberwachung, DC-Versorgung,
Spitzenwertaufzeichnung, usw.

Kundenspezifische
Entwicklungen von
Sondergeräten



ERMA
Electronic GmbH

ERMA-Electronic GmbH - 78194 Immendingen
Max-Eyth-Str. 8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554
email: erma-electronic@t-online.de

Achtung! Kostenlose Ausbildungssoftware! DIGI-SIM, Simulator für digitale Schaltungen. Ab sofort neue Version 2.2 mit Animationsbausteinen! Internet: <http://www.sss.de> oder 2.-DM frankierter Rückumschlag (22cm x 11cm) an: Triple-S GmbH, Herrmann-Geib-Str. 18, 93053 Regensburg

-- Bild-, Mustererkennung, Datenklassifikation -- mit PC oder Mikrocontroller sowie Entwicklung von Hard- und Software. Ingenieurbüro Hoch, Bergstr. 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 0 76 31/48 58

LEISE

*** Leiterplattenfertigung ***
*** Bestückung, Bauteile ***
*** Gerätemontage, aller Art **

bitte Angebot anfordern unter Fax 0 66 45/71 64
Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engelrod

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. 0 97 76/98 16, Fax 71 85

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-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-, PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheindorf, Tel. 0 22 08/28 18. Info DM 2,-

- * PIC-Programmer (Elrad 1/94 und 6/94)
- * Programmier 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. 0 24 31/64 44 Fax 45 95

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! Tel. 0 71 51/5 94 63 oder 0 172/9 18 04 88, Fax: 0 71 51/1 83 49

***** EPROM-EMULATOREN *** ab DM 138,- ***** Für 32-64KByte Eproms. Im stabilen Aluminiumprofilgehäuse mit allen Zuleitungen und Software. Stob & Robitzki GbR Tel. 04 31/20 47-04 Fax -26

SPS-Simulation (STEP5) unter Windows. Simulieren Sie ein SPS-Programm in AWL, FUP, KOP auf Ihrem PC. (bis 135U!). Programmierung eines AGs ist ebenfalls möglich! Fordern Sie kostenloses Informationsmaterial an. MHJ-Software • Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Tel. 0 72 52/8 78 90, Fax 7 87 80

Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8") 0 0,2-0,5 mm 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0 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 0 67 33/5 54

**** Leiterplattenbestückung ** TOP-QUALITÄT** Siemens SMD-Automaten Fa. ASPRO Fax: 0 6827/34 21

BEFESTIGUNGSWINKEL F. PC-STECKKARTEN direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A Qualität *Wolfgang Seitz* Stanztechnik Tel. 09 41/6 56 92

Verkaufe Motorola 68HC11F1 für 29,- DM je Stück Tel./Fax: 0 27 1/48 41 90

LEITERPLATTENBESTÜCKUNG SMD-Bedrahtet Top-Qualität ab 4Pf/Teil Fax: 0 62 26/4 18 78

Kunststoff-Spritzgußteile bis 125g, äußerst preisgünstig. Tel. 0 75 66/9 1222

PIC, z.B. 16C84 4P DM 12,50; Programmieradapter und -Sockel für SOIC & PLCC günstig; **Chipkarten** EEPROM und Zubehör (Sockel; PC-Einbaugehäuse) DM 7,50; PC-Watchdog DM 79; Bauteile; PC-Komponenten; Anrufen! **moco** GmbH, 52525 Waldfeucht, Tel. 0 24 52/9 89 05-0, Fax: -3

HF-dichte Gehäuse aus Weißblech, eigene Fertigung Lagerware, Sonderanfertigungen. Tel. 0 75 66/9 12 22

LCD+CRT-Industriemonitore mit o. ohne Touch-Screen. TS-Integration auch in Ihre Geräte! TLC Elektronik, Tel. 0 87 61/6 63 99 Fax: -6 25 45

Meßgeräte aller Art aus Laborauflösungen von Tektronix, R+S, Gould, HP, Fluke Liste anfordern; Tel. 0 64 61/8 86 21 Fax 8-82 46

Über 6000 Artikel von A wie aktive Frequenzweiche bis Z wie Zubehör: Lautsprecher, Selbstbauzubehör, Mischpulte, Endstufen, Lichteffekte, Nebelgeräte, Lichtsteuergeräte - direkt vom Hersteller bzw. Importeur. Fordern Sie unseren 340seitigen Farbkatalog für 10,- an. Für Händler supergünstige EK-Preise! **STEINIGKE SHOW-TECHNIC GmbH**, Andreas-Bauer-Str. 5, D-97297 Waldbüttelbrunn, Tel. 0 93 1/40 61 60, Fax 0 93 1/40 61 70

Universalterminal zur Zeit-, Projektzeit- und/oder Datenerfassung, µ-Controller Bausätze, 8032-Basiccompiler, Magnetkartenleser/-leser, Peripherie u.v.a bei Ziegler Elektronik, Am Leimerich 13, 97720 Nüdingen Tel. 0 97 1/6 04 84 Fax 6 00 81

**** Wir haben was Sie suchen **** µController, AD-DA, Touch-LCD, optok-IO, Relais, 4-20mA Modul, ISO-Chipkarten, Entwicklungsumgebung und Tools, Locator, WIN-Tools, Datenbankprg, Infos und Demos unter <http://home.t-online.de/home.htm> Tel. 0 23 1/5 31 04 32 Fax ...5 31 04 34

** **GRAVIEREN / FRÄSEN / BOHREN?** Wir haben die richtige Soft- und Hardware! **VarioNC** Graviersoftware für Iselmaschinen mit automatischem Werkzeugwechsel, **TOUCH** Graviersoftware für LPT mit autom. Werkzeugwechsel, **Endstufen** von 36V 2A bis 70V 6A (auch Mikroschritt) bis 5Phasen Komplettsteuerungen und Maschinen,... **Ing.-Büro Schmidt**, Tel. 0 52 36/99 810, Fax 99 811

PC-Meß/Regeltechnik, AD, DA, DIO, Timer/Counter, CPU-Karten, Backplanes, Konverter, 2-32 Port **Schnittstellenkarten**, **RS232/422/485**, IEEE488, IPC Gehäuse etc. Preiseliste anfordern bei: Priester Datentechnik Mannheim, Tel. 0 62 1/10 46 63, Fax: 1 22 01 14. Händleranfragen erwünscht.

Lagerrestbestände: Oszilloskop HC3502 20MHz 2-Ch incl. Probes 478,- Digitales Speicher-Oszilloskop mit Logic Analyzer & Multimeter (Notebookgröße) incl. SW & Zubehör 1350,- Tel. 0 73 19/26 63 41

Hameg Oszilloskop HM-1007 mit Digitalspeicher, 100MHz, VB, Tel. 0 5 11/40 60 97

Lowcost Universalprogrammiergerät prochip kostenlose Info anfordern! Höpping Elektronik Design, Tel. 0 21/84 33 31, Fax 0 20 1/47 19 18

Aus Laborauflösung: Vom Widerstand bis zum Meßgerät, alles zu verkaufen. Z.B. Oszilloskope von Philips, einstellbare Labornetzteile von Rohde & Schwarz, Schreiber, Logikanalyser, optische Meßgeräte usw. Platinenentwicklung: Entwickelbad, Belichtungsgerät, Plotter; Roboter von Mitsubishi, Tel./Fax 0 28 41/5 45 88

BASIC-52 für 80C535, -537, -552, -C32 und 87C520 ab DM 69,-; I²C-Bus-, RTC, LCD- und Tastatursteuerung, ADU (10bit), PWM (16bit), TRACE, Bitbefehle für Ports u.v.m., der 87C520 ist pinkompatibel zum 8052-AH, aber bis zu 10mal schneller, außerdem hat er 2 ser. SS. Rechnerboards leer oder bestückt ab DM 65,- IDS, Tel. 0 71 61/8 76 59, Fax 0 71 61/8 44 87

Ing.-Büro übernimmt Entwicklungsaufgaben im Bereich Hardware, Software und Layoutentflechtung sowie Fertigung (auch in SMD). IDS, Tel. 0 71 61/8 76 59, Fax 0 71 61/8 44 87

Layout + Schaltplan-Erstellung, preisgünstig Fa. Kahlert, Tel. 0 21 33/9 03 91 Fax -9 32 46

Für EAGLE: DXF-Konverter, DM 80,-, Bibl. Extraktionsprogramm, DM 40,- zzgl. Vers. + MwSt. Demos in der ELRAD Mailbox, H. Sämann, Calwer Str. 14, 72336 Balingen, Tel. 0 74 33/22 794, Fax: 0 74 33/27 38 50

***** SMD - Bauelemente *****
Große Typenvielfalt - Keine Mindestmengen Sonderbeschaffungen - Katalog kostenlos: Versand B. Uschwa, Tel./Fax 0 22 8/34 84 73

Speicher-Scope DataBlue 6000 (Wilke Techn.), DSO 2-Kanal 50MHz, DMM und LGA in einem Gerät, Logic-Probe, RS232, Tasche, etc. NP 2100,- neuw. VB 1450,- Tel. 0 40/64 94 00 95

+++ **Leiterplatten TOP Qualität** +++ z.B. EURO-Format, doppelseitig-dk, 2xLötstop, 2 Stck. 99,- DM/Stk., 5 Stck. 85,- DM/Stk. MULTILAYER bitte anfragen! Fa. ATK, Tel. 0 21 33/9 03 91 Fax -9 32 46

EPROM-Emulatoren 32kB 142,- DM 64kB 167,- DM, 128kB 243,- DM incl. MwSt. Fa. Kahlert, Tel. 0 21 33/9 03 91 Fax -9 32 46

Verkaufe Layoutprogramm **TARGET V3 Professional** original verpackt 10% unter NP. Rainer Mohrlok, Sindelfinger Str. 74, 72070 Tübingen, Tel. 0 70 71/4 52 13, Fax 4 41 35

Programmierservice schnell, zuverlässig und preiswert; Wir programmieren Ihre **GAL/PAL/PIC/EPROM/EEPROM/MASKENPROZESSOREN ETC.** (auch mit Etiketten, Bauteilebeschaffung). Keine Rüstkosten ab >100 Stück. Senden Sie Ihre Anfrage oder direkt Ihren Master/Diskette an Klaus-Seitz-Elektronik, Robert-Schumann-Weg 5, 82538 Geretsried. Tel. 0 81 71/90 90 71 oder 0 17 1/6 83 96 23, Fax 0 81 71/90 90 72

SMD Leiterplattenbestückung. Preisgünstig und professionell - Bestückung und Lötarbeiten aller Art (inkl. SMD-Technik) - Leiterplattenfertigung - Gerätemontage - Hardwareentwicklung. Fa. Kusch, Tel./Fax 02 11/48 54 31

PIC16C54A-04/P Stk. bei 10=6,90 25=6,40 100=5,90 250=5,60 **16C84-04/SMD** 10=12,50 PE-TRI ELEKTRONIK Tel. 0 61 87/30 86 Fax: 30 87

2x MOPS-FB1 (68HC11) à100,- Tel. 0 86 56/1795

150MHz Oszilloskop Tektronix 454A, 2Kanal, 6x10 cm Röhre, DM 950,-; 500MHz Networkanalyzer GenRad 1710 DM 2300,-; 32 Kanal Logikanalyzer Thurlby LA 3200 mit Pods DM 1250,-; 30 Tage Garantie. Steigerwald GmbH Tel. 0 84 41/80 32 36, Fax 80 48 81

Königsmann-Elektronikversand, Neuheiten, Sonderposten, Elektronik. PF 22, 31607 Marklohe / Lemke. Fax 0 50 21/64 636. Preisliste anfordern.

PIC16C84-04 (DIL) ab 6 Stck.: **DM 9,80/Stk.** **16C84-SMARTCARD** ab 10 Stck.: **DM 32,-/Stk.** (incl. MwSt.+NN DM 7,-) Tel./Fax: 0 22 26/62 91

Klimaprüfschrank Heraeus HC 2020 Baujahr 92 gegen Gebot zu verkaufen. Tel./Fax 0 87 52/7390

Schaffner Burstgenerator NSG 1025 und kapazitive Koppelzange CND 8014: 7000,- DM, ESD Simulator NSG 435: 6000,- DM, Schwarzenbeck Absorptions Meßwandler Zange MDS 21: 3000,- DM, Tel. 0 30/6 27 10 50

KLEIN

ganz groß

Nutzen Sie den Kleinanzeigenteil in ELRAD.

Die Bestellkarte finden Sie in der Heftmitte.

Mäuse machen mit Online-Werbung

heise
online

<http://www.heise.de/kiosk/mediadaten>

Kontakt: Sascha Ditgens Tel. (05 11) 53 52-5 82 Fax (05 11) 53 52-5 40 Email: online-marketing@heise.de

Die Inserenten

ACS, Wunstorf	17	Feger+Co., Traunreut	96	OMV, Borchken/Etteln	100
ADES, Burscheid	97	Fernschule Weber, Großenketten	96	PLUG-IN, Eichenau	97
Adler, Höfen	63	Franken & Partner, Köln	6	POHLTRONIK, Bad Pyrmont	95
Ahlers, Moosburg	96	Friedrich, Eichenzell	9	POP, Erkrath	94
AMV, Bräunlingen	95	gsh-Systemtechnik., München	8	Priggen, Steinfurt	96
B+S Meßtechnik, Gräfeling	23	GTU LaserTechnik, Baden-Baden	95	Quancom, Brühl	95
Basista, Bottrop	95	Hoschar, Karlsruhe	11	Reichelt, Sande	74, 75
Beta Layout, Hohenstein	..... Kontaktkarte	i+ME, Wolfenbüttel	25	SE Spezial-Electronic, Bückeburg	19, 29, 67
Bitzer, Schorndorf	6	isel, Eiterfeld	55	SH-Elektronik, Kiel	96
Boddin, Hildesheim	97	Keil, Grasbrunn	97	sinformatik, Gehrden	47
Boillrath, Rhede	97	Keller, CH-Winterthur	..... Beifester	Sonthheim, Kempten	97
Bungard, Windeck	77	Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	94	TABULA-TRONIC, München	15
Bures & Koch, Neustadt	95	Lehmann, Hausach	96	taskit Rechnertechnik, Berlin	6
CadSoft, Pleiskirchen	13	M&V Breidenbach & Tochter, Bettendorf	8	Tennert-Elektronik, Weinstadt	100
Cirrus Logic, ROC-Taipei, Taiwan	16	maintronic, Schweinfurt	101	Thomatronik, Rosenheim	95
CONITEC, Dieburg	8	MBMT, Bassum	31	Trapp, Darsten	94
Deutsche Fachpresse, Frankfurt	105	MCT Paul & Scherer, Berlin	101	Ultimate Technology, NL-Naarden	39, 41, 43
Dlouhy, Rosenheim	8	Merz, Lienen	6	VS Electronic, Aschaffenburg	96
Drebinger, München	35	Messcomp, Wasserburg	6	Wawersich, Berg	97
DTK Computer, München	8	Motorola, München	2	Weschenbach, Aachen	95
E-LAB, Rappennau	6	Müller, Mittweida	96	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	95
Elektronik Laden, Detmold	8, 93	NAGY, Gäßfelden	100	Wickenhäuser, Karlsruhe	95
ELS electronic, Duisburg	94	National Instruments, München	..... Kontaktkarte	Wilke Technology, Aachen	106
ELZET 80, Aachen	8	OBL, Hüllhorst	6		
EMB, Murg-Oberhof	97	Oktogon, Mannheim	94		
eMedia, Hannover	98, 99				
EMIS, Weiden	96				
ERMA-Electronic, Immendingen	101				

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Postf. 61 0407, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-401
ELRAD-Mailbox: 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://elrad.heise.de/pub/elrad>, <ftp://uni-paderborn.de/elrad>
World Wide Web: <http://www.heise.de/elrad>

**Technische Anfragen montags bis freitags
nur zwischen 11.00 – 12.00. Bitte benutzen Sie
die angegebenen Durchwahlnummern.**

Herausgeber: Christian Heise

Chef vom Dienst, Stellv. Chefredakteur:
Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (verantwortl.) (pen. -393)

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Erns. Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),
Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391),
Peter Rößke-Doerr (roe, -397)

Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):

Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens

Redaktionsscretariat: Stefanie Gaffron, M. A., Carmen

Lehmann (sg. cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent),
Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 50 04-40,
Fax: 089/62 50 04-66

Korrespondent USA: Dr. Sabine Cianciolo (sc), 6011 Majoreca
Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60,
EMail: dutz@ix.netcom.com

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Kor-
rektur/Satz), Dirk Blöschlager (Ltg. Grafik), Ben Dietrich
Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Friedrich, Ines Gehre, Birgit
Graff, Angela Hilberg-Matzén, Sabine Humm, Dietmar Jokisch,
Hella Koithäfer, 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
Postf. 61 0407, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-29

Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05 308 (BLZ 250 100 30)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsleiter: Christian Heise

Stellv. Geschäftsleiter/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:

Steven P. Steinraus

Anzeigenleitung: Irmgard Ditgens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Weckendt (-121)

Anzeigenabposition: Rita Asseburg (-219)

Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühbachstraße 11,
8153 München, Telefon: 089/62 50 04-20, Fax: 089/62 50 04-22

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Klaus, Hottenbacher Mühle 5,
55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Asien: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-
Ching Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-
2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

USA, GB: Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens Jegerovs,

Ober Straße 39, D-66957 Hiltz, 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 (-299)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Ruth Utesch (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (sfr 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). Für AUGE-Mitglieder gilt der Preis des

Studentenabonnements.

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 zehn Monate

ausreichend.

Kundenkonto in Österreich:

Salzburger Kredit und Wechselbank AG, Salzburg,

BLZ 000 185 50, Kto.-Nr. 101-35343-001

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 00

Kundenkonto in den Niederlanden:

ABN Amro Bank, Eindhoven, BLZ 1065135,

Kto.-Nr. 41 28 36 742

Versand und Abonnementverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 11 12, 30827 Garbsen,

Telefon: 0 51 37 87 754, Fax: 0 51 37 87 87 12

Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:

Thali AG, Aboservice, 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-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 61 12 66-00

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 Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erlieft der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in **ELRAD** erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

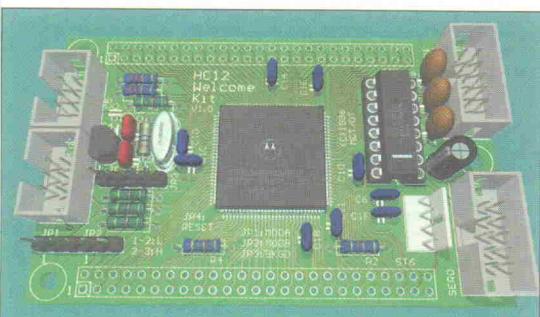
© Copyright 1996

by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Embedded-Boom



Messehalle in Sindelfingen fast vollständig ausgebucht. Rund 150 Aussteller von A(MD) bis Z(iLog) – das entspricht einem Zuwachs um etwa 50 % gegenüber dem Vorjahr – zeigen Produkte und Neuentwicklungen. Damit hat sich die Embedded Systems in kürzester Zeit etabliert. *ELRAD* begleitet den Event mit einem Schwerpunkttheft zum Thema Mikrocontroller: Neben einem Marktbericht zu 16-Bit- μ Cs und zugehörigen Entwicklungswerkzeugen stehen eine kompakte HC12-Platine als Projekt, eine Design Corner zum SH1-Starterkit von Hitachi, eine Preview über WSIs PSDsoft sowie Applikationshinweise zu FRAMs auf dem Programm.

Vom 19. bis 21. Februar 1997 treffen sich erneut Hersteller, Anbieter und Entwickler der Controller-Welt. Die Embedded Systems findet zwar erst das zweite Mal statt, aber dennoch ist die

Prozessorkombi

Einen 32-Bit-RISC-Controller sowie einen 16/32-Bit-DSP-Kern hat hyperstone electronics auf einem Chip vereinigt. Der E1-32 soll sich da bewähren, wo bisher zwei getrennte Bausteine nötig waren. Das Entwicklungssystem zum Kombiprozessor besteht aus PC-Einsteckkarte, ANSI-C-Compiler, Real-Time-Kernel sowie weiteren Tools. Die Preview im kommenden Heft untersucht, wie eng MCU und DSP auf dem Die verknüpft sind und wirft einen Blick auf die Funktionalität der Software.

Stabilität ist kein Zufall

Schaltungen mit analogen Operationsverstärkern weisen meist eine negative Rückkopplung auf. Damit ein solches System nicht doch außer Kontrolle gerät, sind gezielte Maß-

Dies & Das

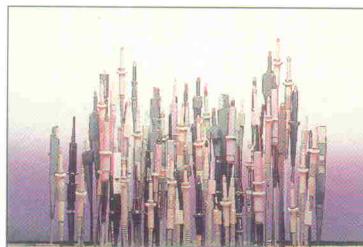
Argusauge im Schilderwald

Der Schilderwald im Straßenverkehr stellt höchste Anforderungen an die Konzentration des Kraftfahrers. Wenn in der Reizüberflutung dann auch noch ein Blitzlicht aufleuchtet, hat man wohl einen roten Kreis mit einer schwarzen Zahl drin übersehen. Die folgende 'Entlastung' des Geldbeutels kann dann auch noch mit der Belastung des Flensburger Punktekontos verbunden sein. Hilfreich wäre ein System, das Verkehrszeichen am Straßenrand erkennt und die Information an den Fahrer weitergibt.



Bindeglied

Ein Meßgerät ist erst mit dem 'Zubehörteil' Tastkopf komplett. Denn was nützt die hohe Präzision eines teuren Oszilloskops, wenn eine minderwertige Prüfspitze das Signal schon am Eingang verfälscht ab liefert. Ein Report in der nächsten Ausgabe weist den Weg zum richtigen Tastkopf und zeigt konkrete Lösungen für meßtechnische Probleme.



nahmen zur Stabilisierung zu treffen. Der Grundlagenbeitrag in der kommenden Ausgabe zeigt nicht nur die Wege zur erfolgreichen Entwicklung von OpAmp-Schaltungen auf, sondern demonstriert auch deren Richtigkeit anhand einfacher Simulationsbeispiele.

Dreh-PIC

Für Positionieraufgaben mit kleinem Drehmoment stellen Schrittmotoren eine angenehme, weil μ C-kompatible – quasi digitale – Aktorlösung dar. Braucht man jedoch etwas mehr Leistung, ist oft ein Servo-Antrieb fällig. Unterstützt von einer integrierten Vollbrücke und ein wenig externer Beschaltung eignet sich ein PIC 16C73 hervorragend als Einachs-Drehzahlregler.

Forscher von Daimler-Benz haben ein Bildverarbeitungssystem entwickelt, das mittels Kamera am Rückspiegel die Umgebung erfaßt und nach charakteristischen Merkmalen der Verkehrsschilder untersucht. Nach der Erkennung erscheint das ermittelte Schild auf einem kleinen Bildschirm im Fahrzeugcockpit. Dies alles leistet ein neuronales Netz auf einem Power-PC-Verbund im Kofferraum des Fahrzeugs. Er verarbeitet die Bildinformationen genauso schnell wie das menschliche Gehirn, allerdings ohne Ermüdungserscheinungen und ohne nachlassende Konzentration. Bleibt noch die Frage, ob wann der Gesetzgeber das Argusauge zwingt, in die Motorlektronik einzugreifen, um allzu rasante Fahrer abzubremsen. cf



Zählmeister

Jeder kennt sie aus Flur oder Keller, die Stromzähler der elektromechanischen Art. Diese altbewährte Gattung von Energiemessern könnte demnächst eine Ablösung erfahren. Mikrocontrollerbasierte Verbrauchsmessgeräte mit integrierter Schnittstelle oder gar Power-Line-Modem gestatten schnelle und fehlerfreie Ablesung, gegebenenfalls sogar aus der Ferne. Wie eine AC-Leistungsmessung mit dem μ C funktioniert, zeigt die nächste *ELRAD* am Beispiel des MSP430 von TI.



Deutsche
Fachpresse

»An Fachzeitschriften gibts leider

wenig zu kritisieren.« Das ist der Satz,

»Sie glauben doch nicht im Ernst, daß ich einen solchen Satz sagen würde!«

den wir Herrn Reich-Ranicki für diese Anzeige in den Mund

legen wollten. Natürlich hätte

er dies so nicht gesagt. Aber daß er zum

Thema

Fachzeitschriften eine positive Einstel-

lung hat, das dürfen wir schreiben. Denn

wer etwas zu sagen hat, verläßt sich auf

die kompetenten Insider-Informationen

aus der Fachpresse, so Marcel Reich-

Ranicki. Wenn Sie sich eine eigene kriti-

sche Meinung bilden wollen, fordern Sie

einfach die kostenlose „Leistungsanalyse

Fachzeitschriften“ an.

Ja, das will ich genauer wissen!

Schicken Sie mir bitte
 die „Leistungsanalyse Fachzeitschriften“,
 das „Jahrbuch der Deutschen Fachpresse“
gegen Schutzgebühr von DM 29,-

Name, Vorname

Firma, Position

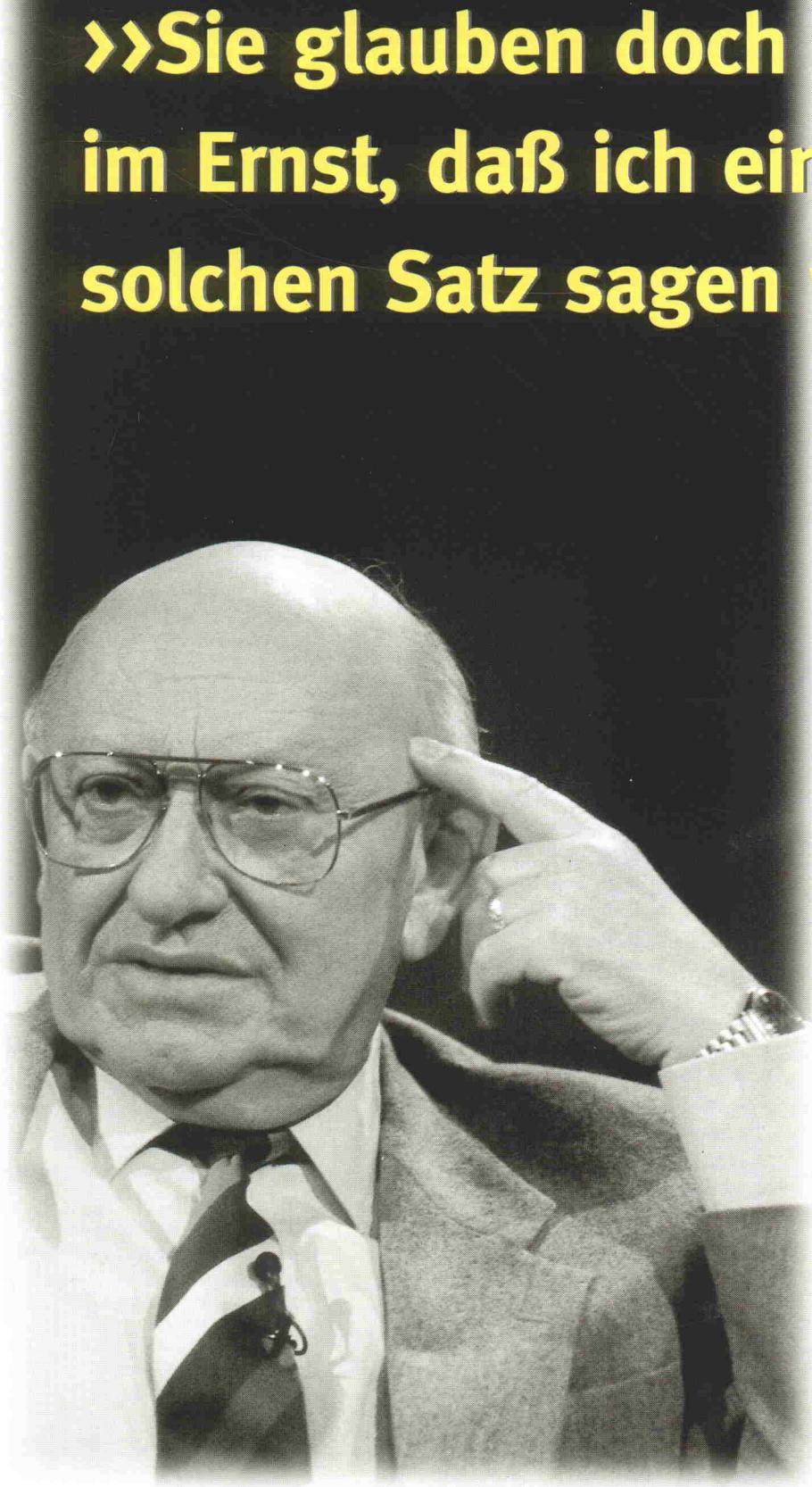
Straße

PLZ, Ort

Telefon

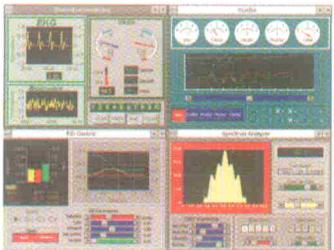
Datum, Unterschrift

Einsenden oder faxen an
Deutsche Fachpresse
Großer Hirschgraben 17-21
60311 Frankfurt am Main
Telefax (0 69) 1 30 63 99



Marcel Reich-Ranicki, Kritiker

Unverschämt gut ...



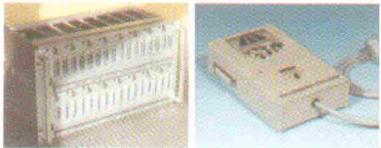
Unverschämt gut sehen Ihre Anwendungen aus, die Sie mit den neuen **Real-Time Graphic Tools** für DOS + Windows™ realisieren. Lassen Sie sich begeistern von den Möglichkeiten dieses einmaligen Paketes für **mehr Brillanz und verkürzte Entwicklungszeiten**:

Real-Time Graphic Tools für DOS Real-Time Graphic Tools incl. Source-Codes für Compiler: **Rev.2 für Windows™** für:

C/C++ (Bor/Turb) ... 620,- / **713,-** für C/0++ 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

Industrie-Converter



Hochisolierende Converter zur galvanischen Trennung (UL, VDE, IEC, BS), Schnittstellen-Umsetzung und als Leitungstreiber für Übertragungsstrecken zwischen EDV-Geräten: je 3 Kanäle in beide Richtungen, 100% Code- und Protokoll-transparent, bis 115 kBd. Anschluß über 1 x DB25-Stecker und 1 x DB25-Buchse. Als 19"-Einschubkarte und im Gehäuse, optionaler Überspannungs-Schutz:

19"-Einschubkarte
 20...60V DC / Gehäuse
 220 V Netz / Gehäuse

Converter:	RS-232	RS-232	2x3 Kan, bidir.	IX-1	IXD-1	IXX-1
	RS-232	RS-232	2x3 Kan, bidir.	IX-2	IXD-2	IXX-2
	RS-232	RS-422/485	2x3 Kan, bidir.	IX-3	IXD-3	IXX-3
	RS-232	TTL	2x3 Kan, bidir.	IX-4	IXD-4	IXX-4
	RS-232	TTL invert.	2x3 Kan, bidir.	IX-5	IXD-5	IXX-5
	RS-485	20...60 mA	2x3 Kan, bidir.	IX-6	IXD-6	IXX-6
	RS-485	RS-422/485	2x3 Kan, bidir.	IX-7	IXD-7	IXX-7
	RS-485	TTL (T/Inv)	2x3 Kan, bidir.	IX-8	IXD-8	IXX-8

Converter IX-1 ... IX-8 je 395,- / **454,-**

Converter IXD-1 ... IXD-8 je 395,- / **454,-**

Converter IXX-1 ... IXX-8 je 395,- / **454,-**

Überspannungs-Schutz 135,- / **155,-**

Meßwert-Erfassung



212,-
243,-

Protek 506: Zum Preis eines Multimeters gibt es jetzt ein komplettes Meßwert-Erfassungssystem:

- Universal-Multimeter
- RS-232 Schnittstelle
- PC-Anschlußkabel
- Software für Windows™

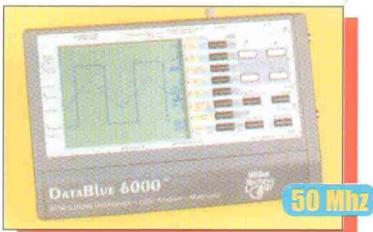
Das Protek 506 steck voll nützlicher Funktionen:

- Extra großes Display
- 10 Meßwertspeicher
- Viele Meßarten: V_{AC} , V_{DC} , A_{AC} , A_{DC} , R, C, L, Hz, dB, °C, °F

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... 2s / Teil, 5mV... 20 V / Teil
- 2048 Worte Meßstufe, 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,- / 32,20
 ab 1000 St.

BASIC-Knopf®

Komplette 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 niedrigsten 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,-

- Treppenhauslicht: 34,-/39,-
- LCD-Anzeige: 86,-/98,-
- DC-Steller: 34,-/39,-
- Drehzahlmesser: 49,-/56,-
- IR-Fernbedienung, 4-Kanal, Sender+Empfänger: 86,-/98,-

BASIC-Computer



Die Programmierung von BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarken® erfolgt am PC. Dazu stehen 3 Entwicklungs-Pakete zur Verfügung:

1 Grundpaket I: BASIC-Compiler+ 1 x BASIC-Briefmarke® I Computer, Kabel und Handbuch	290,- / 333,50
2 Grundpaket II: BASIC-Compiler I+II, 1 x BASIC-Briefmarke® I + II, Motherboard II, Kabel, Netzteil, Handbuch, ...	490,- / 563,50

3 Die Voll-Version für schnellste Resultate:

Komplett-System 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, gepufferter Echtzeit-Uhr / Kalender, BIOS, Mini-DIN Keyboard-Connector, PS/2 Mouse Port, Speaker Connector, kurzes Board, ohne RAM Chips, 7 DMA, 15 INTs

386SX-40 MHz, incl. CPU, bis 16 MB RAM, **IPC-195**: 390,- / **448,-**

486SX.../DX4 bis 133 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-420A**: 465,- / **534,-**

486SX.../DX4 bis 133 Mhz, wie vor, zusätzlich: LCD/VGA Display Controller mit 1 MB VRAM (analog bis 1024x768 Punkte, LCD bis 800x600 Punkte) **IPC-410A**: 868,- / **998,-**

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. 4 x HDs / CD-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:

IPC-680 : bis 12 MByte, 128 Byte EEPROM	238,- / 273,70
IPC-2001 : bis 16 MByte	347,- / 399,05

IPC-8112: 16x12-Bit A/D, 2x12-Bit D/A, 16xDIO 644,- / **740,-**

IPC-6126: 6xAnalog Out (12 Bit), 16xDIO 594,- / **683,-**

IPC-7225: 16xDigital In (galv getrennt), 16xOut 314,- / **361,-**

IPC-5214: 48xDigital I/O, TTL 258,- / **296,-**

IPC-102H2: 2 x RS-422 / 485, galv. getrennt 363,- / **417,-**

IPC-104A: 4 x RS-232, FIFO 191,- / **219,-**

IPC-168P: 8-fach RS-232/RS-422, FIFO 314,- / **361,-**

IPC-218: intell. 8-fach RS-232/422 799,- / **918,-**

Internet:
<http://www.wilke.de>

Wilke
Techno
Logy

Wilke Technology GmbH
 Krefelder Str. 147 D-52070 Aachen
 Tel: 0241 / 918900, Fax: 0241 / 9189044
 e-mail: info@wilke.de