

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

DM 7,50

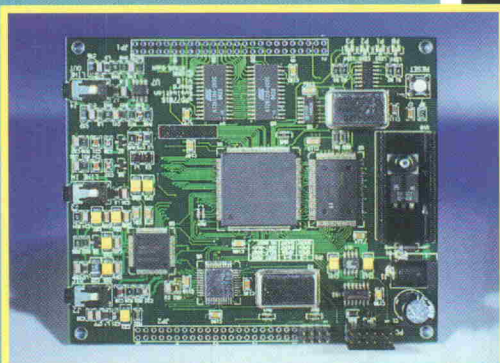
öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-



4/97

Nachlese
Embedded Systems



Eva-Kit für NEC-DSP

Wege zum Prototypen

SMT-Bestückung

Systemerweiterung

NT und Echtzeit

Zweimal Low Cost

**Handheld-Scopes
im Test**

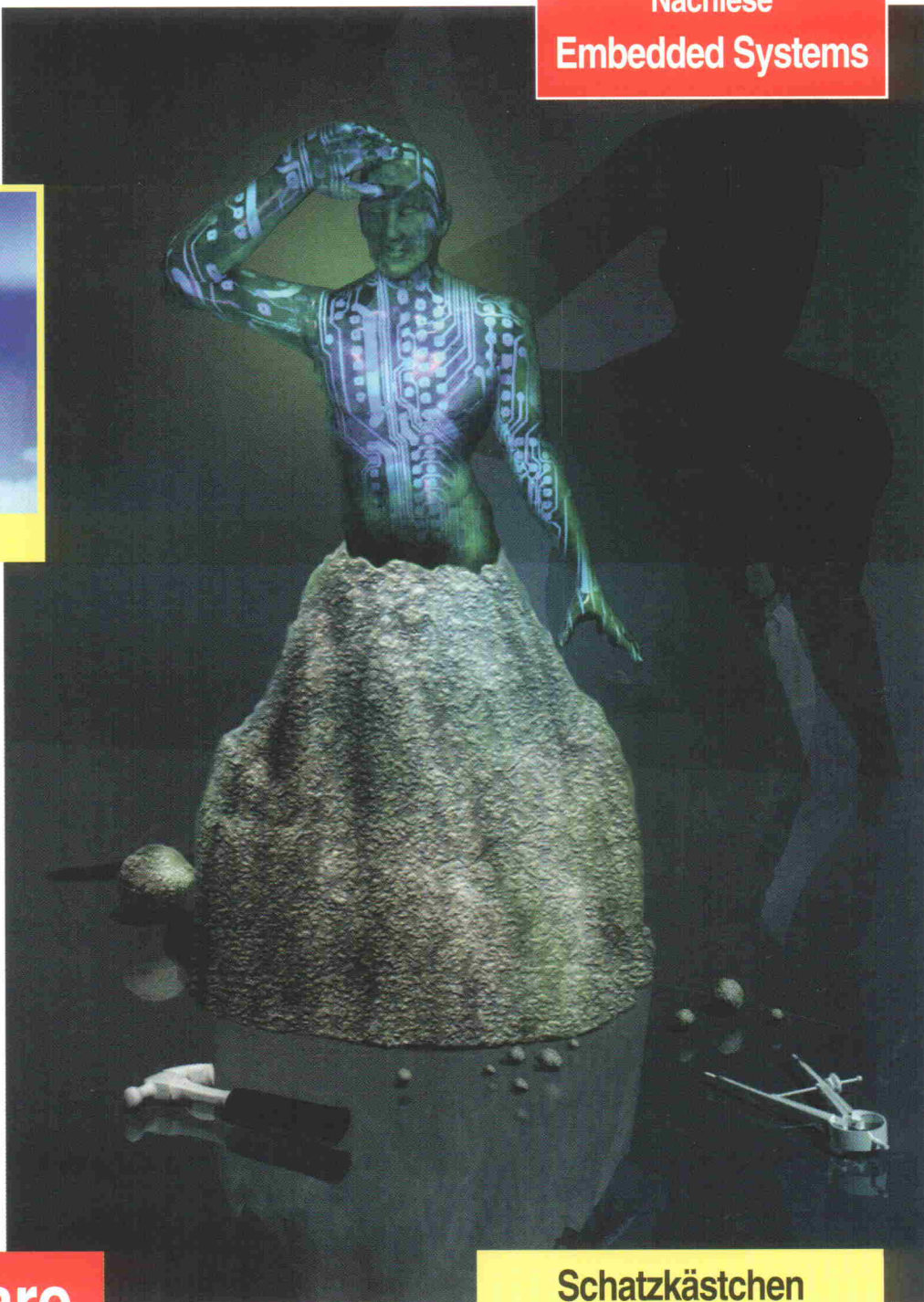
Chip-Verifikation

**Report:
Hardware-Emulatoren**

ECAD-Software

Design-Tools im Überblick

**Schatzkästchen
Programmbausteine für
µC-Entwickler**



TI hat die Zukunft der digitalen Signalverarbeitung neu definiert. Der TMS320C6x mit einer revolutionären Verarbeitungsgeschwindigkeit von 1600 MIPS ist Wirklichkeit.

Ein DSP mit 1600 MIPS, der Ihre Entwicklungszeiten halbiert und Sie dabei weniger als US\$ 100.-* kostet, ist ab sofort erhältlich.



Texas Instruments stellt die TMS320C6x-Generation vor - Einprozessor-DSPs mit bisher unerreichter Leistung. Der 'C6201 Festkomma-DSP bietet 1600 MIPS bei 200 MHz und kostet weniger als US\$ 100.-* Fordern Sie ein Muster an.

Um dies zu ermöglichen, entwickelte TI VelociTI™, eine VLIW-Architektur der nächsten Generation, die Ihnen größtmögliche Flexibilität bietet. Sie erhalten den ersten am Markt verfügbaren Assembly-Optimizer und einen neuen C-Compiler, der besonders einfach zu handhaben ist. Die Online-Dokumentation, Hardware- und Software-Tools sowie Produkte von Drittanbietern helfen Ihnen dabei, Ihren Entwurf in Rekordzeit auf den Markt zu bringen. Dieser DSP wird Ihnen neue Perspektiven eröffnen.

Die wichtigsten Eigenschaften

Leistungsmerkmale

- 1600 MIPS
- Acht 32-Bit-Befehle pro Zyklus x 200 MHz
- 1-Mbit-RAM auf dem Chip integriert

Entwicklungsumgebung

- Assembly Optimizer – zum ersten Mal erhältlich – ermöglicht optimierten Assembler-Code und Key-Loops
- C-Compiler – bietet eine dreimal höhere Codeeffizienz im Vergleich zu herkömmlichen C-Compilern für Festkomma-DSPs

Weitere Informationen zum TMS320C6201 DSP erhalten Sie unter (0)8161-80 33 11 oder kontaktieren Sie uns unter <http://www.ti.com/sc/c6x> auf dem Internet.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Bündnis für bessere Designs

Mitte März traf sich für zwei Wochen die Leiterplattenindustrie im Silicon Valley. Zuerst die IPC-Frühjahrskonferenz mit der PCB Expo in San Jose und anschließend die PCB Design Conference mit Ausstellung in Santa Clara. Weit über 10 000 Leute zogen dafür ins Tal der Chips, darunter schätzungsweise 3000 Layouter und Baugruppendesigner. Ich war mittendrin und habe nach Leuten Ausschau gehalten, die traurigen Blickes und mit hängenden Schultern herumliefen und nach Lösungen für ihre Krise suchten. Aber ich habe keine gefunden.

Trotzdem war offensichtlich, daß einiges zu tun ist, um mit der sich immer rascher entwickelnden Technologie Schritt zu halten. So viel, daß die meisten eine ganze Woche, manche sogar beide dort verbrachten, um mit Ausstellern zu reden, Seminare zu besuchen und in Arbeitsgruppen an Richtlinien und Weiterbildungsprogrammen zu arbeiten. Wer da von sich gibt, daß sich die gute alte Platine dank zunehmender Silizium-Integration auf dem absteigenden Ast befindet, erntet nur ein mitleidiges Kopfschütteln.

Die Arbeit für Designer nimmt nicht ab, im Gegenteil. Die These, daß die Layouter weniger zu tun hätten, weil Entwickler mit besseren ECAD-Systemen ihre Arbeit zunehmend mit erledigen, findet auch keine Bestätigung. Entwickler haben genug damit zu tun, ihre eigenen Tools zu beherrschen. Versuchen sie nebenbei die Hardware schnell mitzumachen, fallen sie auf den Bauch. Es gehört viel mehr zum Leiterplattendesign, als nur mal nach erstelltem Schaltplan den Autorouter zu starten und das Ergebnis dem PCB-Hersteller hinzuwerfen.

Autorouting funktioniert bekanntlich sowieso selten, wenn es nicht gerade eine 'primitive' Platine ist. In den USA bauen die Boardproduzenten – im Gegensatz zu Deutschland – zunehmend Schwellen für unzureichende Fertigungsunterlagen ein. Beispiele dafür sind die Definition von Dokumentationstiefen und eine Richtlinie mit einem Beurteilungssystem für die Qualität von Produktionsdaten, die der Designer an den Hersteller übergibt (IPC-2521).

Klar zu erkennen war, daß amerikanische Designer sehr viel mehr Zeit fürs Lernen aufwenden als hiesige. Es kann auch schon geprüft werden, was einer behalten hat. Natürlich muß vorher jemand da sein, der das notwendige Wissen und entsprechende Tests aufbereitet.

Das IPC Designers Council bietet hierzu eine Prüfung an, die Entwicklern Grundwissen über fertigungsgerechtes Design bescheinigt. Den entsprechenden Stoff kann man sich in Workshops erarbeiten, das ganze Material gibt es auch zusammengefaßt auf einer CD.

Auch hierzulande könnte es einen solchen Test geben. Aber wer möchte das in amerikanischem Englisch absolvieren? Folglich hat sich der Fachverband Elektronik-Design (FED) vom IPC die Nutzungslizenz für den deutschsprachigen Bereich gesichert. Allerdings sind schätzungsweise vier Mannjahre erforderlich, um das Programm auf deutsche Verhältnisse umzusetzen. Dazu muß die Branche zusammenlegen. Schauen Sie doch mal beim FED vorbei, wenn Designarbeit zu Ihren regelmäßigen Aufgaben zählt.

Lutz Treutler

Lutz Treutler
(FED)





Grundlagen

Schatzkästchen

Das Entwicklerleben könnte so schön sein: Man greift ins Regal, nimmt ein paar Bauteile inklusive Mikrocontroller heraus, entwirft eine Platine, bestückt den Prototyp. Fehlt bloß noch die Software. Und genau an dieser Stelle hakt es dann, der μC hat keinen integrierten UART, und passende Routinen liegen nicht im 'Regal'. Also alles von vorn, mit einer neuen MCU? Derlei Probleme zu umschiffen soll diese 'lose' ELRAD-Serie helfen: Controller-Experten öffnen ihren Fundus erprobter Routinen.

Seite 74

Report

Designanalyse

Bei der Verifikation hochkomplexer Schaltungen stößt die Softwaresimulation schnell an ihre Grenzen. Denn ICs mit Kapazitäten von mehreren Millionen Gattern müssen nicht nur auf korrektes Timing überprüft, sondern auch in der Zielhardware getestet werden. Hier sind Hardware-Emulatoren gefordert. Diese bilden das komplette Design ab und erlauben so eine Verifikation während des gesamten Entwicklungszyklus. Über die Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile derzeitiger Realisierungskonzepte berichtet der Emulator-Report ab

Seite 78

Design Corner

NECKisch

NEC ist zwar einer der Pioniere im Bereich digitaler Signalprozessoren, doch hat der japanische Halbleiterkonzern sich reichlich Zeit gelassen, für die aktuelle DSP-Familie $\mu PD7701x$ ein Starterkit herauszubringen. Jetzt steht das Board mit einem '77016' zur Verfügung. Und überrascht durch eine erstaunlich reichhaltige Software-Beilage.

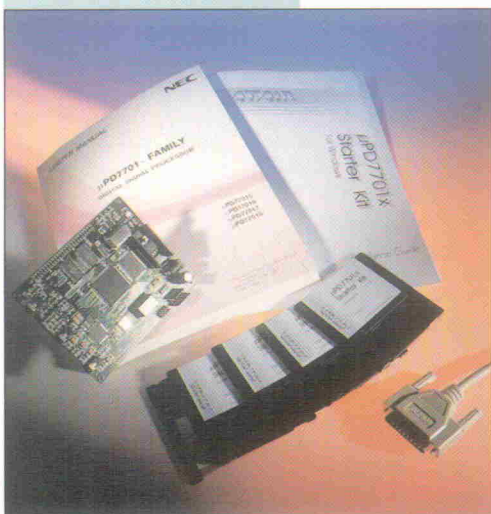
Seite 32

PreView

Volks-DSOs

Kleine digitale Speicheroszilloskope in der Größe eines Multimeters sind 'in'. Allerdings mußte der mobile Servicetechniker diese Gewichtsersparnis bisher teuer bezahlen. Conrad in Hirschau hat gleich zwei dieser Modelle neu in sein Programm aufgenommen – natürlich zu einem Bruchteil des ansonsten üblichen Preises. Zu untersuchen war daher, ob die preisliche Abmagerungskur auf Funktionalität und Nützlichkeit durchgeschlagen hat oder ob der Verzicht auf einen bekannten Namenszug auf dem Gehäuse verschmerzbar ist.

Seite 26

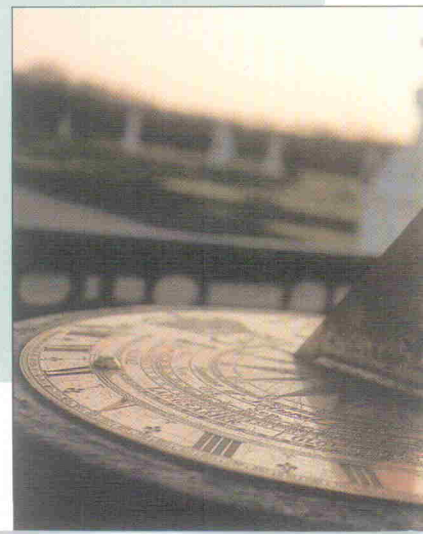


Entwicklung

Zeitweise

Schon seit der Version 3.x streiten sich die Experten darum, wie echtzeitfähig Windows sein kann. Jede neue Version von Microsofts Betriebssystem heizt die Diskussion wieder an. Der eine schwört auf Hardwarezusätze, der andere meint, Kernelerweiterungen reichen aus. Einer Lösung der zweiten Sorte bedient sich WinCAT, das Visualisierungs- und Automatisierungspaket von Beckhoff. Wie es mit den Echtzeitqualitäten von Windows NT 4 und WinCAT aussieht, untersucht ELRAD in einem Test.

Seite 71





Inhalt 4/97

aktuell	
Stromversorgung	9
Firmenschriften und Kataloge	10
Feldbusse	12
Passive Bauelemente	14
Steckverbinder	15
EMV	16
Global Positioning System	17
Medien	20
Embedded Systems 97	22
Zukunftsmusik, Bericht von der ISSCC	25

Test	
PreView: Volks-DSOs	
Zwei Handheld-Oszilloskope von Conrad	26
PreView: Teenager	
MicroSim DesignLab 7.1: EDA-Komplettpaket für Windows	28

Markt	
Operation SMD	
Prototypen- und Kleinserienfertigung	36
Designkunst	
Markt, Trends und Diskussionen der ECAD-Szene	42

Report	
Designanalyse	
Hardware-Emulatoren für die Chipverifikation	78

Projekt	
PCI-Recorder (2)	
Audio-Schnittstellenkarte für den PCI-Bus	48
Kontaktkarte (2)	
PC-Evaluation-Board für Schaltungen mit PCI-Bus-Interface	52
Der Luchs (2)	
Eurokarte und Hochsprachenumgebung für Hitachis RISC-Controller SH7032	58

Entwicklung	
Design Corner: NECKisch	
Evaluation-Board und Entwicklungstools zu NECs DSP µPD77016	32
Durchschlagend (2)	
Entwicklungswerkzeuge für Motorolas MPC505-Controller	62
Zeitweise	
Windows NT und die Echtzeit	71
Schaltungsentwicklung mit VHDL (6)	
Mehrwertige Logik	84

Grundlagen	
Schatzkästchen	
Serielle Kommunikation mit Mikrocontrollern per Software	74

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

SEITE 32
SEITE 36
SEITE 71
SEITE 26
SEITE 78
SEITE 42

22 SEITE
74 SEITE

Marktreport

Operation SMD

Immer feinere IC-Gehäuse und Anschlußtechniken erschweren die Arbeit eines finanziell schwach ausgestatteten Prototypenlabors. Ball Grid Arrays oder Fine-Pitch-ICs entziehen sich selbst dem feinsten LötKolben. Trotzdem existieren auch für Einzelstücke und Vorserien Verfahren zur rationalen und ökonomischen Bestückung. Der Markt-report zeigt das Spektrum an Werkzeugen und Methoden zur Fertigung moderner SMD-Baugruppen.

Seite 36

Designkunst

Das Layout einer Platine erinnert manches Mal eher an ein Kunstwerk als an knallharte Elektronik. Dabei sind es weniger künstlerische oder ästhetische Aspekte, die zu einem funktionsgerechten PCB-Design führen. Ganz im Gegenteil: der Layoutentwickler muß sich an Normen wie die neuesten EMV-Richtlinien halten oder wird etwa durch die extrem dichte Bestückung einer High-Speed-Schaltung stark in seiner 'Bewegungsfreiheit' eingeschränkt. Um solchen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es optimaler Werkzeuge. Der ELRAD-Markt gibt eine Übersicht über aktuelle ECAD-Software und zeigt die derzeitigen Trends und Diskussionen in der EDA-Szene auf.

Seite 42



Mo**bi**lesDOS100%
DOS
kompa-

- 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. 030/611295-0
GmbH Fax 030/61129510
10997 Berlin Köpenicker Str. 145

CE-Konformitätsnachweise



Unser nach DIN EN 45001 akkreditiertes Labor bietet Ihnen normkonforme Prüfungen gemäß :

- EMV - Richtlinie 89/336 und Änderungsrichtlinien Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-, Post- Vorschriften.
- Zuständige Stelle gemäß EMV - Gesetz, akkreditiert nach DIN EN 45011.
- FCC - Federal Communications Commission akkreditiertes Testlabor für US - amerikanische EMV-Bestimmungen.
- EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung. Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt. Schulung und Beratung auf Kundenwunsch.
- Prüfungen auf Strahlungsarmut und Ergonomie von Bildschirmgeräten gemäß MPR und/oder TCO und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- Niederspannungsrichtlinie 73/23 und Änderungsrichtlinien. Prüfungen nach vielen gängigen europäischen, nationalen und internationalen Vorschriften wie z. B.: EN 60950 • EN 60204 • EN 50178 • EN 60601 • EN 60605 • EN 60335 • u.v.m.
- Nationale Prüfzeichen wie UL, CSA, VDE, Semko, Demko, usw.
- Modifikation gemäß der anzuwendenden Normen der Niederspannungsrichtlinie, Entwicklungen und Entwicklungs- begleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt. Schulung und Beratung auf Kundenwunsch.

- Ein Modifikationslabor steht für Auftraggeber unentgeltlich zur Verfügung.
- Normgerechte Dokumentation(en). Erstellung von Handbüchern, Pflege, Archivierung.
- Qualitätssicherung Schulungen, Beratungen, Erstellung von Konzepten, auch gemäß Qualitätsmanagementsystemen der Reihe EN ISO 9000
- Prüfungen für Telekommunikationsendgeräte auf Einhaltung der BZT - Zulassungsbedingungen.
- Umweltprüfungen Akustik / Geräusch, Wärme / Kälte, Klima, mechanische Prüfungen, Komponentenzuverlässigkeit, Materialeigenschaften.

Auf Wunsch Eilservice für alle angebotenen Dienstleistungen.

Wir bieten Ihnen auch für Ihr Produkt den preiswerten und schnellen Zugang zu allen gewünschten Märkten.

Für die Bewertung von Prüfumfang, Prüfdauer, Entwicklung von maßgeschneiderten Prüfkonzepten usw. sprechen Sie uns an.

Obering. Berg & Lukowiak GmbH

Löhner Straße 157

32609 Hüllhorst

☎ 05744-1337

Fax 05744-2890

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, Potis lin/log, Anzeige analoge Instrumente (rund/panel, lin/log), ser/par Schnittstellen, Leds, Spins, Displays, Logicanalyzer, HPGL-Interpreter, Oscilloscop, 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

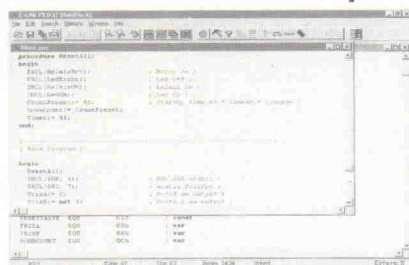
E-LAB Computers

Grombacherstr. 27

74906 Bad Rappenau

Tel 07268/91240 Fax 07268/912424

E-LAB Pascal Compiler



PICco32 ist ein schneller und komfortabler Pascal Compiler für die PIC 16C60, 16C70 und 16C84 Familie. Das System besteht aus einem Multi-Window Editor (IDE) mit automatischer Projekt Verwaltung, dem Compiler und dem Assembler. Der generierte Hex-Code ist mit handelsüblichen Simulatoren austestbar. Nur für WIN95.

Preis DM 450,- Z8, ST6 und ST9 Versionen.

E-LAB Computers

Grombacherstr. 27

Tel 07268/91240

74906 Bad Rappenau

Fax 07268/912424

GALEP-III
Pocket-Multiprogrammer

Paßt
in jede
Jacken-
tasche!



- ◆ Brennt 8-Bit und 16-Bit (EEPROMs 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 (Wechselakku); PC-Anschluß am Druckerport
- ◆ Liest Hex-, Jedec- 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.com

messcomp
Datentechnik GmbH

PC-Meßtechnik & Programmiergeräte

ADIODA-12HS100 8*12Bit A/D 100kHz, FIFO, PGA, 2*12Bit D/A, 24*IO DM 998,20

ADIODA-12AP 8*12Bit A/D, PGA, 1*12Bit D/A, 24*TTL I/O, Timer DM 598,00

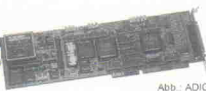


Abb.: ADOIDA-12HS100

WITIO-168EXTENDED 168*digitale Ein/Ausgänge, 3*16Bit Timer DM 264,50

WITIO-24STANDARD 24*digitale Ein/Ausgänge, deutsches Handbuch DM 98,90

OPTIO-16STANDARD 16*IN und 16*OUT über Optokoppler DM 425,50

OPTIORE-16STANDARD 16*IN über Optokoppler, 16*OUT über Reed-Relais DM 425,50

MSIO-2STANDARD 2*RS232C422 Schnittstelle, FIFO, IRQ 2, 15 DM 213,90

MSIO-1EXTENDED 1*RS232C422/485 Schnittstelle, FIFO, IRQ 2, 15 DM 213,90

PCL-745B 2*optoisolierte RS422/485 Schnittstelle mit FIFO DM 437,00

PCL-844 8*RS232 Schnittstellen, 80286, 8fach Kabel, DLL DM 1138,50

ALL-07A Universalprogrammiergerät von HILO-Systeme Programmiert GAL, PAL, EPLD, FPL, PEEL, MACH, PIC, MPU, MCU, (E)EPROM, Netzteil 110-240V AC, Betrieb über LPT-Schnittstelle, incl. deutschem Handbuch

Neudecker Str. 11 - 83512 Wasserburg
Tel. 08071/9187-0 - Fax 08071/9187-40

Katalog
gratis

Display-Anzeigen

Unser
Anzeigenplatz
für den
„schnellen Blick-Kontakt“

Wir beraten Sie gern:
0511/53 52-164, -219

ELRAD

Antenne wird warm?

Vom Himmel hoch ..., Global Positioning System: Produkte, Software, ELRAD 1/97, Seite 48

Frage: Was passiert, wenn man den Backfire-Helix-Antennen-Quirl mit dem Garmin 45 verbindet?

Antwort: In Windeseile entladen sich die Gerätebatterien, bleibende Schäden an Garmin sind nicht ausgeschlossen. In die Einspeisung gehört ein Koppelkondensator! Zur Phantomspeisung einer Aktivantenne liegen ca. 4,8 V recht hart an der Antennenbuchse an.

Jochen Werner

Da wir selbst mit dem Garmin 45 und dem Quirl Empfangsversuche gemacht haben, waren wir einigermaßen überrascht, daß an der Antennenbuchse 5 V liegen sollen. Ein Garmin-Händler bestätigte diese Tatsache jedoch. Da bei unseren Empfangsversuchen weder die Antenne noch die Batterien warm geworden sind und auch ein höherer Batterieverbrauch nicht zu bemerken war, bleibt als Schlußfolgerung, daß da eine vernünftige Strombegrenzung eingebaut sein muß. Allerdings sollte man den von Herrn Werner empfohlenen Koppelkondensator tatsächlich nachrüsten.

Übertrieben

Editorial, ELRAD 1/97, Grüner Wahn?

Mit Entsetzen las ich in der Ausgabe 1/97 Ihr Editorial und fand Ihre Haltung zum Thema Elektrosmog unverantwortlich. Sie machen sich offenkundig über die Gefahren lustig, die dem modernen Menschen in seiner hochfrequenzverstrahlten Umgebung drohen könnten. Am Schluß vergleichen sie Äpfel (natürliches Erdmagnetfeld) mit Birnen (hausgemachte Strahlung), und dieser Vergleich hinkt. Gerade Sie als Fachmann sollten es eigentlich besser wissen, daß die Risiken der Technologie, die die Industriegesellschaft so arglos einsetzt, noch keineswegs ausgelotet sind, und sich meiner Meinung nach erst die Spitze eines Eisbergs herauskristallisiert. In dieser Beziehung erwarte ich von Ihnen einfach eine kritischere Einstellung zu Techniken, deren

Risiken man noch gar nicht richtig abschätzen kann. Vielleicht ist meine Haltung eine Fortschrittsbremse, aber mir ist das lieber, als die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, in zehn Jahren an Krebs zu erkranken.

Im übrigen darf ich Sie auf einen Artikel in der Ausgabe 3/95 'Strahlende Zeiten' aufmerksam machen. Meine abschließende Frage: Lesen Sie eigentlich Ihre eigene Zeitschrift?

Oliver Niekrenz

Nachträge

Faktoriert

Der goldene Schuß, ELRAD 3/97, S. 26

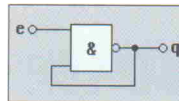
Anders als im Artikel dargestellt, sind die bisher schnellsten DSPs nicht sechsmal langsamer als der TMS320C6x, sondern nur um das Zweifache.

Bild vertauscht

VHDL, ELRAD 3/97, Seite 81

Beim rückgekoppelten NAND in Bild 5 handelt es sich nicht

um eine Tabelle, sondern um ein Schaltbild.



Simulation preiswerter

Original oder Kopie, Simulationssimulationsprogramme für PCs, ELRAD 3/97

In der Übersichtstabelle wurde ein falscher Preis abgedruckt: Das Paket Micro-Cap V von Spectrum Software (im Vertrieb von gsh-Systemtechnik) kostet nicht wie angegeben 8080 Mark, sondern nur 6080 DM.

Briefe

EAGLE 3.5



Preise (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,-

Preise für Studenten und Ausbildungsstätten auf Anfrage.

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

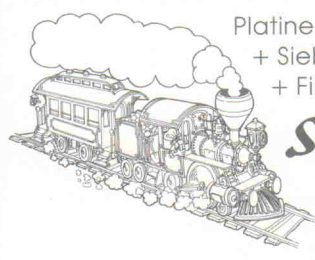
Die Demo ist voll funktionstüchtig, lediglich das Abspeichern von Dateien ist nicht möglich. Ein Trainingshandbuch wird mitgeliefert.



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>

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



Platinengröße + Anzahl der Bohrungen
+ Siebkostenpauschale + Fräskostenpauschale
+ Film- und Einrichtungskosten

**Sie sollten
jetzt
umsteigen...**

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

Innovative Antriebstechnik unter Windows 95

4 Achsen Takt/Richtung:
DEC4T



- max. 100kHz Takt
- D/A Ausgang 12 Bit
- 21 Opto-Eingänge
- 16 Opto-Ausgänge
- Watchdog-Funktion

und das alles in Echtzeit mit unserer NC-Software >EdiTasc< und >NC-Toolbox<

MOVTEC
Stütz & Wacht GmbH

Goldschmiedeschulstraße 6
75173 Pforzheim
Tel. 07231/299669 Fax 299768

SCOOPER-PC

Das neue Platinenlayout.

- Einfachste Bedienung
- durchdachte Hilfen
- schnelles Arbeiten
- SMD-Bestückung
- Multilayer
- Masseflächen
- Teardrops
- Fräswegberechnung für
- Rapid-Prototyping
- Industrielle Fertigung
- SPECTRA[®]-Autorouter (opt.)
- Mehrfaches Undo/Redo

Gratis-Demo
anfordern!

Unlimited-Version
für Windows[™] **498.^{DM}**

Heerstr. 44 · 41542 Dormagen
Tel.: 02133-91244 · Fax: -93319 HK-Datentechnik

Leiterplatten Eilservice Musterservice

einseitig * doppelseitig * 4 Lagen Multilayer

HAL * Lötstopmaske * Positionsdruck

nach Gerber, TARGET oder EAGLE-Daten

Präzisionsfotoplotter

Infos und Preisliste auch per DFÜ abrufbar!

HOFMANN
LEITERPLATTEN

Vilshofener Straße 12
93055 Regensburg
Tel.: 0941/60490-0
Fax: 0941/60490-20
DFÜ: 0941/60490-18
ISDN auf Anfrage!
eMail:
info@hofmannlp.com

Eilservice ab
24
Stunden

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

BASISTA

Leiterplatten-Serien · Leiterplatten-Prototyping

Prototypen

- ✓ Umweltfreundliche Herstellung im Outline-Verfahren
- ✓ bis 4 Lagen
- ✓ Durchkontaktierung
- Wir arbeiten mit
- LPKF, der No 1 in Prototyping

**Lieferung
in 3 AT** ✓

Serienleiterplatten

- ✓ ab 3 Arbeitstage
- ✓ Standardlieferung in 15 Arbeitstagen
- ✓ bis 4 Lagen
- ✓ Durchkontaktierung
- ✓ Lötstoplack

Fragen Sie nach
unseren
Aktionspreisen!
z.B. 3 Eurokarten
2 Lagen, dk, 2xLs
111 DM/St. ✓

<http://www.basista.de>

Technik auf den Punkt gebracht

Kardinal-Hengsbach-Straße 4 · 46236 Bottrop
Tel: 02041/263641 · Fax: 263542 · Mail-Box: 263846

ALLO7A

ALL-07A: Programmiert z. Zt. etwa 4000 Bausteine! Grundgerät mit DIP-40 Sockel, Anschlußkabel und Software und Software. Anschluß über die PC-Druckerschnittstelle.

Preissenkung! Ab sofort nur noch: **1495,00 DM**

ALL-07A/PC: Ausstattung wie ALL-07A, jedoch Anschluß und Stromversorgung über mitgelieferte PC-Slotkarte.

Neuer Preis: **1322,50 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 deutschen Servicezentrale bieten wir Ihnen den kompletten Service rund um's 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
Ludwigsb. (07141) 451170
München (089) 6018020
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

ELZET

BDETERM



BITBUS-vernetztes Terminal für BDE-Anwendungen. RS232- und Barcode-Schnittstellen, Relais und Piepser. 2x24 LCD mit LED-Hinterleuchtung, dimmbar. Kurzhub-Hinterfolien-Tastatur mit Dezimalfeld, Cursortasten, Spezialtasten für Ja, Nein und Hilfe sowie 4 Funktionstasten. Magnetkartenleser und 4E/4A für 24V-Kopplungen optional. Echtzeit-Betriebssystem mit Task für Standardfunktionen wie Tastaturscanner, RS232-Puffer und LCD-Darstellung, wahlweise von lokaler Task oder vom BITBUS-Master ansprechbar. Passende BITBUS-Masterkarte für PCs mit DOS-TSR oder Windows-DLL. Bis zu 30 Terminals über 1200m verteilt ohne Repeater. Fordern Sie unseren Katalog zu BDETERM und BITBUS-Steuerungsknoten an!

ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231 0130/85 88 80

Stromversorgung

Akku-Schnellladecontroller

Der neue Baustein MC33340 von Motorola ist speziell für das schnelle Laden von Nickel-Cadmium- und Nickel-Metallhydrid-Akkus ausgelegt, wobei als wichtigstes Abschaltkriterium der Wendepunkt der Spannungs-kurve (Delta-Peak-Verfahren) ausgewertet wird. Während kurzer Ladepausen kann der Baustein die korrekte Akkuspannung messen. Daneben gibt es natürlich noch sekundäre Abschaltkriterien wie vorprogrammierte Ladezeiten oder Temperaturlimits.



Motorola GmbH,
Halbleiter
Schatzbogen 7
81829 München
☎ 0 89/92 10 30
☎ 0 89/92 10 35 91

Zu den Schutzfunktionen des MC33340 gehören die Über- und Unterspannungserkennung, die Übertemperaturerkennung sowie der Lastabwurf bei Unterspannung des Netz-teils. Außerdem verfügt das IC über einen Schnelltestmodus, der sich nach Herstellerangaben vor allem für die Produkt-Endkontrolle eignet.

Der Controller ist wahlweise im achtpoligen SMD-Gehäuse (Suffix D) oder im DIL-Outfit (Suffix P) lieferbar und hat einen Betriebs-spannungsbereich von 3...18 V.

Chemieunabhängiges Lade-IC

Maxim kündigt mit den Bausteinen MAX1647/1648 zwei chemie-unabhängige Lade-ICs für alle bekannten Akkutypen an. Der wichtigste Unterschied zwischen den beiden Bausteinen ist, daß der MAX1648 seine Ladeparameter über Steuerspannungen erhält, während der größere Bruder über einen Zwei-Draht-Bus auf der Basis von Intels 'System Manage-

ment Bus' gesteuert wird. Beide ICs können den Ladestrom mit einer Auflösung von 11 Bit bei maximal 4 A einstellen. Die maximale Eingangsspannung beträgt 28 V. Weitere Informationen über

SE Spezial-Elektronik KG
Kreuzbreite 14
31675 Bückeburg
☎ 0 18 05/31 31 20
☎ 0 18 05/31 31 23

SMD-Drosselspulen

Die neuen SMD-Drosselspulen sind speziell für Schaltregler geeignet. Ausgelegt für großes Speichervermögen im Kern bei geringem ohmschen Widerstand der Spule, versprechen sie daher Verbesserungen im Wirkungsgrad bei batteriebetriebenen Applikationen. Sie verfügen über echte SMD-Anschlüsse und sind für den Bestückungsvorgang thermisch hoch belastbar. Für EMV-kritische Anwendungen sind auch Typen mit Abschirmbecher erhältlich.

Die Induktivitätswerte liegen zwischen 1 µH...1 mH, wobei Bauteilhöhen ab 3 mm und Sättigungsströme bis 20 A möglich sind. Für die verschiedenen Bauformen stehen jeweils Designer-Kits zur Verfügung, bei denen der Hersteller einen kostenlosen Refill-Service anbietet.

Wyle Ginsbury Electronics GmbH
Am Moosfeld 85
81829 München
☎ 0 89/45 17 00
☎ 0 89/4 51 70-1 00

Der Verlag Heinz Heise verlegt mit c't, iX, GATEWAY und ELRAD vier marktbedeutende Zeitschriften in den Bereichen Computertechnik, Netzwerke und Elektronik. Alle Zeitschriften sind einem kritischen und unabhängigen Journalismus verpflichtet.

Zum Ausbau der Redaktion ELRAD suchen wir eine/n neue/n Mitarbeiter/in mit fundierten Hard- und Softwarekenntnissen vornehmlich für die Bereiche Mikrocontroller und DSP als

ELRAD

Fachredakteur/in

Wünschenswert sind ein abgeschlossenes Studium der Elektrotechnik und ein Volontariat oder vergleichbare Qualifikationen.

Sie

akquirieren und redigieren Fachartikel, entwickeln Konzepte für Tests und Marktübersichten, besuchen Pressekonferenzen, Messen und Kongresse, betreuen Hard- und Softwareprojekte.

Wir

sind ein engagiertes Redaktionsteam, stellen einen bestens ausgerüsteten Arbeitsplatz, bieten ein angemessenes Gehalt mit guten Sozialleistungen

Sie sind kontaktfreudig, haben Spaß am Schreiben, können selbständig arbeiten und lassen sich von Streß und Termindruck nicht abschrecken? Dann bewerben Sie sich bei uns:



Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Redaktion ELRAD, z. Hd. Peter Nonhoff-Arps
Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover

Für die erste Kontaktaufnahme steht Ihnen Peter Nonhoff-Arps (Tel.: 05 11/53 52-400) zur Verfügung

DISPLAY

Aktuelle Elektronik auf einen Blick ...

DC/DC Wandler

2 Watt SIL, 1 Watt DIP
1 Watt SIL 100Stk DM 9.80 Stk
2 Watt E/A Isolation 6kv

SCHALTNETZTEILE

Ringkerntrafos

LEITERPLATTEN

einseitig • doppelseitig • multilayer

100x160 ds,dk, mit Lötstop & Pos.druck

25 Stk DM 17,60 Stk
100 Stk DM 11,60 Stk + MwSt

Filme & Bohrprogr. DM 150

07264 1041-42 FAX 1043

Ing. Büro Ringler Joh. Strauß Str. 40 74906 Bad Rappenau

Merz

A/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 DM159,-

PC-CAN CAN-BUS ISA-Steckkarte NEU DM 439,-
Bietet die Möglichkeit, Standard- und Industrie PCs inCAN-
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, 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-Abfr. Infosystem 05483-77004
(den Anweisungen folgen!)

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

PC-Meß-/Regeltechnik PC-Oszilloskoplösungen



ab DM 209,-

als Steckkarten oder für Parallelport - bis 50 MHz
Abtastfrequenz. Fix & fertig inkl. Komplettssoftware.



Internet: <http://bitzer-digitaltechnik.de>

AD-Karte, 12 Bit, 25µs
16 Eing. ±5V, ±0,3125V
prog.-barer Verstärker,
Sample&Hold Wandler



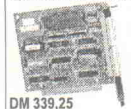
DM 565,40

Digital-I/O-Karte
48 digitale Ein-/Ausg.
Datenrichtung pro-
grammierbar.



DM 287,50

5-Kanal-Zählkarte
5*16 Bit-Zähler (bis
7 MHz Zählfrequenz).
Quarztimer auf Karte.



DM 339,25

Übersichtsliste anfordern (über 100 Artikel)!

bitzer
Digitaltechnik

Postfach 1133 - 73614 Schorndorf
Tel.: (07181) 9788016
Fax: (07181) 9788020
Faxinfosystem: (07181) 9788021

Faxinfosystem
Anleitung auf
(07181) 97 88 0 21
abhören.

Firmenschriften und Kataloge

Explosives Handbuch

Die Firma Juchheim hat eine Bro-
schüre mit dem Titel 'Explosions-
schutz - Grundlagen für die Praxis'
herausgegeben. Die Druck-
schrift soll dem Praktiker Maß-
nahmen zum Ex-Schutz an
elektrischen Anlagen vermitteln
und reicht von den Grundlagen
bis zu den gesetzlichen Vor-
schriften. Schwerpunkte lie-
gen auf den Themen 'Vorausset-
zung für eine Explosion', 'Schutzmaßnah-
men', 'Auswahlkriterien für elektrische
Betriebsmittel', 'Einteilung in Ex-Zonen'
und 'Zündschutzart Ex-i-Eigensicherheit'.



16 Tabellen und 20 Abbil-
dungen verdeutlichen den
Sachverhalt auch für nur sel-
ten von der Problematik be-
troffene Praktiker. Die Bro-
schüre kann unter der Publika-
tionsnummer BR 547 gegen
eine Schutzgebühr von 15 DM
erworben werden.

M. K. Juchheim
GmbH & Co
Moltkestraße 13-31
36039 Fulda

06 61/60 03-0
06 61/60 03-500
JUMO_de@e-mail.com

PC-Cards und mehr

Der U.S.-Hersteller Quatech
bietet im aktuellen Katalog ein
umfassendes Programm an
preiswerten I/O-Karten für
die Meß- und Kommunikati-
onstechnik. Auf über hun-
dert Seiten wird neben Lö-
sungen für ISA und Micro-
channel auch eine kom-
plette Familie von
PC-Cards (PCMCIA)
vorgestellt. Das Angebot
beinhaltet serielle (RS232, RS422/485)
und parallele Ein- oder Mehrfach-Schnitt-



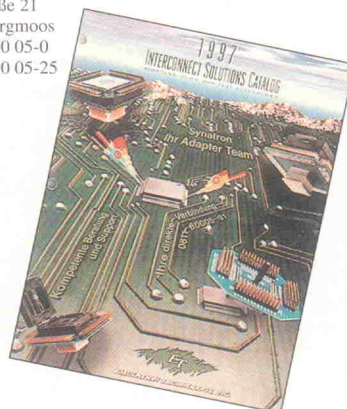
stellen sowie A/D-, D/A-
und digitale I/O-Karten.
IEEE488-Interfaces, PCM-
CIA-Laufwerke und das not-
wendige Zubehör komplettie-
ren das Angebot. Katalogan-
forderung kostenlos bei:

Bressner Technology GmbH
Breslauer Straße 32
82194 Gröbenzell
0 81 42/5 72 46
0 81 42/5 75 42

Angepaßte Anschlüsse

Der Produktkatalog 1997 von Emulation
Technology (Vertrieb: Synatron) umfaßt
nach Herstellerangabe das weltweit größte
Lieferprogramm an Adaptern, Sockelkon-
vertoren und Debug-Zubehör. Auf über 200
Seiten werden mehr als 4000 Adapter,
Testhilfen und sonstige Hilfswerkzeuge
für den Einsatz in Emulatoren, Logikana-
lysatoren und Programmern beschrieben.
Die Adapter unterstützen verschiedene
Gehäuseformen wie zum Beispiel PGA,
LCC, PLCC, DIP, QFP, PQFP oder BGA.
Eine eigene Rubrik für Gehäusezeichnun-
gen sowie Schaubilder und Anwenderbei-
spiele erleichtern die Auswahl. Weitere In-
formationen erteilt:

Synatron GmbH
Lilienthalstraße 21
85399 Hallbergmoos
08 11/6 00 05-0
08 11/6 00 05-25



Aufbauende Information

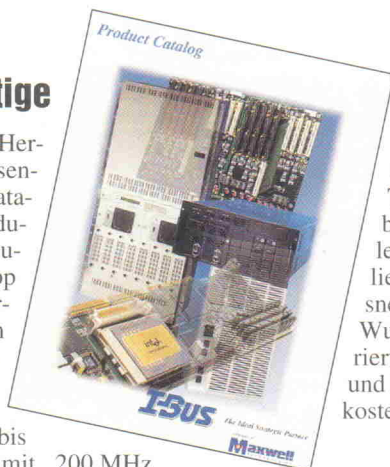
Im neuen Katalog für Mikrocomputer-Auf-
bausysteme präsentiert Hoffman-Schroff
auf 230 Seiten Produkte und Zubehörteile
für die Bussysteme VMEbus, VXibus und
PC-Bus-Varianten. Neuheiten gibt es bei
den VMEbus-Busplatinen, Gehäuse- und
Einschubsystemen sowie bei ISA96/AT96,
IPCI und CompactPCI. Der Anhang enthält
Informationen zu Sonderausführungen,
Hinweise zum Zusammenspiel der Elektro-
nik-Komponenten, zur Dokumentation und
Qualität sowie ein besonderes Kapitel zum
Thema Normen. Der Katalog ist auf Anfor-
derung kostenlos in Deutsch oder Englisch
erhältlich.

Schroff GmbH
Postfach 3
75332 Straubenhardt
0 70 82/7 94-0
0 70 82/7 94-200



Schlüsselfertige

Der Industrie-PC-Hersteller I-BUS präsentiert im aktuellen Katalog Rechner für Industrie und Telekommunikation. Auf knapp fünfzig Seiten werden neben einem kompletten Spektrum an PCI/ISA- und ISA-CPU-Karten vom 486er bis zum PentiumPro mit 200 MHz auch passive Backplanes mit 4 bis 20 Steckplätzen vorgestellt. Erhältlich sind auch passende Gehäuse als 19-Zoll-, Desktop- und Tower-Varianten. Für kri-



Bressner Technology GmbH
Breslauer Straße 32
82194 Gröbenzell
☎ 0 81 42/5 72 46
☎ 0 81 42/5 75 42

Systeme

tische Anwendungen wie zum Beispiel Netzwerk- oder Telekommunikationsserver bietet der Hersteller auch fehlertolerante Systeme mit skalierbarer Architektur an. Bressner liefert die Geräte auf Wunsch schlüsselfertig konfiguriert inklusive 24-Stunden-Test und Prüfprotokoll. Der Katalog ist kostenlos erhältlich.

Leuchtende Idee

Eine Übersichtsbrochure von Lumex zeigt eine neue Familie von numerischen LED-Displays und zehnzeiligen Licht-Arrays in Chip-On-Board-Technik. Rechtwinklig herausgeführte Pins ersparen eine Fassung, die oft mehr kostet als das Display selbst. Zu den typischen Anwendungsgebieten zählen Einbauinstrumente, Prozeßsteuerungsanzeigen, medizinische Geräte oder Informationsanzeigen. Die vierseitige Broschüre enthält Maßzeichnungen der sechs verschiedenen Bauformen. Die elektrischen und optischen Eigenschaften der Bauelemente gibt eine Tabelle wieder.



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

Oberflächlich verbunden

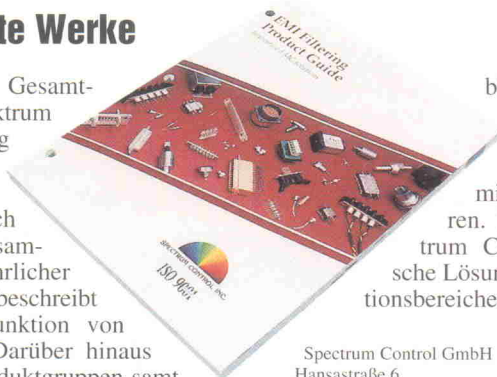
Oberflächenmontierte Steckverbinder setzen sich vermehrt gegen ihre Through-Hole-Vorläufer durch. Eine kleine Broschüre der Firma Samtec widmet sich dem IR-Löten von SMT-Steckverbindern. Das 'Interconnect Processing Handbook' zeigt Wege zur Kostensenkung durch verbesserte Fertigungstechniken und gibt dem Entwickler Richtlinien zum 'Design für einfache Fertigung'. Ein separates Fehlersuchkapitel erörtert mögliche elektrische Unterbrechungen und Kurzschlüsse durch Fehler im Prozeß. Das Handbuch in englischer Sprache kann kostenlos angefordert werden bei:



Samtec Europe GmbH
Ringstraße 17
82223 Eichenau
☎ 0 81 41/37 85-0
☎ 0 81 41/37 85-99

Gesammelte Werke

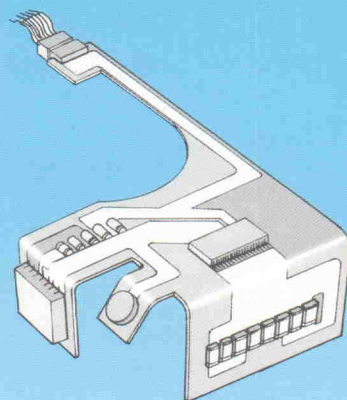
In einem neuen Gesamtkatalog faßt Spektrum Control erstmalig fast 20 Produktbroschüren aus dem Bereich EMV-Filter zusammen. Ein ausführlicher technischer Teil beschreibt Aufbau und Funktion von Tiefpaßfiltern. Darüber hinaus werden acht Produktgruppen samt Applikationshinweisen vorgestellt: EMI/RFI-Tiefpaß, gefilterte D-Sub-Steckverbinder, gefilterte Rundsteckver-



Spektrum Control GmbH
Hansastraße 6
91126 Schwabach
☎ 0 91 22/7 95-0
☎ 0 91 22/7 95 58
✉ spectrum-gmbh@t-online.de

binder, Filterplatten, gefilterte Klemmleisten, SMT-Filter, Netzfilter sowie keramische Filterkondensatoren. Daneben bietet Spektrum Control kundenspezifische Lösungen für viele Applikationsbereiche an.

Spitzentechnologie für Ihren Fortschritt



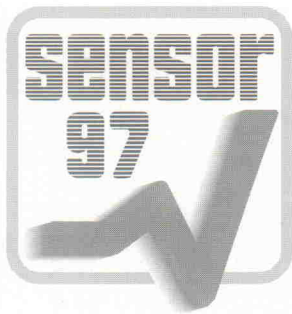
Flexible Leiterplatten für feinste Auflösung bis 0.05 mm (2 MIL)

- Schneid-Klemm-Steckverbinder Raster 2,54/1,27
- I/O Steckverbinder Raster 1,27
- Board-to-Board Raster 0,5 - 2,0
- Mini DIN
- HF-Steckverbinder
- Produktionssockel
- Test & Burn-In-Sockel



YAMAICHI ELECTRONICS

DEUTSCHLAND GMBH
Karl-Schmid-Str. 9
D-81829 München
Tel. 089/45 10 21-0
Fax 089/45 10 21 10



8. Internationale Messe mit Kongreß für

Sensoren Meßaufnehmer & Systeme

13.-15. Mai 1997
Messezentrum 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:

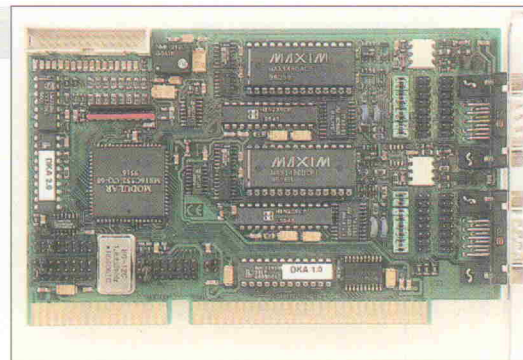
ACS Organisations GmbH
Postfach 23 52
D-31506 Wunstorf
Tel. 0 50 33-20 15
Fax 0 50 33-10 56
Internet: www.sensor97.de

Dienstleistungsunternehmen
des
Fachverband
für Sensorik **AMA**

Feldbusse

Doppelspiel

DKA steht für den Dual-Kommunikations-Adapter der Firma Digitec. Das Board enthält zwei serielle Schnittstellen, die galvanisch – auch voneinander – getrennt sind. Sie bieten ausgangseitig ein Interface nach RS-232, RS-422, RS-485 oder TTY (20-mA-Stromschleife). Die Spannungsfestigkeit der Trennbausteine liegt bei 1,6 kV_{RMS} für eine Minute. Zusätzliche Schutzdioden sichern die Kanäle gegen Überspannung und Verpolung. Ein PTC bewahrt sie im aktiven TTY-Betrieb (Stromquelle) vor Überströmen. Neben den COM-Ports (konfigurierbar als COM1...8) stellt die Karte auch eine Druckerschnittstelle (LPT1/2) bereit. Den Datenstrom verarbeitet ein Doppel-UART



16C552, der pro Kanal 16 Byte FIFO-Speicher enthält. Außerdem unterstützt die Karte acht IRQs sowie Interrupt-Sharing.

Digitec Engineering GmbH
Grünstraße 36
40667 Meerbusch
☎ 0 21 32/99 04-0
☎ 0 21 32/7 21 90

aktuell

Profiliert

Als einer der ersten Hersteller bietet FRABA zertifizierte Absolutwinkelgeber an, die dem Ende Januar verabschiedeten Encoder-Profil der PNO (Profibus-Nutzerorganisation) entsprechen. Die Encoder unterstützen das Profil Class 2 (Drehrichtung im Uhrzeigersinn, Skalierung für Meßschritte/Umdrehung und gesamt, Nullpunktverschiebung und optional herstellerspezifische Funktionen sowie Diagnose)



für den Profibus-DP bei maximal 12 MBit/s. Die Auflösung der Geber liegt bei 8192 Schritten (13 Bit) pro Umdrehung. In der Multiturn-Ausführung erfassen sie zudem maximal 4096 Umdrehungen (12 Bit), macht insgesamt 2²⁵ Schritte Absolutauflösung.

FRABA Sensorsysteme GmbH
Bremerhavener Str. 35
50735 Köln
☎ 02 21/7 15 23-0
☎ 02 21/7 12 44 36

Analog an CAN

Die Signale von vier Analogeingängen (0/4...20 mA) bringt das Konvertermodul AC4 der Firma TWK auf den CAN-Bus. Dabei hält es das CAN-Protokoll gemäß der Spezifikation 2.0A nach ISO/DIS 11898 ein. Als Interface dient ein SLIO-Baustein 82C150, der über einen intelligenten Host gesteuert wird. Insgesamt kann man an einem CAN-Segment bis zu 16 solcher Konverter betreiben, deren Identifier per Jumper einstellbar sind. Zu überwachende Grenzwerte sollen von einem PC

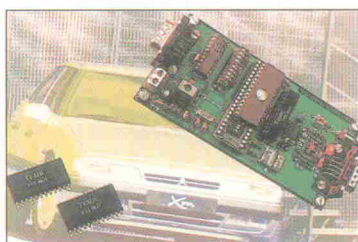
aus mittels geeigneter Software parametrierbar sein. Als typisches Einsatzgebiet für das Modul sieht TWK induktive Wegaufnehmer für Meßhübe bis zu 360 mm oder Winkelgeber bis 105°.

TWK-Elektronik GmbH
Postfach 10 50 63
40041 Düsseldorf
☎ 02 11/63 20 67
☎ 02 11/63 77 05



Auto-Bus

Das Vehicle Area Network (VAN) stellt eine Variante des CAN-Bus dar, die für die Komfortfunktionen des Kraftfahrzeugs (Klimaanlage, Autoradio, Telefon, Navigation, Instrumente etc.) zum Einsatz kommt. Als Interface-Baustein zum Mikrocontroller hat Temic den TSS461C entwickelt. Er übernimmt die Datenleistungssteuerung (DLC) gemäß ISO 11519-3. Dank 14 Kennungsregistern reagiert die VAN-DLC nur auf relevante Bus-Telegramme, ohne die CPU zu belasten.



Der Baustein bietet in Richtung µC eine Intel- oder Motorola-kompatible parallele 8-Bit-Schnittstelle. Die Ausführung TSS463 enthält demgegenüber ein serielles Interface mit SPI- oder SCI-Funktionalität. Schließlich steht mit dem TSC8051A30 ein Controller zur Verfügung, der die VAN-DLC des '461 bereits integriert hat.

TEMIC GmbH
Postfach 35 35
74025 Heilbronn
☎ 0 71 31/67-0
☎ 0 71 31/99 33 42
⚡ <http://www.temic.de/>

Noch'n Layer

Noch eine neue Karte, noch ein neuer Treiber, mit noch einem neuen API. Gegen Wildwuchs im Bereich Steuerungen und Feldbusse will ein Konsortium, die OPC-Foundation (OLE in Process Control), unter technischer Beiratschaft von Microsoft ein Kraut züchten. Die Mitgliederliste liest sich wie ein Who's who der Automatisierungsbranche: Neben den Branchenriesen Rockwell, Siemens und Honeywell beteiligen sich Firmen wie IBM, Fisher-Rosemount, Opto22, Intellution oder Toshiba.

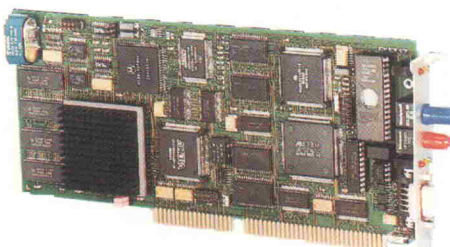
Die Idee hinter OPC ist, jedes Gerät – sei es ein Regler, eine Feldbuskarte oder

eine Steuerung – mit einem Server auszurüsten. Dieser stellt verschiedene Dienste, beispielsweise den Zugriff auf Prozessvariable, nach einem festgelegten Schema – der API (Application Programming Interface) – zur Verfügung. Dieser Services bedienen sich dann die Clients, zum Beispiel ein Visualisierungspaket. Den derzeitigen Stand der Definition können sich Entwickler im Web über <http://www.industry.net/opc/> beschaffen. Alternativ steht der stellvertretende Vorstand der OPC-Foundation als Ansprechpartner bereit:

Reinhold Achatz
☎ 07 21/5 95-41 76

Profibus auf PCI

Mehr als eine reine Schnittstelle zum Profibus stellt das 'intelligente' PCI-Board PCI-40 der Firma Autego dar. Die Karte enthält eine unter OS/9 laufende CPU 68040, die Steuerungsaufgaben übernimmt. Zusätzlich kümmert sich ein 68331 als I/O-Prozessor um die Feldbus-Kommunikation. Das Echtzeitbetriebssystem OS/9 gestattet, parallel neben dem SPS-Laufzeitsystem ProConOS eigene in C oder C++ geschriebene Applikationen zu betreiben. Dabei arbeitet die SPS-Funktionalität der Karte vollständig unabhängig vom Host-PC. Die Variante PCI40S bietet speziell für Antriebssteuerungen ein Sercos-Interface, für das unter

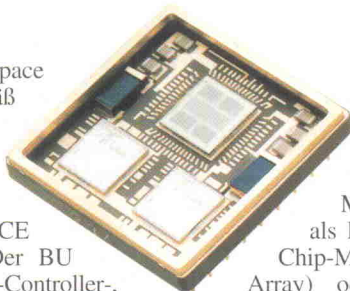


anderem ein G-Code-Interpreter für Zwei-Achs-Interpolation verfügbar ist.

AUTEGO GmbH
Kampstraße 20
32584 Löhne
☎ 0 57 31/78 66-0
☎ 0 57 31/78 66-26

Jet-Bus

Für den im Bereich Aerospace gebräuchlichen Bus gemäß Mil-Std 1553 stellt die amerikanische Firma DDC den derzeit kleinsten integrierten Schnittstellenbaustein namens Mini-ACE in zwei Varianten vor. Der BU 61588 bietet wahlweise Bus-Controller-, Remote-Terminal- oder Bus-Monitor-Funktion, während der BU 65178 lediglich als Remote-Terminal agiert. Dabei enthält der '61588 Transceiver, Protokollhandler, Spei-



cherverwaltung sowie vier KWorte gepuffertes RAM. Die Bausteine laufen an einer Versorgung von 5 V. Beide Module stehen als Low-Profile-MCM (Multi-Chip-Module), im PGA- (Pin Grid Array) oder im Quad-Flat-Pack-Gehäuse zur Verfügung.

ILC-DDC Elektronik GmbH
Ahornstraße 2
82296 Schöngesing

Optisch angebunden

Simatic Net OLP (Optical Link Plug) nennt Siemens die Interfaces zur Umsetzung des Profibus von elektrischen Medien auf Lichtwellenleiter. Sie ermöglichen, Profibus-Slaves in einem Einfasserring störsicher miteinander zu verbinden. Dabei kommen preisgünstige Kunststofffasern zum Einsatz, die schnell und problemlos verarbeitet werden können. Zur Montage der Stecker soll man keinerlei Spezialwerkzeug oder Kenntnisse benötigen. Die Stromversorgung der OL-Plugs übernehmen die angeschlossenen Slaves, was zu-

sätzlichen Verdrahtungsaufwand vermeidet. So soll die LWL-Technik auch dort zur Anwendung gelangen, wo dies vorher nicht wirtschaftlich machbar war.



Siemens Business Services
Postfach 23 48
90713 Fürth
☎ 09 11/9 78-33 21
☎ <http://www.aut.siemens.de/>

Schutz vor falschem Zugriff...



386-Protected Mode im Schlaf beherrschen ...und Hitex-Tools sind mehr als ein Schlüssel dazu:

Unsere Entfesselungskünstler für die x86-Architektur sind ein heißer Tip! Compiler, Debugger oder High-End Emulator, alle unterstützen den Protected Mode perfekt.

Sie möchten neu designen oder Ihren alten 186er- oder 386er-Anwendungen auf die Sprünge helfen? Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit dem Protected Mode mehr aus Ihrer Anwendung herausholen. Fordern Sie Ihr Infopakete an!

Hitex Systementwicklung GmbH
Greschbachstraße, 76229 Karlsruhe
internet <http://www.hitex.de>
fon/fax (0721)9628-190/-262
e-mail Team.x86@hitex.de



hitex
DEVELOPMENT TOOLS



Tektronix

... natürlich vom

ScopeShop
H A M B U R G

Wolfgang Weiss
Albert-Einstein-Ring 21 · 22761 Hamburg
Telefon 0 40 89 50 03 · Telefax 0 40 89 54 39
Tektronix Partner

2 Kanal Digitale Echtzeit-Oszilloskope

NEU Zuwachs in der TEK-Scope-Familie jetzt auch mit **200 MHz** und **1 GS/s**
Externer Trigger Oberwellenmessung
Zeilenselektor Motortrigger

Handheldoszilloskope mit Akku (inkl. MwSt.)

• THS 710A	DM 3.380,-	DM 3.887,-	60 MHz, 2CH 250MS/s
• THS 720A	DM 4.150,-	DM 4.772,50	100 MHz, 2CH 500MS/s
• THS 720P	DM 5.240,-	DM 6.026,-	100 MHz, 2CH 500MS/s
• THS 730A	DM 5.240,-	DM 6.026,-	200 MHz, 2CH 1GS/s

Laboroszilloskope mit Floppy und FFT

• TDS 340A	DM 5.040,-	DM 5.796,-	100 MHz, 2CH 500MS/s
• TDS 360	DM 6.760,-	DM 7.774,-	200 MHz, 2CH 1GS/s
• TDS 380	DM 9.260,-	DM 10.649,-	400 MHz, 2CH 2GS/s

kostengünstige Universalsozilloskope

• TDS 210	DM 1.680,-	DM 1.932,-	60 MHz, 2CH 1GS/s
• TDS 220	DM 2.480,-	DM 2.852	100 MHz, 2CH 1GS/s

Scope Shop Hamburg... die Anlaufstelle für Tektronix Meßtechnik
Beratung, Verkauf, Support, Service
sowie Tastköpfe, Zubehör und Gebrauchtgeräte

ALLES UNTER EINEM DACH!

09. + 10. April 1997 · Stadthalle Chemnitz

messtechnik in chemnitz

7. Ausstellung mit Fachvorträgen

ElektroMechanika

6. Fachmesse für den Entwicklungs-Ingenieur und Konstrukteur im Elektronik-Unternehmen

ELECTRONIC DISPLAYS

12. Internationale Konferenz für
Bildschirme und Anzeigesysteme,
Bauelemente und Baugruppen

Wollen Sie mehr erfahren? Fordern Sie kostenlose
Unterlagen an:

Telefon: (0 50 33) 70 57 · Fax (0 50 33) 79 44

E-Mail: schrade@networkgmbh.de

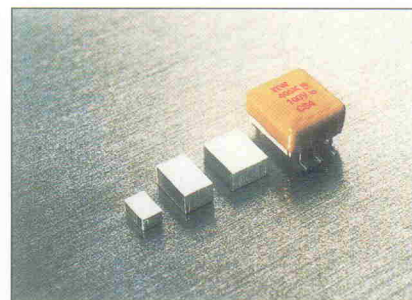
NETWORK GmbH, Wilhelm-Suhr-Str. 28, D-31558 Hagenburg

NETWORK
GmbH

Passive Bauelemente

HF-tauglich

Durch die Kombination von ultradünne Polymer-Dielektrikum und Mehrschicht-filmtechnik ist es dem Hersteller ITW Paktron, in Deutschland vertreten durch die Tabula-Tronik GmbH, gelungen, Multilayer-Polymer-Kondensatoren mit extrem niedrigen ESR- und ESL-Werten herzustellen. Den Kapazitätsbereich von 0,33 μF ... 20 μF spezifiziert der Hersteller mit einer Toleranz von $\pm 10\%$, gültig für einen Temperaturbereich von -55°C ... $+125^\circ\text{C}$. Es werden Typen für die drei Spannungen 50 V_{DC}, 100 V_{DC} und 400 V_{DC} angebo-

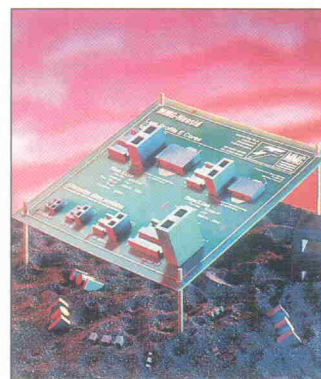


ten. Die platzsparenden Kondensatoren eignen sich insbesondere für den Einsatz in Schaltmetzteilen und DC/DC-Wandlern im Hochfrequenzbereich (MHz).

Tabula-Tronik GmbH
Putziger Str. 2
81929 München
☎ 0 89/99 39 23-0
☎ 0 89/99 39 23-23

Kernig

Moderne Schaltnetzteile fordern auch in der Transformatorenteknik neue Ferrit-Generationen. Rutronik bietet jetzt neue E-Kerne des Herstellers MMG-Neosid an, mit denen sich Transformatoren direkt in die Leiterplatte integrieren lassen. Damit einhergehend sind gleichzeitig niedrige Bauhöhen realisierbar. Als Vorteile dieser neuen Technologie nennt der Hersteller vor allem schnelle Bestückbarkeit, fehlerfreie Windungen und geringe Streuinduktivitäten. Außerdem fallen der Spulenkörper und damit unerwünschte Nebeneffekte weg. Die Transformatoren werden kleiner, kom-



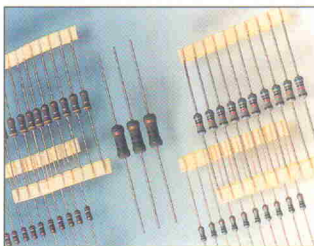
pakter und letztendlich preisgünstiger.

Rutronik GmbH
Industriest. 2
75228 Ispingen
☎ 0 72 31/801-0
☎ 0 72 31/8 22 82

Hoch gespannt

Die Firma Welwyn hat im Bereich Hochspannungs-/Hochohmwiderstände sein Programm um mehrere neue Bauformen in der GC/MH-Serie erweitert (0207, 0411 und 0617). Es stehen damit gleichzeitig drei Leistungsklassen,

0,25 W, 0,5 W und 1 W, im Bereich 47 k Ω ... 1 G Ω zur Verfügung. Die Widerstände sind in Toleranzen von 1% und 5% erhältlich und zeichnen sich durch eine hohe Spannungsfestigkeit von 1,6 kV... 10 kV aus. Typische Anwendungen für Hochspannungswiderstände sind Energiesparapplikationen, Motorsteuerungen, Hochvoltlampen und elektrostatische Einrichtungen.



Welwyn Electronics GmbH
Ottostr. 20
84030 Landshut
☎ 08 71/9 73 76-0
☎ 08 71/9 73 76-20

Steckverbinder

Die Alternative

Der Hersteller Amphenol hat das Gehäuseprogramm seiner C146-Steckverbinderserie komplett überarbeitet. Gegenüber den bisher erhältlichen Produkten ist die neue Linie im Gewicht reduziert und im Design vereinheitlicht worden. Es gibt mehrere Alternativen für die Kabelgänge, wie zum Beispiel

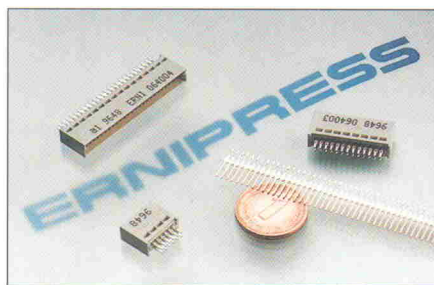
einen doppelten an den Tüllengehäusen sowie hohe und niedrige Bauformen in allen Gehäusegrößen sowohl für die Standard- als auch die EMV-Version. Die EMV-Ausführungen haben zusätzlich sehr gute Dämpfungseigenschaften, besitzen eine leitende Oberfläche und bieten ein in der Handhabung einfaches Verriegelungssystem. Die Preise der EMV-Gehäuse liegen nur etwa 20-30 % über denen der Standardpalette.

Amphenol-Tuchel
Electronics GmbH
August-Häusser-Str. 10
74080 Heilbronn
☎ 0 71 31/9 29-0
☎ 0 71 31/9 29-400



En Miniature

Mit der SMC-Bauweise lassen sich die Vorteile der Einpreßtechnik nun auch bei Steckverbindern im 1,27-mm-Raster nutzen. Mit diesen Steckverbindern können Board-zu-Board-Verbindungen zwischen Busplatinen, Steckkarten und Tochterkarten realisiert werden. Die Einpreßtechnik erlaubt eine einheitlich wirtschaftliche Verarbeitung bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit. Die Einpreß-SMCs sind in Ausführungen mit 12, 26 und 50 Polen erhältlich. Die maximale Strombelastbarkeit



beträgt 1,2 A (20 °C) und die maximale Spannungsfestigkeit 500 V_{eff} (Kontakt/Kontakt). Die mechanische Lebensdauer gibt Erni mit 500 Steckzyklen an.

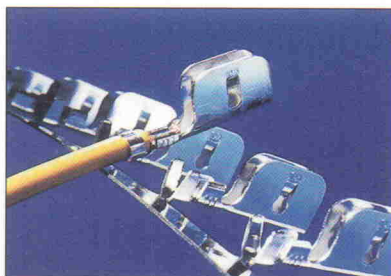
ERNI Elektroapparate GmbH
Seestr. 9
73099 Adelberg
☎ 0 71 66/50-0
☎ 0 71 66/50-282

Schnell installiert

Speziell für die sekundäre Erdung bietet die Molex GmbH neue Aufsteck-Clips aus rostfreiem Stahl an, die eine schnelle und zuverlässige Erdung am Chassis ermöglichen, ohne daß der Installateur zusätzliches Befestigungsmaterial benötigt. Die Erdungs-Clips erlauben sowohl einfache wie auch doppelte Crimpung und sind mit vielen verschiedenen Öffnungsweiten lieferbar, so daß sie auch auf Bleche verschiedener Dicken passen. Sie eignen sich gleichermaßen zur Montage

an Aluminium- wie auch an Stahlblechen.

Molex Services GmbH
Dingolfinger Str. 4
81673 München
☎ 0 89/41 30 92-0
☎ 0 89/40 15 27



**Klar! DIAdem®
Die PC-Werkstatt.**

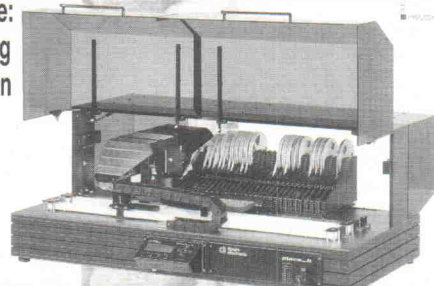
Fordern Sie noch heute Ihre kostenlose CD an:
Mit Standardsoftware zum • Messen • Steuern • Visualisieren •
Präsentieren • Dokumentieren • Automatisieren • Berechnen
GfS mbH, Pascalstr. 17, D-52076 Aachen, Fax 02408/6216

Wir stellen aus: Hannover Messe, 14.-19. April '97, Halle 16, Stand E 34

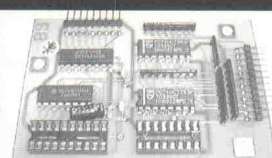
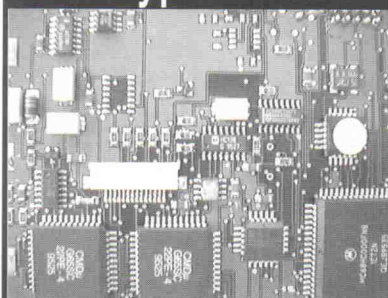
SMD-BESTÜCKUNG

Wir übernehmen für Sie:

- * Hardware-Entwicklung
- * Aufbau der Prototypen
- * EMV-Prüfung
- * Materialbeschaffung
- * Serienproduktion
- * Baugruppenprüfung
- * Endmontage



Prototypen-Siebdruckschablonen



auch bedrahtete
Bauteile!

CErty®
INFO-Mailbox:
06893/986045

DK-Elektronik GmbH
Alte Kelter - Straße 7
66130 Saarbrücken-Fechingen
Tel.: 06893/986044 Fax: 986046
Besuchen Sie uns im INTERNET
HTTP://WWW.DK-Elektronik.com
E-Mail: 106012.1722@Compuserve.com



auch EILDIENTE!



Dickes Ding

Leistungsfähige Frequenzumrichter stellen den Entwicklungsingenieur zu meist vor große EMV-Probleme. Die schnellen Schaltvorgänge bei hohen Strömen verursachen elektromagnetische Störungen, die so manchen Geräteausfall verursachen. Zur Abhilfe stellt Siemens Matsushita Components (S+M) eine neue Familie von Netzfiltern für Frequenzumrichter in elektrischen Antrieben vor.



geführter Schutzleiter) für Nennströme bis 3×25 A. Das Spitzenmodell bringt bei einer Dämpfung von 85 dB und einem Durchgangswiderstand von $15 \mu\Omega$ imposante 105 kg auf die Waage. Neben der 'Großfamilie' liefert S+M aber auch kleinere Filter für Einphasensysteme und Drehstromnetze mit Neutralleiter.

Siemens Infoservice
Postfach 23 48
90713 Fürth
☎ 09 11/9 78-33 21

Die Filter sind für den Einsatz in 3-Phasen-Netzen mit Spannungen bis 690 V und Nennströmen bis zu 3×2500 A konzipiert. Der kleinste Vertreter der neuen Klasse ist ein Filter für 690-V-TN-Netze (mit-

Blitz bewältigt

Industrieanlagen verfügen über weite Kabelnetze der Kommunikations- und Leittechnik. Ausreichender Schutz dieser Kabeltrassen gegen blitzbedingte Ströme und Felder im Sinne des Blitzschutzkonzeptes sind in bestehenden Anlagen oft nicht gegeben. Das blitzstromtragfähige EMV-Nachrüst-Set des Blitz-Spezialisten Dehn + Söhne soll eine effektive Schirmung vorhandener Kabel gegen Einkopplungen ermöglichen – und das mit relativ geringem Installationsaufwand. Das Schirmungsmaterial sowie die Anschluß- und Verbindungsbauteile

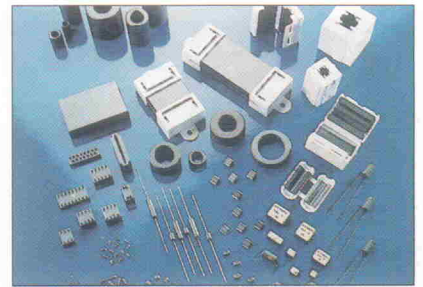


wurden vom TÜV Bayern/Sachsen auf Schirmdämpfung und Stoßstromtragfähigkeit geprüft.

Dehn + Söhne
Hans-Dehn-Straße 1
92318 Neumarkt
☎ 0 91 81/9 06-0
☎ 0 91 81/9 06-100

Gut gedämpft

Wenn elektromagnetische Störungen in ihren vielfältigen Erscheinungsformen als leitungsgebundene Gleich- und Gegentakstörungen oder als abgestrahlte Störungen in elektronischen Geräten Probleme verursachen, dann empfiehlt sich der Einsatz von Ferrit-Entstörmitteln. Unterschiedlichste Bauformen lösen EMV-Probleme auf gedruckten Schaltungen wie auch in Leitungen und Kabeln: Rohr-, Ring-, Mehrloch- und Kastenprofile, Ferritbrücke, Halb- und Klappschalenkerne, DIL-Lochprofile für Steckerleisten und Sockel, SMD-Bauformen und Chips, Gleich- und



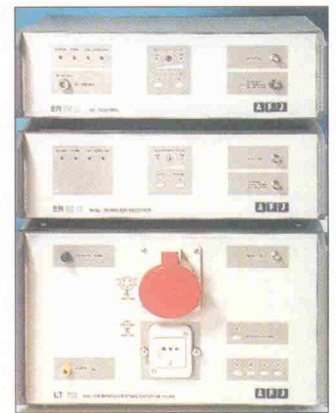
Gegentakstörern, Datenleitungsstörern sowie kunden-spezifische Sonderanfertigungen. Dem Entwicklungsingenieur steht eine Auswahl von über 150 Standardmodellen und -abmessungen zur Verfügung.

Industrial Electronics GmbH
Postfach 54 49
65729 Eschborn
☎ 0 61 96/92 79 00
☎ 0 61 96/92 79 29

Modular messen

Auf der EMV '97 in Dresden stellte Frankonia EMV Meßsysteme erstmals neuentwickelte selektive Meßempfänger für Emissionsmessungen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 1000 MHz vor. Der modulare Aufbau der Empfänger ermöglicht dem Kunden, je nach Anforderung und Budget den Prüfplatz stufenweise auszubauen. Ein Prüfplatz für leitungsgebundene Störemission im Frequenzbereich bis 30 MHz läßt sich nachträglich auf den Bereich bis 1000 MHz nachrüsten.

Die Meßempfänger entsprechen mit Vorselektion, IF-Bandbreiten sowie Peak-, Quasi-Peak- und Average-Detektor den Vorgaben nach CISPR 16 (VDE 0876) und eignen sich daher sowohl für entwicklungsbegleitende Messungen als auch für die Abnah-



me. Die Steuerung erfolgt über einen separaten PC mit einer MS-Windows-Software. Als Zubehör sind Netznachbildungen, Antennen, Meßwandlungen, Tastköpfe und Nahfeldsonden lieferbar.

Frankonia EMV Meßsysteme GmbH
Weiherweg 14
96199 Zapfendorf
☎ 0 95 47/94 01-0
☎ 0 95 47/94 01-20

- ◆ Multiplexer/Schalter/Militärprodukte
- ◆ Interface
- ◆ OpAmps, Komparatoren
- ◆ DC-DC-Wandler, Stromversorgungen
- ◆ μ P-Überwachung
- ◆ Analogfilter
- ◆ A/D-Wandler
- ◆ High Speed: Video, Komparatoren
- ◆ D/A-Wandler
- ◆ Anzeigentreiber
- ◆ Spannungsreferenzen
- ◆ 3 V-Analog

MAXIM

mit dem maximalen Analog-Analog/Digital-Programm.

Die neueste MAXIM-CD mit allen vorhandenen Datenblättern können Sie jetzt kostenlos per Fax bei uns anfordern.

Mehr Info's unter:

01805 - 31 31 20 Telefon

01805 - 31 31 23 Fax

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

25 Jahre

SE Spezial-Electronic KG

Global Positioning System

Opel mit Carin

Einen deutlichen Schritt in Richtung Massenmarkt für GPS-Produkte zeigt die Ankündigung der deutschen Opel AG, für die Modelle Vectra und Omega Navigationshilfen anzubieten. Die von Philips entwickelten Geräte mit dem

das zwar Eindruck schindende bunte Kartendisplay (das gerade wegen seiner Aufdringlichkeit die Aufmerksamkeit des Fahrers von der Straße ablenkt) und beschränkt sich auf schlichte großflächige Pfeilhinweise und auf Sprachdurchsagen; das ein-



Namen Carin – bekannt von den Nobelversionen der Nobelmarken BMW und Mercedes zu Nobelpreisen – sollen jetzt nur noch knapp 3000 DM kosten. Zwar immer noch zu viel, um auch für Fiesta-User akzeptabel zu sein, aber schon deutlich weniger, als noch bei der Markteinführung vor zwei Jahren.

Die Geräte sind nur sehr eingeschränkt nachrüstbar, da außer den GPS-Daten auch ABS-Radsensoren und Gyro-Signale abgefragt und ausgewertet werden, und von daher vorerst nur für entsprechend ausgestattete Neufahrzeuge erhältlich. Wie schon bei den früheren Carin-Modellen üblich, verzichtet Philips auf

zige Bedienelement von Carin – ein Drehknopf mit Quittungsdrücker – liegt auf dem gleichen Niveau von Bedien-Oberflächen-Konzept. Das 'Kartematerial' befindet sich auf einer CD-ROM und soll in Halbjahres-Abständen upgedatet werden.

Allerdings hätte sich Opel doch den ausdrücklichen Hinweis darauf verkneifen sollen, daß demnächst auf der CD-ROM auch sämtliche Opel-Service-Betriebe enthalten seien.

Adam Opel AG
65423 Rüsselsheim
☎ 0 61 42/6 60
☎ 0 61 42/66-48 59

Exakte Frequenzen

Aus den sehr genauen Signalen der Global-Positioning-System-Satelliten leitet ein Gerät der Firma Quartzlock mit dem Namen 'Frequenzstandard Serie 8' Normalfrequenzen von 100 kHz, 1 MHz, 5 MHz und 10 MHz ab. Diese stehen dann in einer Kurzzeitstabilität von $6 \cdot 10^{-12}$ zur Verfügung oder mit einer Abweichung von absolut ± 5 ns. Ausgewertet werden dabei die Signale von mindestens drei Satelliten.

Die Signalformen liegen dabei entweder sinusförmig oder als Rechteckpuls an einem 50 R-

Ausgang. Die Bedienung und Überwachung des Gerätes geschieht entweder über ein Frontpanel oder die RS-232/442-Schnittstelle. Typische Anwendungsgebiete sieht der Hersteller im Kalibrierungswesen allgemein und beispielsweise in der Synchronisation von Funknetzen.

Vertrieb und Informationen über

Pro Nova Elektronik
Hindenburgstraße 58
71638 Ludwigsburg
☎ 0 71 41/28 58 20
☎ 0 71 41/28 58 29

GPS im Tunnel

Mit der elektronischen Variante einer Trägheitsplattform lassen sich Unterbrechungen der GPS-Daten – hervorgerufen durch Abschattungen oder Mehrfachreflexionen – hervorragend kompensieren; das ist bekannt und nicht neu. Allerdings verspricht jetzt ein kleiner Anbieter aus Japan mit dem Namen Data Tec Co, solche Plattformen zu Consumer-Preisen anzubieten. Das Gerät besteht aus einem kleinen schwarzen Kästchen, das sozusagen in die RS232-Leitung zwischen GPS-Empfänger und Auswerteeinheit eingeschleift wird, und enthält einen Be-

schleunigungssensor und zwei Halbleiter-Gyroskope. Daraus errechnet der Controller zehnmal pro Sekunde die aktuellen Daten (der GPS-Empfänger selbst hat fast immer eine Update-Rate von nur einer Sekunde) und korrigiert auch sonst vom Empfänger offensichtlich falsch gelieferte Daten.

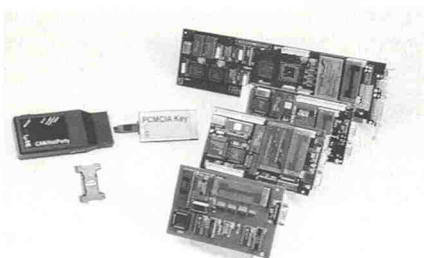
Besonderer Vorteil dieses Systems: Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit wie bei den 'großen' Lösungen mit Radsensoren und Ankoppelung an das ABS-System (also Einbau auch bei kleinen Autos ohne diese Features) und die Möglichkeit des nachträglichen, preiswerten Einbaus solcher Navigationssysteme in beliebige Modelle.

Informationen und Vertrieb in Deutschland über



Perform Tech
Technologiezentrum Hildesheim
Richthofenstraße 29
31137 Hildesheim
☎ 0 51 21/70 81 70
☎ 0 51 21/70 82 57

CAN PC-Interfaces für alle Fälle!



- **PCI-Board**
- **PCMCIA Key**
- **NetPorty II**
- **MicroLink**
- **PcNetBoard IV**
- **592 PcNetBoard**
- **ISA/AT 96 PcNetBoard**
- **PowerPcNetBoard**
- **Windows, Windows NT, DOS**

Company of the ACTIA group

ACTIA

i+ME

Systems, Support & More

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

HMI '97
HALLE 15 STAND F36

Radio und TV

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik
für April 97



Quelle: Siemens

Die Geschichte der Firma Siemens begann mit dem Telegraphen: Ihr Gründer, Werner von Siemens, wußte seine Ideen zu vermarkten, und bald wurde sein Betrieb zu einem internationalen Konzern. Heute ist Siemens ein multinationaler Gigant mit fast 400 000 Beschäftigten und Zweigstellen in 178 Ländern. Der Bericht zeigt, wie der Elektro-Riese mit der gegenwärtigen ökonomischen Krise umgeht, indem er seine Präsenz in Südostasien verstärkt und neue Produkte entwickelt (Deutsche Welle TV, 14. 4., 18.30 Uhr)

Dienstag, 1. 4.

TV B1(Berlin)/MDR 3 10.00 Uhr
Computerwelten: Menschen und Computer – wer kann was und wie?

TV hessen 3 19.00 Uhr
SKYROCK – Die Multimedia-Schau: Von Viren, Robotern und wahren Aprilscherzen

Mittwoch, 2. 4.

TV WDR Fernsehen 0.30 Uhr
Computerclub: Praxis – Die Welt der Information (3. 4.)

Freitag, 4. 4.

R D. Radio Berlin 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft: Chipkarte oder Münze? – Wie Automaten auf die neue Währung umgestellt werden

Samstag, 5. 4.

R WDR Radio 5 10.05 Uhr
Zukunftsvisionen: Blinde werden sehen können. Ärzte und Informatiker entwickeln das Retina-Implantat.

TV WDR Fernsehen 14.30 Uhr
Computerclub: Report – Die Welt der Information

Sonntag, 6. 4.

TV 3sat 16.00 Uhr
HITEC – Das Unsichtbare sichtbar machen: Neue Werkzeuge wie das Rasterkraftmikroskop erschließen die Welt des Mikro- und Makrokosmos.

Montag, 7. 4.

TV MDR 3 22.05 Uhr
EXTREM – Internationale Automobilausstellung Leipzig

Dienstag, 8. 4.

TV DW-tv 14.30 Uhr
Feature: Harry Rosin – Der Siegeszug des Ozonloch-Killers und sein 'Öko-Kühlschrank'

Donnerstag, 10. 4.

TV hessen 3 22.45 Uhr
Aus Wissenschaft und Forschung: Der kosmische Gughupf? – Das Observatorium auf dem Mount Wilson in Kalifornien

Freitag, 11. 4.

TV Südwest 3 20.15 Uhr
MuM – Menschen und Märkte: Die Software-Gurus – Indiens Hightech-Zentrum Bangalore

Samstag, 12. 4.

TV Bayer. Fernsehen 13.30 Uhr
TM – Das BR-Technikmagazin: Die kleinen Helfer – chemische Zusätze

TV arte 20.45 Uhr
Horizont: Die Hubble-Mission vom 21. Juni 1990

Sonntag, 13. 4.

TV 3sat 7.45 Uhr
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Nipkow, Baird, Zworykin und die Entwicklung des Fernsehens

Montag, 14. 4.

R WDR Radio 5 12.00 Uhr
Radiofeature: 'Hallo Erde, hier ist der Mond' – Wiedersehen mit den Apollo-Astronauten

TV DW-tv 18.00 Uhr
Patent – Innovationen aus Deutschland: Ein Bericht vom Innovationszentrum der Luft-hansa (in englisch)

TV DW-tv 18.30 Uhr
Feature: Siemens – A Live Wire Concern (in englisch).

Donnerstag, 17. 4.

TV DW-tv 15.00 u. 19.30 Uhr
Forscher – Fakten – Visionen: Neues aus der Hirnforschung – Wahrnehmen und Wiedererkennen

Freitag, 18. 4.

R D. Radio Berlin 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft: u. a. 'Verb-Mobil' – Sprachübersetzung per Computer

R Deutschlandfunk 19.15 Uhr
Das Feature: Mein und Dein im Labyrinth der Netze – Urheberrecht in der Informationsgesellschaft

Sonntag, 20. 4.

TV ARD 17.00 Uhr
ARD-Ratgeber: Technik

Montag, 21. 4.

TV 3sat 21.30 Uhr
HITEC – Das Technikmagazin: Themen: Kosmetik; Intelligente Fenster; Digitale Stereokameras; Industrielle Endoskopie

Dienstag, 22. 4.

TV N3 22.15 Uhr
Prisma: Der Leuchtturm von Alexandria – Das versunkene 7. Weltwunder

Donnerstag, 24. 4.

* Heute gibt's die neue **ELRAD**

Freitag, 25. 4.

R MDR Kultur 19.05 Uhr
Uranverein – Deutsche Physiker im Dritten Reich

Dienstag, 29. 4.

TV DW-tv 15.00 Uhr
Menschen – Technik – Wissenschaft

tägliche Radiosendungen

R Deutschlandfunk Montag bis Freitag von 16.35 bis 17.00 Uhr, Samstag und 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'.

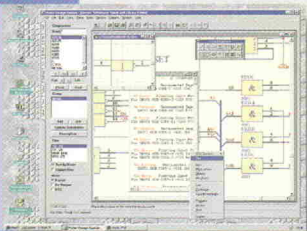
wöchentliche Sendungen

TV arte dienstags, 20.00 Uhr
Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

TV N3 dienstags, 22.15 Uhr
Prisma-Magazin

Die Highlights im neuen
Hoschar EDA-Katalog

Protel



Advanced Schematic 3

- Schaltungsentwurf
- EDA/Client Technologie
- liest OrCAD-Files
- ohne Hardware-Key
- DM 995,-*

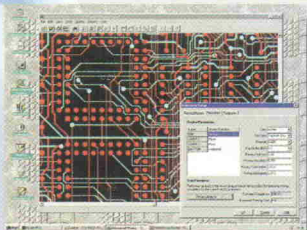
Protel



Advanced PLD 3

- Synthese & Simulation
- Device-Unabhängig
- PLDs, PROMs, FPGAs
- ohne Hardware-Key
- DM 995,-*

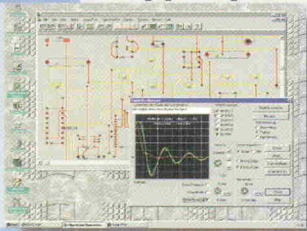
Protel



Advanced Route 3

- Neuronaler Autorouter
- Shape-Based
- kein Design-Limit
- ohne Hardware-Key
- DM 1.995,-*

Hyperlynx



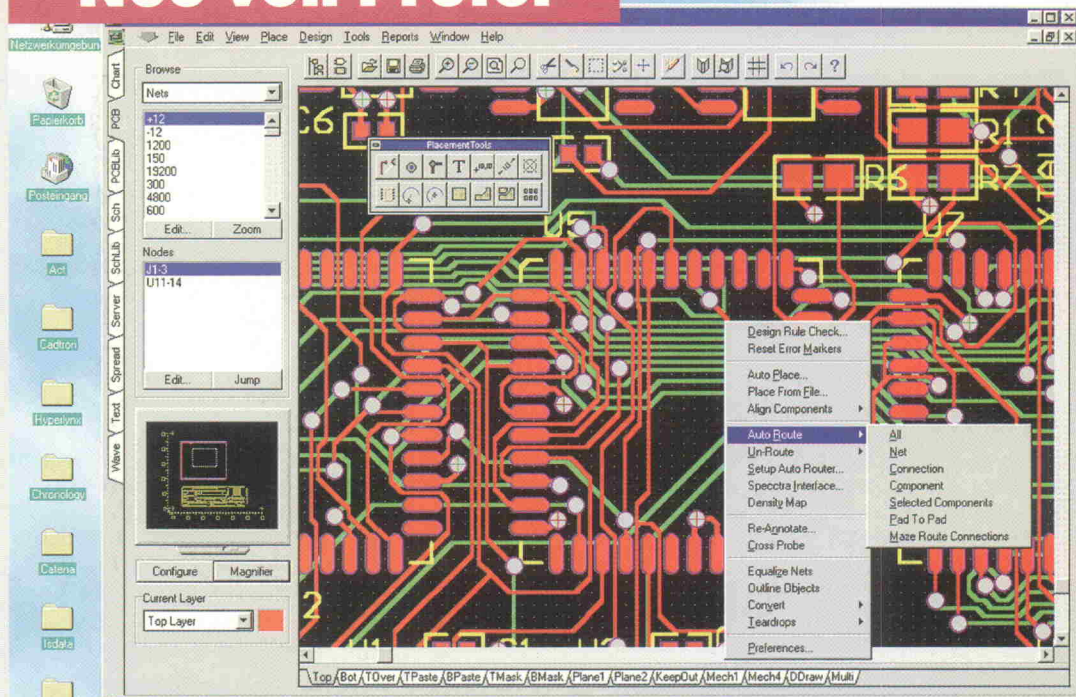
BoardSim V2.1

- Signal-Integrität
- Layout-Viewer
- Digital-Oszilloskop
- EMV-Simulation
- Protel kompatibel

Produkte/Markennamen sind eingetragene
Warenzeichen der jeweiligen Herstellerfirma
© 1997 Hoschar Systemelektronik GmbH
HS43-30 - P&P Hoch Promotion

*zzgl. ges. MwSt.

Neu von Protel



Advanced PCB 3

Perfekte Layouts, nach allen Regeln der Kunst!

Highlights

Features:

EDA/Client Applikation
Regelgesteuerte Datenbasis
Unbreakable Connectivity
Echtzeit & Batch-DRC
Crossprobing mit Schaltplan
For-/Backward Annotation
Board Wizard
KI-Autoplace
Rip-Up & Retry Autorouter
Undo/Redo
Library Wizard
Kupfer-Freiformflächen
Geteilte Versorgungsflächen
Gerber 274X/IPC-D-350
DXF Im-/Export
Hyperlynx Im-/Export

liest Designs von:

Autotrax, Eagle*, OrCAD*,
PADS, PCAD, Tango, Gerber

*) mit Zubehör-Konverter

starklar für:

Windows, Win 95, NT 4.0
32 MB RAM empfohlen

Sie wollen schnell und effizient Leiterplatten entwickeln und zwar unter Windows 95 oder NT 4.0?

Dann hat Protel die passende EDA-Systemlösung für Sie!

Protel gehört zu den EDA-Pionieren und lieferte als erster praxistaugliches PCB-Layout für Windows.

Diesen Vorsprung vergrößert Protel kontinuierlich und hat mit über 30.000, mehr Anwender, als jedes andere Windows-basierende EDA-System.

Mit dem Release 3 von Advanced PCB setzt Protel erneut Maßstäbe. Die regelgesteuerte Datenbasis mit „unbreakable Connectivity“ bringt eine bei Desktop-Systemen bislang nicht verfügbare Designkonsistenz. Rules wie Objekt-

geometrie, Impedanz-Check und Routing-Priorität sind auf Layoutobjekte präzise anwendbar. Jeder Schritt, ob interaktiv oder automatisch wird in Echtzeit überprüft.

Auch in puncto Usability ist Protel vorn: Mehr Effizienz durch praktische Tabs für Tools und Layer, Objekt-Browser, schnelle Grafik und das praktische Navigatordisplay. Bei Boardauswahl, neuen Bibliothekselementen, Design-Rules, Auto-Placement und Autorouting helfen Wizards.

Nutzen Sie mehr Effizienz und Design-Qualität! Wählen Sie gebührenfrei 0130/751814* und verlangen Sie Ihr persönliches Info Paket mit der Protel Gratis-CD.



ohne
Kopier-
schutz,
ohne
Dongle



*) Aus Österreich bitte gratis anrufen unter 0660/8903 oder per Fax an 0049/180/5 30 35 09)

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

Telefax 0180/5 30 35 09
Postfach 2928
D-76016 Karlsruhe

Aus Österreich gratis anrufen: 0660/8903 oder per Fax: 0049/180/5 30 35 09

Neu & Gratis

0180/5 30 35 03

Abruf-Gutschein

per Fax an: 0180/5 30 35 09 oder per Post
an: Hoschar GmbH Postfach 2928 D-76016 Karlsruhe

14

- ☐ **Ja**, senden Sie uns gratis das Protel Advanced PCB 3 Info-Paket mit Protel Test-CD
- ☐ **Ja**, wir interessieren uns für Protel, haben aber schon ein CAD-System. Machen Sie uns ein günstiges Angebot mit passendem Konverter für unsere vorhandenen Designs & Bibliotheken.

Systemname:

Name

Firma/Abteilung

Straße

PLZ/Ort

Tel/Fax



Elektromechanik

Umfangreiche Informationen über Relais stellt die Siemens AG oder besser deren Geschäftsbereich EC, sprich Elektromechanische Komponenten, im Internet und auf CD-ROM bereit. Die via Internet erreichbaren Infos sind als Teil eines weitergehenden Web-Angebotes zum Thema Elektromechanik über die Homepage des Geschäftsbereichs auf dem deutschen Siemens-Server erreichbar. Die CD-ROM 'Relays Product Information' befaßt sich hingegen ausschließlich mit Relais und liefert dabei Produktinformationen zu mehr als 2000 verschiedenen Typen. Die CD deckt unter anderem Anwendungsgebiete wie Automobil, Netze und Telekommunikation ab, und zu den vorgestellten Produkten gibt es detaillierte Datenblattangaben inklusive Maßskizzen. Ein Rechercheprogramm gestattet eine gezielte Suche nach dem für eine individuelle Anwendung benötigten Relais, wobei der Anwender als Parameter Namen, Typenbezeichnungen und Bestellnummern definieren kann.

Ein Relais-Lexikon läßt sich bei Bedarf auch als separates Nachschlagewerk verwenden, und die über eine Access-Datenbank bereitgestellten Informationen der CD lassen sich nötigenfalls sogar mit eigenen Recherchertools durchsuchen. Die Inhalte der Siemens-CD können im übrigen über ein Netzwerk für mehrere Benutzer bereitgestellt werden. Natürlich fehlt auch bei Siemens nicht die Selbstdarstellung des Unternehmens, wobei hier ebenfalls auf Video-Sequenzen unter Windows zurückgegriffen wird.

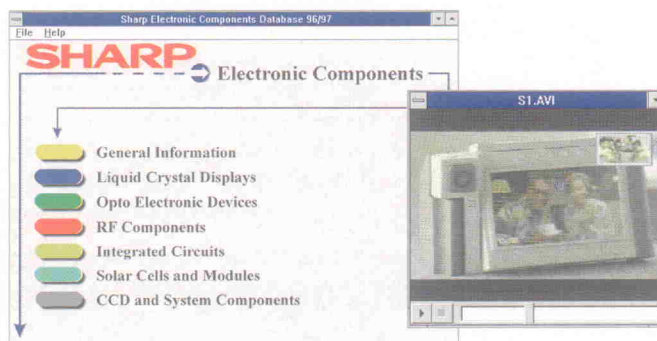
Siemens AG
RK F/B3, Infoservice
Postfach 2348
90713 Fürth
☎ 09 11/9 78-33 21
⌨ <http://www.siemens.de/ec>



... Eine riesige Sammlung von Steckverbinder-Pinouts und Kabel-Beschreibungen liefert das **Hardware Book**, <http://www.blackdown.org/~hwb/hwb.html> ... Überblick über Organisationen, Firmen und Aktivitäten im Bereich **Qualitätsmanagement** gibt <http://www.quality.de/> ...

Optoelektronik

Die Sharp Microelectronics Group Europe bietet auf CD Informationen über ihre Palette an Elektronikkomponenten an. Unter anderem finden sich neben diskreten und integrierten optoelektronischen Bauelementen Produkte wie Solarzellen, CCD-Zeilen oder RF-Komponenten sowie diverse Arten von LC-Displays. Unter dem Namen Components Catalog '96/'97 ist die CD über Sharp-Distributoren, zum Beispiel bei Rhein Components (41334 Nettetal), zu beziehen. Jeweils dargeboten im PDF-Format für den beigefügten Adobe Acrobat Reader, gibt es



ausführliche Datenblattinformationen zu allen Bauelementen sowie detaillierten Angaben über Lieferantenkontakte, weltweite Firmenvertretungen und ähnliches. Erreichbar ist das Ganze unter Windows über eine separate Oberfläche,

Designerverband

Der Begriff Elektronik-Design steht heute für eine ganze Reihe von Entwicklungsbereichen der Elektronik. Oft wird hiermit nur das Design von Siliziumstrukturen oder die Entwicklung elektronischer Schaltungen bezeichnet. Beim Fachverband Elektronik-Design e.V., kurz FED, versteht man unter Elektronik-Design hingegen die Umsetzung der Funktionsentwicklung in eine komplett für die Fertigung vorbereitete(s) Baugruppe beziehungsweise Gerät. Dabei konzentriert sich die Arbeit des FED derzeit auf das Leiterplatten- und Baugruppen-Level.

Gerade zum Thema Leiterplatten-Layout, dem Ausgangspunkt der FED-Aktivitäten, gibt es noch viel Regelungsbedarf, insbesondere was Fertigbarkeit und die elektrophysikalischen Einflüsse betrifft. Mit der dringend erforderlichen Betrachtung des Elektronik-Designs als 'komplettes System' wendet sich der Fachverband bereits jetzt Themen wie CAD-Mechatronik und Simulation zu. Der FED sieht das Elektronik-Design letztlich als zentrale Funktion zwischen der Logikentwicklung und der Fertigung.

Bereits seit der letzten FED-Konferenz im September 1996 unterhält der FED auch eine eigene Homepage im Web. Hier stellt sich der Verband nicht nur selbst mit seinen Fachgruppen, Arbeitskreisen und Themen dar, sondern gibt seinen Dienstleistungsmitgliedern beispielsweise auch die Möglich-



keit, ihr individuelles Angebot auf einer Web-Seite kurz vorzustellen. Darüber hinaus findet man die Adressen von Leiterplattenherstellern sowie Kontakte zu Händlern und Herstellern von EDA-Software. In Vorbereitung sind weitere Themenbereiche wie Fachhochschulen, Gerätehersteller, Systementwickler sowie Baugruppenkonstrukteure, -fertiger und -tester.

Zentraler Event des FED ist die Jahreskonferenz, die 1997 im September in Celle stattfinden wird. Hier gibt es neben einer Reihe von Fachvorträgen Möglichkeiten zum Informationsaustausch und den Besuch der begleitenden Messe. Alle Informationen rund um den Kongreß sowie Auszüge aus dem Tagungsband finden sich ebenfalls auf den Internet-Seiten des FED. Nicht zuletzt bietet sich auch ein Diskussionsforum an, an dem sich Leiterplatten- und Baugruppen-Designer und sonstige Interessierte via EMAIL rege beteiligen können.

Fachverband Elektronik-Design e.V.
Hindenburgdamm 85
12203 Berlin
☎ 0 30/8 34 90 59
☎ 0 30/8 34 18 31
⌨ <http://www.fed.de/>

Windows-Format befriedigen schließlich den multimedialen Spieltrieb des CD-Benutzers. Zusätzliche Informationen über die auf der CD vorgestellten optoelektronischen Baugruppen und weitere Sharp-Produkte finden sich gleich mehrfach auch im Internet – ebenso wie die Anschrift des jeweils nächsten Distributors.

Sharp Electronic
Europe GmbH,
Microelectronics Division
Sonninstrasse 3
20097 Hamburg
☎ 0 40/23 76-22 86
☎ 0 40/23 76-22 32
⌨ <http://www.sharp-eu.com> oder
<http://www.sharpmeg.com> oder
<http://www.sharp.co.jp/index-e.html>

WO ANDERE NOCH TASTEN,
SCHALTEN WIR.



HIER MIT 6 VON ÜBER 600 TYPEN

Von herausragender Qualität und mechanischer Lebensdauer.

SKHKAA

1

Der preiswerte 12 mm-Tastenschalter mit eingebauter Kappe, für Folientastaturen und mit Snap-in-Anschlüssen.

SKQR

2

Mit nur 0,5 mm Höhe der flachste Tastenschalter der Welt. Die Lösung für raumsparende Eingabeinheiten. Reflow lötlbar.

SKQN

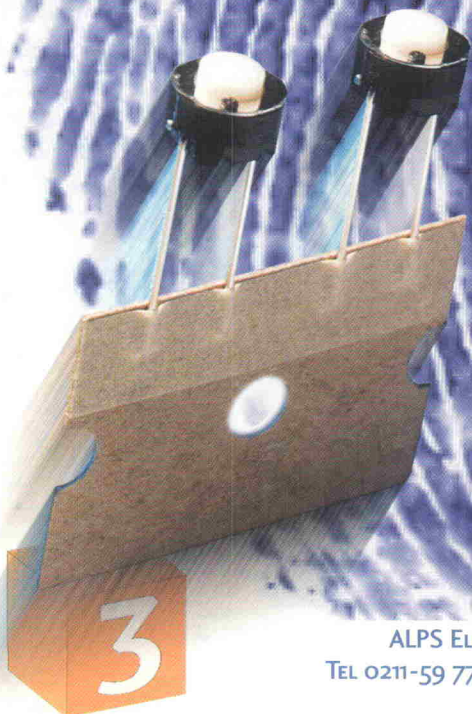
3

Zum optimalen Bestücken von Leiterplatten: runder 6 mm-Schalter mit runden Anschlüssen, in 12 Variante mit unterschiedlichen Betätigehöhen und -kräften.

SKQU

4

Nur 10 mm breiter 4-Richtungs-Schalter für Cursorsteuerung. Mit Knopfaufnahme und exzellentem taktilem Feed-Back.



ALPS

ALPS ELECTRIC EUROPA GMBH • HANSAALLEE 203 • D-40549 DÜSSELDORF
TEL 0211-59 77 0 • FAX 0211-59 77 146 • E: MAIL: ALPSEUROPA@ALPS-EUROPE.COM

Embedded Systems 97



Die zweite Embedded Systems erwies sich dank des Zuwachses an Besuchern – knapp 6000, plus 33 Prozent – wieder als voller Erfolg.

Round-Robin-Scheduler basiert und 30 verschiedene Services offeriert. Virtuoso Classico gibt es zunächst in einer Ausführung für Single-Processor-Systeme. Sobald C6x-Versionen mit Kommunikationskanälen bereitstehen, soll eine Variante für Virtual-Single-Prozessoren erscheinen.

Fujitsu präsentierte einen neuen Ableger der SPARClite-Familie. Der MB86831 fußt auf einem ASIC-Kern und entspricht dem V8E-SPARC-Standard. Der 32-Bit-RISC-Controller basiert auf einer Harvard-Architektur mit 4 KB Befehls- und 2 KB Daten-Cache. Seine Busschnittstelle arbeitet wahlweise mit 32, 16 oder 8 Bit Datenbreite. Den Anschluß externen Speichers oder von Peripheriebausteinen unterstützt der Chip mittels programmierbarer Chip-Selects und Wait-State-Generatoren sowie einem Onchip-DRAM-Controller. Die MCU arbeitet derzeit mit einem internen Höchsttakt von 80 MHz, der aus einer externen Quelle mittels PLL-Vervielfacher erzeugt wird. Der Baustein läuft mit 3,3 V Versorgung, ist aber nach außen TTL-kompatibel.

EDE 2.0 ist da: Als Bestandteil der Compiler-Pakete von Tasking stellt die *Embedded Development Environment* eine einheitliche, offen konzipierte Bedienoberfläche dar. Sie läßt sich als DLL in den Editor Codewright einbinden, sorgt für die Kontrolle von Modulabhängigkeiten und kontrolliert den Compiler-Lauf. Man kann externe Werkzeuge integrieren und eigene Menüs – inklusive der Einstellung von Compiler- oder Linker-Schaltern – definieren.

Fettes Teil

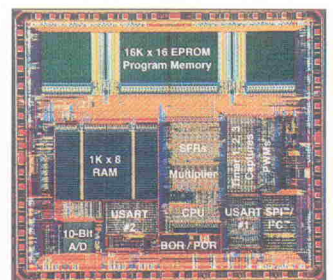
Die Firma Arizona Microchip stellte anläßlich der Messe ihr neues Spitzenprodukt im Bereich 8-Bit-Mikrocontroller vor, den PIC17C756. Er läuft mit maximal 33 MHz (8,25 MIPS). Sein Speicher umfaßt 16 K × 16 Bit Programm-OTP sowie 902 Byte RAM. Die Peripherie beinhaltet zwei serielle Schnittstellen (bis 500 kBit/s asynchron oder 8,25 MBit/s synchron) mit SPI- und I²C-Fähigkeit, einen 10-Bit-A/D-Wandler mit 12 Kanälen, je zwei 8-Bit- und 16-Bit-Timer, drei PWM-fähige

Ausgänge (10 Bit Auflösung bei 24,4 kHz) sowie insgesamt 50 I/O-Pins. Solche Vielfalt fordert natürlich ihren Tribut, der Baustein benötigt ein 64poliges TQFP- oder 68poliges PLCC/CerQuad-Gehäuse. Muster gibt es jetzt, Serienstückzahlen voraussichtlich ab Juni 1997. Der 1000-Stück-Preis des 756 soll knapp über 13 US-Dollar für die 16-MHz-Variante liegen.

Die Karlsruher Firma Hitex zeigte ihren Emulator AX251 für Intels Controller-Reihe MCS251. Der ICE soll den leichten Aufstieg aus der 51er Welt in die höhere Leistungsklasse ermöglichen. Als interessante Option steht eine Adapter-Probe für die USB-Varianten zur Verfügung. Außerdem will Hitex zum Sommer hin eine Einstiegsklasse von Emulatoren, die ZX51-Reihe, einführen. Sie bietet vollwertige Trace- und Trigger-Funktionen, ist aber nicht so flexibel umrüstbar wie die MX51- und AX51-Systeme. Auf der Motorola-Schiene stehen jetzt auch ICEs für die HC05- und HC08-MCUs bereit.

AMD kündigte den 32-Bit-Controller ElanSC410 an. Er stellt eine Low-Cost-Variante des SC400 dar, die auf PCMCIA- und Grafik-Funktionen verzichtet. Trotzdem ist alles enthalten, um eine PC/AT-kompatible Ein-Chip-Embedded-Lösung zu realisieren: der Am486-CPU-Kern, PIC, DMA-Controller, Timer, UART, IrDA-Schnittstelle, ISA- und VL-Bus-Interface, RTC und EPP-Port. Der SC410 läuft TTL-kompatibel und vollstatisch bei 2,7...3,3 V. Er steht in Ausführungen für 33 MHz und 66 MHz im 292poligen BGA-Gehäuse zur Verfügung.

Ebenfalls im Embedded-486-Fahrwasser schwimmt National Semiconductor mit dem



Microchips 17C756 stellt die derzeitige Leistungsspitze der PIC-Familie dar.

Im kommenden Jahr wird der Kongreß – der sich auch heuer reger Nachfrage, vor allem bei den Themen 'Embedded Internet', 'EMV von Mikrocontrollern' und 'µC-Grundlagen', erfreuen dürfte – aller Voraussicht nach umziehen müssen, da bereits weitere Unternehmen ihr Interesse an der Messe bekundet haben.

Im Gespräch als Veranstaltungsort für den Kongreß sind derzeit die Sindelfinger Stadthalle oder ein naheliegendes Hotel. Wer keine Gelegenheit hatte, an den Seminaren teilzunehmen, sollte sich eines der letzten Exemplare des Tagungsbandes sichern (zu bestellen für 98 Mark per Fax 0 89/46 13-1 39).

Abseits der Theorie gab es auf dem 'Parkett' der Messehalle einiges an Premieren und Neuerungen zu entdecken. Beispielsweise macht Atmel bei den AVR-Chips Boden gut: Das norwegische Büro zeigte seinen In-Circuit-Emulator für die 8-Bit-RISC-Controller. Der ICE enthält bis zu 1 M × 16 Programmspeicher (schnelles SRAM), maximal 128 KByte Daten-RAM sowie 64 KByte SRAM zur Simulation des EEPROMs. Der Echtzeit-Trace-Buffer faßt maximal 32 K Schritte zu 96 Bit. Dabei gibt es im Programmspeicher keine Begrenzung der Anzahl von Unterbrechungspunkten auf Adressen oder Daten. Zusätzlich bietet der Emulator acht Adreß- und einen Daten-Breakpoint für den Datenspeicher.

Als zweites Highlight neben dem ICE brachte Atmel auf Nachfrage erste Engineering Samples des AT90S1200 auf

einem kleinen Demoboard unter Entwicklervolk. Allerdings sind diese Muster bislang nur parallel 'brennbar', die Programmierung via SPI hat noch leichte Macken. Vollständig dem Datenblatt entsprechende Bausteine sollen noch im Frühjahr in Musterstückzahlen verfügbar sein. Passende Low-Cost-Werkzeuge (Simulatoren, In-Circuit-Programmer), nicht nur für die AVR-Reihe, sondern auch für die 51er Varianten, bietet beispielsweise der britische Tool-Hersteller Equinox – hierzulande im Vertrieb bei MSC – an.

Baukasten

Spezialitäten im Embedded-Bereich ermöglicht das Institut für Mikroelektronik in Stuttgart. Es setzt Standard-Makros – wie 8- oder 16-Bit-RISC-Kerne, RAM, ROM, EEPROM und Peripherie à la UART, CAN, A/D-Wandler und ähnliches – zu einem kundenspezifischen Baustein zusammen. Solche ASICs sollen sich bereits bei einer Auflage von 1000 Stück lohnen. Beispielsweise kommen derartige Custom-Controller in Antriebswechselrichtern von AMK zum Einsatz.

Das belgische Softwarehaus Eonic kündigte die Portierung seines Echtzeitbetriebssystems Virtuoso sowie der zugehörigen Werkzeuge für TIs aktuellen Top-End-DSP TMS320C6x an. Die Version Virtuoso Classico bietet einen Mikrokern mit präemptivem Scheduling sowie 70 per C-API ansprechbaren Diensten. Alternativ steht ein Nanokern zur Verfügung, der auf einem

NS486SXF/SXL. Für diese Prozessoren bietet die Firma AK Elektronik das PowerPack EA-NS486 an, einen Bondout-In-Circuit-Emulator. Er besteht aus zwei Teilen: dem Emulations-Pod mit Kommunikationsports, Trace- und Overlay-Speicher sowie der CPU-spezifischen Probe, die bei 3,3 V und 5 V läuft. Der ICE unterstützt Objektdateien nach dem OMF386-Format, das bei vielen Compilern – darunter Microsoft, Borland, Metaware, Watcom und andere – gebräuchlich ist. Ungewöhnlich, aber kundenfreundlich ist, daß AK Elektronik neben der Applikationsunterstützung kostenlose ICE-Probestellungen anbietet und die Geräte auch vermietet.

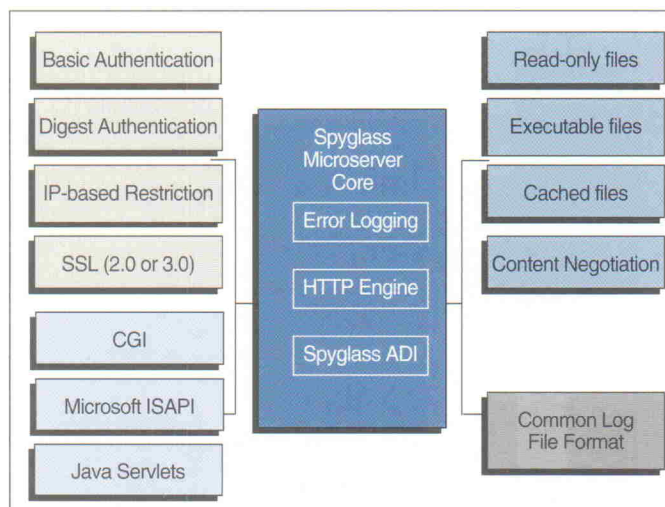
Web-Server einbetten

Geht es nach den Vorstellungen von Spyglass, einem amerikanischen Software-Unternehmen (bekanntestes Produkt: die kommerzielle Ausgabe des Web-Browsers NCSA Mosaic), dann hat bald jeder Getränkeautomat, jeder Abteilungsdrucker und jede Zapfsäule einen Internet-Anschluß. Der auf Intel-µPs rund 60 KByte schlanke Microserver soll Embedded-Systemen ermöglichen, ihre Zustandsdaten HTML-konform im HTTP-Format über TCP/IP-Verbindungen zu senden. Einfach ausgedrückt: Prinzipiell kann man mittels WWW-Browsern Betriebszustände abfragen und Steuerbefehle absetzen. Als ersten Lizenz-

nehmer konnte Spyglass Xerox gewinnen. Deren Kopierer sollen ans firmeninterne Netz und bei Bedarf quasi per EMail nach mehr Papier oder dem Service verlangen.

Force Computers zeigte die neue VME64-CPU-Baugruppe 8VT. Die Leistungsdaten des mit 170 MHz getakteten TurboSPARC-Prozessors liegen bei 142 SPECint92 und 121 SPECfp92. Die CPU gebietet über 512 KByte L2-Cache sowie 16...128 MByte DRAM und optional 4 MByte User-Flash. Auf der Schnittstellenseite hält die Karte je zwei Fast-SCSI-2-Interfaces, S-Bus-Steckplätze für I/O-Erweiterungen und Ethernet-Schnittstellen (10BaseT) bereit. Das Board ist ab April 1997 verfügbar.

Entwicklern von Anwendungen im VME-Bereich steht jetzt ein ICE-ähnliches Debug-Werkzeug zur Verfügung: CodeTEST-VME von Applied Microsystems besteht zum einen aus einer Einsteckkarte, die als Probe im VME-Rack fungiert. Sie gestattet Speicheranalyse, die Überwachung von maximal 31 Prozessoren, das Triggern von Interrupts oder die Beobachtung von Speichers transfers (16- oder 32-Bit-Daten bei 32, 24 oder 16 Adreßbits). Die zugehörige Software ermöglicht die Untersuchung der Code-Coverage sowie Performance von bis zu 32 000 Funktionen, das Aufspüren von programmseitigen 'Speicherlecks' oder die Programmlaufverfolgung auf

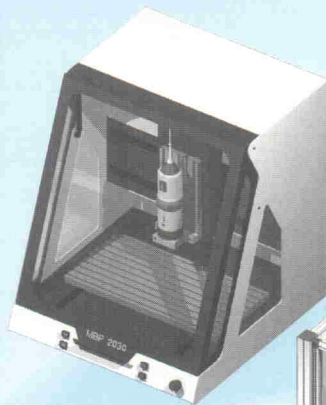


Spyglass' Microserver verhilft Embedded-Applikationen zum Auftritt im World Wide Web: beispielsweise kann das Wartungspersonal Maschinenzustände per Web-Browser abfragen.

isel-CNC-Maschinen

ZWEI Maschinenserien

MBP 2030

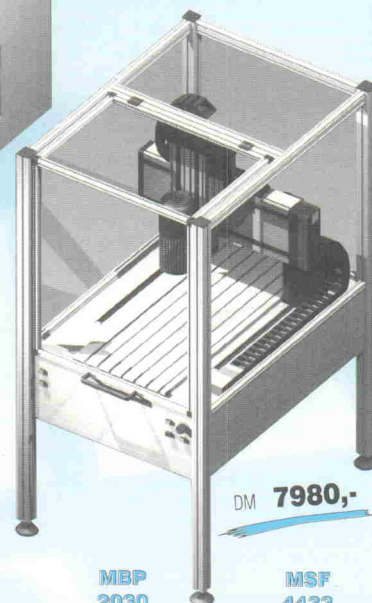


DM 4980,-

EIN

Steuerungskonzept

MSF 4433



DM 7980,-

Wir stellen aus:



Halle 5
Stand E 61

Verfahrensbereiche

	MBP 2030	MSF 4433
x-Achse: (mm)	200	330
y-Achse: (mm)	300	440
z-Achse: (mm)	140	150
Durchlaßhöhe (mm)	140	160
Aufspanntisch (mm)	250 x 500	900 x 375
Abmessungen (mm)	608 x 660 x 675	1000 x 750 x 1470

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

- ✗ Positioniersoftware PRO-PAL, Programmierung entsprechend PAL-Sprachdefinition
- ✗ Kombiniertes Konverter-/Interpreterprogramm HPDOWN für das Standard-Zeichenformat HP/GL bzw. HP/GL2 zur Einbringung der meisten Zeichenprogramme in den Fertigungsprozeß mit isel-CNC-Anlagen
- ✗ MICROSTEP-Steuerung für 3(4) Achsen (Schrittmotoren)
- ✗ Bohr- und Fräsmaschine 900 W, 8 000 - 26 000 U/min
- ✗ stabile Konstruktion in Industrierausführung
- ✗ geschlossener Arbeitsraum mit Sicherheitskreis

Fordern Sie Infos unter Stichwort "MBP/MSF" an !

A 274.17/02.97



**MECHANIK
ELEKTRONIK
SOFTWARE**

Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld • Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888
Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz • Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49
http://www.isel.com e-mail: automation@isel.com

High-Level-Ebene (RTOS-Tasks und Funktionsaufrufe), Befehlsablauf (Verzweigungen innerhalb von Funktionen) oder Source-Level (jeder ausgeführte C- bzw. C++-Befehl).

Die Münchner Firma Keil Elektronik präsentierte ein breites Portfolio von Entwicklungswerkzeugen für μ Cs der Familien C51, C251 sowie C166. Neben den Hochsprachen-Tools steht eine Reihe preisgünstiger Starterkits zur Verfügung, beispielsweise das MCB251. Neben der Platine im Euroformat, die den 87C251 nebst 128 KB RAM beherbergt, gehört eine auf 2 KB Code begrenzte, aber ansonsten voll funktionsfähige Entwicklungsumgebung bestehend aus ANSI-C-Compiler, Assembler, Linker/Locator, Simulator/Debugger und Target-Monitor zum Lieferumfang. Diesen Software-Satz erhalten Entwickler übrigens – inklusive einer gelungenen Zusammenstellung einschlägiger Datenblätter und Application Notes – auf einer gratis bei Keil Elektronik anzufordernden CD.

Embedded-Kontakt

AK Elektronik GmbH
Eichenstraße 11
86567 Hilgertshausen
☎ 0 82 50/99 95-0
☎ 0 82 50/99 95-20
✉ 101753.2117@compuserve.com

AMD GmbH
Rosenheimer Str. 143b
81671 München
☎ 0 89/4 50 53-0
☎ 0 89/40 64 90
✉ http://www.amd.com/

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/

Applied Microsystems GmbH
Stahlgruberring 11a
81829 München
☎ 0 89/42 74 03-0
☎ 0 89/42 74 03-33
✉ http://www.amc.com/

Atmel Norway
Vestre Rosten 78
N-7075 Tiller, Norwegen
☎ 00 47/72 88 87 20
☎ 00 47/72 88 87 18
✉ http://www.atmel.com/

Eonic Systems
Nieuwlandlaan 9
B-3200 Aarschot, Belgien
☎ 00 32/16 62 15 85
☎ 00 32/16 62 15 84
✉ http://www.eonic.com/

Force Computers GmbH
Prof.-Messerschmitt-Str. 1
85579 Neubiberg
☎ 0 89/6 08 14-0
☎ 0 89/6 09 77 93
✉ http://www.force.de/

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

Hitex Systementwicklung GmbH
Greschbachstraße 12
76229 Karlsruhe
☎ 07 21/96 28-0
☎ 07 21/96 28-1 49
✉ http://www.hitex.com/

IMS –
Institut für Mikroelektronik
Allmandring 30a
70569 Stuttgart
☎ 07 11/6 85-59 39
☎ 07 11/6 85-59 30

Keil Elektronik GmbH
Bretonischer Ring 15
85630 Grasbrunn
☎ 0 89/45 60 40-0
☎ 0 89/46 81 62
✉ http://www.keil.com/

MSC Vertriebs GmbH
Industriestraße 16
76297 Stutensee
☎ 0 72 49/9 10-0
☎ 0 72 49/9 10-2 21

Spyglass Europe Ltd.
Royal Albert House, Sheet Street
Windsor, Berkshire, UK SL4 1BE
Großbritannien
☎ 00 44/17 53/70 50 03
☎ 00 44/17 53/83 15 41
✉ http://www.spyglass.com

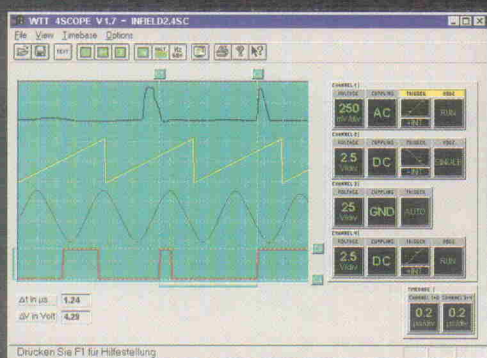
Tasking GmbH
Brennerstraße 5
71229 Leonberg
☎ 0 71 52/9 79 91-0
☎ 0 71 52/9 79 91-20
✉ http://www.tasking.com/

Das Durchhaltevermögen der Messebesucher stärkte der Elektronikladen Detmold, bekannt für ein umfangreiches

Sortiment an Single-Board-Computern: Wer am Stand den aktuellen Katalog gleich mitnahm, durfte quasi als

'Porto' eine Tafel Schokolade einstecken. Insgesamt gingen so rund 500 Rationen über die Theke. ea

4 Scope – Ein professionelles 4-Kanal / 50 MHz-Speicheroszilloskop



DM
497,-
inkl. Versand
3 Jahre Garantie



Das 4 Scope ist ein 8 Bit PC-gesteuertes 4-Kanal Digitalspeicheroszilloskop. Besonders geeignet für Hobby, Schulen und Beruf. Die Bedienoberfläche unter MS-Windows beinhaltet komfortable Funktionen für den professionellen Anwendungsbereich. Gleichzeitig können auf allen vier Kanälen Meßsignale mit einer Abtastrate bis zu 50 MSa/s abgetastet werden. Langzeitmessungen über mehrere Tage sind ebenfalls möglich. In Vorbereitung ist die Fernabfrage des 4 Scope über das Telefonnetz und Modem um aufgezeichnete Meßsignale abrufen zu können.

4 Kanäle à 50 MHz
Abtastraten: von 20 ns bis 1 h in 1-2-5-Schritten.
Zweite Zeitablenkung auf zwei Kanälen (Lupenfunktion)
A/D-Auflösung: 8 Bit
Speichertiefe: 4 x 512 Byte x 8 Bit
Eingangsspannungsteiler: 100 mV/div, 500 mV/div, 1V/div, 5V/div, 10V/div
Eingangskopplung: AC, DC, GND
Eingangsimpedanz: 1 M Ω
Trigger: \pm Intern, \pm Extern, Freilauf, Aufzeichnung einmalig oder fortlaufend
Triggervverzögerung: einstellbar
Triggerschwellen: einstellbar
Serielle Schnittstelle: 115 Kbaud, einstellbar
Spannungsversorgung: Steckernetzteil
Lieferumfang: 4 Scope (ohne Meßleitungen), Software für MS-Windows (95 kompatibel) auf 3,5" Diskette, Serielles Kabel, Steckernetzteil
Zubehör: 4 x Meßleitungen 1:1/10:1, 15/150 MHz, 1,2 m, à DM 59,95

WTT
WITTIG TEST TECHNOLOGY

Otto-Lilienthal-Str. 36 · 71034 Böblingen · Germany
Tel. +49 (0) 70 31-714 760 · Fax +49 (0) 70 31-714 765
http://www.WTT-Germany.com

Kreditkarten akzeptiert – American Express, VISA, Diners Club, Eurocard



Zukunftsmusik

International Solid-State Circuits Conference in San Francisco

Was sich schon auf der letzten ISSCC abzeichnete, wurde erneut bestätigt: Multimedia ist Trumpf – nicht nur am Home-PC, sondern auch beim Prozessor-Design.

DSPs, Kommunikations-ICs und GBit-DRAMs beanspruchen reichlich Platz in den insgesamt 163 technischen Präsentationen der diesjährigen ISSCC. Laut Hiroshi Yasuda, Vizepräsident und Direktor der NTT Information and Communications Labs in Japan, seien etliche technische Neuerungen in Hard- und Software nötig, um zukünftige Multimedia-Netzwerke zu erschwinglichen Preisen anbieten zu können. Auf Software-Seite zählte dazu beispielsweise eine preiswerte MPEG-Kompressionstechnologie. Bei der Hardware setzte Yasuda größte Hoffnungen in CMOS-Schaltungen auf Silicon-On-Insulator-Wafern (SOI), deren Strukturen im Röntgen-Lithographie-Verfahren bearbeitet werden können. Diese nicht ganz neue Technologie wird seiner Ansicht nach zukünftig eine wichtige Rolle bei der Chiprealisierung spielen. SOI-Devices arbeiten mit extrem niedrigen Spannungen um 1 V oder darunter, weil ihre internen Kapazitäten dank der exzellenten Isolation gering sind. Auf der ISSCC stellte NTT ein erstes Ergebnis ihrer Forschungen in SOI-Simox-Technologie vor: einen 40 MBit/s 8×8 asynchronen Transfer-Mode-Switch, der bei 312 MHz lediglich 8,4 mW verbraucht.

Etliche Firmen stimmten mit Yasudas Meinung überein, daß hohe Leistungen bei niedrigem Stromverbrauch zwangsläufig zur SOI-Technologie führen müssen – sie demonstrierten ebenfalls Devices, die auf isolierenden Substraten basierten. Hierzu zählen beispielsweise eine 32-Bit-Pass-Gate-Logic-ALU von Toshiba ULSI Labs, ein integrierter Schaltkreis mit 220 000 Gattern in 0,35 µm-Technologie von Mitsubishi

Electric USLI und ein 1 V, 16 MBit DRAM von Mitsubishi. Die erste SOI-Welle scheint bereits aus den Prozeß-Laboren in die Chip-Design-Labore geschwappt zu sein.

Kommunikativ

Im Bereich RF-Design präsentierte Hitachi einen integrierten bipolaren Silizium-RF-Transceiver für das 920-960 MHz GSM-Band. Siemens zeigte ein Transmitter/Receiver-Set aus zwei Chips für 2,5 GHz-Kommunikation, ebenfalls in Bipolartechnik mit einem Verbrauch von 2,7 V. Philips Semiconductor kam mit einem BiCMOS-Chip zur ISSCC, der mit Ausnahme von Amplifier und Filtern alles Notwendige für einen 2,5 GHz drahtlosen LAN-Transceiver beinhaltet.

Sony und NEC befaßten sich in zwei Vorträgen mit Single-Chip-MPEG-2-Encodern. NEC stellte einen dedizierten MPEG-2-Codec vor, der sich durch kleine Siliziumfläche und niedrigen Stromverbrauch auszeichnet. Sony dagegen präsentierte einen DSP, der sich für die MPEG-2-Kodierung in verschiedensten Anwendungen programmieren läßt. Der DSP leistet 2,2 Gops (Giga Operations pro Sekunde) und ermöglicht somit programmierbare Kodierung in Echtzeit auf Softwarebasis im Main-Program-at-Main-Level-Standard (MP@ML). Allerdings wurde das Abschätzen von Bewegungsabläufen (motion estimation Funktionen (ME)) vom DSP getrennt; der User kann dadurch unter verschiedenen ME-Algorithmen selektieren.

Hergestellt im 0,4 µm CMOS-Verfahren mit drei Metallisierungsebenen belegt der Sony-DSP $4,43 \times 14,75$ mm Silizi-

umfläche und enthält 3,79 Millionen Transistoren. Von diesen sind etwa zwei Drittel dem Speicher zugeordnet. Er läuft mit 81 MHz und fordert 3,3 V Versorgungsspannung. Der DSP basiert auf einer Vektor-Rechen-Einheit (VPU) und einer separaten längenvariablen Kodier/Dekodier-Einheit. Die VPU hat sechs Prozessorelemente, eins für jeden Makroblock. Ein Makroblock ist die kleinste Recheneinheit in MPEG-Kompression und besteht aus vier Y- und zwei C-Blöcken. Alle Recheneinheiten führen die nötigen Kodierungsalgorithmen innerhalb jedes Makroblocks in einer Echtzeitrechenperiode aus: 24,7 Mikrosekunden für MPEG-2 MP@ML-Kodierung von NTSC-Video. Mit einem Motion-Estimation-Subsystem, 16 MBit synchronem DRAM, 4 MBit DRAM und dem DSP bietet Sony damit ein komplettes MPEG-2 Video-Kodierungssystem. Obwohl der DSP ein Codec für MP@ML ist, plant man bei Sony zukünftige Generationen dieser Architektur für den in den USA entwickelten HDTV-Standard.

NECs Single-Chip MPEG-2-MP@ML-Video-Kodierer im 0,35 µm CMOS-Verfahren mit drei Metallebenen kommt auf $12,45 \times 12,45$ mm² Siliziumfläche unter. Seine 3,1 Millionen Transistoren wollen mit 1,5 W versorgt werden. Der MPEG-Codec vergleicht bei der Suche nach Bewegungsvektoren die Bilddaten mit den vorherigen Daten, wobei acht 16 bittige Rechenelemente zur Verfügung stehen. NEC reduzierte hier das Suchgebiet durch Vekleinerung des Suchfensters bei den jeweils unbewegten Teilen des Bildes. Diese Optimierung halbiert die benötigten Rechenoperationen und verringert so den Stromverbrauch um rund 25 Prozent. Außerdem konnte NEC durch diese Konzentration auf einen kleineren Teil des Bildes eine Qualitätssteigerung um 0,5 dB erzielen. Zusätzlich wird der Stromverbrauch durch Verteilung der Rechenlast auf die verschiedenen Elemente und mit Hilfe eines effizienteren Daten-Mapping-Algorithmus auf brauchbarem Level gehalten. Laut NEC kann ein kompletter Encoder mit einem Single-Chip-Codec, zwei 16-MByte-SDRAMs, einem Mi-

kroprozessor und einem Audio-Kodierer-IC realisiert werden. Erste Muster sollen Ende des Jahres erhältlich sein, 1998 will NEC ein fertiges Produkt auf den Markt bringen.

Eisfach im PC

Bei den Mikroprozessoren sorgte Intel mit dem in der Fachpresse bereits ausgiebig diskutierten, aber offiziell noch nicht vorgestellten PentiumPro der nächsten Generation – dem Klamath – für Furore. Er ist mit 7,5 Millionen Transistoren, 32 KByte L1-Cache auf dem Chip sowie größerem L2-Cache ausgestattet und der erste der P6-Generation mit integrierter Einheit für Intels Multimedia-Instruktionen (MMX).

Allerdings wies Mustafiz Choudhury, Design Manager in Intels Microprocessor Products Group, während des Vortrages mehrfach darauf hin, daß es sich bei dem präsentierten 300-MHz-Chip nicht um ein Endprodukt handele. Es sei lediglich eine Demonstration der Fähigkeiten der neuen P6-Architektur. Die Frage aus dem Publikum nach der Kühltemperatur für den rasanten Prozessor antwortete Choudhury denn auch ausweichend mit 'kälter als ein Eiswürfel'. Während einer späteren Pressekonferenz zeigte Intel schließlich ein 'superflinkes' 400 MHz System – angeschlossen an eine unter dem Tisch verborgene Kühleinheit. Die anwesende Fachpresse bezeichnete den Chip als reines 'Public-Relations-Device'.

Den gleichen Titel fing sich auch NEC mit ihrem 4-GBit-Speicher ein. NEC beschreibt den Chip als ein riesiges Feld von analogen Speicherzellen mit vier Ebenen, die mit den notwendigen Bit-Lines, Sense-Amplifiern und so weiter ein 4-GBit-DRAM bilden. Die hohe Speicherdichte verdankt das IC damit seiner 2-Bit-Speichereffizienz pro Zelle. Der derzeitige Chip dient jedoch lediglich dem konzeptionellen Test von analogen Speicherzellen und Leseverstärkern. In Wirklichkeit sind die Ingenieure wohl weit davon entfernt, elektrische Ladung einigermaßen akkurat vom Bit-Kondensator zum Leseverstärker zu transportieren.

Die nächste ISSCC findet vom 5. bis 7. Februar 1998 statt, wiederum im Marriot Hotel im sonnigen San Francisco. uk

Volks-DSOs?

Zwei Handheld-Oszilloskope von Conrad

Detlef Stahl

Nachdem in den vergangenen 20 Jahren die klassischen Zeiger-Multimeter fast vollständig von solchen mit LC-Display verdrängt wurden, ist nunmehr auch die zweite Digitalisierungs-Runde bei Meßgeräten im Gange. Viele Anbieter im Meßtechnik-Bereich drängen mit Geräten auf den Markt, die neben rein numerischen Meßwerten auf einem grafikfähigen Display auch einen Kurvenverlauf zur Anzeige bringen.



Der wohl bekannteste hiesige Versender elektrischer und elektronischer Komponenten, die Hirschauer Firma Conrad-Electronic, führt derzeit gleich zwei derartige Geräte im Sortiment. Zu fragen war, ob die – verglichen mit Konkurrenzprodukten – niedrigen Preise aus einem an sich sinnvollen Meßgerät ein mehr oder weniger unnützes Spielzeug machen könnten, oder ob es gelungen ist, aus dem Luxuswerkzeug ein Volks-DSO zu zaubern.

Ganz besonders auf den Service-Techniker dürften Oszilloskope in der Größe eines ausgewachsenen Multimeters einen besonderen Reiz ausüben, versprechen sie doch neben einer qualifizierten Fehlersuche ein – im Vergleich zum herkömmlichen Scope – erheblich reduziertes Gewicht der mitzuführenden Ausrüstung. Im Bereich der privaten Ausbildung sowie im Hobby-Keller stellt ein Oszilloskop –

ganz gleich, welcher Bauart – nach wie vor den Rolls-Royce unter den Meßgeräten dar: Der übliche Einsteiger-Preis unterschreitet fast nie die 1500-Mark-Grenze; eine Latte, die sowohl für Auszubildende wie für Amateure recht hoch liegt. Nachdem Conrad-Electronic nebst Mitbewerbern dieser Kundengruppe jahrzehntelang ein erschwingliches Analog-Oszilloskop osteuropäischer Herkunft feilbot, finden sich im aktuellen Angebot die schon erwähnten zwei Handheld-DSOs (Digitale Speicher-Oszilloskope).

EMV

Die beiden Modelle 'Velleman HH S5' und 'ST&T DSCOPE 707' haben ihren Einsatzbereich – auch die Bedienungsanleitungen sind sich da einig – im Hobby-, schulischen und gewerblichen Umfeld. Implizit vermerkt wird,

daß die zwar erfüllte Richtlinie 89/336/EWG den industriellen EMV-Anforderungen nicht genügt. Neben der puren Geräte-Erläuterung enthalten die beiden circa 30 A5-Seiten starken Anleitungen Hinweise, die gerade für diesen Kundenkreis als wohlgemeinte Hilfestellung angesehen werden können. Während das für 499 D-Mark erhältliche 707 mit Akkus, Netzteil, Meßleitungen und Tastkopf 'ready to go' ausgeliefert wird, sind eben diese Teile im Lieferumfang des 100 Mark günstigeren HH S5 nicht enthalten. Gemeinsam mit einer passenden Tragetasche errechnet sich so ein Komplettpreis von 502,55 D-Mark, alle Preise inklusive Mehrwertsteuer.

Velleman HH S5

Das HH S5 ist in einem T-förmigen Gehäuse untergebracht. Dieses beherbergt im oberen Teil ein 64×128-Pixel-Display, auf welchem links neben der Kurvenform ein 'Trigger-level-Balken' und rechts Einstellungen sowie Meßwerte abgebildet werden – für die Signaldarstellung bleiben 64 × 96 Pixel übrig. Zwar traut man dem 8-Bit-Wandler einen Fehler von immerhin 2 Bit zu, da jedoch nur 6 Bit dargestellt werden, dürfte dies nicht weiter stören. Überdeutliche Hinweise in der Anleitung sowie der Gerätebeschriftung warnen den Benutzer, die maximal zulässige Eingangsspannung von 100 Volt zu überschreiten. Die Vertikalbandbreite liegt bei 750 kHz, die Abtastrate beträgt dann noch 0,5 MS/s. Für periodische Signale sind hier 5 MS/s spezifiziert. Da die Mehrzahl der mit diesem Gerät gemessenen Signale sich jedoch im Audibereich bewegen wird, dürfte dieser Wert für die oben angesprochenen Nutzergruppen ausreichen.

Fast alle Bedienfunktionen sind mit Folientastern bestückt. Neben der X- und der Y-Ablenkung sind dies zunächst die Y-Position und der Trigger-Level. Zusätzlich ist die Triggereinheit noch mit den Funktionen 'automatisch', 'normal', 'Single-Shot' sowie einer wählbaren Triggerflanke ausgestattet. Bei der Darstellung bieten sich noch die Möglichkeiten, das angezeigte Signal mittels 'Hold' einzufrieren.

ren und die erfaßten Punkte einzeln oder linear verbunden abzubilden. Die Ablenkungseinstellungen überstreichen die Bereiche 5mV/div...20V/div beziehungsweise 2µs/div...20s/div. Hierbei wird die übliche 1-2-5-Teilung bisweilen von Absonderlichkeiten wie '1-2-4' oder gar '1-2-4-8-20' ersetzt – was aber in der Praxis kaum stört.

Zusätzlich bietet das HH S5 einen 'klassischen' AC/DC-Schalter, einen Masse-Taster, ein 400-Hz-Rechteck sowie einen in der Amplitude einstellbaren 400-Hz-Sinus. Über eine serielle Schnittstelle zur Datenübertragung an den PC verrät die Bedienungsanleitung zwar, wo sich diese befinden soll (dort ist sie aber nicht), gibt aber ansonsten keinerlei Anhaltspunkte über deren Bedienbarkeit. Drei weitere Hilfsfunktionen verüßen dem angehenden Techniker die Arbeit: Zu nennen wäre hier erst mal die automatische Signalvermessung, die sich zwischen Spitze-Spitze-Spannung, Effektivwert, Gleichspannungsanteil und dB zyklisch umschalten läßt.

Hintergründe

Des weiteren werden vier Hintergrund-Muster geboten, nämlich 'ohne', 'Punkt-Raster', 'Fadenkreuz' und 'Cursor'. Letzteres bietet je ein Paar horizontaler und vertikaler Marken, die sich mittels vier nunmehr doppelt belegten Wipptastern bewegen lassen. Hierbei kommen die Differenzspannung, die Differenzzeit sowie die daraus resultierende Frequenz zur Anzeige.

Schließlich wäre noch eine 'Auto-Set-Funktion' zu erwähnen. Diese wird bei dem Versuch, in einen (nicht vorhandenen) 50V/div-Bereich zu schalten, aktiv.

ST&T DSCOPE 707

Auf den ersten Blick macht das DSCOPE 707 einen etwas besseren Eindruck als Velleman HH S5: Das Gehäuse ist handlicher und mit einem stoßabweisenden, circa 3 mm starken Gummiholster versehen, die Taster machen einen robusteren Eindruck, die Eingänge befinden sich – geschützt – auf der Front und die serielle Schnittstelle ist hier tatsächlich vorhanden. Leider findet diese jedoch in der Anleitung auch keine Erläuterung, die über ihr bloßes Vorhandensein hinausgeht. Die Vermutung, dem Gerät wahlweise über die BNC- oder 4-mm-Buchsen Signale zuführen zu können, erweist sich als falsch, denn letztere dienen ausschließlich der Widerstandsmessung und dem Dioden-Test.

Als weitere Meßbereiche stehen Gleich- und Wechselspannung zur Verfügung. Obgleich sich die Vertikalablenkung in einem Bereich von 5µs/div...10s/div einstellen läßt, warnt die Anleitung vor der Messung von Signalfrequenzen oberhalb 100 kHz. Zur Festlegung der X-Ablenkfaktoren finden sich zwei mit Pfeilen gekennzeichnete Tasten. Alternativ läßt sich auch eine Automatik nutzen. Die Horizontal-Ablenkung dagegen erfolgt immer automatisch, und zwar in den

Bereichen 2V, 20V, 200V und 600V beziehungsweise 0,5V/div, 5V/div, 50V/div und 500V/div.

Leider werden in der Betriebsart DSO nur etwa ein Drittel des 128 × 128 Pixel großen Displays zur Darstellung des Signals verwendet; der Rest geht für die Anzeige der Sekundärdaten wie beispielsweise Ablenkfrequenz oder Empfindlichkeit drauf. Sinnvoll wäre hier eine Umschaltmöglichkeit zwischen Normalbetrieb und 'Full Screen'-Darstellung.

Neben dem Meßbereichsschalter findet sich ein Anzeige-Wahlschalter, der das DSO in ein DVM verwandelt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, bis zu sieben Signale zwischenspeichern – allerdings nur, solange das Gerät in Betrieb ist. Das Schirmbild ist nur ein Ausschnitt aus dem erfaßten Signallauf. Gespeicherte Signale lassen sich nun mit zwei Tasten 'durchscrollen'. Eine richtig nette Idee ist das zuschaltbare Tiefpaß-Filter, das sich nach etwa 5 Sekunden von selbst wieder abschaltet.

Fazit

In seinem ganzen Aufbau scheint das DSCOPE 707 eher für Energie- als für Nachrichtentechnik gedacht zu sein. Eine qualifizierte Beurteilung komplexer Signale ist kaum möglich, es sei denn, diese weisen einen Pegel zwischen 1 und 2 Volt beziehungsweise zwischen 10 und 20 oder 100 oder 200 Volt bei einer Frequenz von maximal 100 kHz auf; Werte außerhalb dieser Grenzen werden wegen der unpraktischen Teilverhältnisse nur 'pixelhaft' dargestellt. Zudem weist die Bedienungsanleitung darauf hin, daß oberhalb 200 Volt nur noch der DMM-Teil des Gerätes nutzbar ist.

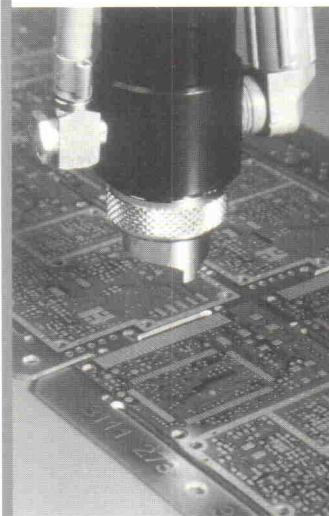
Im Vergleich dazu steht das HH S5 noch relativ gut da. Zwar bezeichnen viele Nachrichtentechniker den hiermit darstellbaren Frequenzbereich ironisch als Gleichstrom. Gerade die Kombination an Meßmöglichkeiten wie Cursor-Messung mit Readout oder verschiedene numerische Anzeigeformate könnten jedoch einem Einsteiger den Anfang erleichtern.

roe

Seit über 25 Jahren

Fortschrittliche
Dosiertechnologie
von **GLT**

Dosier-Ventile für die Produktion



z.B. Flussmittel aufsprühen

Sprühventil 780S-WA-SS

Hohe Leistung
geringste Wartung

Ideal für die
Automatisierung

Konstruiert und
gefertigt für Millionen
Dosiervorgänge

1000-fach bewährt

Wollen Sie Näheres wissen?
Fordern Sie kostenlos
unseren Katalog an!

Gesellschaft für
Löttechnik mbH
Abt. Dosiertechnik
75173 Pforzheim
Rennfeldstr. 18
Tel. 0 72 31/ 92 09-0
Fax 92 09-39
gltpforzh@T-Online



Wir stellen aus: Hannover Messe '97
14.-19. April 97, Halle 12, Stand C 76

Wir stellen aus: SMT '97, Nürnberg
22.-24. April 97, Halle I, Stand 153

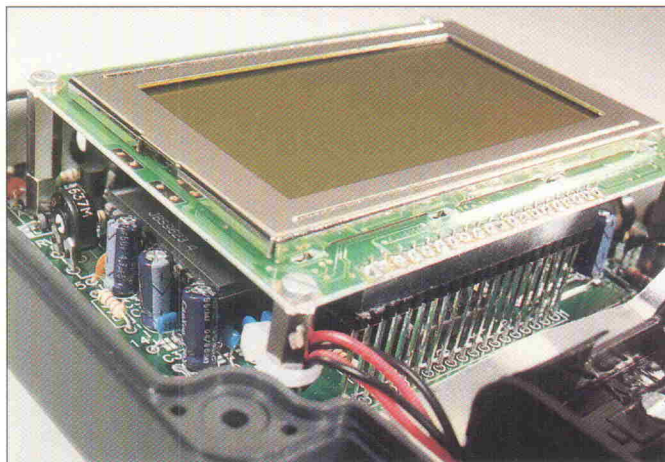


Bild 1. Der Blick unter das Display zeigt konventionelle Bestückung und einen PIC-Controller (Velleman HH S5).

Teenager

MicroSim DesignLab 7.1: EDA-Komplettpaket für Windows

Matthias Carstens

Bereits Anfang 96 ergänzte MicroSim, bekannt als Hersteller des Simulationspakets MicroSim PSpice, seine Software um einen Layouteditor. Damit ergibt sich eine durchgängige EDA-Lösung von der Simulation bis zur fertigen Platine. Mittlerweile ist aus dem Kind ein Teenager geworden, Zeit also für einen detaillierten Blick auf die Fähigkeiten MicroSims in Sachen Schaltplan und Layout.



Während die bisherigen Artikel über das MicroSim-Paket sich hauptsächlich um den Simulator drehen [1], richtet sich das Augenmerk diesmal auf Schaltplanzeichner, Layouteditor und Autorouter. Die zuletzt besprochene Version 6.3 ist zwischenzeitlich durch eine 7.1 abgelöst, welche uns Hoschar Systemelektronik zur Verfügung stellte.

Unter dem Oberbegriff DesignLab erhält der Kunde die gesamte Palette der MicroSim EDA-Produkte, von der Simulation bis zum Layout, alles in einem Paket. Der Ordner 'MicroSim DesignLab' im Startmenü enthält nach der Installation nicht weniger als 26 Unterpunkte. Kein Wunder also, wenn der Schuber acht englische Handbücher enthält und sich auf der CD 60 MByte Dokumente im PDF-Format tummeln.

Installier mich

MicroSim schafft es, alle Programme vollkommen streßfrei über ein einziges Setup zu in-

stallieren. Auch in Sachen Dongle gibt es Vorbildliches zu berichten: Trotz der Vielzahl an Programmen ist für das gesamte Paket – inklusive Spectra Router – nur ein Dongle nötig. Dieser erfordert abschließend noch einen zusätzlichen Treiber von einer mitgelieferten Diskette. So umgeht man die umständliche manuelle Eingabe der Freischaltcodes.

Während des Setup kann der Anwender den zu installierenden Wust gezielt dezimieren und so den benötigten Plattenplatz deutlich reduzieren. Wer allerdings zunächst alle Bibliotheken nutzen möchte, kommt selbst bei Abwahl der Dokumente noch auf 120 MByte. Auch die Desinstallationsroutine läuft problemlos: Wie es sich unter Windows 95 gehört, läßt sich in der Systemsteuerung unter 'Software' DesignLab mit einem Mausklick entfernen. Dieser Punkt ist besonders für alle Nutzer der kostenlos erhältlichen Evaluation-CD erfreulich, da die Testinstallation nach Gebrauch auf Wunsch wieder spurlos verschwindet.

Das noch vor kurzem als 'Simulationseingabehilfe' belächelte Schematics ist den Kinderschuhen entwachsen. Wie ein Vergleich zur Version 6.3 deutlich zeigt, arbeitet MicroSim ständig an den Programmen und baut weitere Verbesserungen ein. Fehlten in der letzten Version Undo/Redo noch komplett, sind sie jetzt gleich unbegrenzt implementiert. Übersichtliche und sinnvolle Dialogboxen, eine brauchbare – wenn auch englische – Hilfe und eine gut strukturierte Oberfläche ergeben einen positiven Ersteindruck.

DesignLab wurde auf einem PC mit 64 MByte Speicher, einem AMD K5 PR133 Prozessor und Windows 95 installiert. Um es vorwegzunehmen: angenehmes Arbeiten ohne unergründliche Warteschleifen sowie fehlende Abstürze machten sich auch in PC-Boards positiv bemerkbar.

Eingabehilfe

Beim Start lädt Schematics zunächst alle verfügbaren Bibliotheken und präsentiert dann ein leeres Arbeitsblatt. Zur Einarbeitung sind einige Beispiele vorhanden, die zum Experimentieren einladen. Dabei relativiert sich der erste positive Eindruck allerdings recht schnell, denn Schematics mangelt es gerade für die tägliche Arbeit an einigen teilweise lebenswichtigen Eigenschaften. Zwei Beispiele zeigt Bild 1. Zwar reißen die Anschlüsse beim Bewegen eines Bauteiles nicht ab (Option Rubberbanding), dafür bilden sie nach mehrfachem Bewegen störende geometrische Muster. Der Anwender dürfte allerdings Besseres zu tun haben, als solcherlei per Hand zu korrigieren.

Unverzeihliches zeigt sich links oben an U4A. Dieses war ursprünglich so verdrahtet wie das darunterliegende U4B. Ein Verschieben des Symbols um zwei Raster nach oben führt zur Überlappung der Eingangsleitung mit dem zweiten Eingangspin. Schematics verbindet diese daraufhin automatisch und behält diese Verbindung auch nach einer Bewegung zurück auf die alte Position. Einen Online-ERC, der solcherlei zumindest warnend meldet, besitzt Schematics

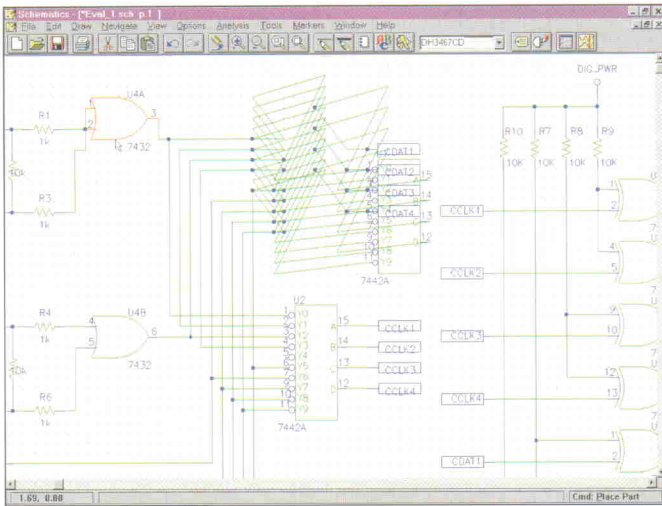


Bild 1. Zickzackmuster nach mehrfachem Bewegen beseitigt das unbegrenzte Undo, dabei entstehende Kurzschlüsse bleiben dagegen mangels Warnung wohl eher unbemerkt.

Gehäuses in Handarbeit entpuppt sich schnell als Strafarbeit: Der gesamte Vorgang ist wenig bedienungsfreundlich, da nicht grafisch unterstützt, und endet im Grunde damit, daß der genervte Einsteiger das eigentlich fehlende Teil, den Footprint, in einer Dialogbox per Namen eintragen soll. Da bleibt dann wohl nur die Erstellung eines Footprints, aber dies geschieht nicht in Schematics, sondern in PCBoards.

Mitläufer

Ein Blick auf die Taskleiste macht deutlich: Beim Start von Schematics lädt DesignLab gleich drei Programme. Der Design Manager wacht im Hintergrund und koordiniert vermutlich den Datenaustausch. Er bietet keinerlei Eingriffsmöglichkeit, zeigt im Fenster lediglich die aktiven Tasks. Nicht nur bei Fehlermeldungen poppt der Message Viewer aus der Startleiste auf und präsentiert die aktuelle Nachricht. Manuell in den Vordergrund geholt, lassen sich alle Meldungen der aktuellen Session in Ruhe betrachten. Arbeitsweise und Funktion erwiesen sich schnell als praktisch und nützlich.

Schematics bietet Multiple Document Interface, also das Öffnen mehrerer Schaltpläne – natürlich auch mehrseitige Schaltpläne – sowie hierarchisch gegliederte. Letzteres

nicht. Erst beim Erstellen der Netzliste erscheint bei bestimmten Fehlern eine ERC-Warnung, jedoch nicht bei Kurzschlüssen von Eingängen und Ausgängen.

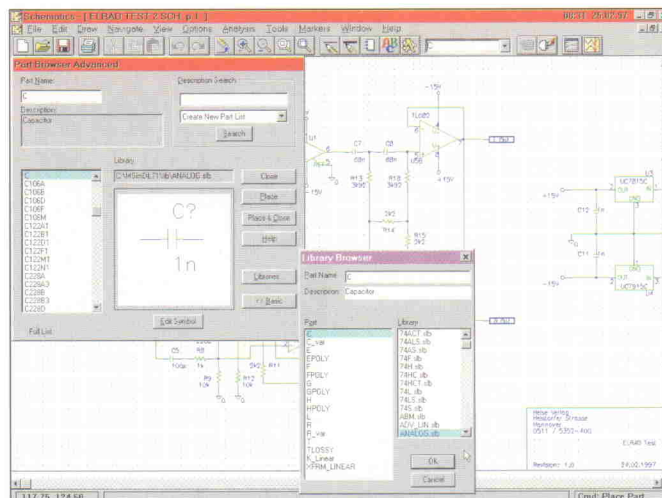
Dafür präsentiert sich Schematics in anderen Disziplinen auf neuestem Stand. Dank der durchdachten und an bekannte Windows-Bedienschritte angelehnten Verfahrensweisen fällt die Einarbeitung auch ohne Zuhilfenahme des Handbuchs leicht. Die Erstellung eines kleinen Schaltbildes gelingt dem fortgeschrittenen Anwender wie von selbst, der Einsteiger findet in der Online-Hilfe und dem Handbuch ordentlich strukturierte und ausführliche Hilfe. Jedes neue Schaltbild besitzt automatisch einen Rahmen mit Titelblock. Die linke Maustaste selektiert und verschiebt, die rechte bricht ab, ein Doppelklick bringt eine kontextabhängige Dialogbox zum Vorschein (Bild 2). Mehrfachselektion geschieht über die bekannten Windows-Mechanismen wie Ziehen mit gedrückter Taste oder Drücken der Umschalttaste und Einzelselektion.

Unvollständig

Abgesehen von kleineren Ausreißern wie der unsinnigen Beschriftung des Hand-Icons ('Selects a part to draw', in Wirklichkeit 'Search/Place

part'), traten im Test jedoch noch weitere Schwachpunkte zutage. Einige Teile wie Elkos scheinen in keiner Bibliothek enthalten zu sein, und wie sich später zeigte, fehlen bei anderen die Gehäusezuordnungen. Der erfahrene Anwender ahnt bereits, was nun kommt: die Übertragung eines Schaltbildes zum Layout ist nun zum Scheitern verurteilt und gelingt daher auch nicht mit der erstellten Testschaltung.

Statt dessen wurden weitere Schwachpunkte von Schematics und der Dokumentation deutlich. So zeigt der Messageviewer nach jedem Kompilationsversuch die aufgetretenen Fehler an, nur nützt es wenig. So bemängelte Schematics in unserer Testschaltung zum Beispiel das Fehlen eines Potentiometergehäuses. Wo man ein solches herbekommt, bleibt jedoch im dunkeln, denn eine Übersicht der enthaltenen Footprints birgt das Handbuch nur als JEDEC Tabelle, also ohne Abbildungen und mit kryptischen Bezeichnungskürzeln. Die Erstellung eines



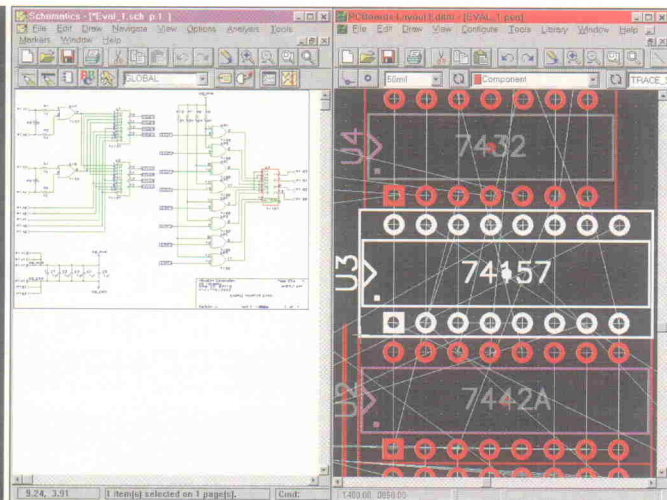


Bild 3. Cross Probing beherrscht DesignLab zwar in beiden Richtungen, macht aber funktionelle Abstriche beim automatischen Dateiladen und Ausschnittwählen.

teil der interessierenden Darstellung. Immerhin ist die gefüllte Fläche per Maus jederzeit verschiebbar oder veränderbar, die Freirechnung erfolgt anschließend in rasanter Geschwindigkeit (im Test < 1 s).

läßt sich wegen der fehlenden Baumdarstellung und entsprechender Menüpunkte kaum entdecken, jedoch findet man es im Handbuch beschrieben. Die Kommunikation zwischen Schematics und PCBboards geschieht manuell oder vollautomatisch über ECOs (Engineers Changing Orders). Für den Anwender bedeutet dies in DesignLab keinerlei zusätzliche Arbeit, denn Änderungen an Schaltplan und Layout erfaßt das Programm automatisch. Beim nächsten Start von Schaltplan oder Layout erscheint eine Dialogbox, die auf fällige Änderungen hinweist und diese wahlweise auch erst als Liste (Funktion Preview) zeigt, bevor es sie ausführt.

Verzahnt

Das beliebte Cross Probing beherrscht DesignLab ebenfalls, und zwar in beiden Richtungen, wenn auch nicht perfekt umgesetzt. Der Befehl 'Cross Probe PCBboards' vom Schaltplan aus bewirkt ein automatisches Laden des zugehörigen Layouts. Nun lassen sich verschiedene Symbole im Schaltplan markieren, die zugehörigen Footprints erscheinen sofort im Layout hell gezeichnet. Eine automatische Ansichtswahl oder Pannen erfolgen nicht. In der Gegenrichtung verhält sich DesignLab eher störrisch, denn 'Cross Probe Schematics' arbeitet vom Layout aus meist erst dann, wenn das Probing zuvor vom Schematic aus erfolgte. Ein Schaltplan wird nicht automatisch geladen, und die Ansichtswahl beschränkt sich auf ein automatisches Verkleinern zur Gesamtansicht, so daß die hell gezeichneten Symbole auf

jeden Fall zu sehen sind (Bild 3).

Layout

PCBboards besitzt die gleiche Oberfläche und Bedienlogik wie Schematics, was die Einarbeitung stark vereinfacht. Am Ende des Handbuchs existiert ein Tutorial, zu dem mehrere Beispiele im Lieferumfang enthalten sind. Der Lehrgang bietet jedoch nur geringen Nutzen, weil er sowohl arg knapp geraten ist als auch an einigen Stellen unvollständig erscheint und alle beschriebenen Bedienschritte eigentlich auch ohne Handbuch ersichtlich sind. Und gerade dann, wenn man nicht weiterkommt, also im Fehlerfall oder bei (zu erwartenden) Fragen, geben sich Tutorial und Handbuch zugeknöpft.

Trotz der Ähnlichkeit existieren einige Unterschiede zwischen Schaltplan und Layout. Nicht nur der Wegfall der Strg-Taste bei einigen Befehlen, sondern auch das fehlende Autopan sowie die nicht vorhandenen Beschreibungstexte in der Statuszeile (sie erscheinen erst nach Anwahl des Menüpunktes oder Icons) fallen sofort auf. Lediglich der Befehl 'New Center' relativ zum Mauscursor schafft Mobilität. Das Zufügen von Komponenten ist ebenfalls vergleichsweise spartanisch ausgefallen – ohne Suchmöglichkeit und ohne Vorschau. Die am häufigsten benötigten Funktionen

sind auf den F-Tasten zu finden. Das Selektionsfilter (F5) erlaubt gezieltes Selektieren, so läßt sich eine Bauteile beinhaltende Fläche nur einzeln verschieben, wenn im Filter ausschließlich 'Areafill' aktiviert ist. Über Layer Display (F3) ist eine Schnellauswahl der am Bildschirm sichtbaren Lagen möglich.

Beim Verlegen von Leiterbahnen helfen die Optionen zur Ratsnest-Darstellung, die eine wahlweise Einblendung bestimmter Luftlinien erlauben, sowie ein manuelles oder automatisches Optimieren des Nests nach dem Absetzen oder Verschieben eines Gehäuses. Eine ständige Neuberechnung während der Bewegung bietet PCBboards derzeit nicht. Während des Verlegens wechselt man die Lage einfach per Tabulator-Taste, die dazu notwendige Via erscheint automatisch.

Sehr einfach in der Handhabung ist die Flächendefinition, genannt Areafill. Der Anwender zeichnet ein beliebiges Polygon, beendet mit der rechten Maustaste, weist im automatisch erscheinenden Fenster der Fläche ein Signal zu und sieht zunächst nur den Flächennummern. Aus gutem Grund, denn PCBboards kennt keine Mischfarben, eine gefüllte Fläche (Bild 4) verdeckt einen Groß-

Die Ausgabe der einzelnen Lagen erfordert einen umfangreichen Druckerdialog. In ihm lassen sich leicht und übersichtlich verschiedenste Ausgaben definieren und zusammenstellen (Bild 5). Entsprechend dem vom Anwender erstellten Setup (ein fertiges Beispiel ist enthalten) gibt PCBboards dann auch alle Filme auf einen Schlag aus. Sonderwünsche wie Graustufendruck auf Laserjet (durchsichtige Platine für Dokumentation) sollten ebenfalls möglich sein, im Test gab es jedoch unabhängig von den Einstellungen nur Ausdrucke in sattem Schwarzweiß.

PCBboards kann Schaltpläne auch im PADS-Format einlesen (wobei dem Tester anhand der Schwierigkeiten schon innerhalb DesignLabs schleierhaft ist, wie das funktionieren soll) sowie das PCB als DXF exportieren. Der NC-Drill erzeugt zwar eine Bohrtabelle, bekannte Namen wie Sieb&Meyer oder Excellon sucht man jedoch vergeblich. In der Setup-Box des Drills ist keine Hilfe per F1 aktivierbar, und der extra mitgelieferte Texteditor präsentiert die erzeugte Datei nicht automatisch, was auch an anderen Stellen sehr nützlich wäre.

Specetra

Die Steuerung des Specetra-Autorouters erfolgt mittels übersichtlicher Dialogboxen. In 'Setup Parameters' definiert man die bekannten Eckwerte

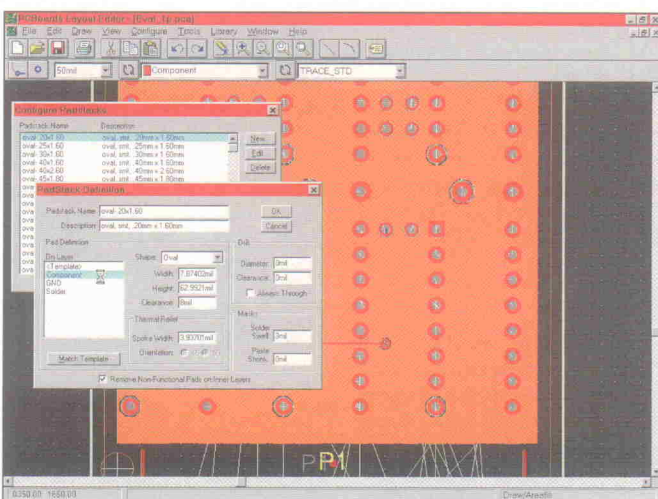
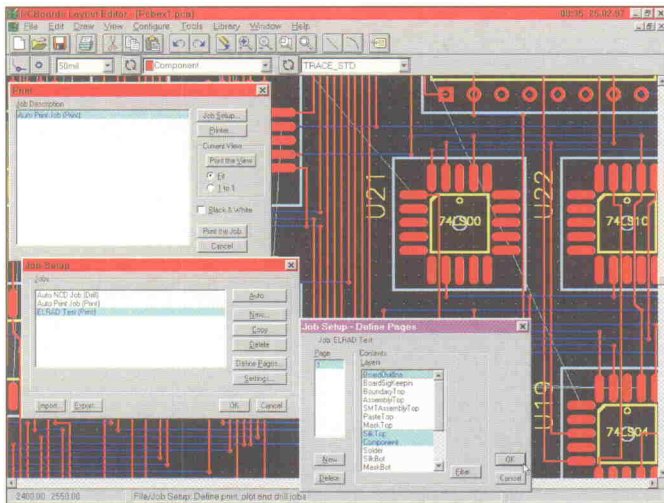


Bild 4. Die Definition der Padstacks ist dank verständlicher Dialogboxen einfach zu bewerkstelligen.



für Bahnen, Vias und Pins. 'NetRules' erlaubt eine genaue Steuerung des Routeverhaltens, die hiermit anzusprechenden Modi ADV (Advanced), DFM (Design for manufacturability), HYB (Hybrid) und FST (Fast) sind – wie auch der manuelle EditRoute – extra zuzukaufen. Nach Fertigstellung beendet sich der Autorouter automatisch und übergibt die Daten an PCBoards, welches sofort das nun geroutete Layout zeigt. Leider blei-

ben bei diesem Automatismus einige Informationen auf der Strecke. Selbst so einfache Angaben wie den Prozentsatz der verlegten Verbindungen bleiben verborgen, wenn man sich nicht die von Spectra erzeugte *.sts Datei selbst in einen Editor zum Betrachten lädt. Obwohl dort für die einfache Demoplatine (eval2) erwartungsgemäß 100 % erscheinen, sind nach der Rückkehr in PCBoards noch mehrere Luftlinien zu sehen, die klar

Bild 5. Die Dialogboxen für die Ausgabe auf Printer und Plotter sind sehr einfach und übersichtlich gestaltet.

auf nicht verlegte Bahnen verweisen.

Fazit

Nach anfänglich sehr positiven Eindrücken zeigen sich bei näherer Betrachtung doch eine Reihe Schwachpunkte. So richtig begeistern können MicroSim-Schematics und PCBoards noch nicht. Gegenüber den spezialisierten Lösungen besteht insbesondere bei Schematics noch deutlicher Aufholbedarf. Von der Möglichkeit fehlerhafter Eingaben im Schaltplan bis zu fehlenden Teardrops im Layout kann DesignLab wenig überzeugen. Aber bereits mit dem nächsten Update dürfte sich der Vorsprung der 'Spezialisten' verringert haben. Wer seinen Schwerpunkt bei der Simulation sieht und mit den angesprochenen Einschränkungen umzugehen weiß, erhält auf

jeden Fall ein echtes Komplettpaket, dessen Kauf allerdings den Geldbeutel mit knapp 30 000 DM arg strapaziert.

Hoschar Systemelektronik GmbH
Albert-Nestler-Straße 7
76131 Karlsruhe
☎ 07 21/62 61-300
☎ 07 21/62 61-320

Literatur

[1] Stephan Weber, Zwischenstand, MicroSim PSpice Version 6.3, ELRAD 10/96, S. 20ff.

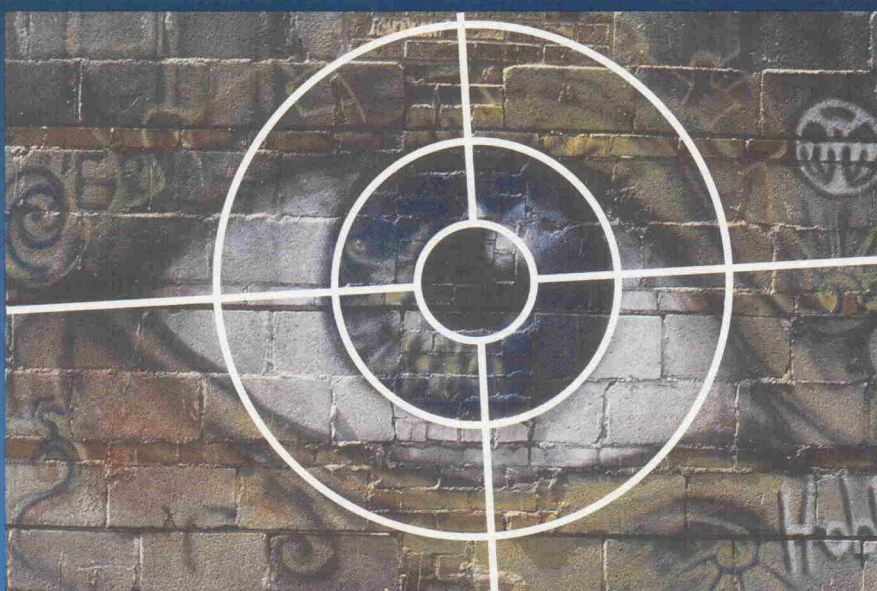
MicroSim

- ⊕ komplette EDA-Lösung
- ⊕ Simulation inklusive
- ⊕ nur ein Dongle
- ⊕ einheitliche Oberfläche
- ⊕ leichte Einarbeitung
- ⊖ Fehler im Schaltplan möglich
- ⊖ ERC unvollständig
- ⊖ Bibliotheken unvollständig
- ⊖ keine Mischfarbendarstellung

Fassen Sie Ihr Ziel ins Auge! WELTNEUHEIT

Schaltplan, Mixed mode Simulation, Platine, EMV-Analyse

Ab jetzt können Sie Ihre Leiterplatten mit nur einem CAE-System entwickeln. Vergessen Sie das mühsame Erlernen unterschiedlicher Bedienoberflächen oder wochenlange Einarbeitungszeit. TARGET 2001! design station ist das weltweit erste Programm, das Schaltplan, Simulation, Platine, Autoplacing/-routing und die immer wichtiger werdende EMV-Analyse mit einer gemeinsamen Datenbasis (Echtzeit-Datenintegration) und der 32-Bit-Power von Windows 95/NT verbindet. Die Basisprodukte Euro/Eco/Profi lassen sich individuell mit der Mixed-mode Simulation, der EMV-Analyse und dem Shape based Autorouter für jedes Budget aufrüsten. Von 298,- bis 11.000,- DM, zzgl. MwSt.



HIGHLIGHTS

- 32-Bit Power
- Deutsches Programm mit nur einer Bedienoberfläche
- Analog-/Digital-Simulation SPICE kompatibel
- EMV-Analyse
- 100% Ripup & Retry
- Shape-based Autorouter
- Autoplacer
- Echtzeit-Datenintegration
- Echtzeit-Masseflächen (keine Berechnungszeit!)
- Drag & Drop Bibliotheksverwaltung
- Offene Datenstruktur
- Gerber-Viewer
- Eagle aufwärts kompatibel
- Cross Probe for/back
- Isolationsfräsen
- 10 Jahre CAD-Entwicklung
- 4. Generation Windows



Systemlösung aus einer Hand

Ing.-Büro FRIEDRICH
Am Schwarzen Rain 1
D-36124 Eichenzell

Tel.: 0 66 59 / 919 444

Fax.: 0 66 59 / 919 445

Mailbox: 0 66 59 / 919 446

www.ibfriedrich.com

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



NEckisch

Evaluation-Board und Entwicklungstools zu NECs DSP μ PD77016

Andreas R. Bayer

Starterkits gehören mittlerweile ins Portfolio jedes DSP-Anbieters. Interessenten erwarten geradezu, daß ein solches Low-Cost-Tool zur Verfügung steht, bevor weitergehende Entscheidungen über die Verwendung eines bestimmten Bauteils fallen. Dies hat man – fast fünf Jahre nach der Einführung der aktuellen DSP-Familie – auch bei NEC vernommen.



Dabei ist NEC einer der Pioniere im Bereich der Singlechip-Signalprozessoren. Schon 1981 – also ein Jahr vor Texas Instruments' Erstling – bot das japanische Halbleiterhaus mit dem μ PD7720 einen leistungsfähigen DSP an, dessen Nachfolger μ PD77C25 heute noch in nennenswerten Stückzahlen eingesetzt wird.

Anno 1992 stellte NEC, nach wenig erfolgreichen Versuchen, eine 24-Bit-DSP-Familie am Markt zu etablieren (μ PD 77220/230), eine auch für heutige Verhältnisse sehr leistungsfähige DSP-Familie vor (μ PD7701x), die zur Zeit aus einer Handvoll Mitgliedern besteht – siehe Tabelle 'Familienbande'. Neben dem μ PD77016, der zentralen Komponente des Starterkits gibt es allerdings nur ROM-Typen.

Das Konzept des μ PD7701x-Starterkits steht ganz in der Tradition der Konkurrenzprodukte. Das heißt, man versucht mit geringstmöglichem Hardwareaufwand maximalen Nutzwert bereitzustellen. Das

Kit besteht aus einer komplett SMD-bestückten Leiterplatte, dem Prozessorhandbuch, Installationsdisketten, Datenblättern zum DSP und dem Codec sowie einer recht knapp gehaltenen Inbetriebnahme- und Gebrauchsanleitung.

Für die sofortige Inbetriebnahme liegen außerdem ein Kleinstnetzteil und ein Kabel bei, das die Parallelschnittstelle des Host-PC mit dem JTAG-Interface des DSP verbindet. Weiterhin gibt es eine ganze Reihe von Beispielprogrammen, die unter anderem beim Verständnis der Onchip-Peripherie hilfreich sind.

Die Hardware enthält neben dem DSP μ PD77016 mit 30 ns Instruktionszyklus ein synchrone 32-Bit-SRAM (μ PD 431232-8) zur Erweiterung des Programmspeichers sowie einen Stereo-Audio-Codec (μ PD63310), um einerseits ausreichend Platz für Anwendungen und andererseits ein qualitativ hochwertiges Analog-Interface bereitzustellen (Bild 1).

Auffällig ist dabei, daß die Platine ein synchrone SRAM birgt, obwohl das Interface des DSP für externen Speicher – wie bei anderen Signalprozessoren auch – asynchron ausgelegt ist. Zwar sind wegen der relativ weitgefaßten Spezifikationen beim μ PD77016 10-ns-SRAMs selbst bei direkter Anschaltung erforderlich, trotzdem wäre asynchrones SRAM die geradlinigere Variante gewesen, zumal auch das synchrone RAM mit einem Wait-state läuft. Da mögen Kostengründe und der Wunsch, die Anzahl der Chips zu minimieren, am Design mitgewirkt haben.

Als weitere, wenngleich wenig revolutionäre Finesse weist das Board einen $32K \times 16$ Bit fassenden Flash-Speicher auf. Dieser kann unter Programmkontrolle beschrieben werden, um im Stand-alone-Betrieb als Boot-ROM zu fungieren. Als Option gab es dergleichen schon bei Motorolas EVM56K.

Bahnbrechend ...

... agiert NEC dagegen mit der Softwareausstattung des Kits. Diese enthält mit Ausnahme des Simulators die komplette Entwicklungsumgebung für die DSP-Familie. Als einzige Einschränkung gegenüber der Vollversion gilt, daß das Paket nur das Starterkit als Zielsystem bedient. Diese Beschränkung rührt im wesentlichen daher, daß das JTAG-Interface des DSP nicht über einen Testbus-Controller, sondern über die PC-Druckerschnittstelle angesteuert wird.

Dabei wundert es wenig, daß hier zusätzlicher Softwareaufwand getrieben wurde, um die oft unverhältnismäßig teure Debugger-Hardware verzichtbar zu machen. Schließlich ist die Wiener Firma Atair – von der das Starterkit kommt – ein Softwarehaus, das sich mehr auf exzellente Programmierarbeit als althergebrachte Hardwarelösungen versteht.

Dies wird besonders bei der Konzeption der Entwicklungsumgebung deutlich. Sie besteht aus der sogenannten Workbench (Bild 2) und dem Debugger, die jeweils unter Windows (Version 3.1 oder 95) lauffähig sind. Man sieht der Software die Reife von vier Entwicklungsjahren an. Es gibt praktisch keine Ecken, Kanten

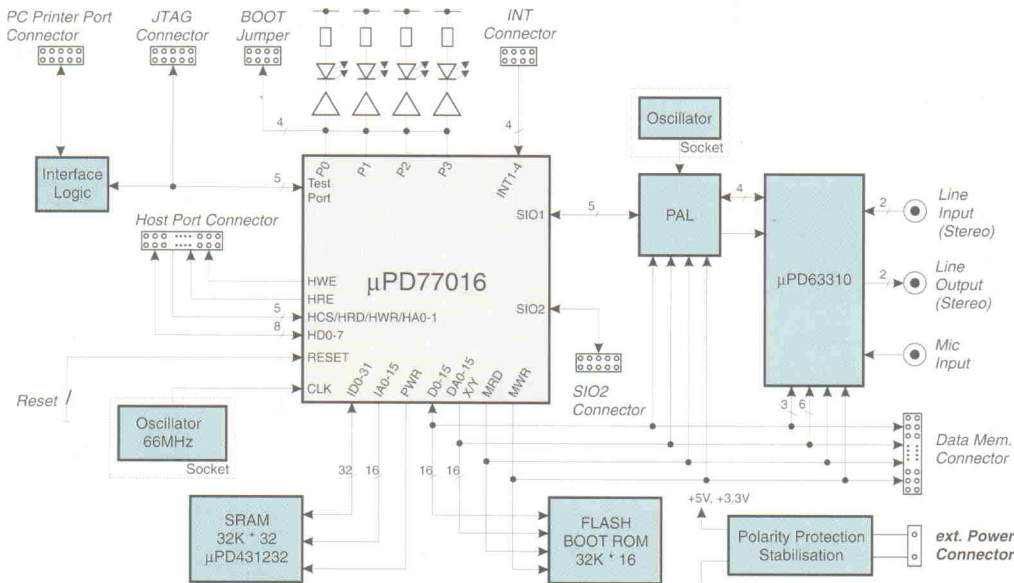


Bild 1. Das Starterkit kann optional stand-alone arbeiten, indem es beim Booten den Inhalt des im Datenbereich eingblendeten Flash-Speichers in das Programm-RAM umkopiert.

oder im Gebrauch aufgefallene Bugs. Mit ihrem integrierten Assembler und Linker besticht die Workbench durch stromlinienförmige Bedienung. Von allen Entwicklungs-Tools für Signalprozessoren unter Windows gibt es derzeit keines, das so nah an den Komfort etwa eines Visual-C++ herankommt.

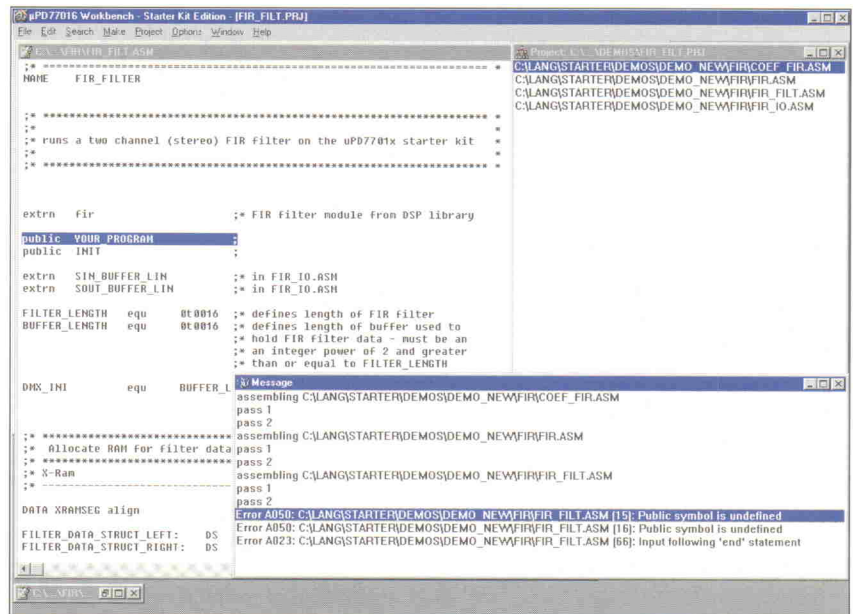
Vom problemlosen Projektmanagement über reibungslose Interaktion mit der Debugger-Software bis hin zum vollständigen Online-Handbuch für Software und Prozessor gibt es alles, was man von einer komfortablen Entwicklungsumgebung erwartet. Zum Vergleich bietet GO-DSPs Code Composer außer dem Projektmanagement, einem Editor und dem optionalen Debugger nichts von dem, was man bei NEC fast gratis bekommt. Selbst die Original-Tools von NEC sind noch vergleichsweise preiswert, wenn man bedenkt, daß zu den Kosten für den Code Composer noch die für die TI-Tools kommen.

Nicht ohne C

Wer auf eine Hochsprache Wert legt, muß nicht einmal auf einen C-Compiler verzichten. Allerdings gibt es diesen nur ohne den Komfort der Workbench-Plattform als DOS-Anwendung.

Alles in allem muß man sagen, daß die Signalprozessoren von NEC mit Sicherheit in vielen Anwendungen erste Wahl

Bild 2. Die Arbeitsoberfläche ermöglicht modulare Programmierung, ein Projekt kann aus mehreren Teilen zusammengesetzt werden.



wären, käme es nur auf die Tools an. Daß sie dennoch kaum bekannt sind, muß also an etwas anderem liegen. Der folgende Überblick soll einen Eindruck von den Eigenheiten dieser DSP-Familie vermitteln.

Allen Prozessoren der Familie ist die prinzipiell identische Architektur gemeinsam (vgl. Kästen 'Familienmuster'). Sie unterscheiden sich jeweils nur durch unterschiedliche Betriebsspannung und verschiedene Ausführungen des Onchip-Speichers. Alle ROM-Devices laufen mit 3 Volt Betriebsspannung (-10/+20%) und haben keine Erweiterungsmöglichkeit für externen Instruktionspeicher. Dafür bieten sie bis zu 24 K Worte internes Befehls-ROM. Sie kommen deshalb mit 'nur' 100 Pins aus, wogegen

Familienbande

Type	µPD77016	µPD77015	µPD77017	µPD77018A	µPD77019
Internal Memory					
Instruction ROM (32 Bit)	—	4 K	12 K	24 K	24 K
Instruction RAM (32 Bit)	1.5 K	256	256	256	4 K
Data ROM (16 Bit)	—	2 × 2 K	2 × 4 K	2 × 12 K	2 × 12 K
Data RAM (16 Bit)	2 × 2 K	2 × 1 K	2 × 2 K	2 × 3 K	2 × 3 K
External Memory					
Instruction Memory (32 Bit)	48K	—	—	—	—
Data Memory (16 Bit)	2 × 48 K	2 × 16 K	2 × 16 K	2 × 16 K	2 × 16 K
Min. instruction cycle time	30 ns	30 ns	30 ns	25 ns	20 ns
Master Clock for 33 MIPS	66 MHz	33, 16.5, 8.25, 4.125 MHz (internal PLL)	33, 16.5, 8.25, 4.125 MHz (internal PLL)	33, 16.5, 8.25, 4.125 MHz (internal PLL)	33, 16.5, 8.25, 4.125 MHz (internal PLL)
Power supply	5 V, ±10%	3 V, -10/+20%	3 V, -10/+20%	3 V, -10/+20%	3 V, -10/+20%
Power dissipation					
at 33 MIPS	0.7 W	120 mW	135 mW	100 mW	120 mW
halt mode	0.4 W	24 mW	30 mW	45 mW	tbd
stop mode	—	300 µW	300 µW	300 µW	tbd
Package	QFP160	TQPF100	TQPF100	TQPF100	TQPF100
40-Bit-ALU-Bus, 16 × 16-Bit-Multiplier (31 Result Bits), 40-Bit-Barrelshifter, 1 Repeat Counter, 4 nested Loop Counters, Host-Interface (8 Bit, 8.25 MByte/s at 33 MIPS), Serial Interface (2 SIOs, 8/16 Bit, 16.5 MBit/s at 33 MIPS), 4 external and 6 internal Interrupts.					

Familienmuster

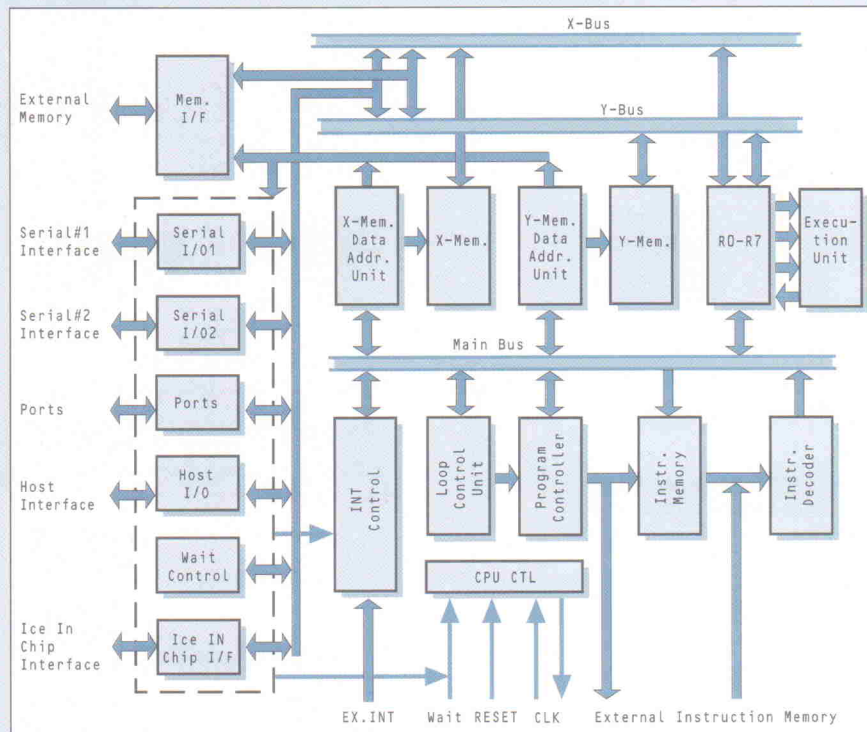
Die DSPs der μ PD7701x-Serie realisieren eine reinrassige Harvard-Architektur: Neben dem Programmspeicher gibt es unabhängige X- und Y-Datenbereiche, auf die der DSP-Kern über separate Busse zugreift. Der interne Datenspeicher umfaßt beim μ PD77016 zweimal 2 KWords zu 16 Bit, der interne Instruktionsspeicher beinhaltet 1,5 KWords zu 32 Bit. Interessant ist ein Feature der ROM-Varianten, bei denen ein kleiner Teil (256 Worte) des internen Instruktionsspeichers als bootfähiges RAM ausgeführt ist, um im ROM realisierte Funktionen flexibel nutzen zu können.

Eine 40-Bit-ALU nebst 40-Bit-Barrelshifter und ein 40-Bit-MAC (16×16 -Bit-Input) mit acht gleichartigen 40-Bit-Registern bilden den Prozessorkern. Die dreistufige Instruction Pipeline ist für den Anwender nicht sichtbar und wirkt sich nur bei Sprunganweisungen aus, deren Ausführung jeweils bis zu drei Zyklen erfordert. Ein 16stufiger Call-Stack sowie ein vierstufiger Loop-Stack unterstützen strukturierte Programmierung.

Die Peripherie enthält alle wesentlichen Standard-Interfaces. Neben einem bidirektionalen 8-Bit-Hostport mit Handshake-Pins (z. B. für DMA-Betrieb) stehen zwei gleichartige, serielle Schnittstellen mit Datenraten bis zum halben

Befehlstakt zur Verfügung. Allerdings kann der Prozessor die Kontrollsignale der seriellen Schnittstellen nicht von sich aus erzeugen, sie müssen von externer Logik bereitgestellt werden. Inse-

samt unterstützen die NEC-Signalprozessoren bis zu zehn Interrupt-Quellen, davon vier externe. Vier einzeln programmierbare I/O-Pins vervollständigen das Peripheriekonzept.



der μ PD77016 in einem 160poligen PQFP-Gehäuse mit 0,5 mm Pinabstand sitzt. Die schnellsten ROM-Devices leisten bis zu 52 MIPS, der μ PD77016 des Starterkits immerhin 33 MIPS bei 5 Volt.

Exkurs

Eine wichtige Eigenschaft der μ PD7701x-Familie ist die Breite des Programmspeichers, die – für Festkommaprozessoren – mit 32 Bit eher üppig ausfällt. Daraus resultiert eine größere Flexibilität bezüglich der Adressierbarkeit von Registern, als sie bei den meisten konkurrierenden Produkten zu finden ist. Als Beispiel soll die Umsetzung eines FIR-Filter dienen (Listing 1).

Dabei kommen drei der insgesamt acht gleichwertigen 40-Bit-Register zum Einsatz, um

eine N-fache MAC-Operation auszuführen, die insgesamt $N+1$ Zyklen Rechenzeit benötigt. Die Verwendung von $r1h$ und $r2h$ (Bits 16...31 der Register $r1$ bzw. $r2$) als Operanden führt zu einer impliziten Signed/Signed-Multiplikation. Das jeweilige Zwischenergebnis wird im Register $r0$ zwischengespeichert.

Daneben gibt es acht Datenzeigerregister $dp0...7$, von denen je vier auf das sogenannte X-RAM und das Y-RAM (on-chip) zeigen. Der Operator $\%%$ kennzeichnet ein Modulo-Inkrement, so daß $dp7$ nach Ablauf der Schleife wieder auf dem ersten FIR-Koeffizienten steht.

Mit dem zur Verfügung stehenden Befehlssatz sind sogar gleichzeitig Schreibzugriffe auf einen Datenspeicher und Lesezugriffe auf den anderen mög-

lich, was beispielsweise eine kompakte Kodierung von IIR-Filtern gestattet. Natürlich gibt es auch Merkwürdigkeiten, die man zunächst nicht erwarten würde: So kann ein Load-Immediate nur die unteren 16 Bit eines Datenregisters ($r0l$ bis $r7l$) zum Ziel haben. Außerdem findet dabei keine vorzeichenrichtige Erweiterung auf die restlichen 24 Bits statt. Diese bleiben bei einer Operation wie

$r0l = 0x1234$

unberührt. Das Register $r0$ enthält nach der Ausführung des Befehls den Wert $0xvvvvvv1234$ (v = voriger Wert). Auch arithmetische und logische Operationen sind von dieser Einschränkung betroffen. Wenn man dagegen eine Vorzeichenerweiterung benötigt, muß der DSP die Konstante aus dem Datenspeicher laden, also etwa mit

$r0 = *const_0x2345:Y$.

In $r0$ steht anschließend der Wert $0x0023450000$, der unter dem Label $const_0x2345$ im Y-RAM vorhanden sein sollte. Der Befehl

$r0h = *const_0x2345:Y$

hinterläßt hingegen analog zum ersten Beispiel in $r0$ den Wert $0xvv2345vvvv$.

Easy Going

Über alles glänzen NECs Signalprozessoren mit einer klar strukturierten Architektur, wie sie bei Festkomma-DSPs eher unüblich ist. Ein zum Großteil orthogonaler Befehlssatz und die verständliche Syntax machen dem Anwender das Leben leicht. Der Entwicklungszyklus läuft dank der Workbench geradlinig ab:

Als ersten Schritt muß man eine Project-Datei erzeugen oder öffnen. Mittels *Add File* lernt der Projektmanager die Dateien kennen, die Bestandteil des Projekts sein sollen. Bei einem neuen Projekt werden gegebenenfalls die ge-

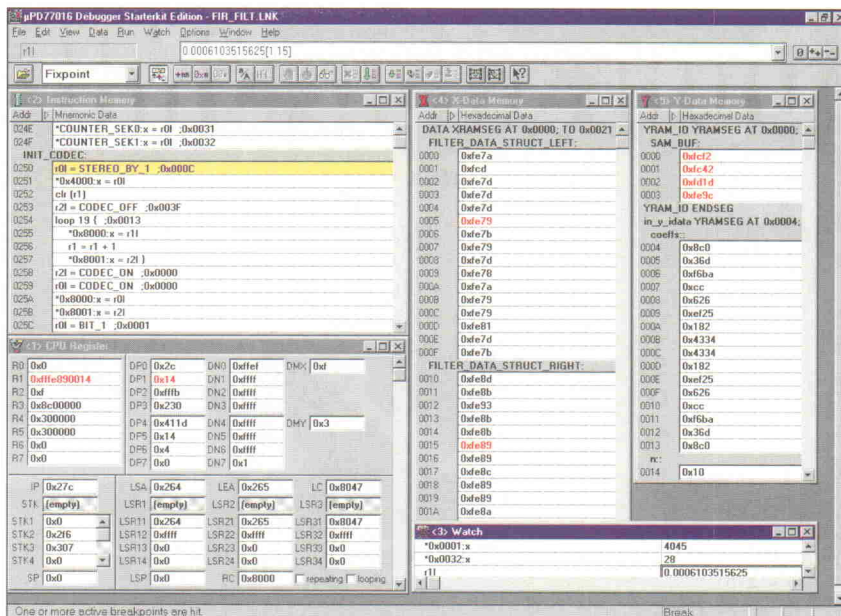
```
clr(r0)    r1h = *dp1++  r2h = *dp7%    ; Clear ACCU, r1h = x[n-0], r2h = h[0]
rep N-1
    r0 = r0 + r1h * r2h    r1h = *dp1++  r2h = *dp7%    ; N-1 times MAC
    r0 = r0 + r1h * r2h    ; r0 = y[n] = Sum(x[n-k] * h[k]), k=0...N-1
```

Listing 1. Mit vier Befehlen erledigt der μ PD77016 ein FIR-Filter.

wünschten Dateien erzeugt. Die Verzeichnisstruktur ist dabei dem Projektmanager gleichgültig. So ist es möglich, vorhandene Routinen in verschiedenen Projekten zu nutzen, ohne dafür Bibliotheken anlegen zu müssen.

Ist der Code einmal geschrieben, startet ein Druck auf die F8-Taste den Übersetzungsvorgang – unter Berücksichtigung der eingestellten Optionen. Dabei können verschiedene Dateiformate erzeugt werden, zum Beispiel für die Programmierung eines Boot-EPROMs oder LNK-Dateien, die alle Informationen beinhalten, die der Debugger nutzt.

Bild 3.
Aufgesetzt:
Nach einem
Breakpoint-
Treffer gibt
der Source-
Level-
Debugger
unter
anderem
Zugriff auf
das DSP-
Innere sowie
X- und Y-
Daten-
speicher.



Angesprungen

Sollte der Code unvollständig oder fehlerhaft sein, zeigt die Workbench entsprechende Meldungen in einem Fenster an. Bei syntaktischen Fehlern oder fehlenden Bezügen ist es möglich, durch Anklicken der Fehlermeldung an die betroffene Stelle im Quelltext zu springen und im gleichzeitig gestarteten

Editor den Fehler zu beseitigen (vgl. Bild 2). Mehr Komfort ist praktisch kaum realisierbar.

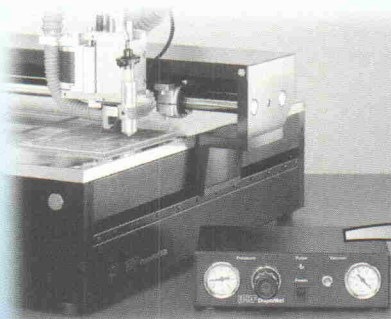
Nachdem das Projekt vollständig übersetzt wurde, kann man nach einem Wechsel in den Debugger (Bild 3) die erzeugte Datei auf das Board herunterladen und starten. Anschließend

stehen alle denkbaren Debugging-Funktionen zur Verfügung. Breakpoints – auch bedingte – gibt es ebenso wie die farbliche Kennzeichnung veränderter Register- oder Speicherinhalte, was eine gute Übersicht über die Vorgänge im System gewährleistet. On-the-Fly-Assemblierung ist genauso

selbstverständlich wie Source-code-Debugging oder Profiling.

Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten, die die Software bietet, geht der Preis für das Paket in Höhe von knapp 800 Mark in Ordnung. Der Weg zum Entwicklungsstart war selten so gut geebnet. *ea*

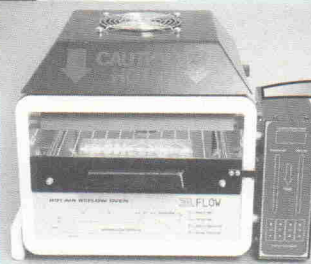
LPKF-Komplett-Prototyping für SMT



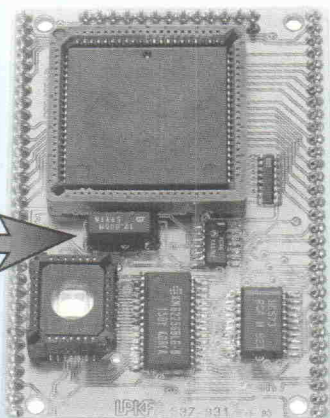
LPKF Fräsbearbeitungsplotter
ProtoMat 93s mit Dispenser



Bestückung
mit LPKF Zelpace



Reflowlöten
mit LPKF Zelflow



Fertig bestückter Prototyp
schon nach Stunden!



Sie wollen mehr wissen?
Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:
05131/7095-90

LPKF CAD/CAM Systeme GmbH
Osteriede 7
30827 Garbsen
Tel.: 05131/7095-0
eMail: lpkf-g@t-online.de
Internet: <http://www.lpkf.de>

LPKF No.1 in Prototyping

Operation SMD

Prototypen- und Kleinserienfertigung

Carsten Fabich

Nackt liegt die Platine parat, und die SMD-Bauelemente harren im Magazin – die heikle Operation kann beginnen. Nach dem alten Motto 'Kinder betet, Vater lötet' und mit einem 200-W-Löthammer bewaffnet, richtet man auf einer SMD-Platine allerdings bestenfalls Brand-schaden an. Wie aber geschieht das Wunder, daß alle 304 Pins eines PQFP-verpackten Bausteins dauerhaft und ohne Kurzschluß auf der Platine Kontakt finden?



Als in den 50er Jahren die Kabelbäume der chassismontierten Bauelemente langsam unübersichtlich wurden, begann der Siegeszug der Leiterplatte. Die breiten, zunächst einseitigen Leiterstrukturen auf Hartpapier oder Pertinax wurden über die Jahre von immer feineren Strukturen verdrängt. Inzwischen ist die Industrie bei Leiterbahnbreiten von weniger als 0,1 mm sowie Bohrlöchern von 0,2 mm angelangt und bringt bis zu zehn Lagen in nur 1,6 mm dicken Glasfaser-Laminaten unter.

Neue Gehäuse- und Anschluß-techniken begrenzen die Anzahl der Arbeiten, die man sinnvoll im finanziell schwach bestückten Prototypenlabor ausführen kann. Wie sollte man auch mit dem Lötkolben an die inneren Anschlüsse eines Ball-Grid-Arrays herankommen? Eine SMD-Prototypenplatine, die mit der Serie wirklich identisch ist, läßt sich daher nur mit hohem Aufwand fertigen. In vielen Fällen ist es ratsam, das Muster dort bauen zu lassen,

wo auch die Serie entstehen soll. Die Bestückungsindustrie geht langsam dazu über, auch Einzelstücke in den Anlagen des Serienprozesses zu fertigen, was eine reproduzierbare Qualität vom Muster zur Masse verspricht.

Ebenso sind der Anzahl an Bauelementen, die man sinnvoll per Handbestückung aufsetzen kann, Grenzen gesetzt. Die Standzeit von Lötpasten beträgt nur zirka acht Stunden. Bereits nach wenigen Stunden schon verändern sich die Eigenschaften der Paste, so daß eine sichere Verbindung nicht mehr gewährleistet ist. Ein

geübter Bestücker kann bis zu 150 Teile pro Stunde applizieren. Platinen ab 400 bis 500 Bauteilen sind demnach eine Aufgabe für den Bestückungsautomaten. In der europäischen Serienproduktion stammen diese Anlagen zumeist von Siemens.

SMD-Grabsteine

SMD-Bestückung hat ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten und Tücken. Welcher Handbestücker kennt ihn nicht: den putzigen Tombstone-Effekt, wenn sich wie von Geisterhand ein zweipoliges SMT-Bauteil aufgrund von Adhäsionskräften aufrichtet. In kleinen Stückzahlen und mit geringen Qualitätsansprüchen lassen sich SMT-Bauteile dennoch ohne großen Gerätepark manuell löten – vorausgesetzt, der Pinabstand ist nicht zu gering. Mit etwas Mut muß man nicht einmal Bein für Bein einzeln mit der Platine verbinden. Ein Tip aus der Szene: nachdem ein Eckpin und der diagonal gegenüberliegende das Bauteil fixieren, legt man mit dem Lötkolben zügig eine Spur Lötzinn über alle Pins. Mit Entlötlitze entfernt man dann das überflüssige Lot und damit die Kurzschlüsse. Natürlich sollte man eine Überhitzung des Bausteins vermeiden.

Zur Übung mit SMDs sollte man allerdings nicht gleich den sündhaft teuren Originalchip einsetzen, sondern erst mal eine Attrappe malträtieren. Die Dummy Components von Topline (Vertrieb Tekelec Airtro-nic) eignen sich für die Schulung, für Vorserientests sowie zur Einrichtung von Bestückungs- und Lötmaschinen. Die Dummies sind in allen marktüblichen Formen erhältlich und verhalten sich in bezug auf Form und Löteigenschaften wie ihr Vorbild. Zum Teil stammen sie sogar von den Originalherstellern. Manche Ausführun-

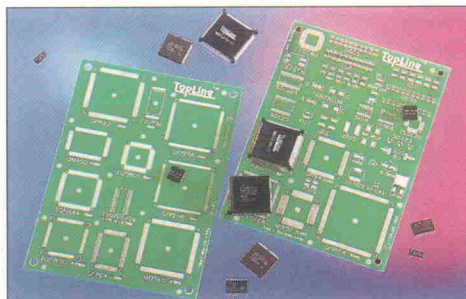


Bild 1. Übungsfeld: Für den ersten Kontakt mit SMD sowie für Testzwecke empfehlen sich Dummy-Bauteile ohne Funktion.

gen besitzen interne Brücken zwischen den Anschlüssen. Auf einem entsprechenden Layout bestückt, kann man den Lötprozeß anschließend mit einem Durchgangsprüfer kontrollieren. So ist sichergestellt, daß auch die inneren Anschlüsse von BGAs Kontakt geben.

Die Geräte für professionelle Lötverfahren sind schon etwas aufwendiger, wie zum Beispiel die Lötwellenmaschine. In ihr lassen sich gemischte Baugruppen aus bedrahteten Bauelementen und einfachen SMDs in einem Arbeitsgang fertigen. Dabei fährt die Platine über ein oder zwei Wellen aus flüssigem Lot. Um die Verbindung aufzubauen, entnimmt die Lötstelle der Welle genau die benötigte Menge Lot. In nur einem Prozeßschritt erfolgen Lotauftrag und Lötvorgang.

Allerdings bringt die Lötwellen auch einige Nachteile mit sich: Um Abschattungen zu vermeiden, ist die Packungsdichte eingeschränkt, und Bauformen wie PLCC-Gehäuse oder Sockel sind nicht wellenlöt-fähig – es lassen sich nur grobe Strukturen löten. Für feine Strukturen mußten daher behutsamere Methoden entwickelt werden, wie zum Beispiel die verschiedenen Varianten des Reflow-Verfahrens. Außerdem bewirkt das flüssige Metall eine schnelle und starke Temperaturbelastung. Lötwellenmaschinen gibt es übrigens auch im Laborformat.

Angeschmiert

Das Reflow-Verfahren erfordert den vorherigen Auftrag von Lotpasten. Dazu gibt es ein breites Spektrum an Methoden und Hilfswerkzeugen: manuelle, automatische und CNC-Dispenser oder den Schablonendruck. Zur manuellen Applikation kann man sich einfacher Spritzen bedienen. Eine Handpistole, in die sich die Spritze einlegen läßt, erleichtert schon etwas die Arbeit. Noch bequemer sind Dis-

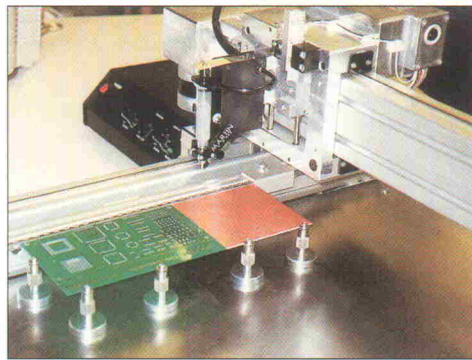


Bild 2. Der Dispenser-automat Dot-Liner-04 von der Martin GmbH besteht aus Standardkomponenten: Fräsbohrplotter, Steuergerät und Dispenser.

penser, die per Druck auf einen Fußschalter eine genau dosierte Menge Kleber oder Lotpaste ausspucken. Ein Vakuum zieht danach das Medium etwas in die Spritze zurück, um ein Nachtropfen zu verhindern.

Wenn der Dispenser sowieso schon ein Vakuum erzeugt, kann er gleich noch eine zweite Aufgabe übernehmen. Ein solches kostensparendes Mehrzweckgerät kommt beispielsweise von LPKF – diese Firma hat ein breites Angebot an Kleinmaschinen für das Prototyping. Der 'Zeldisp' kann einerseits hoch- und mittelviskose Medien wie Lotpasten, SMD-Kleber, Kleber und Lacke dosieren, andererseits ermöglicht er präzises Platzieren von Kleinteilen. Das Gerät verfügt über eine stufenlose Regelung von Eingangsdruck, Dosierdruck, Impuls und Pausenlänge sowie Vakuum.

Als nächste Stufe läßt sich der Dispenser in eine CNC-Maschine integrieren. Der Dot-Liner-04 von der Martin GmbH beispielsweise besteht aus Standardkomponenten und ist daher im unteren Preissegment angesiedelt. Zur Steuerung des Dot-Liners lassen sich die CAD-Daten entweder direkt aus dem Layoutsystem übertragen oder von einem separaten Programm konvertieren. Ein Mikroprozessor sorgt durch Überwachung von Druck und Temperatur für die Einhaltung der programmierten Dosiervolumina.

Statt jeden Lötunkt einzeln zu setzen, kann man die Paste auch in einem Arbeitsgang im Schablonendruck aufbringen. Entscheidend für die Druckqualität ist die Form und Güte der Schablone, insbesondere für Fine-Pitch-Bauteile mit einem Raster von 0,63 mm oder kleiner. Glatte Kanten, höchste Passergenauigkeit und eine ebene Oberfläche der Schablone bilden die Voraussetzung für einen gelungenen Druck. Schablonenhersteller liefern für rund 250 DM geätzte oder lasergeschnittene Bleche aus Edelstahl oder Neusilber, die auf den CAD-Daten der Platine beruhen. Lasergeschnittene Schablonen mancher Anbieter haben den Vorteil, daß sich der Padquerschnitt zur Druckseite hin leicht öffnet. Dadurch löst sich die Paste leichter aus der Öffnung und erzeugt ein stabiles Lotdepot.

Befindet sich die Lotpaste auf dem Board, können die Bauteile platziert werden. Hier reicht die Auswahl von der Vakuumpinzette bis zum Vollautomaten. Den Mittelweg bilden Handbestückungsplätze. Hinter einem Halterahmen für die Platine stehen Feeder für

Gurt- und Stangenware sowie Schüttgut. Eine LED-Leiste an den Magazinen markiert das nächste zu entnehmende Bauteil. Manche Systeme zeigen über einen programmierbaren Laser den Zielort auf der Platine an. Mit einem Vakuumgreifer entnimmt man das Bauteil und setzt es wieder ab. Zum feinfühligem Setzen läßt sich ein mechanisch geführter Bestückungsmanipulator anbauen.

Die Bestückung einer Platine auf einem Vollautomaten, wie ihn zum Beispiel die Firma Mimot herstellt, läuft folgenderweise ab: Die häufig benötigten Bauteile verweilen an beliebiger Position in Feedern auf der Maschine. Das System verwaltet automatisch alle Bauteile. Dann wird aus den CAD-Daten der Platine ein Bestückprogramm erzeugt. Das System lädt Leiterplatte und Bestückprogramm. Die Zuordnung zu den entsprechenden Feedern erfolgt automatisch. Nach dem Ausrichten der Leiterplatte mit einer Kamera oder einer automatischen Positionierung startet der Bestückungsvorgang. Noch fehlende Bauteile lassen sich während des Bestückens an beliebigen Steckplätzen ergänzen.

Ab in den Backofen

Nach dem Platzieren der Bauelemente folgt der nächste Arbeitsschritt des Reflow-Verfahrens: das Aufschmelzen des Lotes. Zunächst setzt man dafür reine Strahlungsöfen ein – zum Beispiel mit Infrarot-Strahlern. Schädliche Wärmestaus auf der Platine führten jedoch schnell zur Entwick-

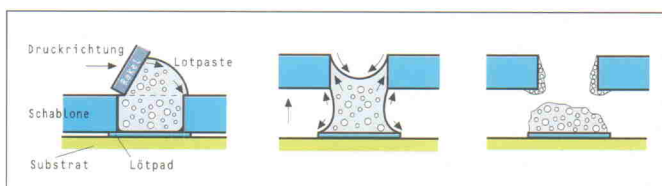


Bild 3. Mit einem Gummi- oder Stahlraket trägt man die Lotpaste durch die Schablone auf die Platine auf.

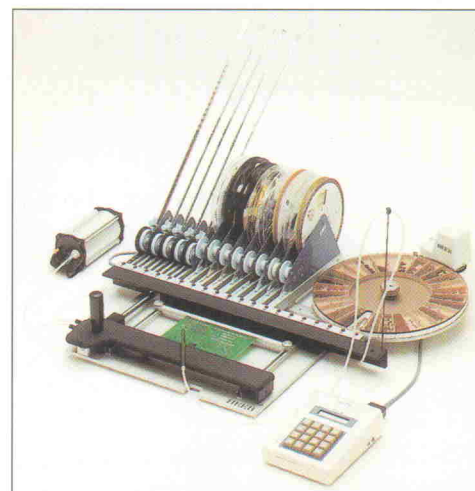


Bild 4. Ein Handbestückungsplatz von Heeb-Inotec. LEDs weisen den Weg zum nächsten Bauteil.

lung von Konvektionsöfen, die einen besseren Wärmeausgleich auf der Platine bieten.

Inzwischen haben sich Mischformen aus Konvektions- und Strahlungsöfen durchgesetzt. Strahler sorgen für die Wärme, die von einem Luftstrom gleichmäßig verteilt wird. Dabei durchfahren die Platinen nach einem vorgegebenen Profil mehrere Temperaturzonen:

Preheating-, Plateau- und Peakzone. Sollen Feinstleiterplatinen durch den Ofen gehen oder kommen No-Clean-Lotpasten zum Einsatz, empfiehlt sich der Betrieb unter Schutzgas. Zum Schutz der Oberflächen vor Oxidation wird dann Stickstoff zugesetzt. Spezielle Mikroöfen zum Aufsetzen auf den Chip (zum Beispiel von OK Industries) ermöglichen Montage und Repa-

ratur von einzelnen BGA- und Fine-Pitch-Gehäusen.

Heißdampf in allen Gassen

Neben Strahlung und Konvektion existiert noch eine dritte Möglichkeit der Wärmeübertragung. Bereits 1974 entwickelte Western Electric (heute unter AT&T) das zu-

nächst abenteuerlich anmutende Verfahren 'Vapor Phase Reflow', das jedoch sehr gut reproduzierbare Ergebnisse erreicht. In der Dampfphasenlötanlage kondensiert ein gasförmiges Medium auf dem Baugruppenträger und überträgt dabei seine Wärmeenergie. Dazu fährt die Platine zuerst in eine Vorwärmzone und danach für kurze Zeit in den Siedetank. Da die Wärme nahezu

Werkzeuge, Zubehör und Dienstleistungen für das SMT-Prototyping

Firma	SMD-Werkzeuge	Mikroskope	Arbeitslupen	Dispenser	Schablonendrucksysteme	SMD-Bestückungsmaschinen	SMD-Lötsysteme	Reparaturarbeitsplätze	ESD/EGB-Arbeitsplätze	Kleber	Lote, Lotpasten	Reinigungsmittel	Prototypenfertigung	SMD-Schablonenfertigung	Sonstiges
AAT Aston GmbH	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
Alfatec GmbH		•		•	•	•									
Asscon Systemtechnik-Elektronik GmbH					•	•									Dampfphasenlötanlagen, SMD-Entlötstationen, Handlingsysteme für SMD-Produktion
ATV Technologie GmbH					•	•									
Ätztechnik Herz GmbH & Co.													•		SMD-Metallschablonen, geätzt oder lasergeschnitten
Cadillac Laser GmbH					•	•				•	•		•		Lötpastenschablonen, Klebstoffschablonen lasergeschn.
Circuit Chemical Products GmbH										•	•				
CooperTools GmbH	•				•	•	•	•							
Cybertron GmbH			•												
Daum Electronic GmbH			•		•	•									
Delo Industrieklebstoffe GmbH			•						•						Kleber für COB, Flip-Chip-Underfiller
DK-Elektronik GmbH												•	•		EMV-gerechtes Leiterplattenlayout
Ebso Maschinen- und...	•														Bauteilvorbereitungsmaschinen
Ebsotec GmbH	•	•	•	•	•	•				•					
Edsyn GmbH Europa	•				•	•	•	•		•					
EKRA Eduard Kraft GmbH				•											
euzola Laboreinrichtungen GmbH							•	•							Handlingsysteme, alternative Belotungstechniken
Finetech Electronic	•	•		•	•	•	•								Komplettprogramm ESD-Schutz
Fritsch GmbH			•		•	•	•								
Frost engineering GmbH	•														Nutzen-Trenneinrichtung
FSL Deutschland GmbH						•					•	•			
Gemac													•		
Globaco GmbH	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
GLT Gesellschaft f. Löttechnik mbH			•							•					Aushärtungssysteme für UV-Klebstoffe
Heeb-Inotec GmbH			•		•	•	•		•	•					
IAM FuE GmbH												•			Software für CAD/CAM-Kopplung, Bestücksimulation.
IBL Löttechnik GmbH						•	•								
Inecon GmbH										•	•				EGB-Schutzkleidung, Multilayer, flexible Schaltungen
Int GmbH															Adapterplatinen SMD auf Standardraster f. AMD CPLDs
Klappenbach GmbH	•	•				•	•								
LPKF CAD/CAM Systeme		•	•		•	•									
Lust Hybrid-Technik GmbH												•			Hybridfertigung, Layouterstellung
Macrotron Process Technologies					•	•	•								Röntgen-Inspektionssys., SPC/Reparatur Softwarelösung
Martin GmbH	•		•		•	•	•	•	•						
Mimot GmbH					•										
MTC GmbH		•	•			•			•						
Mutronic GmbH & Co. KG	•														Nutzen-Trenneinrichtung
Neuschäfer Elektronik GmbH												•	•		Prüfsysteme, SMD-Druckschablonen, Bestückung
OK Industries Deutschland GmbH	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•			•	Lötrauchabs., Schablonendrucksys., Seminare
Panacol-Elisol GmbH			•							•					Aushärtungssysteme für UV-Klebstoffe
PEK3 Electronic GmbH	•							•	•	•	•				Flußmittel, Abdecklacke
Rehm Anlagenbau GmbH + Co.					•										
Robert Bosch GmbH Abt. IA3/VKF5								•							
SEF GmbH				•	•										
SICAN GmbH													•		
Siemens													•		
Stölger Elektronik GmbH	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Tekelec Airtronic GmbH	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•				SMD-Minischwall-Fließlötsysteme, Lötrauchabsaugung
W. C. Heraeus GmbH										•	•	•			Flußmittel
ZVE															Schulungen, Seminare

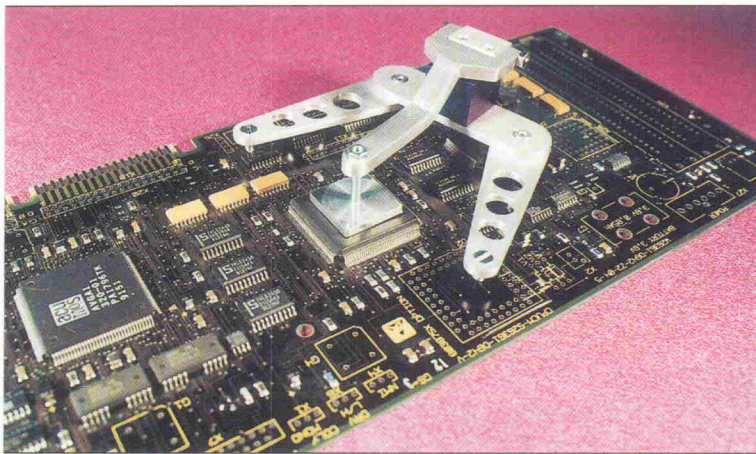


Bild 5. Das SMD-Entlötwerkzeug 'ReSy' kann selbst hochpolige Flatpacks und BGAs beschädigungsfrei in der Dampfphasen-Reflow-Anlage entlöten (IBL).

unabhängig von Massenverhältnissen oder geometrischen Gegebenheiten der Baugruppe zuverlässig übertragen wird, kann auf die Ermittlung von Temperaturprofilen verzichtet werden.

Die maximale Prozeßtemperatur hängt vom Siedepunkt der eingesetzten Flüssigkeit ab und beträgt bei den Anlagen typischerweise 200 °C. Obwohl die Temperatur im Vergleich zu anderen Prozessen niedrig erscheint, ist sie ausreichend, um sogar massereiche Aluminiumsubstrate oder Abschirmbleche in einem Arbeitsgang zu löten. Mit speziellen Werkzeugen ist sogar ein Entlöten in der Dampfphase möglich.

Als Medium kamen zuerst FCKWs zum Einsatz, die allerdings auch die Ozonschicht gefährdeten. Heute verwendet man das flüssige Polymer Perfluoropolyeter. Dessen Dampf-atmosphäre unterliegt keiner Alterung und bleibt deshalb unverändert stabil. Der inerte Dampf gleicht einer Schutzgas-atmosphäre. Das Polymer ist weder umweltgefährdend noch oxidierend, es findet auch in Cremes und Salben oder sogar als Blutersatz Verwendung.

Das Spektrum der erhältlichen Dampfphasenlötssysteme (Von Asscon, FSL und IBL) reicht vom kleinen Laborgerät für zirka 50 000 DM bis hin zur Inline-Maschine für die Großserie (bis 250 000 DM). Neben den Geräten mit gesättigter Dampfphase kommen jetzt auch Anlagen mit ungesättigtem Dampf auf den Markt. Hier läßt sich die Temperatur des Systems einstellen und ist nicht allein durch den Siedepunkt des Polymers bestimmt.

No Clean, please

Die Flußmittelmittelrückstände des Lötvorgangs können die Funktion und die elektrische Sicherheit von Baugruppen gefährden. Wenn Feuchtigkeit, Staub und Temperaturwechsel ins Spiel kommen, bilden sich leitfähige Schichten. Zusätzlich können sich Ionen aus den Lotlegierungen lösen und im Extremfall bis zum Kurzschluß auf dem Bauelement abscheiden.

Bis vor wenigen Jahren wurden Baugruppen daher mit Flourchlorkohlenwasserstoffen penibel gereinigt. Inzwischen verhindern internationale Abkommen jedoch die Anwen-



Bild 6. Verbleiben herkömmliche Flußmittel auf der Platine, können sie die Funktion in Frage stellen.

Seminare, Messen, Termine

SMT/ES&S/Hybrid '97

Vom 22. bis 24. April findet im Messezentrum Nürnberg die elfte Internationale Messe für Systemintegration statt.



20 000 Besucher der SMT/ES&S/Hybrid '97 treffen dort voraussichtlich auf die Angebote von über 500 Ausstellern. Der parallele Fachkongreß bietet in diesem Jahr 18 Sessions mit über 70 Vorträgen. Die thematischen Schwerpunkte liegen im Bereich der fortschrittlichen Leiterplatten- und Hybridtechnik und in der mikrotechnischen Produktion. Als Beispiel für die Kombination von Chip-Entwurf, Aufbautechnik und Leiterplatte steht die Chip-Karte im Vordergrund. Neben den bewährten Tutorials der vergangenen Jahre finden erstmals Vorträge zu den Themen 'FPGA-Synthese mit VHDL-Beschreibungen', 'Alternative Lote' sowie 'Herstellungs- und verarbeitungsbedingte Schwachstellen an integrierten Schaltungen und deren Erkennung' statt.

Mesago Messe und Kongreß GmbH
Rotebühlstraße 83-85
70178 Stuttgart
☎ 07 11/619 46-26
☎ 07 11/6 61 97 26

SMD für Einsteiger

Ein SMD-Infoseminar, das sich an Einkäufer, Entwickler, Layouter und Fertigungsmitarbeiter wendet, veranstaltet die IAM am 22. April in Braunschweig. Die Teilnehmer sollen einen Überblick über die SMD-Technik und ihre Möglichkeiten gewinnen. Zur Sprache kommen Zuverlässigkeit und Einsatzkriterien, Lötverfahren, Bestückungssysteme, Test und Reparatur sowie die CAD/CAM-Kopplung. Die Seminargebühr beträgt 350 DM. Auf Anfrage veranstaltet IAM FuE auch kundenspezifische Spezialseminare zum Thema.

IAM FuE GmbH
Richard-Wagner-Straße 1
38106 Braunschweig
☎ 05 31/38 02-0
☎ 05 31/38 02-110

Löten

Umfangreiche Kenntnisse über aktuelle SMD-Löttechniken in Theorie und Praxis soll ein Workshop von Rohde & Schwarz vermitteln. Die Reparatur von SMD-Baugruppen wird an RS-Lötarbeitsplätzen trainiert (Köln 9. 6. bis 11. 6., 2560 DM). Eine weitere Veranstaltung beschäftigt sich mit der Reparatur von Leiterplatten im Rahmen der Qualitätssicherung. Das Seminar soll den Teilnehmer in die Lage versetzen, Instandsetzungen und Qualitätskontrollen nach verschiedenen Standards durchzuführen. Voraussetzung ist Erfahrung im konventionellen und SMD-Löten (Köln 12. 6. bis 13. 6., 1920 DM).

Rohde & Schwarz
Mühlendorfstraße 15
81671 München
☎ 0 89/41 29-3051
☎ 0 89/41 29-3335

Rapid Prototyping

Ein Seminar zum Thema 'Rapid Prototyping in Embedded Systems' veranstaltet ELRAD gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen. Anwender erhalten hier praxisnahe Hintergrundinformationen zur schnellen Verifikation von ICs und ganzen Systemen. Vorgestellt werden unter anderem Hardware-Emulatoren für die Chip-Entwicklung sowie ASIC-Prototyping-Systeme mit In-Circuit-programmierbaren Bausteinen. Das zum Systemdesign gehörende Software-Prototyping ist ebenso Bestandteil der Vorträge wie die derzeitigen Möglichkeiten eines Hardware/Software-Co-Designs. Parallel zum Seminar demonstrieren etliche Unternehmen ihre Produkte in einer Ausstellung. Die Veranstaltung findet vom 13. bis 14. Mai 1997 in den Räumen des Fraunhofer Instituts in Erlangen statt, die Kosten belaufen sich auf 950 DM pro Teilnehmer.

FhG IIS
Peter Heusinger
Wetterkreuz 13
91058 Erlangen
☎ 0 91 31/77 64 40
☎ 0 91 31/77 69 99

A manual soldering station is shown. It consists of a dark wooden frame with a blue heat-resistant mat on top. A green printed circuit board (PCB) is placed on the mat. A soldering iron is held by a clamp that can move along the frame. The iron is positioned over a component on the PCB, ready to solder.

cf

ELRAD 1997, Heft 4

Hersteller und Dienstleister für das SMT-Prototyping

AAT Aston GmbH
Konradstraße 7
90429 Nürnberg
☎ 09 11/32 66-0
☎ 09 11/32 66-2 99

Delo Industrieklebstoffe GmbH
Ohmstraße 3
86899 Landsberg
☎ 0 81 91/32 04-72
☎ 0 81 91/32 04-44

FSL Deutschland GmbH
Dammweg 21a
64807 Dieburg
☎ 0 60 71/92 31-0
☎ 0 60 71/92 31-27

LPKF CAD/CAM Systeme
Osteriede 7
30827 Garbsen
☎ 0 51 31/7 09 50
☎ 0 51 31/70 95 90

PEK3 Electronic GmbH
Hans-Urmiller-Ring 24
82515 Wolfratshausen
☎ 0 81 71/42 22-0
☎ 0 81 71/42 22-24

Alfatec GmbH
Meckenloherstraße 11
91126 Rednitzhembach
☎ 0 91 22/9 79 60
☎ 0 91 22/97 96 50

DK-Elektronik GmbH
Alte Kelter Str. 7
66130 Saarbrücken
☎ 0 68 93/98 60 44
☎ 0 68 93/98 60 46

Gemac
Matthesstr. 53
09113 Chemnitz
☎ 03 71/3 37 71 04
☎ 03 71/3 37 72 72

Lust Hybrid-Technik GmbH
Michael-Faraday-Straße 6
07629 Hermsdorf
☎ 03 66 01/6 11 03
☎ 03 66 01/6 42 82

Rehm Anlagenbau GmbH&Co.
Leinenstraße 7
89143 Blaubeuren-Seißen
☎ 0 73 44/96 06-0
☎ 0 73 44/96 06 25

Asscon Systemtechnik-
Elektronik GmbH
Messerschmittweg 44
86434 Königsbrunn
☎ 0 82 31/9 00 52
☎ 0 82 31/9 00 54

Esbo Maschinen- und
Apparatebau GmbH
Winterstraße 44
76137 Karlsruhe
☎ 07 21/38 55 29
☎ 07 21/37 32 62

Globaco GmbH
Paul-Ehrlich-Straße 22-26
63322 Rödermark
☎ 0 60 74/8 69 15
☎ 0 60 74/9 35 76

Macrotron Process
Technologies
Wamlerstraße 9
81829 München
☎ 0 89/4 51 11-0
☎ 0 89/4 51 11-108

Robert Bosch GmbH
Abt. IA3/VKF5
Postfach 300207
70442 Stuttgart
☎ 07 11/8 11-78 48
☎ 07 11/8 11-78 95

ATV Technologie GmbH
Am Kiesgrund 2-4
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/9 03 00 59
☎ 0 89/9 03 13 84

Ebsotec GmbH
Winterstraße 44
76137 Karlsruhe
☎ 07 21/9 31 42-0
☎ 07 21/9 31 42-28

GLT Gesellschaft für
Löttechnik mbH
Rennfeldstraße 18
75173 Pforzheim
☎ 0 72 31/92 09-0
☎ 0 72 31/92 09-39

Martin GmbH
Hauptstraße 57
82234 Weßling
☎ 0 81 53/14 15
☎ 0 81 53/15 22

SEF GmbH
Kringelsburg
21379 Scharnebeck
☎ 0 41 36/9 09-0
☎ 0 41 36/9 09-11

Ätztechnik Herz GmbH&Co.
Kilbigswaren 2
78736 Epfendorf
☎ 0 74 04/92 14-0
☎ 0 74 04/92 14-30

Edsyn GmbH Europa
Finkenweg 2
97892 Kreuzwertheim
☎ 0 93 42/64 13
☎ 0 93 42/64 17

Heeb-Inotec GmbH
Einsteinstraße 11
74372 Sersheim
☎ 0 70 42/84 00 40
☎ 0 70 42/39 37

Mimot GmbH
Im Entenbad 13
79541 Lörrach-Hauingen
☎ 0 76 21/95 78-0
☎ 0 76 21/95 78-10

SICAN GmbH
Garbsener Landstraße 10
30419 Hannover
☎ 05 11/2 77-0
☎ 05 11/2 77-21 50

Cadillac Laser GmbH
Lohbachstraße 37
91161 Hilpoltstein
☎ 0 91 74/47 20-0
☎ 0 91 74/47 20-50

EKRA Eduard Kraft GmbH
Zeppelinstraße 16
74357 Bönningheim
☎ 0 71 43/88 44-0
☎ 0 71 43/88 44-22

IAM FuE GmbH
Richard-Wagner Straße 1
38106 Braunschweig
☎ 0 51 31/38 02-0
☎ 05 31/38 02-110

MTC GmbH
Schachenwaldstr. 30
63456 Hanau
☎ 0 61 81/66 15 33
☎ 0 61 81/66 15 35

Siemens ANL TD Elektronik –
Zweigniederlassung München
Tübinger Straße 1-5
80686 München
☎ 089/9221-6300
☎ 089/9221-6575

Circuit Chemical Products GmbH
Königsbacher Weg 18
86529 Schrobenhausen
☎ 0 82 52/89 99-0
☎ 0 82 52/89 99-55

euzola Laboreinrichtungen
Landauerstraße 3
74582 Gerabronn
☎ 0 79 52/50 07
☎ 0 79 52/50 08

IBL Löttechnik GmbH
Messerschmittweg 61-63
86343 Königsbrunn
☎ 0 82 31/3 20 52
☎ 0 82 31/8 52 10

Mutronic GmbH & Co. KG
Sankt-Urban-Straße 20
87669 Rieden
☎ 0 83 62/70 62
☎ 0 83 62/70 65

Stöllger Elektronik GmbH
Schwedenstraße 9
13359 Berlin
☎ 0 30/4 91 60 48
☎ 0 30/4 92 50 13

CooperTools GmbH
Carl-Benz-Straße 2
74354 Besigheim
☎ 0 71 43/5 80-0
☎ 0 71 43/5 80-108

Finetech Electronic
Dossestr. 18
10247 Berlin
☎ 0 30/2 94 08 06
☎ 0 30/2 94 08 05

Inecon GmbH
Alte Straße 24
90596 Schwanstetten
☎ 0 91 70/9 41 00
☎ 0 91 70/94 10 50

Neuschäfer Elektronik
Siegener Straße 46
35066 Frankenberg
☎ 0 64 51/40 95
☎ 0 64 51/2 33 64

Tekelec Airtronic GmbH
Kapuzinerstraße 9
80337 München
☎ 0 89/51 64-0
☎ 0 89/51 64-1 10

Cybertron GmbH
Groß-Berliner Damm 71
12487 Berlin
☎ 0 30/6 31 06 31
☎ 0 30/6 31 06 36

Fritsch GmbH
Kastler Straße 11
92280 Kastl
☎ 0 96 25/92 10-0
☎ 0 96 25/92 10 49

Int GmbH
Bunsenstraße 6
82152 Martinsried
☎ 0 89/8 57 66 67
☎ 0 89/8 56 12 13

OK Industries Deutschland
Bensheimer Straße 61
65428 Rüsselsheim
☎ 0 61 42/3 10 61
☎ 0 61 42/3 31 66

W. C. Heraeus GmbH
Heraeusstraße 12-14
63450 Hanau
☎ 0 61 81/35-54 69
☎ 0 61 81/35-8 77

Daum Electronic GmbH
Jahnstraße 11
90587 Veitsbrunn
☎ 0 91 01/54 47
☎ 0 91 01/55 43

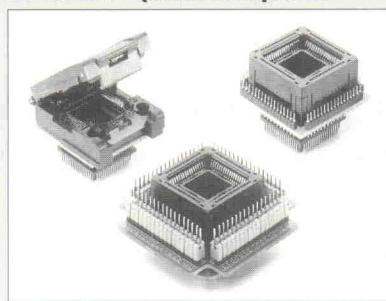
Frost engineering GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 29
93051 Regensburg
☎ 09 41/99 74 94
☎ 09 41/9 96 94

Klappenbach GmbH
Rohrstraße 16
58093 Hagen
☎ 0 23 31/95 94-0
☎ 0 23 31/95 94 44

Panacol-Elosol GmbH
Obere Zeil 6-8
61440 Oberursel
☎ 0 61 71/62 02-0
☎ 0 61 71/62 02 90

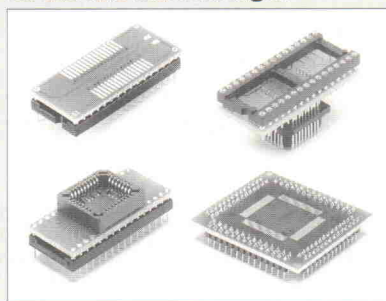
ZVE, Zentrum für Verbindungs-
technik in der Elektronik
Argelsrieder Feld 6
82234 Oberpfaffenhofen
☎ 0 81 53/4 03-0
☎ 0 81 53/4 03-15

Test- u. Programmierfassungen für höchste Qualitätsansprüche



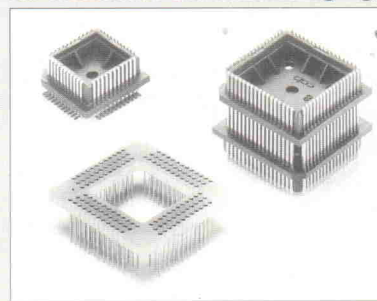
Hochwertige Fassungen und die stabilen Anschluß-
stifte gewährleisten über 10.000 Steckzyklen.

Converterfassungen für alle Ihre Anforderungen



Über 200 verschiedenen Typen sind lieferbar. Kunden-
spezifische Ausführungen fertigen wir schnell
und preiswert.

PLCC- und QFP-Adapter für Testzwecke und Serienfertigung



Ob hohe oder niedrige Bauformen, steckbare, bedraht-
ete oder SMD-Anschlüsse: die Auswahl ist riesig.

Wir stellen aus:

SMT

22. - 24.4.1997
Nürnberg
Halle G, Stand 174

cab

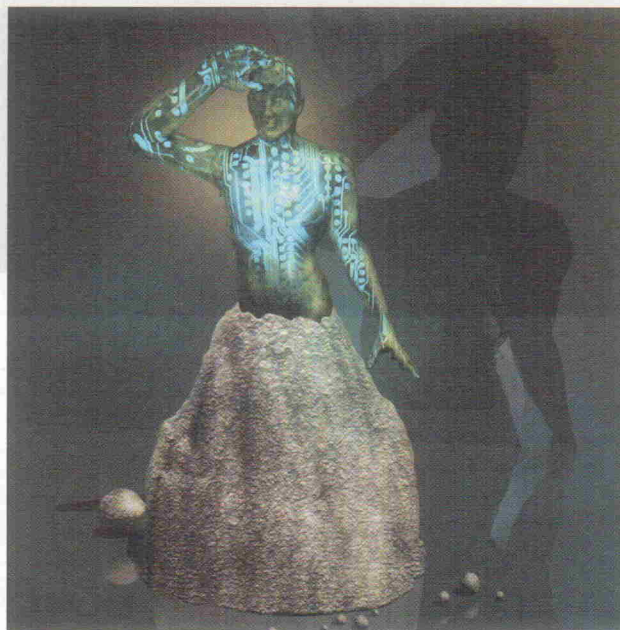
cab Produkttechnik
GmbH
Postfach 19 04
D-76007 Karlsruhe
Tel. 07 21/66 26-252
Fax 07 21/66 26-219

Designkunst

Markt, Trends und Diskussionen der ECAD-Szene

Peter Nonhoff-Arps

Auch wenn es für den unbedarften Betrachter manchmal anders erscheinen mag, so haben dennoch Platinenlayoutdesigns nur wenig mit Kunst zu tun. Auf der anderen Seite kann man es schon als eine Art von Kunst ansehen, ein optimales Platinenlayout zu kreieren. Zumal die Anforderungen an den Layouter in den letzten Jahren weiter gestiegen sind. Komplexeste High-Speed-Schaltungen auf engstem Raum unterzubringen und dabei immer die EMV-Problematik im Hinterkopf zu behalten, das sind die Probleme, die das Können von PCB- und Baugruppenn-Designern herausfordern. Und dazu bedarf es möglichst optimaler, aber auch bezahlbarer Werkzeuge.



Bereits seit mehr als einem Jahr ist eine Diskussion im Gange, ob Windows NT für EDA-Software das Betriebssystem der Zukunft sein wird [1]. In der Zwischenzeit haben sich immer mehr namhafte Workstation-EDA-Anbieter dazu entschieden, ihre Produkte auch auf diese Plattform zu portieren. Damit scheint sich ein neues Marktsegment zu bilden. Ein Bereich, angesiedelt zwischen sogenannten 'Power Usern' und den Durchschnittsanwendern.

Doch wie stellt sich die derzeitige Marktsegmentierung dar: Die bereits erwähnten 'Power User' sind momentan eindeutig in der Unix-Welt zu Hause. Sie setzen sich mit Entwicklungen auseinander, die sich mit Schlagworten wie 'System on Silicon', 'Intellectual Properties, Design Reuse' oder 'Behavioural and Power Synthesis' umschreiben lassen – kurzum die vorderste Front neuester Technologien. Bei derartigen Aufgabenstellungen stehen die Entwickler in sehr

engem Kontakt zu den Softwarefirmen, um zu möglichst optimal angepassten Werkzeugen zu kommen. Dieses Marktsegment macht etwa 40 % des gesamten EDA-Umsatzes bei etwa 10–20 % der Anwender aus.

ASICs, CPLDs, High Speed PCB, System Level Verification oder FPGA-spezifische Synthese zählen zu den anspruchsvollen, leistungsfähigen, komplexen, aber bereits bewährten Technologien. Hiermit setzt sich mit etwa 30–40 % eine etwas größere Gruppe von Anwendern auseinander, die sogenannten 'Mainstream User'. Die eingesetzten Werkzeuge entstammen meist dem Workstation-Bereich, aber im zunehmenden Maße auch dem PC-Bereich – interessant vor allem für Windows-NT-Produkte. Dieses Marktsegment macht etwa 40 % des Gesamt-EDA-Umsatzes aus.

Von den Anwendungen her eher im unteren Bereich der Technologie anzusiedeln sind

schwerpunktmäßig schaltplanorientierte Anwendungen wie PLDs, Low Cost PCB oder die rein funktionale Simulation. Aufgaben aus diesem Bereich lassen sich gut mit Werkzeugen auf Windows-3.1- oder Windows-95-Basis erfüllen. Zumal viele Anwender aus diesem Bereich sehr preissensitiv sind, was die Kosten für die benötigte Software anbelangt. In diesem Marktsegment tummeln sich etwa 50–60 % der EDA-Anwender. Vom Umsatzes her gesehen macht dieser Bereich jedoch lediglich 20 % aus.

Traumprognosen für Windows-EDA

Betrachtet man den 'mittleren' Markt genauer, so lassen sich zwei Trends registrieren. Zum einen der bereits erwähnte, daß immer mehr Workstation-Anbieter ihre Tools auch als NT-Versionen anbieten, und zum anderen, daß sich bekannte und etablierte PC-Programme im Laufe der letzten Jahre zu professionellen integrierten EDA-Gesamtlösungen entwickelt haben. Dominierten früher Einzelprogramme wie Schaltplan- oder Layouteditor, die sich nur über Netzlisten zu einem gegenseitigen Datenaustausch bewegen ließen, so arbeitet man auf dem PC-Sektor mit Hochdruck an neuen durchgängigen Lösungen, wie man sie von der Workstation-Szene her kennt.

Grundlage ist meist eine gemeinsame Datenbasis für verschiedenste Werkzeuge wie Schaltungseingabe, PCB, EMV-Analyse, Simulation oder Logiksynthese. Der Anwender arbeitet immer unter ein und derselben Oberfläche, egal in welcher Phase des Entwicklungsablaufs er sich gerade befindet. Der Datenaustausch läuft beinahe unbemerkt im Hintergrund – so zumindest die Idealvorstellung. Kein Wunder, daß gerade diesem Bereich traumhafte Wachstumsraten bescheinigt werden. Dataquest spricht von zirka 100 % jährlich bis zum Jahr 1999 (siehe Grafik S. 43).

Aber auch im Low-End-Bereich träumen viele Anwender von einem solchen 'Wunderprogramm', mit dem man alles von der Schaltungsplanung über Simulation und EMV-Untersuchungen bis hin zum

Layout und zur CAM-Ausgabe ohne 'Netzlistenhürden' und Plattformwechsel 'erschlagen' kann. Wie schätzen nun die EDA-Hersteller und -Anbieter selbst die Lage ein? Ist es durch die Portierung diverser Workstation-EDA-Pakete auf PCs zu einer neuen Konkurrenzsituation auf dem Markt gekommen? Die Meinungen dazu sind beinahe so vielfältig wie es Anbieter gibt. Ein jeder argumentiert natürlich aus seiner Perspektive heraus.

Warten auf die 'zweite Welle'

Arno Stöhr von der Firma VeriBest, einer der ersten Workstation-Vertreter, die auf NT gesetzt haben, sieht hier ein neu entstehendes Marktsegment, das in den nächsten Jahren durchaus profitabel sein kann. Und von diesem Kuchen möchte natürlich jeder Anbieter etwas abbekommen. In der Situation eines kräftig wachsenden Marktes bieten sich natürlich auch Chancen für Newcomer. Daher verzeichnet man bereits jetzt eine rasche Zunahme von Anbietern, die sowohl aus der unteren als auch aus der oberen Leistungsklasse her kommen. Wer sich hier durchsetzen wird, ist eine Frage der Positionierung.

Der Hauptunterschied zwischen Mainstream-Usern und solchen aus dem 'unteren' Bereich ist, daß die Aufgabenstellungen eines Mainstream-Users so hoch sind, daß – unabhängig von der Qualität des zum Einsatz kommenden Werkzeugs – ein kompetenter lokaler Support benötigt wird. Auch wenn sogenannte 'Ready-to-use'-Werkzeuge noch so gut und noch so integriert sind und die beste Dokumentation aufweisen, so wird der Entwickler dennoch Hilfestellung beim Lernprozeß benötigen. Anbieter in diesem 'Ready-to-Use'-Segment stellen fest, daß FPGA- und PCB-Design zusammenspielen müssen. Auf dieser Ebene ist das Board gleichzeitig das System. Entwickler sind oft gleichzeitig FPGA- und PCB-Entwickler in einer Person. 'Ready-to-Use'-Anbieter wie Mentor, Synario, VeriBest oder Viewlogic kämpfen nun um diesen EDA-Markt auf Windows-NT-Basis. Die treibende Kraft in

diesem Segment ist zum einen die von Dataquest prognostizierte 'Second Wave' der Entwickler, die nun auf Register Transfer Level (RTL) basierendes Design für FPGAs und somit auf neue, komplexere und teurere Synthese-Tools umsteigen, und zum zweiten die steigende Zahl der High Speed Board Designs.

Auch Henrik Rasmussen vom dänischen EDA-Entwickler Dansk Data Electronic mißt NT zunehmende Bedeutung bei, zumal viele Anwender in Windows eine Plattform sehen, die sie kennen. Die Hemmschwelle in ein solches EDA-System einzusteigen, ist also wesentlich geringer als sich als Neuling mit Unix auseinandersetzen zu müssen. Denn ist ein Anwender gezwungen, zunächst Zeit in die Ausbildung an einer bestimmten Plattform zu investieren, so führt dies zu Verzögerungen und obendrein zu einer Plattformabhängigkeit.

Aber die Plattformdiskussion ist aus seiner Sicht eher zweitrangig. Für den Entwickler wichtiger sind die Fragen nach der möglichen Produktivität, der Konsistenz der Daten und der Anwenderfreundlichkeit der angebotenen Programme. Nur wenn die Projektdaten ohne jede Form der Konvertierung von einer Plattform auf die nächste zu portieren sind, ist effizientes Arbeiten möglich. Auch sichert dies ein hohes Maß an Flexibilität und einen minimalen Einfluß von Seiten des Betriebssystems oder der verwendeten Hardware.

Konkurrenz für PC-EDA?

Regine Heuer von Mentor, die seit einiger Zeit Integrastation – ehemals Seto-TopCad – als EDA-Lösung unter Windows anbieten, beleuchtet die Situation aus Sicht der PC-Anbieter: Die Portierung diverser Workstation-EDA-Pakete auf PCs hat sicherlich die Konkurrenz im Markt belebt. Für reine PC-Produkte hat sich die Situation jedoch kaum verändert. Sicherlich sind nun mehr PC-Produkte verfügbar. Aber die Portierung von Workstation-EDA auf NT gewährleistet nicht automatisch, daß diese auch die Windows-Standards und die Architektur unter Windows zu 100 % unterstützen.

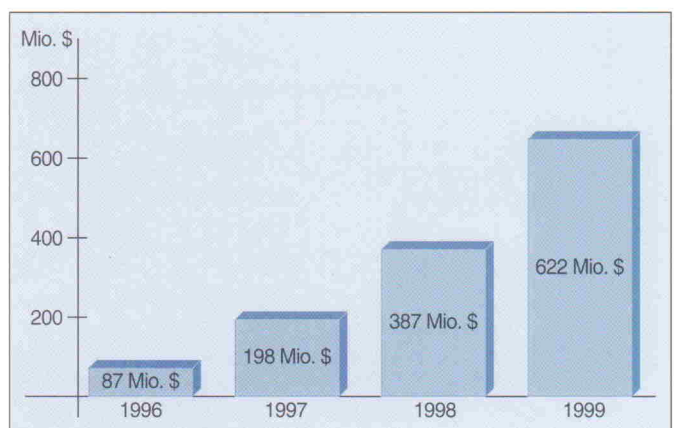
Anwender die in komplexen Unix-Entwicklungsumgebungen arbeiten, werden nach ihrer Meinung auch weiterhin im Unix-Bereich bleiben. Diese Anwender benötigen Spitzentechnologien und definieren selber die Technologiestandards, die sie gemeinsam mit den ECAD-Anbietern entwickeln. Trotzdem werden durchgängige ECAD-PC-Lösungen zukünftig den Windows-Markt beherrschen, zumal dann, wenn eine maximale Effizienz, keinerlei Reibungsverluste durch Schnittstellen und eine komplette Entwicklungsumgebung – alles aus einer Hand – gewährleistet werden können. Sicherlich werden auch Anwender aus der komplexen Unix-Umgebung auf eine PC-Lösung umsteigen. Die Hauptgründe hierfür liegen dann in der gewährleisteten Flexibilität des Windows-Systems und nicht in der Frage einer kompletten Infrastruktur.

Als EDA-Anbieter für PC-Plattformen beurteilt Gerhard Bächer von MTC die Situation am Markt aus eben dieser Sicht: Windows NT in der Version 4.0 hat aufgrund seiner Stabilität und Netzwerkfähigkeit den PC-basierenden Werkzeugen zum Durchbruch verholfen und die EDA-Industrie gezwungen, von alten, unbeweglichen Unix-Rössern auf schnelle PC-Pferde umzusatteln. Diese Entwicklung wird sich mit zukünftigen Windows-Versionen sicher noch verstärken, zumal die Multiprozessor- und Netzwerkfähigkeiten ebenso aufgebaut werden, wie die Übernahme der restlichen Features, die bisher den Unix-Systemen vorbehalten waren.

Für den Low-End-Bereich könnten nach Ansicht Bäckers preiswerte All-in-one-EDA-Lösungen durchaus Sinn machen, für den High-End-Anwender sind es eher die Best-Of-Class-Werkzeuge, die als Speziallösung in einen gesamten EDA-Prozeß eingebunden werden müssen. Und genau hier ist der Dienstleister als Experte gefragt, der alles über solche 'point solution tools' weiß, den EDA-Ablauf beim Kunden kennt und zudem weiß, wie die Werkzeuge in einen sinnvollen Designablauf einzubinden sind. Hier bedarf es kompetenter High-Tech-Distributoren, die ohne Probleme alle Bereiche abdecken können.

Einsteiger mit Aufstiegschancen

Nach Meinung von James Post, Chef des niederländischen ECAD-Anbieters Ultimate, werden die 'ehemaligen' Workstation-Anbieter auch weiterhin im oberen Preissegment bleiben und schon allein dadurch nur eine ganz bestimmte Klientel ansprechen. Aber auch Anbieter von reinen PC-Lösungen werden sich trotz der Einbindung von High-End-Werkzeugen wie den Spectra-Router zunächst nicht weit von ihrem bisherigen Markt wegbewegen, sondern sich nur formell der Mittel- oder Oberklasse annähern. Trotzdem ist ein klarer Trend hin zu integrierten Gesamtlösungen zu verzeichnen. Nach wie vor wird es jedoch zum Konzept der PC-EDA-Anbieter gehören, einen preiswerten Einstieg in rechnergesteuertes Elektronikdesign anzubieten und auf Wunsch auch dem Be-



Traumhafte Wachstumsraten von jährlich über 100 % prophezeit Dataquest dem EDA-Bereich unter Windows NT.

ECAD-Software im Überblick

Produkt	P-CAD Master Designer V. 8.6	Accel EDA	CAM 350 Family	Baby Bartels	Bartels Autoengineer	Bartels High End	AES Advanced Electronic System	EAGLE Layout Editor	Ariadne	Supermax E-CAD
Hersteller	Accel Technologies	Accel Technologies Inc.	Advanced CAM Technologies	Bartels GmbH	Bartels GmbH	Bartels GmbH	CADAES GmbH	CadSoft Computer GmbH	CAD-UL	Dansk Data Elektronik A/S
Homepage	http://www.acceltech.com/	http://www.acceltech.com/		http://www.bartels.de/	http://www.bartels.de/	http://www.bartels.de/	http://www.cadaes.com/	http://www.cadsoft.de/	http://www.cadul.com/	http://www.dde.dk/eda/
Distributor ¹⁾	18	8, 7, 18	8	1	1	1	3	4	2	5
Preis/DM ²⁾	16 000,-	ab 5900,-	ab 700,-	4950,-	17 950,-	39 500,-	ab 6490,-	ab 800,-	ab 2500,-	60 000,-
Programm-Typ	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout, Router, DBX, Library Manager	Layout, Router, CAM-Editor	Komplettsystem	Komplettsystem	Komplettsystem in Framework	Schaltplan, Layout, Router, Mikrowellen-, HF-Module	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router, CAM-Editor	Layout, Router
Rechnerplattformen	PC oder Kompatibile	PC	PC, Unix	PC Pentium	PC Pentium	HP Serie 700, SunSparc	PC	PC	PC	Workstation Sun Supermax Multi Server
Betriebssysteme	DOS	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win NT, Unix	DOS, Windows 95 / NT	Windows 95, Win NT	Unix	Windows 95, Win NT	DOS, OS/2, Windows 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	SupermaxOS, Solaris, HP-UX
Minimal-konfiguration	386, 8 MB RAM, 60 MB HD, CD-ROM-Laufw.	486, 16 MB RAM, 45 MB HD	486/33MHz, 8 MB RAM	8 MB RAM	16 MB RAM	32 MB	32 MB	386, 4 MB RAM	486 DX, 16 MB RAM	plattformabhängig
Dongle	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	plattformabhängig
Evaluation-version ³⁾	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, DM 20,-	ja, DM 20,-	ja, DM 20,-	nein	ja, DM 29,90	ja, DM 1870,-	ja
Auflösung:										
PCB	0,01 Mil	—	0,001 Mil	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig	0,004 mm	10 ⁻⁶ mm	1/100 Mil
Router	—	—	0,001 Mil	1/40 "	beliebig	beliebig	beliebig	4 Mil	—	Grid 1/100m, shape-based
Anzahl der PCB-Lagen:										
Signal	100 insgesamt	99	99999	4	100	100	255	16	99	—
Versorgung	—	99	—	2	12	12	255	14	—	—
Sonstige	—	99	—	—	36 Dok-Lagen	36 Dok-Lagen	unbegrenzt	225 insges.	—	155 frei
Hierarchischer Entwurf	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nach Wahl möglich
Autoplacer	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Backannotation	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Online DRC	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Undo-Funktion ⁴⁾	ja (1)	ja	ja (unbegr.)	ja (10)	ja (10)	ja (10)	ja (unbegr.)	ja (unbegr.)	ja (unbegr.)	ja
Besonderheiten	Max. 3m X 3m PCBs, autom. Bemaßung, RS-274-X	DBX-Tools zum Schreiben eigener Programm-anwendungen	Direktes Interface zu vielen CAD-Systemen	Copper sharing, Backtracking, Off-Grid-Erkennung, freie Tastenbelegung, Gruppenfunktionen	User Language für beliebige Formate, In/Out, Framework, MCM-fähig,	Multitasking, Multiuser, High-Speed-Kanal, MCM-fähig,	3-D-Layout, Mechanik Auto CAD R 13	Online Back-annotation, kostenloser Support	—	PCB, Hybrid, MCM Entflechtung, ?

Produkt	OrCAD Capture for Windows	OrCAD Layout for Windows	OrCAD Layout LTD for Windows	OrCAD Layout Plus for Windows	OrCAD/PCB-386+	OrCAD/SDT-386+	PowerLogic (Power PCB)	Ranger 2	Ranger 3	ULTiboard
Hersteller	OrCAD	OrCAD	OrCAD	OrCAD	OrCAD	OrCAD	Pads Software Inc.	Seetrix	Seetrix	ULTimate Technology
Homepage	http://www.orcad.com/	http://www.orcad.com/	http://www.orcad.com/	http://www.orcad.com/	http://www.orcad.com/	http://www.orcad.com/	http://info@pads.com/	http://biz.ukonline.co.uk/seetrix/	http://biz.ukonline.co.uk/seetrix/	http://www.ultiboard.com
Distributor ¹⁾	17, 11	11	11	17, 11	11	11	21	15	15	20, 6
Preis/DM ²⁾	ca. 2000,-	ca. 7800,-	ca. 2400,-	ca. 12 000,-	ca. 6000,-	ca. 2000,-	ab 3900,-	390,-	ab 3800,-	ab 100,-
Programm-Typ	Schaltplan, Layout, Router	Layout, Router	Layout	Layout, Router	Layout, Router	Schaltplan	Schaltplan, Layout, Router, EMV-Analyse	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router
Rechnerplattformen	PC	PC 486er oder höher	PC 486 oder höher	PC 486er oder höher	PC 486er oder höher	PC 368er oder höher	PC	PC	PC, Workstation (Sun, HP)	PC
Betriebssysteme	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	DOS	Windows 95, Win NT	DOS, Win 95 / NT (ab 5/97)	DOS, Windows, Unix	DOS, Windows 95
Minimal-konfiguration	8 / 16 MB, 20 MB HD	486, 16 MB RAM	486, 16 MB RAM	486, 16 MB RAM 60 MB HD	386, 8 MB RAM	486, 16 MB RAM	486, Pentium, 20 MB RAM	486, 4 MB RAM, 50MB HD	486 / 66 MHz, 8 MB RAM, 15 MB HD	486, 4 MB RAM, 30 MB HD
Dongle	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Evaluation-version ³⁾	ja, kostenlos	ja	ja	ja	ja	ja	ja, kostenlos	ja, 20,-	nein, Testinstallation	ja, DM 84,-
Auflösung:										
PCB	—	16,6 pinch Basis	16,6 pinch Basis	16,6 pinch Basis	0,1 Mil k. A.	16	0,0001 Mil Shape based	1 Mil	1/216 Mil	0,833 Mil
Router	—	—	—	—	—	—	—	1 Mil	1 Mil	ohne
Anzahl der PCB-Lagen:										
Signal	—	16	16	16	16	—	30	16	64	32
Versorgung	—	—	—	16	k.A.	—	30	13	62	—
Sonstige	—	14	14	14	16	—	30	13	62	—
Hierarchischer Entwurf	ja	—	—	—	—	ja	ja	nein	ja	ja
Autoplacer	—	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	ja	ja
Backannotation	—	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja
Online DRC	—	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja
Undo-Funktion ⁴⁾	ja	ja (1)	ja (1)	ja (1)	nein	k. A.	ja (unbegr.)	nein	nein	nein
Besonderheiten	VHDL, Verilog, Edif, Spice, Netzlisten	Push and Shove Autorouter, Auto-DFM, Gerber Editor, 2D-CAD-Zusatz	Gerber Viewer, DXF-In/Export	Shape-based-Autorouter, mechanisches CAD, Gerber-Editor inklusive	DXF-Export, Autorouter	—	Viele Schnittstellen: Mechanik, EMV, CAM, Schematic, Schaltplan: Viewlogic	Spectra A-R optional, PS/Spice-Output	EMV, DXF-I/O	—

¹⁾ Anbieterverzeichnis siehe Kasten auf S. 46

²⁾ Preise zzgl. MwSt.

³⁾ Preise inkl. MwSt.

⁴⁾ In Klammern die Anzahl der Undo-Schritte

⁵⁾ bis zur letzten Speicherung

RAFTSMAN	Scooter PCB für Windows	TARGET 2001 ! economy	TARGET 2001 ! professional	TARGET 2001 ! design station	IVEX / PCB	IVEX/Win Draft	INTEGRA Station	MicroSim DesignLab	OrCAD Capture Enterprise
Design Computation Inc.	HK-Datentechnik	Ing.-Büro Friedrich	Ing.-Büro Friedrich	Ing.-Büro Friedrich	IVEX	IVEX	Mentor Graphics	MicroSim Corporation	OrCAD
		http://www.ibfriedrich.com/	http://www.ibfriedrich.com/	http://www.ibfriedrich.com/	http://www.ivex.com/	http://www.ivex.com/	http://www.mentorg.com/integra/	http://www.microsim.com/	
14	9	12	12	12	11	11	16	10	17
ab 284,—	433,04	910,—	2490,—	9980,—	ca. 985,—	ca. 885,—	k. A.	2495,—	auf Anfrage
Schaltplan, Layout, Router, div. Utilities	Layout	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router, Simulation, EMV	Layout	Schaltplan	Schaltplan, Layout, Router, CAM-Editor	Schaltplan, Layout, Router, Logik-Synthese	Schaltplan
PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	Pentium	PC
DOS, Windows, OS/2 im DOS-Modus	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 95, Win NT	Windows 95, Win NT	Windows 95, Win NT	Windows 3.1x, Win 95	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 95, Win NT	Windows 95, Win NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT
386, 4 MB RAM, ca. 12 MB HD	386, 4 MB RAM, VGA 600 x 480	486/66MHz, 8 MB RAM	486/66MHz, 8 MB RAM	486/66MHz, 8 MB RAM	8 MB RAM	8 MB RAM	486, 32 MB RAM, 50 MB HD, SVGA	16 MB RAM, 120 MB HD, VGA 800 x 600	16 MB RAM, 20 MB HD
nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja
ja, DM 248,—	ja, kostenlos	ja, DM 25,—	ja, DM 25,—	ja, DM 25,—	ja	ja	ja	ja, kostenlos	ja, kostenlos
1/1000 Mil	1 Mil	1 µm	1 µm	1 µm	10 µm	—	1/12 Mil	10 ⁻¹⁸ Mil	—
1/1000 Mil	1 Mil	1 µm	1 µm	1 µm	—	—	1/10"	6)	—
32	16	100 insges.	100 insges.	100 insges.	16	—	32	unbegrenzt	—
8	16	—	—	—	—	—	32	unbegrenzt	—
24	100	—	—	—	—	—	200	unbegrenzt	—
ja	nein	nein	nein	nein	—	ja	nein	ja	ja
ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja	—
ja	nein	ja	ja	ja	ja	—	—	ja	ja
ja (unbegr.)	ja (unbegr.)	ja (50)	ja (50)	ja (50)	ja (32)	ja (1)	ja (unbegr.)	ja	ja
Ausführ. dtisch. Handbuch, Import fremder Dateien wie: gerber, DXF, fremde Netzlisten	Fräswegberechnung, (Outliner), Teardrops Anbindung an SPECCTRA-Auto-router, Masse flächen	Echtzeit-Masseflächenber., Teardrops, runde Leiterb., Cross Probe	Echtzeit-Masseflächenber., Teardrops, runde Leiterb., Cross Probe	EMV-Analyse, Isolationsfräsen, Cross Probe	Liest OrCAD, Protel, Tango, Edif-Netzlisten, Spectra-Interface	Liest OrCAD/SDT-Schaltpläne	Variantechnik, autom. Testpunktmanagement, SETO-Spectra-Editroute	Viele Schnittstellen: OrCAD, Protel, Pads..., DXF 2D	Online-Anbindung an externe Materialdatenbank
ULTiboard-Challenger	ULTiboard-Designer	VeriBest PCB	Platon	PRISMA Columbine / Focus	PRISMA SCS / PCB	EDWin NC	CADdy Electronic-Design-System	Cadstar	Route Editor 2000
ULTimate Technology http://www.ultiboard.com	ULTimate Technology http://www.ultiboard.com	VeriBest http://www.veribest.com/	VHF-Computer GmbH http://www.vhf.de/software/	Vision Systems GmbH http://www.wands.nl/	Vision Systems GmbH http://www.wands.nl/	Visionics http://www.bahnhof.se/~visionics/	Ziegler-Informatics GmbH http://www.caddy.de	Zuken-Redac	Zuken-Redac
6, 20	6, 20	22, 20	23	24	24	19	25	26	26
ab 495,—	ab 3295,—	auf Anfrage	ab 990,—	k. A.	k. A.	ab 117,39	ab 4000,—	ab 5300,—	ab 13 100,—
Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Bibliothek Postprocessor	Schaltplan Layout	Schaltplan, Layout, Router, Simulation	Schaltplan, Layout, Router, 2-D-Modul	Schaltplan, Layout, Router	Router
PC	PC	PC, Workstation	Workstation (NeXT, Intel, HP-PA, Sun)	Workstation, PC	Workstation, PC	PC	PC	PC	PC
Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows 3.1x, Win 95 / NT	Windows NT, Sun OS, Unix	NeXTStep 3.3, OpenStep 4.0	Sun oder komp., Solaris 2.x - x86	Sun oder komp., Solaris 2.x - x86	Windows 3.1x, Win 95 / NT	DOS, Windows	Windows 95 / NT	Windows 95 / NT
486, Pentium, 16 MB RAM, 20 MB HD	Pentium, 16 MB RAM, 20 MB HD	64 MB RAM	Pentium / 133, 32 MB RAM, 1 GB HD	32 MB RAM, 1,0 GB HD, 2 MB Grafik	32 MB RAM, 1,0 GB HD, 2 MB Grafik	486 DX / 66, 8 MB RAM, 40 MB HD	Pentium, 16 MB RAM	Pentium P60, 32 MB RAM	Pentium P60, 32 MB RAM
ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja
ja, DM 80,—	ja, DM 80,—	nein	ja, DM 28,—	ja	ja	ja, 29,— (inkl. Handb.)	ja (DM 30,—)	ja, kostenlos	ja, kostenlos
0,001 Mil	0,001 Mil	unbegrenzt	ca. 0,004 Mil	< 1/1000 Mil	< 1/1000 Mil	1 Mil / 10µm	beliebig	10E-8 m	10E-8 m
0,001 Mil	0,001 Mil	unbegrenzt	10	—	—	rasterlos, shape-based	beliebig	10E-8 m	10E-8 m
32	32	— frei definiert 128	beliebig	—	254 insgesamt	28	16 insges.	256 insgesamt	256 insgesamt
ja	ja	k.A.	nein	nein	ja	nein	ja	ja	—
ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	—
ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
ja (unbegr.)	ja (unbegr.)	ja (unbegr.)	nein	nein	ja 5)	nein	ja (unbegr.)	ja (50)	ja (50)
	integrierter Spectra-Router	Durchgängiges System, Auto-interaktiver-shape-based Router, Signal integrity		Symbole & Bauteile in einer Bibliothek	Realtime Integration	Vollintegrierte Datenbasis, EDSpice-Simulation, OrCAD Im-Export	2-D-Konstruktions-tool	Anwenderdefinierbare Ausgabeformate, EMV-Adviser optional	rasterfreier, shape-based Router, Cross-Talk-Analyse

⁶⁾ Faktor 100 000 kleiner als die längste Boardabmessung

Hersteller- und Anbieteradressen

1) Bartels Systemhaus Mahle GmbH

Herr Peter Mahle
Randeckstraße 3
73230 Kirchheim
☎ 0 70 21/94 19-0
☎ 0 70 21/94 19-10
<http://www.mahle.de/>

2) CAD-UL

Herr Hermann
Einsteinstraße 37
89077 Ulm
☎ 07 31/93 760-0
☎ 07 31/93 760-27

3) CADAES GmbH

Herr Olschewski
Geilratter Weg 42
50170 Kerpen
☎ 0 22 73/54 26 0
☎ 0 22 72/55 0240

4) CadSoft Computer GmbH

Hofmark 2
84568 Pleiskirchen
☎ 0 86 35/810
☎ 0 86 35/920
<http://www.cadsoft.de/>

5) Dansk Data Elektronik A/S

Herr Henrik Rasmussen
Herlev Hovegade 199
DK-2730 Herlev-Kopenhagen
☎ 00 45/42 84/50 11
☎ 00 45/42 84/52 20
<http://www.dde.dk/uk/products/eda/>

6) Design Center Ritter

Herr Norbert Ritter
Mozartstraße 30
85368 Moosburg
☎ 0 87 61/96 65
☎ 0 87 61/600 98

7) DOBTEC Datentechnik Vertriebs GmbH

Frau Rieueci / Herr Sievers
Mehlbeerenstraße 2
82024 Taufkirchen
☎ 0 89/614 160-73
☎ 0 89/614 441-48

8) Eura Systems GmbH

Herr Wittke
Fichtenweg 13
71297 Mönsheim
☎ 0 70 44/911 99-0
☎ 0 70 44/911 99-22

9) HK-Datentechnik

Herr Hubert Kahlert
Heerstraße 44
41542 Dormagen
☎ 0 21 33/9 12 44
☎ 0 21 33/9 33 19

10) Hoschar Systemelektronik GmbH

Herr Martin Santen
Albert-Nestler-Straße 7
76131 Karlsruhe
☎ 07 21/62 61-115
☎ 07 21/62 61-320
<http://www.hoschar.com/>

11) Infratech GmbH

Herr Andreas Menke
Wedeler Landstraße 93
22559 Hamburg
☎ 0 40/81 95 44-0
☎ 0 40/81 10 37
<http://www.infratech.de/>

12) Ing.-Büro Friedrich

Herr Weber
Am Schwarzen Rain 1
36124 Eichenzell
☎ 0 66 59/919 444
☎ 0 66 59/919 445
<http://www.ibfriedrich.com/>

14) Labor Stöllner

H. Stöllner
Klosterweg 29
A-6600 Reutte
☎ 00 43/56 72/71 950
☎ 00 43/56 72/71 951

15) LTC Falkenstein

H. Vais
Meisenweg 16
75331 Engelsbrand
☎ 0 70 82/92 59-0
☎ 0 70 82/92 59-50

16) Mentor Graphics Deutschland GmbH

Herr Jürgen Lauterbach
Eisenheimer Straße 41-43
80687 München
☎ 0 89/570 96-0
☎ 0 89/570 96-400
<http://www.mentor.com/region/germany>

17) MTC Micro Tech Consulting GmbH

Postfach 1447
82182 Gröbenzell
☎ 0 81 42/59 61-0
☎ 0 81 42/59 61-44

18) Peschges Variometer GmbH

Herr Deberding
Zieglerstraße 11
52078 Aachen
☎ 02 41/56 30 23
☎ 02 41/56 39 13

19) Sinformatix Software GmbH

Frau Claudia Schmidt
Kuckucksbusch 6
30989 Gehrden
☎ 0 51 08/92 78 48
☎ 0 51 08/92 60 72
<http://www.sinformatix.de/>

20) TAUBE Electronic

Herr Brandt
Nostitzstraße 30
10965 Berlin
☎ 0 30/695 92 50
☎ 0 30/694 23 38
<http://www.taube-electronic.de/>

21) Tecnotron electronic GmbH

R. Strohmaier
Brühlmoosweg 5 / 5a
88131 Weißenberg
☎ 0 83 89/92 00-0
☎ 0 83 89/92 00-62

22) Veribest GmbH

Herr Arno Stöhr
Carl-Zeiss-Ring 17
85737 Ismaning
☎ 0 89/962 84-0
☎ 0 89/962 84-100

23) VHF-Computer GmbH

H. Reber
Daimlerstraße 13
71101 Schönaich
☎ 0 70 31/75 01 90
☎ 0 70 31/65 40 31
<http://www.vhf.de/software>

24) Vision Systems Design autom. GmbH

W. Menz
Am Goldberg 1
63150 Heusenstamm
☎ 0 61 04/10 10 52
☎ 0 61 04/10 13 82

25) ZIEGLER-Informatics GmbH

Herr Detlef März
Nobelstraße 3-5
41189 Mönchengladbach
☎ 0 21 66/955-620
☎ 0 21 66/955-600

26) Zuken-Readac

Peter Meyer
Muthmannstr. 4
80839 München
☎ 0 89/3 23 92-0
☎ 0 89/3 22 70 45
<http://www.redac.co.uk/>

dürfnis nach mehr Kapazität und leistungsfähigeren Features Rechnung zu tragen.

Harald Friedrich vom gleichnamigen Ingenieurbüro vertritt zudem den Standpunkt, daß man zwischen EDA-Software für Layouter (Dienstleister) und solche für Entwickler unterscheiden muß. Dies gilt natürlich vorrangig für die untere und mittlere Leistungsklasse. Der Leiterplattendesigner benötigt für seine tägliche Arbeit vor allem ein mächtiges Tool. Dabei ist es nach seiner Erfahrung oftmals egal, wie aufwendig die Bedienung ist und was die Software kostet. Ein Entwickler, dessen Aufgabe in erster Linie darin besteht, schneller als alle anderen seinen Kunden Lösungen anbieten zu können, benötigt Werkzeuge, die ihm soweit als möglich entgegenkommen. Kein Entwickler kann es sich leisten, alleine mit Nachdenken und mit 'try and error' eine Hardware zu erarbeiten. Er benötigt robuste Analysewerkzeuge, die ihn vor groben Fehlern sicher bewahren. Dazu gehören heute unter anderem eine Schaltungssimulation und eine EMV-Vorhersage.

EDA global

Angesprochen auf die heutige und zukünftige Bedeutung des Internet ist sich die Szene der EDA-Hersteller und -Anbieter weitgehend einig. Auf das Internet blickend, ist festzustellen, daß nahezu alle EDA-Anbieter ihre Homepage mit Hyperlinks und EMail-Briefkasten haben. Während bei den einen das Internet noch eine 'Dornröschenrolle' spielt, ist das Angebot anderer sehr gut organisiert und reicht von der Darstellung des Unternehmens an sich über Support-Angebote bis hin zu den Offerten über offene Stellen für jobsuchende EDA-Spezialisten.

Viele Firmen bieten bereits EDA-Software zum Download für Evaluierungszwecke an, und die Zugriffe auf derartige Angebote werden eifrig gezählt. Die Firma Ultimate beispielsweise nutzte ihren Internet-Server ausgiebig in der Betatestphase ihrer neuesten Windows-Version, indem sie ausgesuchten Usern die neueste Version zugänglich machte und gleichzeitig das Feedback übers Internet entgegennahm.

VeriBest offeriert auf geschützten Supportseiten seinen Anwendern Bugfixes und ein Diskussionsforum. Auch Interessenverbände wie der Förderverein Elektronik Design (FED) sind bereits präsent und bieten nicht nur ihren Mitgliedern eine interessante Informationsplattform (siehe hierzu auch S. 20).

Die Frage nach der zukünftigen Bedeutung des Internet für die EDA-Industrie kann heute niemand exakt beantworten. Schon heute ist das Internet zum Sinnbild für globale Kommunikation geworden. Es bietet vom reinen Schriftwechsel über multimediale Bild- und Tonangebote bis hin zu Mail-Order-Aktivitäten alle Möglichkeiten. Deshalb kann man sich gut vorstellen, daß unter Einbeziehung der technischen Möglichkeiten wie auch Bild- und Tonübertragung künftig viele Tätigkeiten eines Distributors beziehungsweise Herstellers übers Internet abgewickelt werden.

Fazit

Man kann sicher sein: In diesem und auch im nächsten Jahr wird es vor allem im Windows-EDA/PCB-Markt sehr turbulent werden. Jeder möchte ein möglichst großes Stück vom vorhergesagten Wachstumskuchen abbekommen. Gewinnen werden jedoch nur diejenigen, die ihren Markt genau kennen und mit den richtigen Produkten zum richtigen Zeitpunkt und natürlich einem richtigen Preis/Leistungsverhältnis ihren Zielkundenkreis bedienen können. Der Mainstream-Markt wird sich zunehmend zu einem 'Ready-to-Use'-Markt entwickeln, der seine Leistungsfähigkeit und Produktivität durch gute und integrierte Lösungen nicht nur erhalten, sondern noch steigern kann. Klar ist aber, daß der ständige Trend 'mehr Leistung für weniger Geld' auch in diesen Segmenten anhalten wird. Für die EDA-Firmen bedeutet das, daß sie nicht nur die Produktivität ihrer Kunden, sondern auch ihre eigene wesentlich steigern müssen. *pen*

Literatur

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

An Sehen gewinnen –
CTX 17/20/21er Monitore
für Mac, Power-PC, SUN, PC,
Workstations, Terminals ...

INFO

49-(0) 21 31-34 99 11

FAX

CTX



DTK Computer

DTK macht die Musik bei Hauptplatinen

Mit Sound und Video multimedial abheben
PAM-0062I für Pentium

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

DTK COMPUTER GMBH

AM MOOSFELD 21 · 81829 MÜNCHEN · GERMANY
Telefon 49-89-42 91 15 · Fax 49-89-42 48 30



Advertisements in

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

WE LINK

ASIA

&

EUROPE

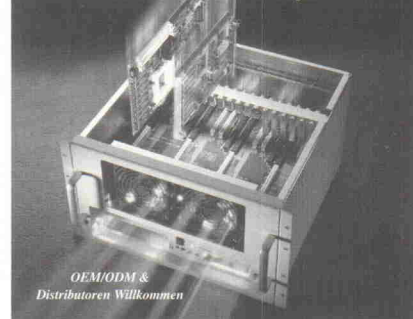
contact:
Asia Hotfax
49-2405-95459
or
Taiwan
886-2-7187248

MiTAC Industrie PC

Multi-Systeme / Server Gehäuse (MCH-205)

400W · 2 Redundant Stromversorgung

- bis 20-Slot PCI / ISA Backplane mit 1- / 2- / 4-Systeme
- 4 · 5.25" Einschübe, 2 · 3.5" Einschübe
- 2 · hohe Leistungs Lüfter
- Von Microsoft Windows NT LAB ausgewählt



OEM/ODM &
Distributoren Willkommen



MiTAC SYSTEM GmbH

Ungelsheimer Weg 3, 40472 Düsseldorf Germany,
Tel.: 49-211-4719-7105 Fax: 49-211-4719-7125
E-mail: msnitac@aol.com

WWW Homepage: <http://www.mitac.com.tw/winc>

Alle Warenzeichen und Markennamen sind Eigentum der jeweiligen Firmen.



CIRRUS LOGIC
<http://www.cirrus.com>
VGA/Modem/Sound Chipsets

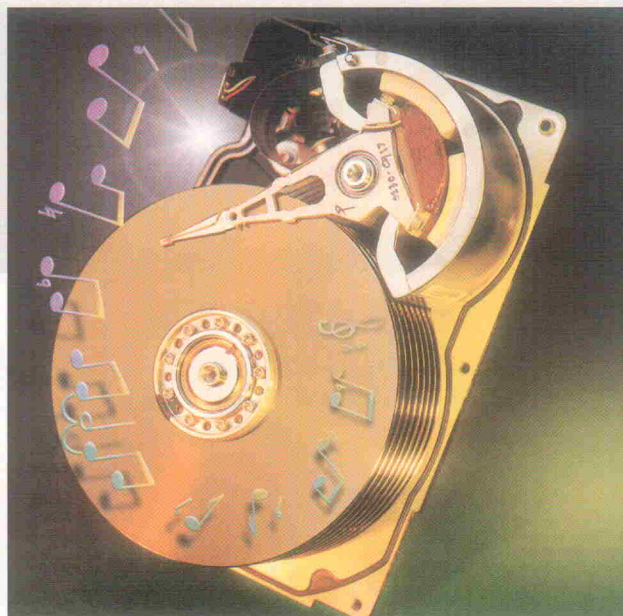
CIRRUS LOGIC FAX NO.: 886-2-7184526 http://www.cirrus.com	PALIT FAX NO.: 886-2-299-2822 E-mail: palit@www.palit.com.tw	CHAINTECH FAX NO.: 49-40-69694848 http://www.chaintech.com.tw	JOYTECH FAX NO.: 886-2-2187268 E-mail: joytech@tpts1.seed.net.tw	PROLINK FAX NO.: 886-2-2181065 http://www.prolink.com.tw
--	---	--	---	---

PCI-Recorder

Audio-Schnittstellenkarte für den PCI-Bus, Teil 2

Martin Kirst, Uwe Kirst

Dieser zweite Teil beschäftigt sich noch einmal mit speziellen Problemen der PCI-Anbindung, geht aber dann über zu den eigentlichen Audio-Komponenten und zeigt schließlich die praktische Ausführung mit Schaltbild und Platine.



Ein Interrupt-Impuls wird erzeugt, wenn die Audioadresse gerade eine 16-KByte-Grenze überschreitet; ein Schreibzugriff auf das Audio-Steuerregister setzt die Interruptleitung zurück. Ein Tri-State-Buffer schaltet die Interrupt-Leitung im inaktiven Zustand auf hochohmig. Mehrere Geräte können sich so eine Interrupt-Leitung teilen (wired OR). Im Audiosteuerregister zeigt das höchstwertige Bit an, ob der Interrupt von der Audiokarte erzeugt wurde.

Zustandsmaschinen

Die PLBB wurde auf Grundlage der PCI-Local-Bus-Spezifikation-2.0 entwickelt, die in ihrem Anhang B allgemeine Zustandsmaschinen für Master und Target beschreibt. Diese Zustandsmaschinen können jedoch nicht für die konkrete Implementierung übernommen werden, denn alle relevanten PCI-Signale ergeben sich kombinatorisch aus den Zuständen. Die kombinatorische Verknüpfung erhöht die 'Clock to Out-

put'-Verzögerung in unerlaubtem Maße und steht daher nicht mehr in Übereinstimmung mit der PCI-Spezifikation.

Die Timing-Probleme bei der Erzeugung von PCI-Steuersignalen konnten durch eine Aufteilung in zwei Teile gelöst werden. Das Modul 'critpath' enthält die Handshake-Logik, die im gleichen Taktzyklus auf PCI-Signale reagieren kann, während dem Rest der Schaltung solche kurzen Response-Zeiten verwehrt bleiben, weil er über Eingangsregister in den I/O-Blöcken an den PCI-Bus angekoppelt ist.

Einige Gleichungen aus der 'pci_top'-Komponente, die Zustandsmaschine 'pipcon' und das Modul 'critpath' erzeugen alle für das PCI-Protokoll benötigten Steuersignale. Die gesamte Funktionalität in der Schaltung wird durch die Zustandsmaschine 'pipcon' (Bild 7) gesteuert. 'pipcon' sorgt für das Erhöhen des PCI-Burst- und des Audiozählers und veranlaßt den Da-

tenttransfer zum SRAM. 'pipcon' ist Teil einer in hohem Maße auf Pipelining basierenden Kontrollstruktur, die nicht während derselben Taktflanke auf PCI-Steuersignale reagieren kann, da die PCI-Signale nur über Register eingehen. 'critpath' stellt die korrekte Beendigung einer PCI-Transaktion sicher, indem sie TRDY und DEVSEL schneller abschaltet, als die Zustandsmaschine es könnte.

Die Komponente 'critpath'

Der Inhalt des 'critpath' ist so einfach, daß er sich in einer CLB unterbringen läßt, die vollständig ausgenutzt ist. 'critpath' beinhaltet Funktionsgeneratoren vor den mit Registern bestückten Ausgangsbuffern der PCI-Leitungen TRDY und DEVSEL. Die Haupteingänge zu diesen Funktionsgeneratoren sind die direkten PCI-Signale FRAME und IRDY.

Während das taktsynchrone Anschalten von TRDY und DEVSEL zu Beginn einer Transaktion keine Probleme bereitet, ist das Zurücknehmen der beiden Signale am Ende eines Bursttransfers besonders zeitkritisch. Um diesen Fall korrekt zu behandeln, müssen die PCI-Signale FRAME und IRDY direkt abgegriffen werden, den Funktionsgenerator einer CLB durchlaufen und vor dem Taktsignal bei den I/O-Registern von TRDY und DEVSEL eintreffen. In der CLB des 'critpath' steuern die PCI-Signale direkt die Freigabe der Ausgänge der Zustandsmaschine. Dies ist die einzige Stelle, in der die PCI-Steuersignale kombinatorisch verknüpft werden, ohne sie vorher über Input-Register zu führen. Die CLB wird in der Nähe der PADS, die die PCI-Signale FRAME, IRDY, TRDY, DEVSEL führen, von Hand durch Setzen von Attributen plazierte, um minimale Laufzeiten zu garantieren.

Die Komponente 'pipcon'

In dem Modul 'pipcon' (Bild 7) ist eine Zustandsmaschine mit acht Zuständen untergebracht, die den Datenfluß in der gesamten Schaltung (PCI- und Audio-Teil) steuert,

indem sie sieben verschiedene Steuersignale erzeugt. Die VHDL-Beschreibung der Zustandsmaschine ist in Bild 8 wiedergegeben. Diese ist in einer Form modelliert, die als besonders synthesesfreundlich gilt, denn sie enthält einen Prozeß ('state_register') für die Zustandsspeicherung und

ein 32-Bit-Wort mit Musikdaten aus dem Speicher zu lesen und in einem Eingangsdatenregister, das sich vor dem Schieberegister befindet, abzulegen. Der folgende Write-Zustand veranlaßt, daß das Datenwort aus dem Ausgangsregister, das an den parallelen Ausgangsleitungen des Schie-

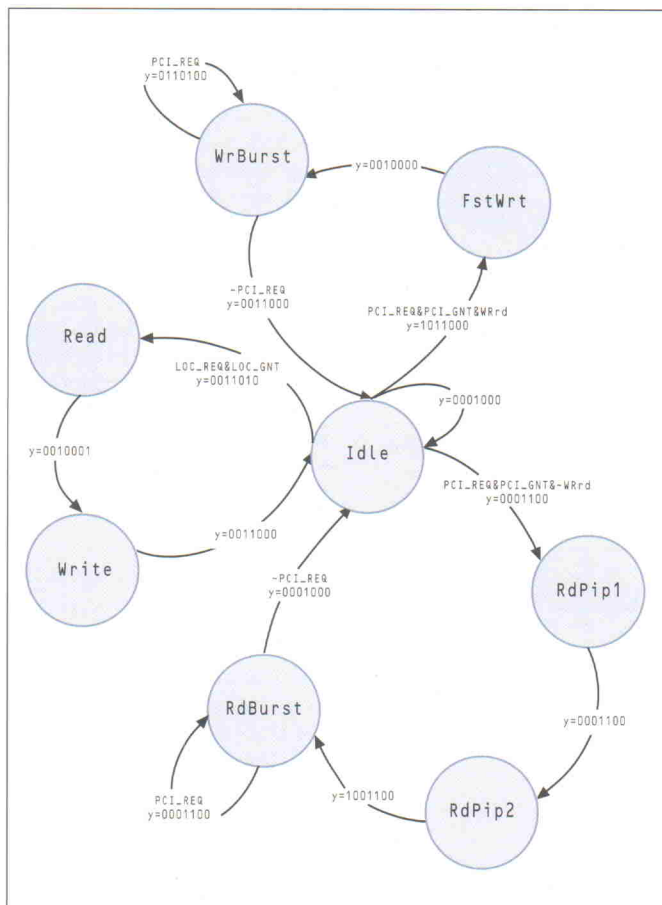


Bild 7. VHDL-Realisierung von 'pipcon'.

einen weiteren Prozeß ('state_logic') für den kombinatorischen Teil. Da die Beschreibung der Übergangslogik und der Ausgangslogik sehr ähnlich ist, kann sie in dem Prozeß 'state_logic' zusammengefaßt werden.

Das Ausgangssignal y (1 to 7) wird kombinatorisch aus dem Zustandsregister und den Eingangssignalen gebildet. Im Idle-Zustand finden weder PCI- noch Audio-Aktivitäten statt. Ausgehend vom Idle-Zustand können drei Schleifen durchlaufen werden. Die Audiokomponente kennt keinen Unterschied zwischen Aufnahme und Wiedergabe. Es werden grundsätzlich Daten in beide Richtungen übertragen. Vom Idle-Zustand kann die Zustandsmaschine in den Read-Zustand wechseln, um

beregistert hängt, ins SRAM transferiert wird. Für den seriellen Audio-Ein- und Ausgang kann man dasselbe Schieberegister verwenden.

Die beiden anderen Schleifen der Ablaufsteuerung sind für Read-Burst und Write-Burst Zugriffe verantwortlich. Das Prinzip von Lese- und Schreiboperation ist ähnlich, und wird deshalb hier nicht getrennt betrachtet. Mit Hilfe des WRrd-Signals, das aus dem Kommando-Code abgeleitet wird, kann ein Lese- und Schreibzugriff unterschieden werden. Die Schleifen werden durchlaufen, wenn gleichzeitig das PCI_REQ- und PCI_GNT-Signal anliegen. PCI_GNT zeigt, daß der Speicher exklusiv dem PCI-Bus zur Verfügung steht und nicht der Audio-Komponente.

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

entity pipcon is
port (CLK, PCI_REQ, PCI_GNT, LOC_REQ, LOC_GNT, WRrd :
      TRDY_SM, WRGATE, INC_ADDR, SRD_T, SROEn, load, ack :
      in std_logic;
      out std_logic);
end pipcon;

architecture pipcon_arch of pipcon is

type state is (Idle, FstWrt, WrBurst, RdPip1, RdPip2, RdBurst,
              Read, Write);
signal current_state, next_state : state;
signal y : std_logic_vector (1 to 7);

begin

state_logic : process (current_state, PCI_REQ, PCI_GNT, LOC_REQ,
                      LOC_GNT, WRrd)
begin
case current_state is
when Idle =>
if (LOC_REQ = '1' and LOC_GNT = '1') then
next_state <= Read;
y <= "0011010";
elsif (PCI_REQ = '0' or PCI_GNT = '0') then
next_state <= Idle;
y <= "0001000";
elsif (WRrd = '1') then
next_state <= FstWrt;
y <= "1011000";
else
next_state <= RdPip1;
y <= "0001100";
end if;

when FstWrt =>
next_state <= WrBurst;
y <= "0010000";

when WrBurst =>
if (PCI_REQ = '0') then
next_state <= Idle;
y <= "0011000";
else
next_state <= WrBurst;
y <= "0110100";
end if;

when RdPip1 =>
next_state <= RdPip2;
y <= "0001100";

when RdPip2 =>
next_state <= RdBurst;
y <= "1001100";

when RdBurst =>
if (PCI_REQ = '0') then
next_state <= Idle;
y <= "0001000";
else
next_state <= RdBurst;
y <= "0001100";
end if;

when Read =>
next_state <= Write;
y <= "0010001";

when Write =>
next_state <= Idle;
y <= "0011000";

end case;
end process;

state_register : process begin
wait until (CLK'event and CLK = '1');
current_state <= next_state;
(SRD_T, SROEn, INC_ADDR, load, ack) <= std_logic_vector'(y(3 to
7));

end process;

(TRDY_SM, WRGATE) <= std_logic_vector'(y(1 to 2));

end pipcon_arch;
```

Bild 8. VHDL-Code für das Modul 'pipcon'.

Die Zwischenzustände gehen bedingungslos in die Zustände RdBurst beziehungsweise WrBurst über, die erst wieder verlassen werden, wenn das PCI_REQ-Signal

zurückgenommen wird. Die Zwischenzustände sind notwendig, um die Daten-Pipeline zu laden und die nötigen Steuersignale zu erzeugen.

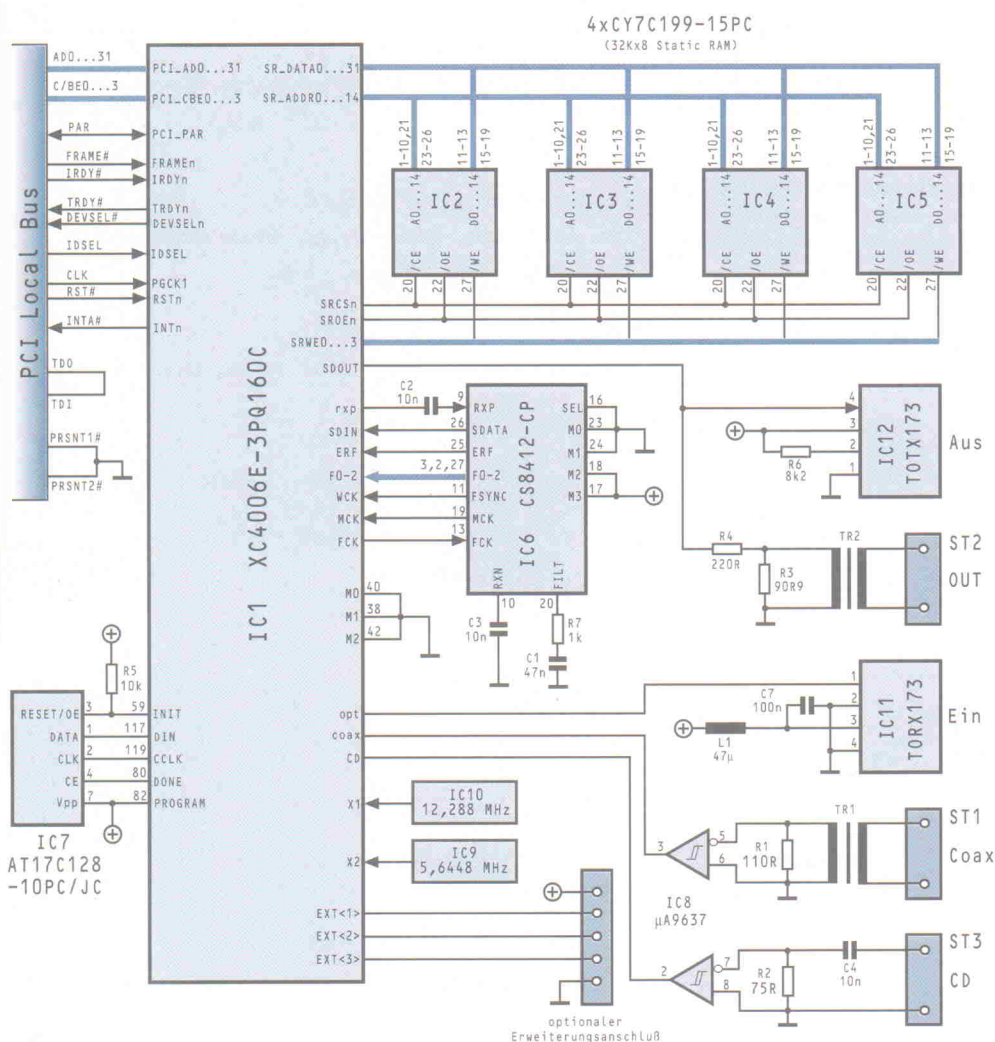


Bild 9. Der Hauptteil der Schaltung steckt im FPGA von Xilinx.

Der Ausgangsvektor y der Zustandsmaschine geht in die Steuersignale $TRDY_SM$, $WRGATE$, $SROE_INTn$, SRD_T , INC_ADDR , $load$ und ack über: $TRDY_SM$ sorgt dafür, daß das eigentliche PCI-Signal $TRDY$ im nächsten Taktzyklus erzeugt wird. Das $TRDY$ -Signal bleibt bis nach Beenden des letzten Datentransfers auf dem PCI-Bus gesetzt. $WRGATE$ zeigt an, daß im nächsten Taktzyklus ein Schreibzugriff auf das SRAM stattfinden soll. Zusätzlich muß noch gelten, daß die PCI-Leitungen C/BE , die während der Datenphase die Bedeutung von Byte-Enable-Leitungen haben, auf Low liegen und keine Initiatorwartezyklen stattfinden. Das $SROE_INTn$ -Signal ist über ein nachgeschaltetes I/O-Flipflop direkt mit der OE-Leitung des SRAMs verbunden.

Der y -Vektor wurde für den Prozeß 'state_logic' einge-

führt, um mit einer VHDL-Anweisung allen Ausgängen einen Wert zuweisen zu können. Die Elemente 1... 3 des y -Ausgangsvektors werden direkt den Signalen $TRDY_SM$, $WRGATE$, $SROE_INTn$ zugeordnet, um dem y -Vektor eine anschauliche Bedeutung zu geben. Die Komponenten des y -Vektors 4-7 laufen über Ausgangs-Flipflops zu den Signalen SRD_T , INC_ADDR , $load$ und ack .

Das SRD_T Signal schaltet die 3-State-Ausgangsbuffers des FPGA frei, die zu den Datenleitungen der SRAM führen. SRD_T ist das Gegenstück zum $SROE$ -Signal. Beim Umschalten der Datenflußrichtung der SRAMs sind für einen Taktzyklus beide Steuerleitungen inaktiv, um kurzzeitige Kurzschlüsse auszuschließen. Das INC_ADDR -Signal bewirkt das Hochzählen der Adresse während eines Burstzugriffes; andernfalls kann entweder eine Audio-Adresse oder eine PCI-

Startadresse, die in der Adreßphase der PCI-Master mitteilt, geladen werden. Das ack -Signal quittiert eine Datenanforderung der Audiokomponente, die über LOC_REQ eingeleitet wird. Außerdem bewirkt es noch, daß die Audioadresse inkrementiert wird. Das $load$ -Signal schließlich versorgt das Audio-Datenregister reg_2 mit frischen Daten.

SRAM-Timing

Um optimale Datenflußraten zu erreichen, muß der 32 Bit breite SRAM-Speicher in der Lage sein, mit jedem PCI-Taktzyklus ein Datenwort zu verarbeiten. Dazu sind SRAMs mit Zugriffszeiten von 15 ns oder schneller erforderlich. Das Lese-Timing ist relativ einfach einzuhalten: Gültige Daten liegen wenig später nach Änderung der Adressen an. In einem ersten Taktzyklus wird dem SRAM eine Adresse mitgeteilt. Mit der steigenden

Flanke des nächsten Taktes übernimmt das FPGA die Daten.

Das Schreib-Timing ist aufwendiger zu erzeugen und erfordert besondere Überlegungen. Ein vollkommen synchrones Design ist nur mit einem 66-MHz-Takt realisierbar, denn es werden Schreibimpulse von 15 ns Länge benötigt. Ein solcher Takt steht jedoch nicht zur Verfügung. Es wurden deshalb andere Wege gegangen: Alle Daten- und Adreßsignale legt das FPGA weiterhin synchron zum Takt an. Nur das CS -Signal der SRAMs wird asynchron gebildet, indem man ein Schreibsignal mit dem Takt verknüpft. Durch Routing-Verzögerungen im FPGA wird der CS -Impuls um die Länge einer halben Taktperiode in die Mitte eines Taktzyklus verschoben. Wenn die Verzögerung kleiner als 15 ns ist, ist der CS -Impuls vor der frühestmöglichen Änderung der Adresse wieder inaktiv.

Initiator-Wartezyklen

Die Behandlung von Initiator-Wartezyklen bei Schreibzugriffen ist einfach. Zusammen mit den Daten wird der jeweilige Zustand von $IRDY$ durch die Pipeline geschickt. Falls der Initiator nicht bereit ist, wird der $SRAM$ -Schreibpuls und das Inkrementieren der Adresse ausgesetzt. Initiator-Wartezyklen beim Lesen unterbrechen die Pipeline, da immer zwei Datenworte im voraus gelesen werden, um den Datenfluß mit maximaler Geschwindigkeit ohne das Einlegen von Wartezyklen aufrecht zu erhalten. Daher hat der Adreßzähler schon für einige Taktzyklen weitergezählt, bevor er angehalten werden kann.

Dieser Fall stellt für unser Design kein Problem dar, denn die im voraus gelesenen Datenworte gehen nicht verloren, sondern stehen weiterhin in der Pipeline. Aufwendiges Neufüllen der Pipeline kann entfallen, falls der aktuelle Zustand der Pipeline während eines Wartezyklus eingefroren werden kann. Dies ist dank der Taktfreigabeleitung der I/O-Flipflops möglich.

Die Verzögerung zum Freischalten der Tri-State-Ausgänge des XC4000E sind wesent-

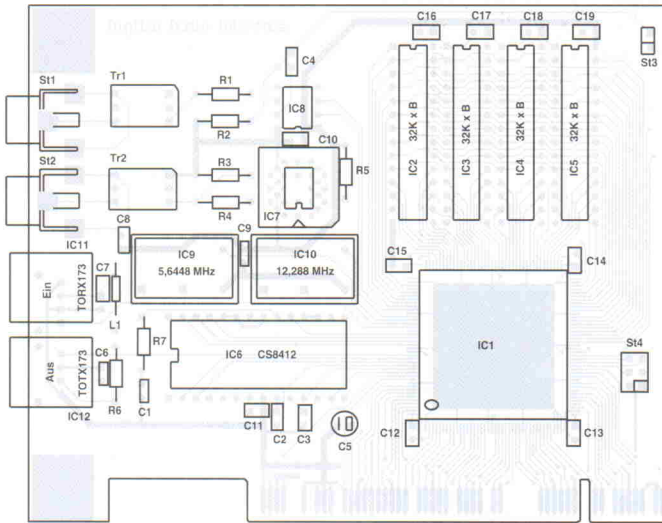


Bild 10. Die Platine ist trotz der Komplexität nur zweilagig.

Lötprobleme

Die Platine sollte mit bereits bestücktem XILINX FPGA beschafft werden, da hier auch erfahrene Labormechaniker ins Schwitzen geraten; die restlichen Bauteile sind dagegen problemlos. Der Prototyp der Schaltung wurde zwar von Hand bestückt, es stellte sich jedoch heraus, daß ein Kurzschluß in einer Datenleitung der SRAMs vorlag.

Mit bloßem Auge waren keine Unregelmäßigkeiten zu erkennen. Der Hörtest war auch in Ordnung, denn der Kurzschluß betraf nur ein niederwertiges Datenbit des rechten Kanals. Abhilfe konnte mit einem HeißgaslötKolben geschaffen werden, mit dem die vermutete Stelle so lange erhitzt wurde, bis ein angeklemmtes Meßgerät keinen Durchgang mehr zeigte. Bei maschinell bestückten Platinen ist nicht mit diesen Problemen zu rechnen.

Um trotzdem eventuellen Fehlern auf die Spur zu kommen, befindet sich im Treiberpaket ein Speicher-Selbsttest, der bei jedem Kaltstart ausgeführt wird. Mit Hilfe der Testroutine können leicht Kurzschlüsse in PCI-Signalen und den Daten- und Adreßleitung der SRAMs aufgedeckt werden.

lich größer als der 'Clock-to-Output'-Parameter. In diesem Design wird das Aktivieren der Ausgänge einen Taktzyklus früher eingeleitet, um mit der 'Float-to-Activ'-Verzögerung innerhalb der PCI-Spezifikation zu bleiben. Zum Deaktivieren der Ausgänge sieht die PCI-Spezifikation glücklicherweise einen ganzen Taktzyklus minus 2 ns vor.

Neben I/O- und Speicherzugriffen auf dem PCI-Bus, die

den üblichen I/O- und Speicherzugriffen bei Intel-Prozessoren entspricht, gibt es einen besonderen PCI-Konfigurationsmechanismus.

Die Komponente 'cfgblock'

Der Konfigurationsbereich einer PCI-Karte besitzt einige Register zur Identifikation der Hardware und zum Festlegen der benutzten Systemressour-

cen (I/O-Adressen, Speicheradressen und Interrupts). Damit ist eine PCI-Karte voll softwarekonfigurierbar.

Der Konfigurationsbereich teilt sich auf in einen vordefinierten Header (64 Byte) und einen Teil, der geräteabhängig ist (192 Bytes). Es müssen nicht alle 256 Register implementiert werden. Beim Lesen nicht vorhandener Register muß Null zurückgegeben werden. Bei dieser Audiokarte ist der PCI-Konfigurationsbereich im FPGA untergebracht. Die Komponente 'cfgblock' ist sowohl für die Implementierung des PCI-Konfigurationsbereiches als auch eines Steuerregisters zuständig, das die gesamte Audiokarte kontrolliert.

Plug & Play ist unverzichtbar

Die unverzichtbaren Register des Konfigurationsbereiches sind Device-ID, Vendor-ID, Status, Command, Class-Code und Revision-ID. Die Vendor-ID ist eine 16-Bit-Konstante, die die beiden Autoren als Kartenhersteller ausweist. Falls sich jemand darüber beschwert, daß er die gleiche ID gegen eine Gebühr von 2500 US-\$ pro Jahr bei der PCI SIG reserviert hat, wollen die Autoren die Konstante gern um 1 erhöhen...

Bit 9 und 10 im Statusregister geben binär '10' zurück und signalisieren damit ein langsames (slow) DEVSEL-Timing. Bit 1 im Command-Register liegt auf 1, um anzuzeigen, daß das PCI-Gerät auf Speicherzugriffe reagiert. Interrupt-Betrieb wird mit Hilfe des Interrupt-Line/Interrupt-Pin-Registers bewerkstelligt. Das Interrupt-Pin-Register teilt mit, daß der benötigte Interrupt über die PCI-Leitung INT A läuft. Das Interrupt-Line-Register nimmt die PC-IRQ-Nummer auf und hat für die Schaltung keine weitere Bedeutung. Die Karte belegt einen 16 MByte großen Adreßbereich. Das Basisadreßregister der Schaltung ak-

Stückliste

Widerstände

R1	110 R
R2	75 R
R3	90,9 R
R4	220 R
R5	10 k
R6	8,2 k
R7	1 k

Kondensatoren

(alle RM 2,5 mm):

C1	47 n
C2...C4	10 n
C5	10 µ
C6...C19	100 n

Spulen

L1 Festinduktivität 47 µH

Tr1, Tr2 S/P-DIF-Übertrager

Halbleiter

IC1 Xilinx XC4006E-3 PQ160C

IC2...IC5 SRAMs 32 K × 8, 15 ns; Cypress CY7C199-15PC

IC6 Crystal CS8412-CP

IC7 serielles EEPROM: ATMEL AT17C128-10PC mit 8pol. IC-Fassung o. AT17C128-10JC mit 20pol. PLCC-Fassung)

IC8 Dual Differential Line Receiver uA9637 (oder µA9637, DS9637)

IC9 Quarzoszill. 5,6448 MHz

IC10 Quarzoszill. 12,288 MHz

IC11 TORX173

IC12 TOTX173

Sonstiges

St1, St2 Cinch-Buchsen für Platinenmontage

St3 Stiftleiste 2polig

St4 Stiftleiste 2 × 3polig

zeptiert Schreibzugriffe nur in den obersten 8 Bits. Die unteren Bits geben bei einem Lesezugriff immer Null zurück.

Adreßbereich

Die untersten vier Bit sind von dieser Regel ausgenommen, sie haben eine besondere Bedeutung: Bei Leseoperationen wird das Bitmuster '1000' zurückgegeben, das heißt, der Speicher ist prefetchable, und es ist möglich, ihn irgendwo im 32-Bit-Raum zu platzieren. roe

Hinweis: wird fortgesetzt

SONDERANGEBOT

Gültig bis 30. Juni 1997

Eüropa: ULTIMATE Technology BV, Energieplein 36, 1411 AT Naarden, NL
zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345
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 ULTIroute GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementen. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 incl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Plinkapazitäten erwerben, incl. solchen, die den SPECCTRA Autorouter enthalten. Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne eine kostenlose Demo-CD.

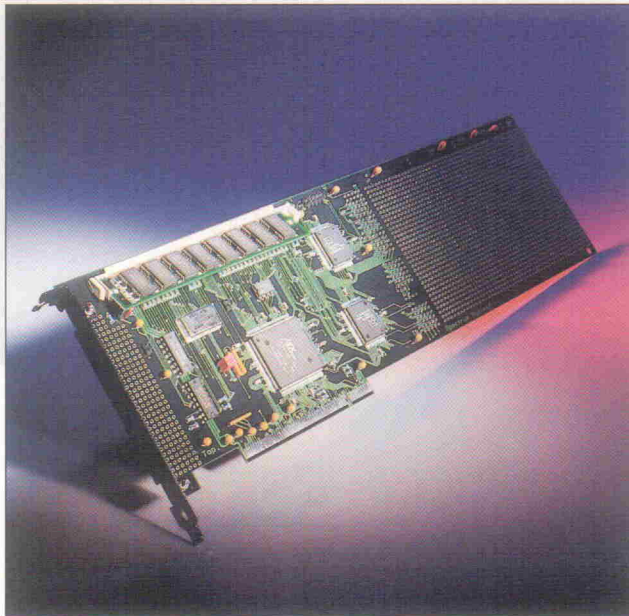
Distributoren: Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
Design Center Rittler, tel. 08761-9665, fax 08761-60098
Maxxom, tel. 03-16265230, fax 03-16279586

Kontaktkarte

PC-Evaluation-Board für Schaltungen mit PCI-Bus-Interface (2)

Oliver Rovini

Die hier vorgestellte PC-Karte bietet sich mit einer vorgefertigten, flexibel einsetzbaren PCI-Schnittstelle für den praktischen Test eigener Schaltungsentwicklungen an. Nach der Hardwarebeschreibung im vorigen Heft folgen nun Hinweise zur Programmierung der wesentlichen Board-Funktionen.



Die folgende Beschreibung der Softwareseite des PCI-Busses unterteilt sich in zwei Bereiche. Im ersten Teil wird die allgemeine Struktur der PCI-Register sowie das PCI-BIOS beschrieben. Danach wird die Ansteuerung des Entwicklungsboards und des hierauf eingesetzten Schnittstellenchips von PLX gezeigt.

PCI-Register

Jedes PCI-Gerät, genauer jede Funktionseinheit eines PCI-Gerätes, enthält einen Satz von definierten Registern, die Informationen über das Gerät bereitstellen und die automatische Vergabe von Ressourcen ermöglichen. Der definierte Registerbereich ist 64 Bytes lang, der folgende Bereich stellt weitere 192 Bytes zur freien Verfügung. Diese zusätzlichen Register können mit herstellerspezifischen Informationen gefüllt werden und vom Softwaretreiber ausgewertet werden. Die Register werden während der Initialisierung des PCI-Busses ausgewertet und müssen daher schon direkt nach dem Reset gültige Werte enthalten. Auch später müssen die Register im freien Zugriff

verbleiben, da zum Beispiel der Softwaretreiber die Informationen über die Adreßräume benötigt und eventuelle Statusinformationen abgefragt werden müssen.

Der Zugriff auf die Register erfolgt über den Befehl Configuration Read / Configuration Write. Die Funktionalität wird auf dem PC vom PCI-BIOS bereitgestellt (eine Beschreibung desselben erfolgt weiter unten).

Die Bedeutung der Register im einzelnen:

Vendor ID: Enthält die 16 Bit breite eindeutige Herstellerkennung, die von der PCI-SIG an (zahlende) Mitglieder vergeben wird. Ein Wert von FFFF_(hex) wird vom Motherboard bei einem nicht belegten Slot zurückgegeben und dient dem PCI-BIOS zur Unterscheidung, ob eine Karte vorhanden ist oder nicht. Die überall in Mailboxen anzutreffende PCI-Testsoftware benutzt diese ID, um den Kartenhersteller zu identifizieren (sofern die Software denn eine einigermaßen aktuelle Liste enthält). Intel hat sich zum Beispiel sinnigerweise die ID 8086_(hex) geben lassen.

Device ID: Die Geräte-Identifikation wird vom Hersteller seinen Geräten mitgegeben und dient zusammen mit der Vendor-ID dem Softwaretreiber zum Erkennen eines PCI-Gerätes. Die Funktion FindPCIDevice des PCI-BIOS macht von dieser Möglichkeit Gebrauch. Der in unserem Demoboard werkende PCI9060-Baustein meldet sich netterweise dann auch mit 9060_(hex). Zur eindeutigen Erkennung der Karte ist allerdings gerade bei einem weitverbreiteten Schnittstellenbaustein noch die Subsystem-Vendor-ID sowie die Subsystem-ID nötig.

Revision ID: Vom Hersteller vergebene Versionsnummer.

Header Type: Der Header Type definiert die Art des folgenden Headers ab Adresse 10_(hex). Der hier gezeigte Headeraufbau gilt für Standardgeräte (Header Type 00). Zur Zeit ist noch Header Type 01_(hex) für PCI-to-PCI-Bridges definiert. Bit 7 des Eintrags zeigt an, ob das Gerät ein Multi Function Device ist.

Class Code: Die drei Bytes des Class Code definieren die Zugehörigkeit zu einer der möglichen Geräteklassen (Massenspeicher, Netzwerk, Display, Speicher ...). Dieses ermöglicht erst die Zusammenarbeit von geräteunabhängiger Software mit Standardkomponenten (etwa einer Grafikkarte). Ansonsten würde bereits das BIOS für seine Boot-Meldung einen gerätespezifischen Treiber benötigen. Die drei Bytes des Eintrags werden in drei eigene Klassifizierungen aufgeteilt. Das obere Byte an Adresse 0B_(hex) enthält die Basisklasse (etwa 15 verschiedene Typen von Geräten); das mittlere Byte an Adresse 0A_(hex) spezifiziert das Gerät genauer (Basisklasse 02_(hex), Network Controller wird etwa in Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM und 'andere' unterteilt). Im unteren Byte an Adresse 09_(hex) wird zuletzt das Register Interface für den Gerätetyp definiert. Die verschiedenen Class Codes der Revision 2.1 werden von der Demosoftware ausgewertet und angezeigt.

Command: Im Kommando-Register werden die verschiedenen Möglichkeiten des PCI-Gerätes über einzelne Bits freigeschaltet, sofern das Gerät

diese unterstützt. Wenn eine Null in das Gerät geschrieben wird, so darf dieses PCI-Gerät nur noch auf Konfigurationszugriffe reagieren. Ein Gerät, das einzelne Möglichkeiten nicht unterstützt, läßt einfach das Setzen des entsprechenden Bits nicht zu. Nach dem Reset sind erst einmal alle Möglichkeiten gesperrt und werden erst später vom PCI-BIOS freigegeben.

Status: Statusmeldung des PCI-Geräts. Die Bits können nur vom PCI-Gerät gesetzt werden. Das Schreiben einer 1 von außen auf eines der Bits führt zum Löschen des gesetzten Bits (Schreiben von 0800_(hex) löscht Bit 11 des Registers).

Base Address: Die sechs Basisadressen enthalten die in der Initialisierungsphase vergebenen Adressen zum Zugriff auf die einzelnen Adreßräume des PCI-Geräts. Bit 0 zeigt an, ob der Adreßraum im I/O-Bereich oder im Memory-Bereich liegt. Bei einem I/O-Bereich wird die Basisadresse in Bit 2 bis Bit 31 abgebildet, Bit 1 ist reserviert. Anders bei einem Memory-Bereich, dort wird nur Bit 4 bis Bit 31 zur Auskodierung der Adresse benutzt. In Bit 3 wird hier mitgeteilt, ob der Adreßbereich 'prefetchable' ist, in Bit 2 und Bit 1 steht die gewünschte Art des Memory Mappings in der Initialisierungsphase (00_(bin): beliebig im 32-Bit-Adreßraum, 01_(bin): unter 1 MByte, 10_(bin): beliebig im 64-Bit-Adreßraum, 11_(bin): reserviert).

Registersatz von PCI-Geräten									
	31	24	23	16	15	8	7	0	
00(hex)	Device ID					Vendor ID			
04(hex)	Status					Command			
08(hex)	Class Code					Revision ID			
0C(hex)	BIST	Header Type			Latency Timer		Cache Line Size		
10(hex)	Base Address Register 0								
14(hex)	Base Address Register 1								
18(hex)	Base Address Register 2								
1C(hex)	Base Address Register 3								
20(hex)	Base Address Register 4								
24(hex)	Base Address Register 5								
28(hex)	Cardbus CIS Pointer								
2C(hex)	Subsystem ID				Subsystem Vendor ID				
30(hex)	Expansion ROM Base Address								
34(hex)	Reserved								
38(hex)	Reserved								
3C(hex)	Max Latency		Min Grant		Interrupt Pin		Interrupt Line		

BIST: Build in Self Test dient zur Steuerung eines auf der PCI-Karte implementierten Eigentests, sofern er vorhanden ist.

Interrupt Pin: In diesem Register teilt das Gerät dem Hostsystem mit, welche Interrupt-Leitung des PCI-Busses es benutzt (/INT A, /INT B, /INT C, /INT D).

Interrupt Line: Definiert vom Hostsystem den dem Gerät zugeordneten Hardware-Interrupt (0 bis 15 beim PC).

Die restlichen Register sind für den Standardbetrieb nicht nötig und werden nur benutzt, wenn das Gerät spezielle Funktionen unterstützt.

PCI-BIOS

Auf PCs und Kompatiblen wird die PCI-Funktionalität

über eine BIOS-Erweiterung (das PCI-BIOS) standardisiert zur Verfügung gestellt. Das BIOS hat zwei wesentliche Aufgaben. Zum einen die Bereitstellung einer Schnittstelle für die Software für den Zugriff auf die PCI-Geräte, zum anderen die Initialisierung und die Verteilung der Ressourcen der einzelnen PCI-Geräte. Die Initialisierung läuft ohne Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers direkt nach dem Reset ab (Beschreibung erfolgte im letzten Teil).

Auf die Verteilung der Ressourcen hat man nur minimale Möglichkeiten des Eingreifens, indem bestimmte schon vergebene Interrupts von der automatischen Verteilung ausgenommen werden. Wie das funktioniert, hängt vom verwendeten BIOS ab.

Der Zugriff auf die angeschlossenen PCI-Geräte erfolgt über Speicher- und I/O-Zugriffe auf die entsprechenden Adreßbereiche. Für diesen Zugriff ist kein spezielles BIOS erforderlich. Das PCI-BIOS ermöglicht den Zugriff auf die Register eines PCI-Geräts, aus denen erst die benötigten Adreßinformationen ausgelesen werden müssen und zur Laufzeit der PCI-Status gelesen wird.

Die Schnittstelle zum PCI-BIOS ist doppelt ausgelegt: Für die 16-Bit-Welt ist ein Software Interrupt 1A_(hex) vorhanden, die 32-Bit-Welt benutzt einen 32-Bit-'protected mode entry point'. Die Funktionen selbst sind für beide Schnittstellen gleich.

Alle angegebenen Informationen stammen aus der PCI-

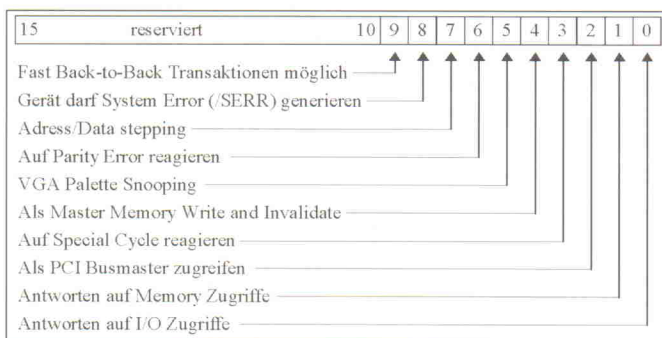


Bild 1. Befehlsempfang – das PCI-Kommandoregister.

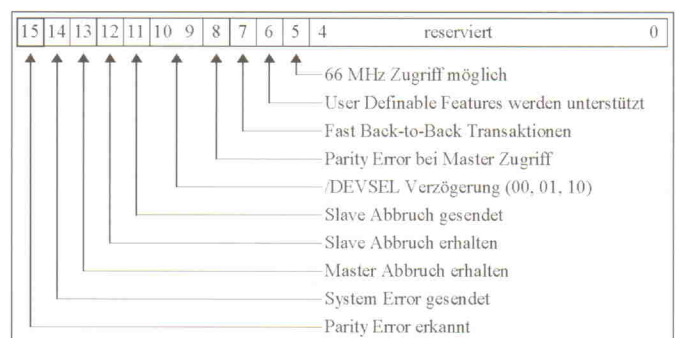


Bild 2. Zustandsmeldung – Inhalt des Statusregisters.

10 JAHRE

ULTIBOARD

SONDERANGEBOT

Gültig bis 30. Juni 1997

incl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Plinkapazitäten erwerben, incl. solchen, die den SPECTRA Autorouter enthalten. Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne eine kostenlose Demo-CD.

Europa- ULTime Technology BV, Energiestraat 36, 1411 AT Naarden, NL
zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345
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 Bauelementen. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35

Distributoren: Tauba Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
Design Center Ritter, tel. 08761-9665, fax 08761-60098
Maxxon, tel. 03-16265230, fax 03-16278586

STAND G140 22/24-4
ES & S'97


```
#define int8      char
#define uint8     unsigned char
#define int16     int
#define uint16    unsigned int
#define int32     long int
#define uint32    unsigned long int
```

Listing 1. Datentypen.

BIOS Specification Revision 2.1. vom 26.8.1994. Die Spezifikation ist von der PCI Special Interest Group zu beziehen (siehe unter [3]). Auf den knapp 25 Seiten steht aber auch nicht viel mehr als hier, für den 32-Bit-Zugriff wird lediglich auf eine weitere Spezifikation verwiesen.

Zum Aufruf einer PCI-BIOS Funktion wird der PCI-Funktionscode $B1_{(hex)}$ im Register [AH] sowie der Code für die Funktion selbst im Register [AL] übergeben und ein Software-Interrupt $1A_{(hex)}$ ausgelöst. Das [CF]-Flag wird gelöscht, wenn die Funktion erfolgreich war, andernfalls wird das Flag gesetzt.

PCI-BIOS Present, Funktion $01_{(hex)}$: Abfrage des PCI-BIOS, des Hardwaremechanismus sowie der Version. Für die korrekte Erkennung des PCI-BIOS müssen alle drei Rückgaberegister definierte Werte beinhalten ([EDX], [AH], [CF]).

Die Rückgabeparameter der Funktion sehen wie folgt aus:

In [EDX] wird der Schriftzug 'PCI-' zurückgegeben (der letzte Buchstabe ist ein Leerzeichen).

[AH] wird gelöscht (0), wenn das BIOS vorhanden ist.

[AL] gibt den Hardwaremechanismus zur Erzeugung von Konfigurationszugriffen und Special Cycles an.

[BX] enthält die Versionsnummer des BIOS als BCD-Wert

(Binary Coded Decimal). In der aktuellen Version 2.10 enthält [BH] eine $02_{(hex)}$ und [BL] eine $10_{(hex)}$.

[CL] teilt die Nummer des letzten PCI-Busses (entspricht Anzahl-1) mit. Im allgemeinen wird hier eine Null erscheinen, es sei denn, über eine PCI-Bridge ist ein weiterer PCI-Bus angeschlossen.

Find PCI-Device, Funktion $02_{(hex)}$: Sucht nach einer Beschreibung ein PCI-Gerät. Mit dieser Funktion findet ein Softwaretreiber die zugehörige Hardware, sofern sie installiert wurde.

Sollte eine Hardware mehrfach im System vorhanden sein (etwa zwei Meßkarten) oder zwei Karten, die sich mit der gleichen ID melden, wenn etwa ein Standard-PCI-Schnittstellenbaustein auf der Karte sitzt, so werden die einzelnen Karten über ihren Index abgefragt: Man fängt bei Null an und zählt den Index hoch, solange man noch keine 'Gerät nicht gefunden'-Nachricht zurückbekommt.

Find PCI-Device kennt drei Aufrufparameter. [CX] muß die Device ID und [DX] die Vendor ID enthalten. In [SI] gehört der Index des Gerätes, falls ein Gerät mehrmals vorhanden ist. Angefangen wird dabei mit einer Null.

Die Register enthalten nach dem Funktionsaufruf folgende Daten:

In [BH] steht die Busnummer.

In Bit 3-7 von [BL] wird die Nummer des Gerätes zurückgegeben, in Bit 0-2 die zugehörige Funktionsnummer.

[AH] enthält die Status/Fehlermeldung ($00_{(hex)}$ = Erfolgsmeldung, $86_{(hex)}$ = Gerät nicht gefunden).

```
main()
{
    int8      HWMechanism, lastBus, BaseClass, Bus, Slot;
    int16     IfLevel, DeviceID, VendorID;

    if (PCIBiosPresent (&HWMechanism, &IfLevel, &lastBus))
    {
        printf ("PCI Bios Version : %2x.%02x\n", IfLevel >> 8,
                IfLevel & 0x00FF);
        for (Bus=0; Bus<lastBus; Bus++)
            for (Slot=0; Slot<32; Slot++)
            {
                PCIReadConfigWord (Bus, Slot, 0, 0x02, &DeviceID);
                if (DeviceID != -1)
                {
                    PCIReadConfigWord (Bus, Slot, 0, 0x00, &VendorID);
                    printf ("Bus:%2d Dev:%2d Vendor:%04x Device:%04x\n",
                            Bus, Slot, VendorID, DeviceID);
                }
            }
    }
    return 0;
}
```

Listing 3. BIOS-Test.

Find PCI-Class Code, Funktion $03_{(hex)}$: Sucht ein PCI-Gerät nach dem Class Code. Hiermit ist es zum Beispiel möglich, die Grafikkarte zu erreichen, ohne den Hersteller oder die Device-Nummer zu wissen. Diese Funktion führt natürlich nur zum Erfolg, wenn das Gerät auch einen der festgelegten Class Codes benutzt.

Funktionsparameter für Find PCI-Class Code sind der zu suchende Class Code in [ECX] sowie, wie bei Find PCI-Device, der Index des Gerätes in [SI].

Find PCI-Class Code gibt als Parameter wiederum die Busnummer in [BH], die Geräte- und Funktionsnummer in [BL] sowie die Status/Fehlermeldung in [AH] zurück (vergleiche Find PCI-Device).

Read Configuration Byte/Word/Dword, Funktionen $08_{(hex)}$, $09_{(hex)}$, $0A_{(hex)}$: Auslesen eines Registers aus dem Konfigurationsbereich. Die Funktionen unterscheiden sich nur durch die Breite des Rückgaberegisters.

Übergabeparameter sind zunächst die Busnummer in

[BH] sowie die Nummer des Gerätes in Bit 3-7 von [BL] und die zugehörige Funktionsnummer in Bit 0-2 von [BL]. Dazu kommt die Nummer des zu lesenden Registers in [DI] (0..255).

Als Rückgabeparameter liefert Read Configuration zunächst wieder die Status/Fehlermeldung in [AH] ($00_{(hex)}$ = Erfolgsmeldung, $87_{(hex)}$ = falsche Registernummer). Dazu kommen, je nach Funktionsaufruf, das gelesene Byte in [CL], das gelesene Wort mit zwei Bytes in [CX] oder das gelesene Doppelwort aus vier Bytes in [ECX].

Write Configuration Byte/Word/Dword, Funktionen $0B_{(hex)}$, $0C_{(hex)}$, $0D_{(hex)}$: Schreiben eines Registers im Konfigurationsbereich. Die Funktionen unterscheiden sich nur durch die Breite des zu schreibenden Registers.

Die Funktionsparameter entsprechen denen von Read Configuration, wobei hier natürlich noch die jeweils zu schreibenden Daten in CH, CX oder ECX als Übergabewerte hinzukommen.

```
#define PCI_BIOS_INT      0x1A
#define PCI_FUNCTION_ID  0xB1
#define READ_CONFIG_WORD 0x09

int8 PCIReadConfigWord (int8 BusNo, int8 DevNo, int8 FncNo, int8
RegNo, int16 *Value)
{
    union REGS in, out;

    in.h.ah = PCI_FUNCTION_ID;
    in.h.al = READ_CONFIG_WORD;
    in.h.bh = BusNo;
    in.h.bl = (byte) ((DevNo << 3) | (FncNo & 0x07));
    in.x.di = RegNo;
    int86 (PCI_BIOS_INT, &in, &out);
    *Value = out.x.cx;
    return (out.h.ah);
}
```

Listing 2. Grundfunktionen für die BIOS-Ansprache.

```
#define PLX_DEVICE_ID 0x9060
#define PLX_VENDOR_ID 0x10B5

int8      HWMechanism, lastBus, BusNo, DevNo, FncNo;
int16     IfLevel;
int32     BaseLocal, BaseConfigIO, BaseConfigMem;

if (PCIBiosPresent (&HWMechanism, &IfLevel, &lastBus))
    if (IfLevel == 0x0210)
        if (PCIFindDevice (PLX_DEVICE_ID, PLX_VENDOR_ID, 0, &BusNo,
&DevNo, &FncNo) == SUCCESSFUL)
        {
            PCIReadConfigDWord (BusNo, DevNo, FncNo, 0x10, &BaseConfigMem);
            PCIReadConfigDWord (BusNo, DevNo, FncNo, 0x14, &BaseConfigIO);
            PCIReadConfigDWord (BusNo, DevNo, FncNo, 0x18, &BaseLocal);
        }
}
```

Listing 4. Karte suchen und Basisadressen auslesen.

Register 0x6E

Bit 13	Reload Konfiguration
Bit 12	EEPROM vorhanden
Bit 11	DO: Data Out
Bit 10	DI: Data In
Bit 9	CS: Chip Select
Bit 8	CLK: Takt

Rückgabewert von Write Configuration ist lediglich die Status/Fehlermeldung in [AH], die ebenfalls der von Read Configuration entspricht.

Zusätzlich zu den hier kurz beschriebenen Aufrufen enthält das PCI-BIOS noch weitere Funktionen, die hier zugunsten des Artikelumfangs nicht näher erläutert sind. Im einzelnen sind dies Generate Special Cycle, Get PCI-Interrupt Routing Options und Set PCI Hardware Interrupt. Letztere

Funktion wird nur vom BIOS während der Initialisierung benutzt, danach ist sie absolut tabu.

Plug and Play

Das Zauberwort 'Plug and Play' ist eng mit dem PCI-Bus verbunden. Denn erst hier kann man das leidige Thema der Ressourcenvergabe für die Hardware gestrost dem BIOS überlassen.

Im Idealfall sieht hiermit die Installation von neuer Hardware so aus: Karte irgendwo reinstecken – Rechner starten – das Betriebssystem erkennt die Karte – Softwaretreiber kopieren – noch mal neu booten – läuft (oder auch nicht).

Das Problem hierbei ist nicht der PCI-Bus und die dortige Ressourcenvergabe. Die alten ISA-Komponenten, die nicht in

Datenablage im Onboard-EEPROM

Offset	Adr.	Länge	Beschreibung
0	0	2	Device ID
2	1	2	Vendor ID
4	2	2	Class Code
6	3	2	Class Code, Revision
8	4	2	Latency, Grant
A	5	2	Interrupt Pin/Line
C	6	4	Mailbox 0
10	8	4	Mailbox 1
14	A	4	Adreßbereich lokaler Bus (Base 2)
16	C	4	Remapping Adresse für lokalen Bus
...			diverse Register
44	22	60	freier Bereich

dieses Schema hineinpassen, bereiten Probleme, und zur Zeit wird eben noch ein großer Low-cost-Bereich von diesem Kartentyp abgedeckt. Deren Ressourcen muß man doch noch per Hand einstellen, aber gleichzeitig auch für die automatische Vergabe durch das PCI-BIOS sperren. Die meisten Schwierigkeiten machen allerdings die Softwaretreiber. Diese müssen in einer sowohl zur Hardware als auch zum Betriebssystem passenden Version vorhanden sein und die zugehörige Karte auch korrekt erkennen und ansprechen können.

Programmbeispiele

Die hier angeführten Beispiele und die insgesamt für die Karte verfügbare Software wurden in Borland C++ unter MSDOS angefertigt, sollten sich aber leicht in jede Programmiersprache übertragen lassen, sofern diese das Generieren von Software-Interrupts unterstützt.

Da die Länge der Datentypen von der verwendeten Umgebung abhängt (ein int unter DOS ist 16 Bit lang, unter Win32 aber 32 Bit), ist es angeraten, sich abhängig von der Umgebung eigene Datentypen zu definieren. Für den verwendeten DOS-Compiler sieht das Ganze wie in Listing 1 dargestellt aus.

Der erste Schritt ist die Umsetzung des PCI-BIOS in mehrere einfach zu benutzende Funktionen (Listing 2). Mit diesen Funktionen kann man sich nun einige Informationen über den im eigenen Rechner installierten PCI-Bus und die installierten Geräte holen (ab Listing 3).

Ein kurzes Testprogramm kann beispielsweise alle gefundenen PCI-Geräte ausgeben. Zu beachten ist dabei, daß normalerweise zusätzlich zu den installierten Steckkarten noch zwei bis vier weitere Geräte erkannt werden. Dabei handelt es sich um den Chipsatz selbst (PCI-

```
#define EE_CLK          0x0100
#define EE_CS           0x0200
#define EE_DI           0x0400
#define EE_DO           0x0800
#define PLXREG_EEPROM  0x6E

// *****
void EEClearCS (int16 Base)
{
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, 0);
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, EE_CLK);
}

// *****
void EEWriteBit (int16 Base, int16 Bit)
{
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, (EE_CS | ((Bit<<10) & EE_DI)) &
    (~EE_CLK));
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, EE_CS | EE_CLK);
}

// *****
int16 EEReadBit (int16 Base)
{
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, EE_CS & (~EE_CLK));
    outw (Base + PLXREG_EEPROM, EE_CS | EE_CLK);
    return ((inw (Base + PLXREG_EEPROM) & EE_DO) >> 11);
}

// *****
int16 EEReadWord (int16 Base, int16 Offset)
{
    int16 Value, i;

    EEWriteBit (Base, 1);
    EEWriteBit (Base, 1);
    EEWriteBit (Base, 0);

    for (i=0; i<6; i++)
        EEWriteBit (Base, (Offset >> (5-i)));
    for (i=0; Value = 0; i<16; i++)
        Value |= (EEReadBit (Base) << (15-i));
    EEClearCS (Base);
    return Value;
}
```

Listing 5. Beispiele zum Lesen aus dem EEPROM.

```
#define BLOCK 0x400
#define LOC_MEM 0x00000000
#define LOC_PLX 0x01000000
#define LOC_IC3 0x02000000
#define LOC_PIN 0x03000000

int32 i,j;

for (i=0; i<0x1000; i+=BLOCK)
{
    outl (BaseConfigIO + 0x04, (LOC_MEM+i) | 0x00000001);
    for (j=0; j<BLOCK; j+=4)
        outl (BaseMem+j, (i+j));
}
```

Listing 6. Füllen eines 4k-RAM-Segmentes.



ULTIBOARD

SONDERANGEBOT

Gültig bis 30. Juni 1997

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 Bauelementen. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 incl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Platinakapazitäten erwerben, incl. solchen, die den SPECCTRA Autorouter enthalten. Auf Wunsch senden wir Ihnen gerne eine kostenlose Demo-CD.

Distributoren: Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
Design Center Ritter, tel. 08761-9665, fax 08761-60098
Maxxom, tel. 03-16265230, fax 03-16278586



Europa- ULTimate Technology BV, Energiestraat 36, 1411 AT Naarden, NL
zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345



ES & S'97

Hostsystem), die PCI-to-ISA-Bridge sowie eventuell vorhandene Onboard-Grafikkarten und -Controller.

Die Adressierung eines beliebigen Boards geht wie folgt vonstatten: Der Treiber der installierten Hardware beziehungsweise in unserem Fall das Testprogramm durchläuft folgende Schritte für die Initialisierung eines PCI-Boards:

- Test auf PCI-BIOS und Version.
- Karte suchen mit PCI-Funktion FindPCIDevice.
- Adressen der verschiedenen Speicherbereiche für den Zugriff vom PC auslesen.
- Kartenspezifische Informationen auslesen.

Software an Board

Beim Zugriff auf das PCI-BIOS wird eine Bibliothek benutzt, die die oben vorgestellten Funktionen des BIOS in C-Funktionen des gleichen Namens überträgt (entsprechend der als Beispiel vorgestellten

Funktion PCIReadConfigWord).

Der Zugriff auf die Entwicklungskarte erfolgt auf drei verschiedene Arten:

Über das PCI-BIOS lassen sich die PCI-Register der Karte ansprechen. Hierbei können die während des Bootvorgangs vergebenen Adreßbereiche ausgelesen werden (der PLX-Chip fordert insgesamt drei Adreßbereiche an).

Das Base Address Register 0 und das Base Address Register 1 geben die Adresse an, an der die internen Register des Bausteins eingeblendet werden. Die internen Register stehen im I/O-Bereich (Base Address Register 0) und alternativ im 32 Bit Memory Bereich (Base Address Register 1) zur Verfügung. Diese Register sind auch von einem lokal aufgebauten Master adressierbar. Neben der Zugriffsteuerung für den lokalen Bus (Remapping, Waitstates, Buszuteilung) stehen acht beidseitig beschreibbare Mailboxregister für die Kommunikation zwischen

PCI- und lokaler Seite zur Verfügung. Über ein internes Register des PLX-Chips ist ferner das eingebaute EEPROM adressierbar. Die internen Register zur Steuerung des DMA-Zugriffs sind, wie schon im Hardwareteil kurz erwähnt, nicht über den PCI-Bus direkt adressierbar. Sie stehen nur für einen lokalen Zugriff zur Verfügung.

Schließlich wird über das Base Address Register 2 der lokale Bus adressiert. Der Adreßbereich kann wahlweise im I/O-Bereich oder im 32-Bit-Memory-Bereich liegen (die Einstellung erfolgt über das EEPROM). Über das Remapping-Register des PCI 9060 wird der adressierte Bereich auf einen beliebigen Bereich des 32 Bit breiten lokalen Busses eingeblendet. Nur über diese Adressen können jetzt die DMA-Register adressiert werden (siehe nächste Seite).

EEPROM-Daten

Das angeschlossene EEPROM enthält sowohl die Bootkonfiguration für den Schnittstellenbaustein als auch genügend Leerraum für eigene Parameter. Insgesamt sind von den 1 kBit vorhandenen Speicher 64 Bytes benutzt. Damit stehen noch 60 Bytes zur freien Verfügung. Bei den vorgegebenen 32-Bit-Parametern sind jeweils MSW und LSW getauscht.

Die Boot-Einstellungen sind mit etwas Vorsicht zu behandeln, ein falscher Wert kann hier leicht zu einem hängenden System führen. In diesem Fall ist es möglich, das EEPROM mit Hilfe des Jumpers J5 abzuklemmen und das Board mit den Standardeinstellungen hochfahren zu lassen. Nach dem Stecken des Jumpers steht das EEPROM wieder zur Programmierung zur Verfügung.

Der Zugriff auf das EEPROM erfolgt über das interne Register 0x6E. Hier werden alle Signale zur Steuerung bitweise gesetzt. Da das HIGH-Wort des Registers ebenfalls verwendet wird (unter anderem für den Softwarereset des Bausteins) ist es nötig, hier nur mit Wortzugriffen zu arbeiten, um diesen Teil nicht zu verändern.

Die Adressierung des EEPROMs erfolgt jeweils über einen 3-Bit-Befehl, dem dann eventuell die Adresse der angesprochenen Speicherzelle als 6-Bit-Wert folgt (der Speicher kann nur in 16-Bit-Schritten ausgelesen werden). Dabei muß das Chip-Select-Signal gesetzt und jeweils ein Clock-Impuls erzeugt werden. Für unsere Anwendung sind vier Befehle wichtig (siehe Tabelle 4 auf Seite 57).

Als Beispiel für den Befehl Read Word sieht das Ganze in ein paar Funktionen aufgeteilt wie in Listing 5 dargestellt aus.

RAM direkt

Der Zugriff auf den lokalen Bus und damit auf das auf der Karte installierte RAM erfolgt über die im Base Address Register 2 des PCI-Register-Satzes angegebene Adresse. Da die meisten wahrscheinlich bei solchen Testentwicklungen noch immer unter DOS arbeiten, empfiehlt es sich, den lokalen Bus in den I/O-Bereich des PC einzublenken. Weil der I/O-Bereich stark begrenzt ist, wird man hier nur ein kleines Fenster benutzen können. Wie groß der Block sein darf, hängt ganz vom verwendeten Rechner ab, teilweise muß man sich mit 1k-Blöcken begnügen.

Ein Einblenden des lokalen Busses in den Memory-Adreßraum würde das Benutzen eines Betriebssystems erzwingen, das auch 32-Bit-Adressen generieren kann (oder die Benutzung eines DOS-Extenders erfordern).

Innerhalb des eingeblendeten Fensters sind dann sowohl 8-Bit-, als auch 16-Bit- und 32-Bit-Zugriffe an beliebiger Adresse erlaubt. Zugriffe außerhalb der Doppelwortgrenze werden allerdings für den Anwender transparent in zwei (oder sogar drei) Zugriffen aufgeteilt. Aus einem outl (BaseMem+0x03, 0x12345678) werden die Befehle outb (BaseMem+0x03, 0x12), outw (BaseMem+0x04, 0x3456) und outb (BaseMem+0x06, 0x78).

Im lokalen Register 0x04 (Remap) wird der gewünschte lokale Adreßbereich für den Zugriff eingetragen. Mit Bit 0 = 1 wird dabei die Adressierung

DMA-Register des PCI-Chips

Adr. ¹	Register
0x100	DMA Channel 0 Mode Register
	Bit 0..1 Bus Breite (11 = CX)
	Bit 2..5 Wait States
	Bit 6 Ready Enable
	Bit 7 Bterm Enable
	Bit 8 Burst Enable
	Bit 9 Chaining Enable
	Bit 10 Interrupt Enable
	Bit 11 Local Address Constant
	Bit 12 Demand Mode
0x104	PCI Address Channel 0
0x108	Local Address Channel 0
0x10C	Transfer Size Channel 0
0x110	Chaining Descriptor Address Channel 0
0x114	DMA Channel 1 Mode Register
	s.o.
0x118	PCI Address Channel 1
0x11C	Local Address Channel 1
0x120	Transfer Size Channel 1
0x124	Chaining Descriptor Address Channel 1
0x128	DMA Command/Status
	Bit 0 Channel 0 Enable
	Bit 1 Channel 0 Start
	Bit 2 Channel 0 Abort
	Bit 3 Channel 0 Clear Interrupt
	Bit 4 Channel 0 done
	Bit 8 Channel 1 Enable
	Bit 9 Channel 1 Start
	Bit 10 Channel 1 Abort
	Bit 11 Channel 1 Clear Interrupt
	Bit 12 Channel 1 done
0x12C	DMA Arbitration Register Channel 0
0x130	DMA Arbitration Register Channel 1

¹⁾ Adressen auf lokalem Bus

des Adreßbereichs freigeschaltet. In Bit 2..31 (beim I/O-Zugriff) oder in Bit 4..31 (beim Memory-Zugriff) steht die gewünschte lokale Adresse. Die verschiedenen Adreßbereiche auf dem lokalen Bus wurden bereits im Hardwareteil vorgestellt.

Zugriff per DMA

Der DMA-Zugriff erfolgt über einen der beiden auf dem PLX-Chip integrierten DMA-Kanäle. Der Zugriff ist unabhängig vom vergebenen Adreßbereich und der dort benutzten Zugriffsart. Ein DMA-Transfer läuft immer mit 32-Bit-Memory-Zugriffen und kann damit die Leistung des PCI-Busses voll ausnützen.

Beim DMA-Zugriff tritt der PCI9060 sowohl auf dem lokalen Bus als auch auf dem PCI-Bus als Busmaster auf. Es gibt zwei mögliche Arten des DMA-Zugriffs: Chaining und Non-Chaining.

Beim Non-Chaining-DMA wird eine Start- und eine Zieladresse angegeben, die Richtung der Übertragung sowie die Größe des zu übertragenden Blocks. Nach Setzen eines Start-Bits werden die Daten übertragen und – wenn ge-

Befehle zur EEPROM-Adressierung

Read Word	Code 110 schreiben, 6 Bit Adresse schreiben, 16 Bit Wert lesen
Write Word	Code 101 schreiben, 6 Bit Adresse schreiben, 16 Bit Wert schreiben, 0 lesen
Write Disable	Code 100 schreiben, Kennung 000000 schreiben
Write Enable	Code 100 schreiben, Kennung 111111 schreiben.

wünscht – bei Ende der Übertragung ein Interrupt auslöst.

Beim Chaining-DMA hingegen werden jeweils Descriptor-Blöcke mit den Einstellungen aus dem lokalen RAM geladen. Hier kommt noch zusätzlich die Adresse des nächsten Descriptor-Blocks zu den Parametern. Zusammen mit der Möglichkeit des Demand-Mode (über die Leitungen /DREQ, DMA Request und /DACK, DMA Acknowledge wird ein DMA Zugriff angefordert und bestätigt), ergeben sich hier vielfältige und schnelle Möglichkeiten der Datenübertragung.

Die Steuerung erfolgt über insgesamt 13 lokale Register des Bausteins. Wie oben schon erwähnt, können diese Register nur auf Umwegen über den PCI-Bus beschrieben und ausgelesen werden. Dazu wird der

Zugriff auf den lokalen Bus auf den PLX-Chip zurückgeführt. Damit der Chip mit sich selbst das Handshake des lokalen Busses fahren kann, sind einige spezielle Einstellungen im lokalen Register 0x18 nötig: zwei Waitstates sowie /Ready und /Bterm Input disable. Für den DMA-Zugriff selbst werden alle Einstellungen in den DMA-Registern vorgenommen.

Für eigene Tests empfiehlt es sich, zuerst nur aus dem PC-Speicher auf die Karte mit DMA zu übertragen und die Daten zum Vergleich mit I/O-Zugriffen zurückzuholen. Ein Schreibzugriff an eine nicht gültige PC Adresse führt unweigerlich über kurz oder lang zum Absturz.

Das hier vorgestellte PCI Evaluation Board ist als ELRAD-Projekt in Form einer – ausnahmsweise – vollbestückten Platine mit gesonderter Dokumentation und einigen Testroutinen unter der unten angegebenen Herstelleradresse erhältlich. Zudem sind bei Bedarf über den Umfang des Projektes hinaus auch weitergehende Softwarebibliotheken und ähnliches verfügbar. *kle*

Spectrum GmbH
Bültbek 26
22962 Siek
☎ 0 41 07/18 81
☎ 0 41 07/95 90
🌐 http://ourworld.compuserve.com/homepages/spectrum_gmbh

Literatur

- [1] Oliver Rovini, Kontaktkarte, PC-Evaluation-Board für Schaltungen mit PCI-Bus-Interface, ELRAD 3/97, S. 42 ff.
- [2] Oliver Rovini, Bus Basics, Technische Grundlagen des PCI-Bus, ELRAD 3/97, S. 35 ff.
- [3] PCI-Local Bus Specification, PCI-BIOS Specification, Rev. 2.1., PCI-Special Interest Group 1995 (<http://www.pcisig.com>)
- [4] PLX Technology: PCI-Bus Interface and Clock Distribution Chips (<http://www.plxtech.com>)

```
#define DMA_BUS_32BIT      0x00000003
#define DMA_READYENABLE   0x00000040
#define DMA_BURSTENABLE   0x00000100
#define DMA_PCITOLLOCAL    0x00000000
#define DMA_LOCALTOPCI     0x00000008
#define DMA_CH0ENABLER    0x00000001
#define DMA_CH0START       0x00000002
#define DMA_CH0ABORT       0x00000004
#define DMA_CH0CLEARIR     0x00000008
#define DMA_CH0DONE        0x00000010

int32 MemAccess, DMAAccess, ArrayAdr;
int8  Array[0x1000];

// Aus Segment::Offset 32 Bit Adresse berechnen
ArrayAdr = (long int) &Array[0];
ArrayAdr = ((ArrayAdr&0xFFFF0000)>>12) + (ArrayAdr&0x0000FFFF);

// Zugriffsarten für Speicher Zugriff oder DMA-Zugriff
MemAccess = inl (BaseConfigIO + 0x18);
DMAAccess = ((MemAccess & 0xFFFFFFF0) | 0x0000000B);

// Einstellungen für Zugriff auf DMA-Register
outl (BaseConfigIO + 0x18, DMAAccess);
outl (BaseConfigIO + 0x04, LOC_PLX | 0x00000001);

// DMA-Zugriff
outl (BaseMem+0x100, DMA_BURSTENABLE | DMA_READYENABLE |
DMA_BUS_32BIT);
outl (BaseMem+0x104, ArrayAdr);
outl (BaseMem+0x108, 0x00000000);
outl (BaseMem+0x10C, 0x1000);
outl (BaseMem+0x110, DMA_LOCALTOPCI);
outl (BaseMem+0x128, DMA_CH0ENABLER | DMA_CH0START);
while (!(inl(BaseMem+0x128) & DMA_CH0DONE));

// Alte Einstellungen wieder herstellen
outl (BaseConfig+0x18, MemAccess)
```

Listing 7. DMA-Transfer auf die Karte.

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:



HEWLETT PACKARD 5371A

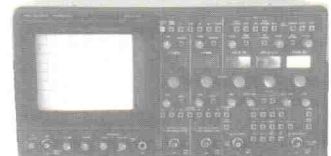
FREQUENZ- UND ZEITINTERVALLANALYSATOR 0-500 MHz

Ermöglicht die Bewertung von Frequenz- und Phasenänderungen in Abhängigkeit von der Zeit. Dient zur Messung von Jitter und Zeit sowie der Darstellung und Auswertung komplexer Signale in der Modulations-ebene. Integrierte Statistik- und Grafikanalyse. inkl. 2 Stück HP54002 50kV-Eingangsmodule. **DM 15.985,-**

HEWLETT PACKARD

1681A	LOGIK-ANALYZ. 500MHz/102K	14.835,-
3312A	FUNKTIONSGEN. 0,1Hz-13MHz	1.890,-
3586B	SELEKT.VOLTMETER -32,5MHz	4.485,-
37201A	HP-IB-EXTENDER	2.243,-
3764A/002	DIG. TRANS. ANALYZ. 140MBit/s	14.375,-
4276A	LCZ-METER	10.235,-
4278A/002/201	CAP. METER 1MHz / NEU	11.270,-
5061A	CESIUM-FREQ.-STANDARD	30.475,-
5328A	UNIV. COUNTER 100 MHz	2.185,-
7035B	X-Y-RECORDER / A4	1.725,-
8504A/012	PRÄZ.REFL.M. 1300 / 1550nm	57.270,-
8656B	SIGNAL-GEN 0,1-990 MHz	9.085,-
8981A	VEKTORMOD. ANALYZER	33.925,-

Telefon:04241/3516 Fax:5516



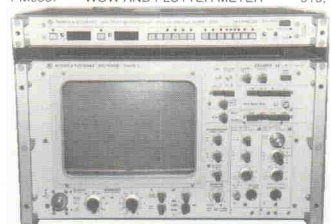
PHILIPS PM3295A

400MHz-Oszilloskop

Analogoszilloskop mit einer Bandbreite von 400MHz und einer Anstiegszeit von 0,9 ns. Cursorfunktionen für Spannung, Zeit und Frequenz, eingebaute Autoset-Funktion, IEEE-488-Schnittstelle. **DM 6.785,-**

PHILIPS

PM5171	AMPL./LOG. KONVERTER	915,-
PM5715	PULS-GENERATOR 1Hz-50MHz	1.840,-
PM6307	WOW AND FLUTTER METER	915,-



ROHDE&SCHWARZ SWOB 5

Wobblersystem 0,1-1300 MHz

Kompakter Wobbelmessplatz für Ein- oder Zweikanal-Darstellung mit linearer oder logarithmischer Verstärkung je nach Ausstattung. 75dB Dynamik, geeichte Pegellinien, Frequenzmarkierung durch Impuls- und Strichmarken, Ausführung in 502-Technik bestückt mit Verstärkereinschüben E1 und E2, andere Ausführungen und Zubehör sind auf Anfrage ab Lager verfügbar. **DM 12.880,-**

ROHDE&SCHWARZ BDS

Digitaler Bildspeicher für SWOB 5(o.Abb.)

Vier-Messkurven-Speicher zur flackerfreien Darstellung von langsam ablaufenden Wobbelvorgängen als stehendes Bild, Verknüpfung beliebiger Speichereinhalte durch Addition oder Subtraktion von Korrekturkurven. Rauschunterdrückung durch Mittelwertbildung mehrerer Wobbelabläufe. **DM 2.300,-**

MBMT MESSTECHNIK GMBH

Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum

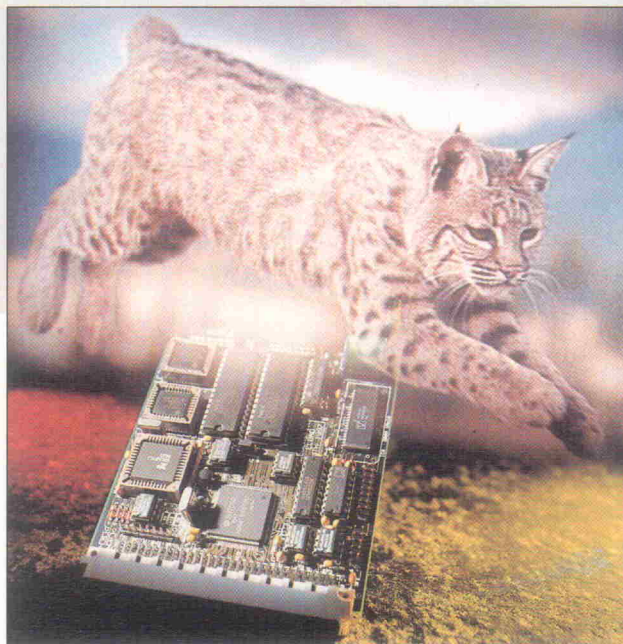
Telefon:04241/3516 Fax:5516

Der Luchs

Eurokarte und Hochsprachenumgebung für Hitachis RISC-Controller SH7032, Teil 2

Hans-Jörg Himmeröder,
Alfred Knülle-Wenzel

Auch die leistungsfähigste Hardware macht keinen Freude, wenn die passende Softwareumgebung fehlt. Die 'Dressur' des Luchs fällt leicht: Der Entwickler hat die Auswahl zwischen Assembler oder Compilern für Basic und Pascal – alles unter einem gemeinsamen Dach.



Bevor das Luchs-Board seine Hochsprachenfähigkeiten ausspielt, ist ein Blick auf die Besonderheiten des RISC-Kerns von Hitachis SH7032 fällig. Dessen Programmierung in Assembler gestaltet sich in Details deutlich anders, als man es von den bisher üblichen CISC-Mikroprozessoren gewohnt ist.

Beispielsweise kennt der verbreitete 8-Bitter 68HC11 Opcode variabler Länge zwischen einem und drei Bytes. Anders dagegen beim SH7032. Sein Befehlssatz enthält ausschließlich 16 Bit breite Befehle [2]. Klar ist, daß man damit ein NOP kodieren kann. Auch das Laden einer Byte-Konstante in ein Register bereitet keine Probleme. Bei größeren Immediate-Daten muß die CPU dagegen leichte Klimmzüge vornehmen.

Der Schlüssel liegt im Zugriff auf Konstanten. Diese stehen, wie auch bei anderen Prozessoren üblich, mitten im erzeugten Code – allerdings nicht unmittelbar beim Befehl, sondern etwas weiter hinten in einer Konstantentabelle. Wenn diese

Tabelle nicht allzuweit entfernt ist, so kann der Prozessor das Zugriffsziel per PC-relativer Adressierung mit einem kompakten 8-Bit-Offset erreichen.

Der maximale Abstand einer Wortkonstante ist 510 Byte, bei einem Langwort darf die Entfernung sogar 1020 Byte betragen. Wichtig ist dabei, daß ein Wort immer an einer geraden und ein Langwort stets an einer durch vier teilbaren Adresse beginnt. 'Weite' Sprünge realisiert man beispielsweise mit folgender Sequenz:

```
MOV.L    @(ZTab,PC),R0
JMP      @R0
NOP
.align 4
ZTab     .long    Zieladresse
```

Das Zeichen '@' (at) kennzeichnet einen indirekten Zugriff auf eine durch den nachfolgenden Ausdruck zu bestimmende Adresse. Im MOV-Befehl wird diese Adresse als Summe des aktuellen PC und dem Offset zur Konstanten ermittelt. Der Luchs-Assembler akzeptiert statt der umständlichen Schreibweise *MOV.L*

@(ZTab,PC),R0 auch die Abkürzung *MOV.L ZTab,R0*.

Dieses Beispiel zeigt zudem zwei weitere Besonderheiten der RISC-Architektur: Da Sprünge innerhalb der Befehls-pipeline als Delayed-Branch – mehr dazu später – ablaufen, führt die CPU vor dem Verzweigen zum Ziel noch die auf den Sprungbefehl folgende Instruktion aus. Hier sollte man bei Programmierung 'von Hand' stets ein NOP einsetzen, wenn man keine Optimierung betreiben möchte.

Die zweite Spezialität ist der Pseudo-Opcode *.align 4*. Er sorgt dafür, daß der Assembler Füllbytes einfügt, damit der folgende Code – hier also die 32-Bit-Konstante – an einer durch vier teilbaren Adresse zu liegen kommt. Bei Wortlisten verwendet man dementsprechend *.align 2*.

Gemäß dem obigen Beispiel legt man auch String- und Fließkommakonstanten oder Variable ab. Auch der Zugriff auf konstante Ports läßt sich so realisieren. Falls die Tabelle mitten im Code steht, springt die CPU über die 'störenden' Konstanten hinweg:

```
MOV.L    DUART,R1
MOV.B    @R1,R0
MOV.L    Tabl,R1
MOV.B    R0,@R1
BRA      weiter
NOP
.align 4
DUART     .long    $06100003
Tabl      .long    $0A004000
weiter    ...
```

In der Regel sammelt man eine größere Anzahl von Konstanten, die dann etwas weiter hinten gemeinsam abgelegt werden. Nach diesem Verfahren gehen auch die beiden Luchs-Compiler für BASIC und Pascal vor.

Assembliert

Der Luchs-Assembler arbeitet One-Pass, das heißt, er übersetzt in einem Durchlauf den kompletten Quelltext. Diese Technik beschleunigt das Verfahren erheblich. Es bedeutet aber auch, daß ein paar Besonderheiten zu beachten sind.

Die Vorlage bilden ASCII-Files, wobei die Möglichkeit besteht, komplexere Maschinenprogramme mit Hilfe von Include-Dateien zu strukturieren. Makros sind dagegen nicht implementiert. Ein Label erkennt der Assembler daran,

Alfred Knülle-Wenzel zeichnet für die smarten Seiten des Luchs verantwortlich. Aus seiner Tastatur stammt die Entwicklungsumgebung inklusive des Pascal-Compilers.

daß es kein 7032-Befehl ist. Bezeichner à la *SLEEP* sollte man also vermeiden.

Als Operanden sind Ausdrücke erlaubt, die Dezimal-, Hex-, Binärzahlen, ASCII-Zeichen sowie Labelnamen enthalten. Hex-Zahlen beginnen mit einem \$-Zeichen (alternativ H'), Binärwerte mit dem %-Zeichen, und ASCII-Zeichen werden in Hochkommata eingekleidet. Als Operatoren sind +, -, / und * erlaubt, dabei gilt die Regel Punkt- vor Strichrechnung.

Bei der Verwendung von Labelnamen muß man beachten, daß in zusammengesetzten Ausdrücken nur bereits bekannte, also vorher deklarierte Labels verwendet werden dürfen, denn der Assembler berechnet den Ausdruck sofort. Steht nur ein Label ohne Rechenausdruck als Operand, so kann dieses eventuell erst später mit einem Wert belegt werden. Diese Einschränkung hängt damit zusammen, daß der Assembler in einem einzigen Durchgang übersetzt. Nicht bekannte Adressen erscheinen im Listing mit 'xx' und werden am Ende des Übersetzungsvorgangs nachgetragen:

```
MOV    #TabE-TabA,R0
TabA   .BYTE 1,2,3,4,5,6
TabE
```

Diese Befehlsfolge kann der Assembler nicht 'verdauen', da in der ersten Zeile die Marken *TabA* und *TabE* noch unbekannt sind. Per Einführung der Tabellenlänge als Assemblervariable umgeht man dieses Problem:

```
MOV    #TabL,R0
TabA   .BYTE 1,2,3,4,5,6
TabE
TabL   .EQU TabE-TabA
```

Relokatibel

Leider fehlt dem 7032 die Fähigkeit, weite Sprünge (mehr als -4096 respektive +4094) relativ zu adressieren, um plazierungsunabhängigen Code zu erzeugen. Dazu haben

die Entwickler dem Luchs über TRAP-Aufrufe neue Opcodes beigebracht, die zwar nicht mit maximaler Geschwindigkeit arbeiten, aber die gewünschten Resultate ermöglichen. Die neu definierten Pseudobefehle sind *.BRAL*, *.BSLR* sowie *.MOVAL*, die man wie ihre 'kurzen' Pendanten einsetzt.

Die Compiler für BASIC und Pascal erzeugen relokatable Programme auf eine direktere Weise. Diese Variante produziert zwar mehr Code, läßt sich aber genauso in selbstgeschriebenen Assemblerprogrammen verwenden:

```
MOVA    ZPtr,R0
MOV.L   @R0,R1
ADD     R0,R1
JMP     @R1
NOP

...
.ALIGN 4
.DIST   Ziel

Ziel    ...
```

Wenn die Compiler an eine zunächst weiter 'hinten' stehende Adresse nach dieser Methode springen wollen und später feststellen, daß auch ein kurzer Sprung ausreicht, wird der schnellere, kurze Sprung nachgetragen. Dabei bleiben die Reste der Sprungzielberechnung stehen, weshalb disassemblierter Compiler-Output an manchen Stellen bisweilen ungewöhnlich aussieht.

CPU-Basics

Der SH7032 basiert auf einem 32-Bit-RISC-Kern. Er verwendet grundsätzlich 16 Bit breite Opcodes und arbeitet standardmäßig mit Langworten (32-Bit-Werte). Allerdings kann die MCU auch byte- (8 Bit) und wortweise (16 Bit) auf den Speicher zugreifen. In diesen Fällen nimmt sie eine automatische Vorzeichenerweiterung auf 32 Bit vor. Im Opcode liegende 8-Bit-Immediate-Daten werden bei arithmetischen Operationen auf das Langwort vorzeichen- und bei logischen Befehlen nullenerweitert. Kon-

stanten, die über 8 Bit Datenbreite hinausgehen, muß man in einer Tabelle ablegen.

Neben sechzehn 32-Bit-Allzweckregistern (R0...15) enthält der SH7032 drei 32-Bit-Kontrollregister (Status Register *SR*, Global Base Register *GBR* und Vector Base Register *VBR*) sowie vier 32-Bit-Systemregister (Multiply-Accumulate High/Low *MACH/MACL*, Procedure Register *PR* und Program Counter *PC*).

Grundsätzlich sind die Allzweckregister frei für Daten oder als Zeiger nutzbar. Die Ausnahme bildet R15, das als Stackpointer fungiert. Bei Unterprogrammaufrufen legt die CPU die Rückkehradresse nicht auf dem Stack, sondern in *PR* ab. Der *RTS*-Befehl lädt dann lediglich den Inhalt von *PR* in den Program Counter. Dies geht zwar schnell, verursacht aber Mehraufwand bei geschachtelten Unterprogrammaufrufen. Soll die MCU sich die Rückkehradresse merken, so muß man das *PR*-Register vor einem weiteren Unterprogrammaufruf – am besten bereits beim Eintritt in die aufrufende Routine – über R15 auf den Stack speichern und anschließend wieder laden:

```
Start   BSR UP1
        NOP
        ...
UP1     STS.L PR,@R15
        BSR UP2
        NOP
        ...
        LDS.L @R15+,PR
        RTS
        NOP
UP2     ...
```

Der Block der Ausnahmevektoren beginnt bei einer Adresse, die im *VBR* steht. Man legt diesen Block günstigerweise irgendwo im RAM ab, wenn die Vektoren während der Programmausführung geändert werden sollen. Beim Luchs-Betriebssystem zeigt *VBR* immer auf den RAM-Anfang.

Freifahrt

Für SH-Einsteiger stellt Hitachi 20 Exemplare des 'Electronic Components Databook' zur Verlosung. Neben Datenbüchern zu µCs, Speicherbausteinen, Flat-Panel- und LC-Displays enthält die CD-ROM auch Application Notes, Hard- und Softwarehandbücher sowie die GNU-Tools (C-Compiler, Assembler, Linker unter DOS) für H8- und SH-Controller. Wer eine der 20 CDs gewinnen möchte, schickt bis zum 21. April 1997 ein Fax oder eine EMail mit dem Stichwort 'Luchs' an:

Redaktion ELRAD
05 11/53 52-4 04
post@elrad.heise.de

Auch EMail-Teilnehmer geben bitte ihre Postanschrift an, damit ein eventueller Gewinn ankommt. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Zwecks schnelleren Zugriffs auf die interne Peripherie enthält die MCU das *GBR*. Der Luchs setzt es auf die Adresse \$05FFFFC0, bei der die internen Portadressen des 7032 beginnen. *MACH* und *MACL* fungieren als Zielregister für Multiplikationen.

Ein einziges Flag, *T* (Bit 0 in *SR*), muß für die Vergleichsoperationen erhalten. Der Befehlssatz des SH bietet aber genügend Compare-Anweisungen, um allen Anforderungen gerecht zu werden. Die Interrupt-Maske *I* (Bit 7...4 in *SR*) dient im Zusammenspiel mit dem Interrupt-Priority-Register der Onchip-Peripherie dazu, Unterbrechungsanforderungen nach Prioritäten zu staffeln.

Verzögert

Die Anweisungen *BRA*, *BSR*, *JMP*, *JSR*, *RTS* und *RTE* arbeiten aufgrund der in die CPU integrierten Instruction Pipeline als Delayed Branches. Dies bedeutet, daß ein Befehl, der solchen Instruktionen folgt, vor dem eigentlichen Sprung ausgeführt wird. Die Anweisung hinter dem Sprungbefehl darf folglich keine Instruktion sein, die sich auf den Program Counter bezieht – also auch kein Zugriff auf Wort- oder Long-Variable. Weiterhin ver-

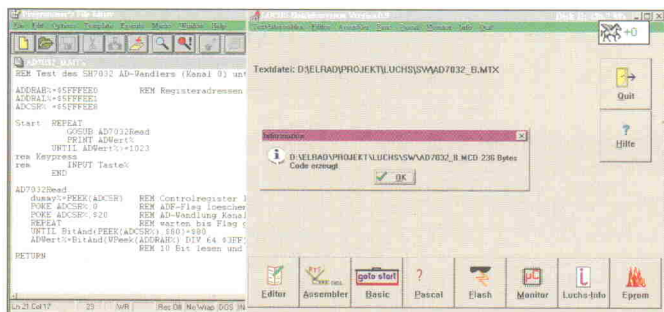


Bild 1. Die Entwicklungsumgebung unter Windows vereint alle Programmierschritte unter einem Dach. Dabei bietet die Online-Hilfe direkten Zugriff auf das gesamte BASIC- und Pascal-Vokabular.


```

DIM Uhr%(6)
GOSUB Uhrstellen
REPEAT GOSUB Uhrlesen UNTIL Keypress: Get K$
END

Uhrstellen:
PRINT "Uhrstellen": PRINT
INPUT "Wochentag (Sonntag=0 .. Samstag=6): ", Uhr%(0)
INPUT "Tag      ": Uhr%(3)
INPUT "Monat   ": Uhr%(2)
INPUT "Jahr    ": Uhr%(1)
INPUT "Stunde  ": Uhr%(4)
INPUT "Minute  ": Uhr%(5)
INPUT "Sekunde ": Uhr%(6)
Setclock Uhr%
RETURN

Uhrlesen:
ReadClock Uhr%
? "Heute ist der " Uhr%(3) ", " Uhr%(2) ", " Uhr%(1)
? "Die Zeit ist " Uhr%(4) ":", Uhr%(5) ":", Uhr%(6)
RETURN

```

Listing 1.
Zugriff auf die
Echtzeituhr in
BASIC.

Listing 2.
Abfrage des
A/D-Wandlers
per Pascal.

```

PROGRAM AD_Wandler;
CONST max = 99999;
TYPE Tfield = ARRAY [0..max] OF Byte;
      TPuffer = ARRAY [0..250] OF LongInt;
VAR Temp : Tfield;
    pause : LongInt;
    Puffer : ^TPuffer;

PROCEDURE Lies_wert(nr: LongInt; VAR T : Tfield);
BEGIN
  T[nr] := Adin;
  delay(pause);
END;

BEGIN
  SCILInit; { AD-Wandler initialisieren }
  Pause := EEReadLong($A1,0); { Pausenzeit aus EEPROM lesen }
  FOR i := 0 TO max DO
    Lies_Wert(i, Temp);
  new(Puffer); { Speicherplatz fuer Puffer }
  RSinit(2, $98, $CC, Puffer, 200, 800);
  IF Keypress
    THEN FOR i := 0 TO max DO
      SS_Send(2, Temp[i]);
    END.

```

boten sind die Anweisungen *LDS*, *LDC*, *STS* und *STC*. Im Zweifel setzt man als nächsten Befehl ein *NOP*.

Will man sich nicht auf die Niederungen der Assemblerprogrammierung begeben, steht als eine von zwei Hochsprachen innerhalb der Entwicklungsumgebung (Bild 1) das Luchs-BASIC zur Verfügung. Es ist speziell auf die Hardware abgestimmt und beinhaltet viele Anweisungen, die direkt auf die Schnittstellen wirken (vgl. Listing 1). Zeilennummern akzeptiert der Compiler, mit Labels kann das Programm dagegen besser strukturiert werden.

Die vorzeichenbehafteten Integer-Variablen sind 32 Bit breit. Sie umfassen den Bereich -2147483648...+2147483647. Für die Variablen sind bis zu 8 Zeichen lange Namen zulässig, die ein %-Zeichen angehängt bekommen.

Integer-Felder können neben den langen Variablen auch Bytes (-128...+127) sowie 16-Bit-Worte (-32768...+32767) enthalten. Die reduzierten Längen kommen jedoch nur beim Lesen oder Speichern zum Tragen, Rechenoperationen laufen vorzeichenrichtig erweitert mit 32 Bit ab.

Fließkomma-Daten (Real-Variable) umfassen 64 Bit und stellen den Standardvariablen-typ dar. Als Grundlage dient die 'Double'-Konvention des Borland-Pascal (Wertebereich etwa $\pm 5,0 \times 10^{-324} \dots \pm 1,7 \times 10^{308}$) mit 15 signifikanten Stellen. String-Variable umfassen standardmäßig maximal 79 Zeichen und sind mit einem '\$' gekennzeichnet. Optional kann man ihre Länge mittels der Anweisung *STRLength* anpassen.

Für beschleunigten Zugriff können maximal acht Pro-

zessorregister (R4...11) als 32-Bit-Integervariablen fungieren. Zur Definition dient der REGISTER-Befehl.

Parallelitäten

Die Realisierung von Steuerungsanwendungen unterstützt das Luchs-BASIC mittels Multitasking. Die zu bearbeitenden Tasks müssen zusammen in einem Programm übersetzt und initialisiert werden. Eine Task wird dabei durch einen Labelnamen identifiziert. Den Abschluß der Task kennzeichnet das Schlüsselwort *EndTask*:

```

Label:
  Befehle
  ...
EndTask

```

Die Initialisierung einer Task erfolgt mittels *InitTask* unter Angabe des Namens und drei weiterer Parameter: Stackplatz (in Bytes), Startzeit und Intervallzeit (beide in Einheiten von Zeitscheiben zwischen 256 µs und 104,9 ms bei 20 MHz). Tasks sollte man nicht aus dem normalen Programmablauf heraus aufrufen, da ihr Abschluß weitere Aktionen, an nur das Ende eines Un-

terprogramms auslöst. Weitere Befehle dienen dem Starten und Stoppen von Tasks (*TaskStart*, *TaskStop*) sowie der Zustandssteuerung (*Send*, *Wait*, *Awaited*, *Sleep*).

Alternativ

Der Sprachumfang des Pascal-Compilers ist dem Einsatzzweck entsprechend etwas beschnitten: Es gibt weder eine *WITH*-Anweisung noch variante Records oder Dateifunktionen (FILE). Als Ausgleich entfällt bei den Datentypen die Beschränkung auf 32 KByte. Wenn der Speicher des Luchs entsprechend ausgebaut ist, kann man ohne Verrenkungen Felder mit 200 000 Real-Zahlen (1,6 MB) anlegen. Jede Prozedur darf soviel Speicher für lokale Variablen reservieren, wie die Chips zur Verfügung stellen.

Bei solchen Datenmengen ist jedoch auf die interne Verarbeitung zu achten. Übergibt man ein derart 'fettes' Array als Wertparameter an eine Prozedur, dann ist es zweimal im Speicher vorhanden und belegt 3,2 MB. Derartige Felder soll-

ten als Variablenparameter behandelt werden.

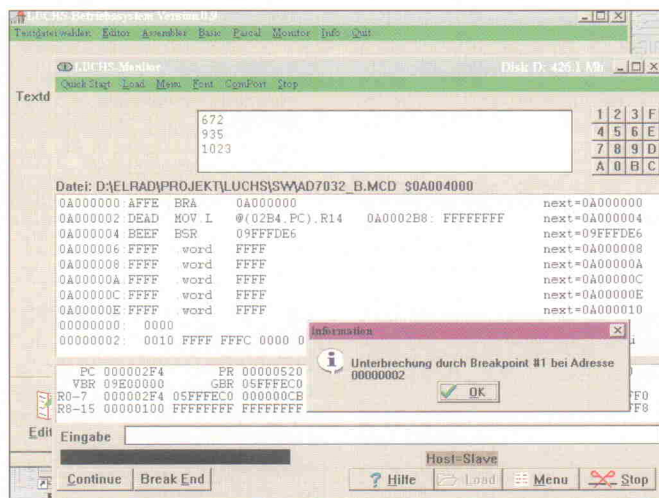
Da der SH7032 intern immer mit 32-Bit-Werten arbeitet, ist LongInt der wichtigste Festkomma-Datentyp. Erst wenn der Luchs 16- oder 8-Bit-Werte speichern soll, um Platz zu sparen, wird abgeschnitten. Paradoxerweise dauert die Verarbeitung von ShortInt- und Integer-Variablen länger als bei LongInt, da zusätzliche Verschiebevorgänge nötig sind.

Einige Pascal-Versionen tendieren zu schwer auffindbaren Fehlern, wenn man Gleichungen der Form 'LongInt := Integer * Integer' verwendet, da sie auf der rechten Seite zunächst mit Integer-Größen rechnen und einen Überlauf nicht anmahnen. Derartige Fallen vermeidet der Luchs.

Wie beim BASIC stehen acht Register (R4...11) für die Anwendung zur Verfügung. Davon kann der Pascal-Programmierer durch die LongInt-Typ-DeklARATION *Register* profitieren. Auf häufig verwendete Variablen, beispielsweise Laufvariablen in FOR-Schleifen, greift der Luchs so erheblich schneller zu: Ein auf Registervariablen angewandter Increment-Befehl dauert nur noch zwei Zyklen. Bei den Zeigervariablen wurde eine Speicherverwaltung implementiert, die durch *dispose* entstandene 'Löcher' in einer Liste verwaltet.

Eine Erleichterung stellen die gepufferten seriellen Schnittstellen dar, die ohne einen Ab-

Bild 2. Neben den üblichen Debug-Funktionen übernimmt der Monitor die Ausgaben eines an den Luchs angeschlossenen LC-Displays sowie Benutzereingaben an einer Hex-Tastatur.



stieg auf Assemblerebene nutzbar sind. Gleiches gilt für das I²C-Interface sowie das EEPROM. Der Pascal-Sprachumfang enthält passende Pendants zum BASIC – inklusive Multitasking.

Sollte der Einsatz von Assembler unumgänglich sein, kann man mittels des Befehls *Assembler* jederzeit umschalten. Der Zugriff auf lokale Variablen der Prozedur und globale Variablen des Hauptprogramms ist über den Variablennamen sowie die Register R12 und R13 möglich.

Als Beispiel zur Pascal-Programmierung dient eine Routine zur Meßwerterfassung (Listing 2). Sie liest die Pausenzeit zwischen den Messungen aus dem EEPROM, mißt 100 000 Werte und speichert diese in einem Feld. Nach einem Tastendruck werden die Werte über die serielle Schnittstelle des DUART ausgegeben.

Überwacht

Bei einem Einplatinensystem ist der direkte Draht zum Host-Rechner besonders wichtig. Wer die Schwierigkeiten bei der Fehlersuche in EPROM-programmierten Boards kennt, wird es sicher zu schätzen wissen, wenn er vom Monitor aus bestimmte Speicherstellen oder Ports von Hand auf einen Wert setzen oder den aktuellen Wert direkt auf dem Bildschirm ablesen kann.

Als besonders hilfreich erweist sich die Möglichkeit der Ablaufverfolgung eines Programms im Einzelschrittmodus oder durch Breakpoints. Damit überhaupt ein Kontakt zwischen Host-PC und der Luchs-Platine möglich ist, müssen dort zwei EPROMs – am besten Flash-Typen – eingesetzt werden. Sie sind für die erste Kontaktaufnahme unerlässlich, da der SH7032 keinen Startmodus mit einem kleinen CPU-internen Bootstrap-Lader kennt.

Nach dem Einschalten sendet das Board \$FF-Bytes an den Host-Rechner, die dieser als Hinweis auf das korrekte Funktionieren der Platine wertet. Falls der Kontakt zustande kommt, meldet sich der DOS-Monitor mit Angabe der RS-232-Datenrate.

Sobald bei einem Programm der nichtdefinierte Opcode \$0001 auftritt, meldet der

Luchs dem Host-Rechner den Beginn eines Trace-Laufes. Nun dürfen sämtliche Monitorbefehle mit Ausnahme der Load-Anweisung ausgeführt werden.

Eine Programmfortsetzung – auch mit inzwischen veränderten Registerinhalten – ist durch Betätigen des Trace-Weiter-Schalters möglich. Soll das Programm ohne Tracing normal weiterlaufen, drückt man den Trace-Ende-Schalter.

Stößt der Luchs auf einen nichtdefinierten Opcode \$0xy0, dann meldet er dem Host-Rechner einen Breakpoint xy bei der zugehörigen Adresse. Nun können sämtliche Monitorbefehle ausgeführt werden.

Gefenstert

Die Windows-Variante des Monitors startet man aus dem Hauptfenster der Entwicklungsumgebung. Bei erfolgreicher Kontaktaufnahme öffnet sich das Monitorfenster (Bild 2). Zu den Befehlen der oben beschriebenen DOS-Version kommen Windows-übliche Schalterkommandos.

Weitere Eingriffsmöglichkeiten gibt es im Trace-Mode oder nach dem Eintreten eines Breakpoints. Als 'Abkürzung' bietet das obere Leistenmenü die Option 'Quickstart'. Sie lädt ein Programm auf den Luchs herunter und startet es direkt.

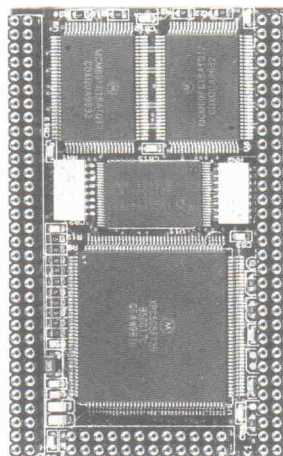
Wem weder die Programmierung in Assembler noch die Pascal- und BASIC-Varianten des Luchs zusagen, der kann sich auch eines bei Hitachi erhältlichen freien C-Compilers (GNU-C) bedienen. *ea*

Literatur

- [1] H.-J. Himmeröder, *Der Luchs, Eurokarte und Hochsprachenumgebung für Hitachi RISC-Controller SH7032, Teil 1, ELRAD 3/97, S. 48*
- [2] Hitachi Single-Chip RISC Microcomputer, SH7000 and SH7600 Series, *Programming Manual*, Hitachi, 1995
- [3] Overview of the Hitachi SH7000 Series, Single-Chip RISC Microcomputer, Hitachi, 1994
- [2] und [3] sind in elektronischer Form in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01), im Web via <http://www.hitachi-eu.com/> oder auf der CD 'Hitachi Electronic Components Databook' erhältlich (siehe Seite 59)

PHYTEC

PowerPC im Scheckkartenformat!



Prozessorkern

- 32-Bit MOTOROLA PowerPC MPC505
- 64-Bit Floating-Point-Unit, Integer-Unit, Load/Store-, Branch-Processing-Unit
- Prozessortakt: 40 MHz, Befehlszykluszeit 25 ns
- 32-Bit Decrementer
- 4 kByte interner SRAM
- 4 kByte interner Instruction-Cache
- Software Watchdog
- Programmierbares Bus-Interface
- 7 Interrupt-Eingänge (oder I/O-Port)
- 22 Multifunktions-Pins (I/O etc.)
- Background-Debug-Port (BDM-Port)
- JTAG-Port

Speicherausbau

- 1 MByte, 512 kByte, 256 kByte synchrones BURST-SRAM, 0 Wait
- 2 MByte, 1 MByte FLASH-Memory; im System programmierbar

Peripherie

- Alle Steuerleitungen und Ports am Modulrand verfügbar
- 6 freie Steuersignale (/CS, /WE, /OE)
- UART (bis 115.2kbps) mit RS232-Pegelwandler
- Abmaße des Moduls: 85x55x12 mm (LxBxH), Scheckkartenformat

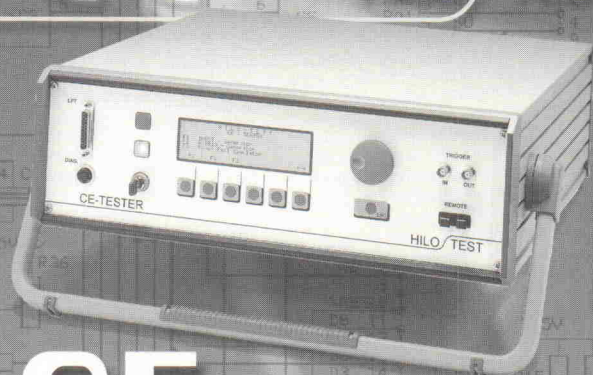
ab DM 880,- (zzgl. MwSt.)
(DM 1.012,- (incl. MwSt.))

PHYTEC Messtechnik GmbH • Robert-Koch-Strasse 39 • D-55129 Mainz
Telefon: 061 31/92 21-0 • Telefax: 061 31/92 21-33
Internet: <http://www.phytec.de> • E-Mail: info@phytec.de

take five pay for one

IEC 1000-4-4
IEC 1000-4-5
IEC 1000-4-8
IEC 1000-4-9
IEC 1000-4-11

HILO TEST



CE-Tester

einschalten, testen, dokumentieren

HILO-TEST GmbH • Hennebergstr. 6 • 76131 Karlsruhe
Telefon 07 21 / 93 10 90 • Telefax 07 21 / 37 84 28

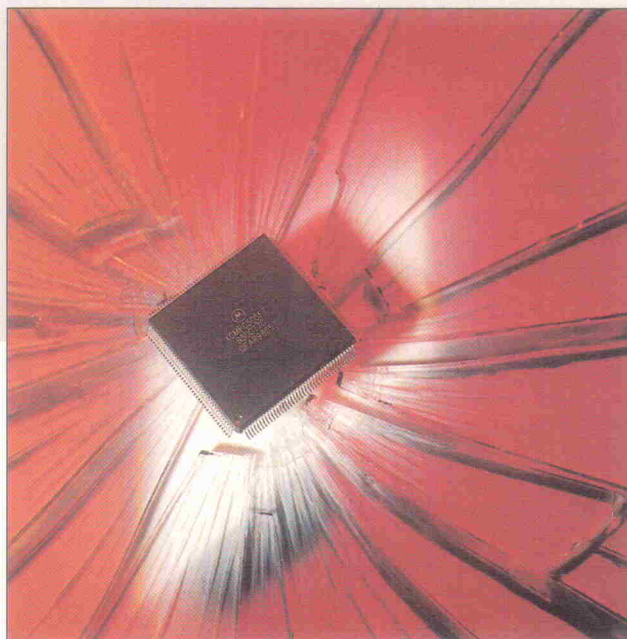
Wir stellen aus: Hannover Messe Industrie 14.-19.4.97, Halle 12, Stand B51

Durchschlagend

Teil 2: Entwicklungswerkzeuge für Motorolas MPC505-Controller

Wilhelm Eikenberg

Ist einmal die Entscheidung für einen neuen Controller gefallen, steht der Entwickler oft vor der Qual der Wahl: Tools müssen her. Oder vorhandene aufgerüstet werden, damit die Entwurfsarbeit losgehen kann. Ist Motorolas MPC505 das Ziel, stehen mittlerweile Hilfsmittel verschiedener Leistungsklassen bereit.



Für den MPC505 gibt es mittlerweile eine breite Palette von Entwicklungswerkzeugen. Den im Kostensinne schmerzarmen Einstieg ermöglicht Motorola mit einem Einplatinen-System (Bild 1), das einerseits erste Schritte in der MPC-Programmierung gestattet, andererseits auch als Prototyp in eigenen Applikationen dienen und anwendungsspezifische Hardware via VG-Leiste steuern kann.

Das TRAIN500-Board gliedert sich in fünf Blöcke: die CPU, den I/O-Baustein, das RAM, den Flash-Speicher und die Stromversorgung. Der MPC 505 benötigt zum Betrieb lediglich eine passende Versorgungsspannung und ein Taktsignal. Dabei ist es wichtig, den Oszillator nahe an der CPU zu platzieren – also beim Routen auf kurze Verbindungen zu achten.

Die Chip-Select-Signale der System Interface Unit (SIU) lassen sich flexibel bezüglich Timing und Portbreite programmieren. Dies ermöglicht in vielen Fällen den Anschluß

externer Bausteine ohne zusätzliche Logik [2]. Der sofort nach dem Reset aktive *Global Chip Select* ermöglicht das Booten aus dem Flash-Speicher. Hier kann ein Monitorprogramm oder ein Betriebssystemkern residieren.

Die Peripheriekomponenten stellt ein weiterer Mikrocontroller, der MC68376, bereit. Obwohl dieser Baustein eine eigene CPU enthält, liegt kein Zweiprozessorsystem vor: Vielmehr wird der Kern des '376 schon beim Reset abgeschaltet und der interne Bus nach außen geführt. Damit erhält der MPC505 Zugriff auf alle internen Komponenten des 68376, beispielsweise das

CAN-Interface oder die TPU. Umgekehrt kann diese Peripherie Interrupts am '505 auslösen.

Die Anschlüsse der Peripheriekomponenten stehen auf einem zweireihigen 50poligen Stecker zur Verfügung. An einer 96poligen VG-Leiste liegen der Adreß-, Daten- und Steuerbus, also alle für Erweiterungskarten oder Analyzer nötigen Signale (Bild 2).

Gedächtnis

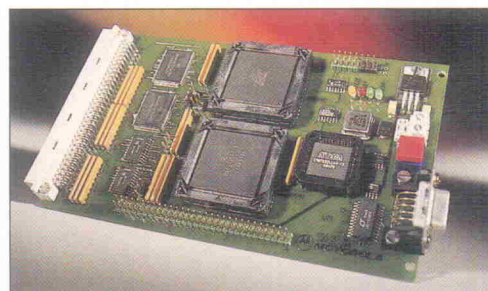
Als Arbeitsspeicher fungiert ein synchrones Burst-RAM mit 256 KByte Größe bei 32 Bit Datenbusbreite. Nach dem Anlegen einer Adresse kann die CPU mit jedem nachfolgenden Takt ein weiteres Wort (32 Bit) auslesen. Diese Burstzyklen verwendet der Prozessor, um den internen Cache möglichst flink zu füllen. So ist ein hoher Systemdurchsatz auch dann gewährleistet, wenn ein großes Programm nicht komplett in den Cache paßt.

Der nichtflüchtige Speicher – das Flash – faßt gleichfalls 256 KByte mit einem Datenpfad von 32 Bit. Er besteht aus zwei 16-Bit-Flash-Bausteinen, die auch im System neu programmiert werden können. Eine vom Anwender zu steckende Brücke hilft, ein versehentliches Umprogrammieren oder Löschen des Flash zu vermeiden. Bei einer Zugriffszeit von 60 ns reichen bei 40 MHz CPU-Takt zwei Waitstates aus.

Zur Versorgung begnügt sich das Board mit rund 400 mA bei +5V. Daraus werden die Spannungen für die RS-232-Schnittstelle und den MPC505 abgeleitet. Letzterer benötigt im Unterschied zum '376 nur 3,3 V, ist aber I/O-seitig TTL-kompatibel. Die 3,3 V sollten möglichst genau eingehalten werden, da die CPU bei zu niedriger Spannung nicht startet.

In den Kern des MPC505 und teilweise auch in die SIU ist ein Debugger integriert, der im

Bild 1.
Dank des integrierten Flash-Speichers kann das TRAIN-Board auch als Prototyp für Applikationen dienen.



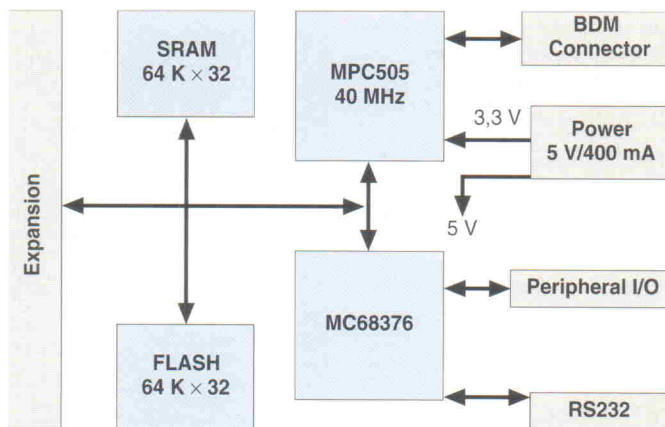


Bild 2. Neben dem MPC505 enthält das TRAIN-Board einen MC68376, der als I/O-Prozessor fungiert.

Hintergrund läuft (Background Debugger, BD). Bei den auf der CPU32 basierenden μ Cs arbeitet entweder nur die CPU oder der BD. Deshalb ist bei diesen Controllern das Debuggen nur bedingt in Echtzeit möglich.

Nebenbei

Dagegen arbeitet bei den PowerPC-Controllern der Debugger parallel zur RCPU, er kann diese zur Laufzeit nahezu in Echtzeit überwachen. Der Debugger verfügt einerseits über eine serielle Schnittstelle für den Daten- und Befehlsaustausch. Zusätzlich können interne Komparatoren und Zähler die sechs Watchpoint-Pins aktivieren. Damit hat der Verbindungsstecker mindestens zehn Anschlüsse (Bild 3), die weiteren sechs Pins für die Watchpoints sind optional.

Zum Anschluß des TRAIN-Boards an einen Entwicklungsrechner entstand im Motorola-Dienstleistungszentrum das 'Enhanced Background Debug Interface' (EBDI) in zwei Varianten: Das EBDI-Lite verbindet einen IBM-kompatiblen PC über dessen Parallelport mit dem BD-Stecker. Dieses Interface besteht im wesentlichen aus einem programmierbaren Baustein (EPLD), der über eine Steckbrücke für die verschiedenen Prozessoren konfiguriert wird. Neben den Controller-Varianten MPC500 und MPC800 unterstützt das EBDI-Lite derzeit auch die auf der CPU32 basierenden Typen sowie die Familie der ColdFire-MCUs. Da es keine eigene 'Intelligenz' bietet, muß der Host alle Kommandos an den μ C sowie dessen Antworten verarbeiten.

Die Übertragung zwischen PC und BD geschieht synchron seriell. Die Geschwindigkeit dieser Strecke ist einerseits durch den Controller begrenzt, hier ist je nach Betriebsart die Hälfte oder ein Drittel der Prozessortaktfrequenz möglich. Andererseits ergibt sich eine Beschränkung der Übertragung aus der Geschwindigkeit, mit der das auf dem PC unter DOS laufende Debug-Programm EBDs die parallele Schnittstelle beschreiben kann.

Die leistungsfähigere Variante stellt das EBDI, ein auf dem MC68332 basierendes Mikrocontrollersystem, dar. Es kommuniziert mit dem Host-Rechner via serieller Schnittstelle. Ein Ethernet-Anschluß ist in Vorbereitung. Der '332 empfängt über ein von Motorola definiertes und offengelegtes Protokoll Befehle des Hosts. Diese setzt das Board in Target-spezifische Kommandos um. Das EBDI unterstützt ver-

schiedene Controller und ist leicht an neue Prozessoren wie den HC12 anzupassen. Die optionalen Watchpoint-Signale liegen beim EBDI an der TPU (Time Processing Unit, [3]) des MC68332. Damit kann das Interface beispielsweise die Laufzeit einer Routine messen oder erfassen, wie oft ein bestimmter Watchpoint aktiviert wurde.

Angetrieben

Parallel zur Entwicklung des TRAIN500 und der EBDIs entstand ein unter MSDOS laufendes Programm, die 'Enhanced Background Debug Software' (EBDS, Bild 4). Mehrere Fenster bilden die Architektur der MPCs ab. Die mittlere Schale, die Virtual Environment Architecture (VEA), wurde jedoch auf das User- und das Supervisor-Fenster aufgeteilt. Die Anzeige der Supervisor- sowie der Debug-Register ist ein Feature, das die EBDs von anderen Debuggern – beispielsweise SDS' Single-Step (s. u.) – unterscheidet.

Insgesamt ist dieses Tool für eher hardwarenahe Arbeiten gedacht: So kann es Speicherinhalte zwar in verschiedenen Datenformaten darstellen, das Anwendungsprogramm erscheint allerdings nur disassembliert. Echtes Source-Level-Debugging für Hochsprachen ist (noch) nicht möglich. Ein integrierter Assembler erlaubt die Eingabe respektive Änderung der Anwendung direkt im Speicher, man muß für kleine Ausbesserungen nicht die 'große' Entwicklungsumgebung anwerfen. Beim Ausführen des Programms besteht

VFLS0	• 1	2 •	RESET_O
Gnd	• 3	4 •	DSCLK
Gnd	• 5	6 •	VFLS1
RESET*	• 7	8 •	DSI
Vcc	• 9	10 •	DSO
WP0	• 11	12 •	WP1
WP2	• 13	14 •	WP3
WP4	• 15	16 •	WP5

Bild 3. Gegenüber dem BDM-Interface der 8-Bit-Controller stellt der MPC505 mehr Debug-Signale bereit, beispielsweise die sechs Watchpoints (WP0...5).

die Möglichkeit, Unterprogramme entweder zu durchlaufen oder sie als einzelne Anweisung zu betrachten.

Simuliert ...

Für die Entwicklung ausgewachsener Applikationen in Hochsprache stehen verschiedene Entwicklungsumgebungen auf PCs und Workstations zur Verfügung. Die Firma HSP bietet mit der Software *Single-Step* von SDS ein stabiles Produkt in drei Varianten an: Der SingleStep-Simulator arbeitet vollständig ohne Target, er führt das zu untersuchende Programm auf einem simulierten Prozessor aus. Die zweite Variante kommuniziert über eine serielle Schnittstelle mit dem Target.

Im Falle des MPC505 kommt die dritte Ausführung von SingleStep zum Zuge (Bild 5): Sie kommuniziert über ein Interface wie das EBDI-Lite direkt mit dem Background Debugger des Mikrocontrollers. Als Hochsprachen-Übersetzer für C verwendet SDS den Compiler von Diab Data. Damit stand sofort mit dem Erscheinen der ersten PPC-Controller ein HLL-Entwicklungswerkzeug bereit.

Das ganze System aus C-Compiler, Assembler, Linker und Debugger wird vom Debugger aus gesteuert. Konfigurierbare Knopfleisten erlauben das Speichern häufig gebrauchter Kommandos, diese Listen liegen stets im Vordergrund, damit die Buttons immer erreichbar sind. Der integrierte Editor bietet nur minimale Funktionalität. Allerdings kann der Nutzer sein bevorzugtes Tool vom Debugger aus aufrufen, wahrscheinlich kommt dieses aber mit den Fehlermeldungen des Compilers nicht zurecht.



Bild 4. Die 'Enhanced Background Debug Software' gestattet den Durchgriff auf CPU-Register und Speicher des TRAIN-Boards über das BDM-Interface.

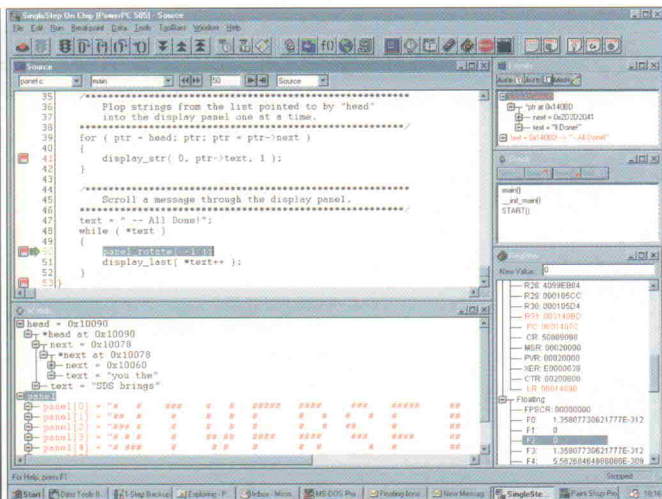


Bild 5. SDS' SingleStep arbeitet wahlweise offchip als Simulator oder kommuniziert via serieller Schnittstelle respektive BDM-Interface mit dem Zielsystem.

Unter dem Menü *Window* versteckt sich eine sehr flexible Möglichkeit, den Debugger zu erweitern. Hier können 'Dynamically Linked Libraries' (DLL) eingehängt werden, die in einem eigenen Fenster bereitstehen. Dank der offengelegten Schnittstelle kann der Benutzer nun beispielsweise für den Simulator eine DLL schreiben, die eigene Peripheriebausteine abbildet. Das Ergebnis der Simulation hängt dann nur vom getriebenen Aufwand ab. Ein Beispiel dafür ist der LCD-Controller des MPC821, die Applikation kann Ausgaben auf das simulierte Display schreiben.

Für den automatischen Ablauf des Compile/Assemble/Link-Zyklus kann der Benutzer wieder sein bevorzugtes Make-Utility einbinden, sofern vorhanden. Ein integriertes Make oder Beispiele für die Einbindung der am weitesten verbreiteten Makes sucht man ebenso vergeblich wie die Anbindung an ein Sourcecode-Versionskontrollsystem. Insgesamt ist das Tool für kleine und mittlere Aufgaben gut geeignet. SDS bietet zudem einen wirklich seltenen Service an: findet der Kunde einen Fehler, der seine

weitere Arbeit blockiert, so bekommt er innerhalb von 48 Stunden eine bereinigte Version.

Die voll funktionsfähige Probeversion des SingleStep-Simulators für 68k und PPC, die lediglich in Code Size und Anzahl der Module beschränkt ist, steht als Starter-Kit bei HSP und auf SDS' Web-Server (Adressen siehe Kasten 'Tool-Quellen') zur Verfügung.

Ein weiteres klassisches Werkzeug zur hardwarenahen Fehlerbeseitigung ist der ICE (In-Circuit-Emulator). Die Firma Lauterbach Datentechnik hat ihr TRACE32-System (Bild 6) jetzt komplett an die MS-Windows-Oberfläche angepasst.

... emuliert ...

Die Kommunikation mit dem Target MPC505 erfolgt auch hier via BD. Der TRACE32 bietet dem Entwickler die größte Bandbreite von Debug-Möglichkeiten. Insbesondere ermöglicht das Tool, die Laufzeitparameter der Applikation zu messen – also wieviel Zeit in einem Programmteil verbraucht oder wie oft er durchlaufen wurde. Als weitere Besonderheit gestattet das System

auch Multitask-Debugging bei Echtzeitbetriebssystemen, beispielsweise Nucleus Plus oder pSOS+, bis zu zehn Tasks.

Der TRACE32 arbeitet wahlweise mit einem externen – also vom Zielsystem vorgegebenen Takt bis 40 MHz oder erzeugt diesen intern zwischen 750 kHz und 35 MHz. Dabei ist die Anzahl der Wait-Zyklen zwischen 1 und 15 einstellbar. Außerdem kontrolliert der ICE Exceptions wie CPU-Reset, Peripheral Reset, Bus Request, Bus Error sowie weitere und emuliert alle Interrupts. Neben dem '505er unterstützt der TRACE32 mit passenden Probes auch die Typen MPC821, MPC860 sowie IBMs Controller-Variante PPC403GA/GB/GC.

... und analysiert

Auf der Hardware-Seite ist ein Logikanalysator (LA) oft unentbehrlich. Obwohl der MPC505 mit seinem Businterface den Anschluß externer Komponenten wie Speicher oder Peripherie erleichtert, muß vielfach das Timing auf dem Bus genau untersucht werden, um Optimierungen vornehmen zu können. Wegen der ständig steigenden Taktfrequenzen und der ebenfalls wachsenden Anzahl zu überwachender Signale werden an den LA große Anforderungen gestellt. Motorola verwendet im Dienstleistungszentrum seit einigen Jahren ein Gerät der Firma Digital Logic Instruments (Bild 7).

Dank seines modularen Aufbaus läßt es sich problemlos für schnellere Prozessoren oder breitere Busse erweitern. Der LA wird vollständig über den Host-PC gesteuert. Mit einem entsprechend ausgerüsteten Rechner kann der Entwickler gleichzeitig mit dem SDS-Debugger und dem LA arbeiten. Die jeweiligen Informationen wie Sourcecode oder Timings können dann zwecks Dokumentation über das Clipboard

Tool-Quellen

Motorola GmbH
Dienstleistungszentrum
Schatzbogen 7
81829 München
☎ 0 89/9 21 03-5 71
☎ 0 89/9 21 03-1 01
✉ ttg292@email.sps.mot.com

HSP GmbH
Nottulner Landweg 90
48161 Münster
☎ 0 25 34/62 08-0
☎ 0 25 34/62 08-20
✉ sds@hspg.de
✉ http://www.sdsi.com/

Lauterbach Datentechnik GmbH
Fichtenstraße 27
85649 Hofolding
☎ 0 81 04/89 43-0
☎ 0 81 04/89 43-30
✉ http://www.lauterbach.com/

dli – Digital Logic Instruments GmbH
Voltastraße 6
63128 Dietzenbach
☎ 0 60 74/40 02-0
☎ 0 60 74/40 02-77
✉ http://www.dli.de/

in eine Textverarbeitung kopiert werden.

Da sich der LA auch via Ethernet betreiben läßt, muß der steuernde Host nicht unmittelbar am Entwicklungsplatz stehen. Die Anpassung des Analysators an verschiedene Prozessoren geschieht über Menüs. Er vermag gemessene Daten für die gewählte CPU auch disassembliert darzustellen. Eine weitere nützliche Eigenschaft ist die Möglichkeit, erkannte Triggerbedingungen an den Hochsprachen-Debugger zu melden, der dann den zugehörigen Quelltext anzeigt. *ea*

Literatur

- [1] Wilhelm Eikenberg, Durchschlagend, Motorolas 32-Bit-RISC-Controller auf PowerPC-Basis, ELRAD 3/97, S. 54
- [2] MPC505 SIU Reference Manual, Motorola, SIURM/AD
- [3] Josef Fuchs, Zeitschneider, Die Time Processing Unit des 68332, ELRAD 10/95, S. 58

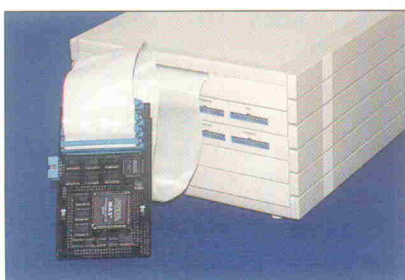


Bild 6. Nicht nur 505: Der In-Circuit-Emulator Trace 32 unterstützt mittels optionaler Probes auch andere MPC-Varianten.



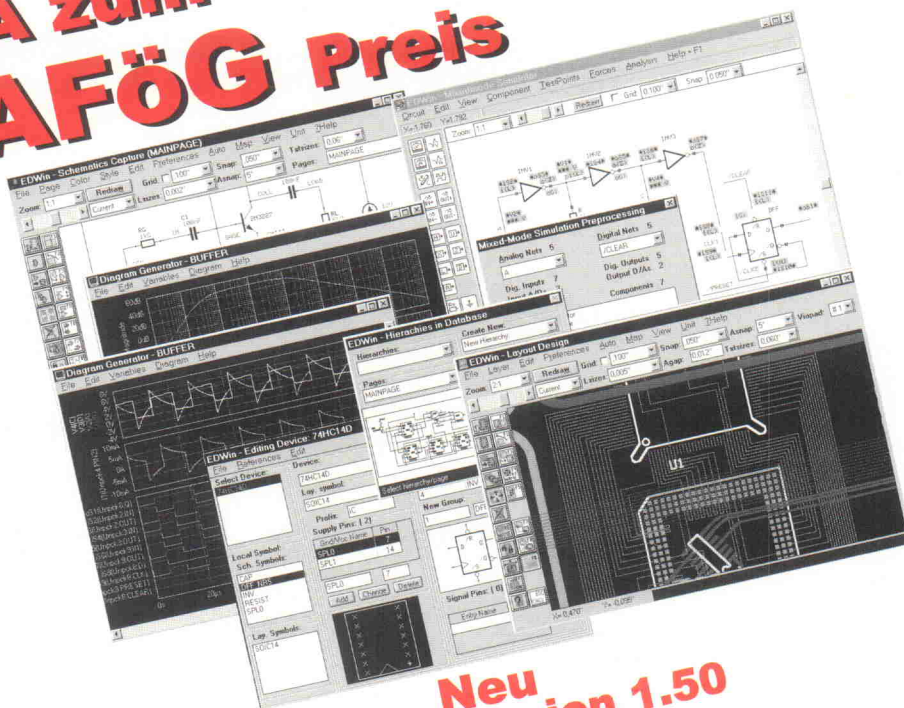
Bild 7. Fehlersuche direkt an der 505er-Zielhardware ermöglicht der Logikanalysator PL200A von dli.

Endlich! Profi EDA zum BAFÖG Preis

Wenn Sie schon lange ein professionelles EDA unter WINDOWS gesucht haben, es sich aber bis jetzt nie leisten konnten, dann ist EDWin NC das Angebot, auf das Sie gewartet haben. Dieses Softwarepaket 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, nicht in der Funktionalität. 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.



ab 135,- DM
inkl. MwSt

Neu
Version 1.50

EDWin NC™

Das erschwingliche EDA für nicht-kommerzielle Anwender

EDWin NC Basis

- Integrierte SCM / PCB Datenbasis
- Grundbibliothek
- Einfach erstellbare Anwenderbibliothek
- On-line Design Rule Check
- Autorouting
- Bauteilelisten
- GERBER und NC-Drill Ausgabe
- OrCAD Im- und Export
- SPECCTRA Interface
- 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)
- Rasterloser "Arizona" Autorouter
- Thermal Analyse



Hiermit bestelle ich folgende EDWin NC Produkte:

Komplettpakete

- ☐ **EDWin NC Basic** 135,- DM
Schaltplan Editor, Layout Modul, begrenzt auf 100 Bauteile, Standard Autorouter, Bibliothek mit 500 Symbolen
- ☐ **EDWin NC Deluxe 1** 199,- DM
EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Bibliothek mit ca. 28.000 Symbolen
- ☐ **EDWin NC Deluxe 2** 199,- DM
EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Mix Mode Simulator (analog/digital)
- ☐ **EDWin NC Deluxe 3** 299,- DM
EDWin NC Basic ohne Bauteilbegrenzung, Bibliothek mit ca. 28.000 Symbolen, Mix Mode Simulator (analog/digital), "Arizona" Autorouter

Optionen

- ☐ Aufhebung der Bauteilbegrenzung 55,- DM
- ☐ Bibliothek mit ca. 28.000 Bauteilen 55,- DM
- ☐ Mix-Mode Simulator (analog/digital) 55,- DM
- ☐ Rasterloser ARIZONA Autorouter 55,- DM
- ☐ EDSPICE Simulator (PSPICE, ISPICE kompatibel) 135,- DM
- ☐ Thermal Analysator 49,- DM

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

Name	Vorname
Straße	e-mail
Telefon	Fax
PLZ, Wohnort	Datum, Unterschrift

Senden Sie Ihre Bestellung an: sinformatiX GmbH, Kuckucksbusch 6, D-30989 Gehrden
Tel.: 05108-927848 Fax: 05108-926072

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

Kommerzielle Lizenzen auf Anfrage.

Professionelle Anwender können EDWin NC zu Testzwecken einsetzen.
Software: englische Version auf CD-ROM plus 3,5" Lizenzdiskette und Starthandbuch

sinformatiX

EDV Systeme - Entwicklungssysteme

Autorisierter EDWin NC™ Händler

sinformatiX GmbH, Kuckucksbusch 6, D-30989 Gehrden
Tel.: 05108-927848 Fax: 05108-926072
e-mail: sinformatix.edv-systeme@metronet.de
Internet: <http://www.sinformatix.de>

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.

ELRAD Direkt-Kontakt

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

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

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

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

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

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

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

Demo Software Neue Entwicklungswerkzeuge für Virtuelle Instrumente

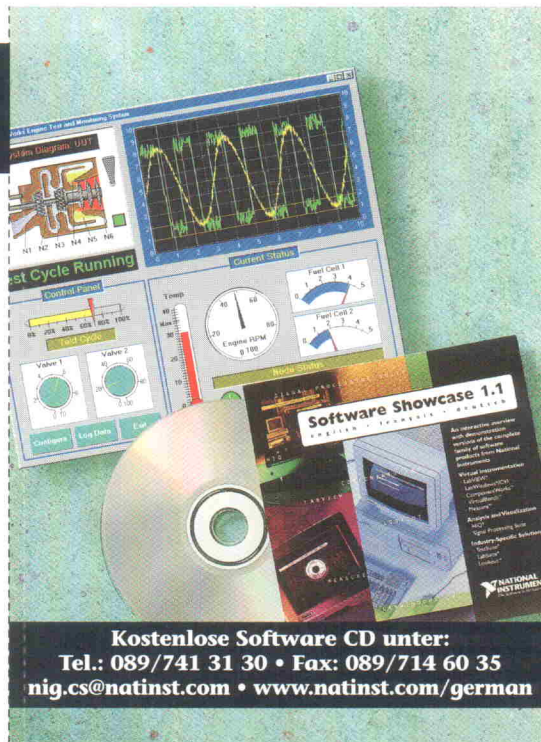


KOSTENLOSE Software CD
unter **Tel.: (089) 741 31 30**



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
Wir stellen aus: Hannover Industrie Halle 16, Stand D57
Messtechnik Sindelfingen Stand 126



Kostenlose Software CD unter:
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
nig.cs@natinst.com • www.natinst.com/german

KOSTENLOSE Demo Software

Neue Entwicklungswerkzeuge für Virtuelle Instrumente

Die neue Software Showcase ist eine multimediale CD zur Virtuellen Instrumentierung. Sie gibt einen interaktiven Überblick und enthält Demo-Versionen der führenden Softwarepakete von National Instruments.

- LabVIEW graphische Programmierung (**mit 120 Seiten deutschsprachiger Dokumentation**)
- LabWindows/CVI C/C++ Werkzeuge für die Instrumentierung
- ComponentWorks ActiveX (OLE) Controls für Visual Basic Anwender
- Datenerfassung (DAQ) unter Excel
- Betriebsbereite Virtuelle Instrumente
- Analyse und 3D-Datenvisualisierung

Kompatibel mit Windows 3.1/95 und
Macintosh/Power Macintosh



NEU: SERIE XXS

PCB-POOL®

1 Eurokarte
+ Einrichtung
+ Photoplot
+ MwSt.

99,-

DM

Pay more?
NO!



KOMPLETT-PREISE
incl. Einrichtung
Photoplots
Mehrwertsteuer



nur **59,-** / Stück
inklusive MwSt.



nur **47,-** / Stück
inklusive MwSt.

Eurokarte + Stopplack + Positionsdruck



nur **39,-** / Stück
inklusive MwSt.



nur **33,-** / Stück
inklusive MwSt.



nur **28,-** / Stück
inklusive MwSt.

GRATIS
BEI ERSTBESTELLUNG
nur solange Vorrat reicht



INFO: ☎ 06120 - 907010
FAX 907014

Beta
L A Y O U T

get connected

beta-layout@pcb-pool.com
http://www.pcb-pool.com



FAX
Abruf
907015

EURO
File-Transfer
9070114

ISDN
LEONARDO
9070115

analog
BBS
907016

ISDN
BBS
907018



ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am _____ 199__

an Firma _____

Angefordert

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

Name _____

Vorname _____

Firma _____

Abteilung _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____ Fax _____

© Copyright 1997 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

 **NATIONAL INSTRUMENTS**
The Software is the Instrument
National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München

elr 4/97

Demo Software Neue Entwicklungswerkzeuge für Virtuelle Instrumente



KOSTENLOSE Software CD
unter Tel.: (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





Meine Adresse :



Mach
mich
frei !

PCB-POOL®



-   Senden Sie mir die **PCB-POOL®** Teilnahmebedingungen !
-   Senden Sie mir die PREVUE-DISC kostenlos zu !

get connected

beta-layout@pcb-pool.com
http://www.pcb-pool.com

INFO: ☎ 06120 - 907010
FAX 907014



Beta

L A Y O U T
GmbH
Feldstrasse 2
65326 Aarbergen

PCB-POOL®

1 Eurokarte
+ Einrichtung
+ Photoplat
+ MwSt.
=

DM **99,-**

Jedes Format ist möglich!

GRATIS

BEI ERSTBESTELLUNG
nur solange Vorrat reicht



Pay more?
NO!

NEU:
SERIE XXS

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-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Abgesandt am: _____

199

Bemerkungen _____

Abbuchungserlaubnis erteilt am: _____

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.

X

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.

X

Datum _____ 2. Unterschrift des neuen Abonnenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) 1864

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 Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu *ELRAD*-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

eMedia GmbH

Bestellung

7961

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

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr. _____ BLZ _____

Bank _____

☐ Eurocard

☐ Visa

☐ American Express

☐ Scheck liegt bei.

Card-Nr. _____

Gültigkeitszeitraum von ____/____/____ bis ____/____/____

Monat/Jahr Monat/Jahr

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,—	6,—

Absender nicht vergessen!

X

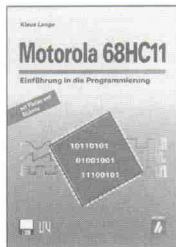
Datum _____ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

ELRAD- Leser werben Leser

2 Bücher „Motorola“
stehen zur Auswahl !
Eins für Sie...
(bitte ankreuzen)



①



②

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

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)

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise
Zeitschriften-Vertrieb
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

ELRAD Leser werben Leser

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise
Anzeigenabteilung
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

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

Bitte
ausreichend
frankieren.

Antwortkarte

eMedia GmbH
Postfach 61 01 06

30601 Hannover

eMedia Bestellskarte

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

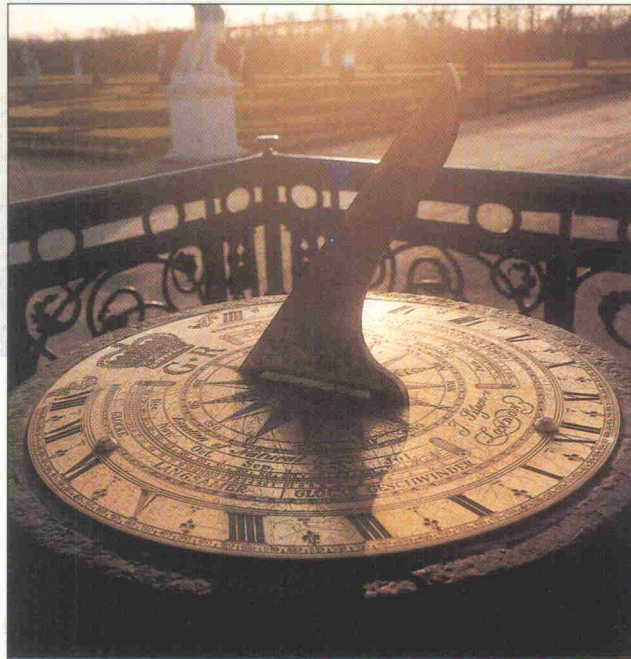
Abbuchungserlaubnis erteilt am:

Zeitweise

Windows NT und die Echtzeit

Dr. Jörg Wollert

Windows NT 4.0 ist das Flaggschiff unter Microsofts Betriebssystem-Phalanx. Es läßt kaum Wünsche bezüglich Anwender- und Administrator-Komfort offen. Aber kann es, dank Mikrokernel und präemptivem Multitasking, auch im industriellen Umfeld bestehen? Die Foren meinen nein – dennoch gibt es Lösungen, die harte Echtzeit versprechen, beispielsweise Beckhoffs WinCAT.



Gut Ding will Weile haben. Und so dauerte es auch etwas länger als erwartet, bis die Zauberkiste endlich auf dem Schreibtisch stand: Ein Windows-NT-Rechner mit der Betriebssystem-Version 4.0 nebst Zubehör wie Feldbuskarte, I/O-Koppler und der Option Echtzeitverarbeitung unter Windows NT. Die Begriffskombination 'Echtzeit' und 'Windows' wirft gleich die Frage auf, warum in aller Welt denn Windows den Bären Echtzeit aufgebunden bekommen muß.

Die Antwort ist klar: Entwickler und Anwender in der Automatisierungstechnik verlangen nach größerer Flexibilität und Standardwerkzeugen. Darüber hinaus will man auch in diesem Bereich am rasanten Innovationszyklus der PC-Welt teilhaben. Der stetige Leistungszuwachs von PC-Prozessoren bei gleichzeitigem Preisverfall garantiert, daß man noch nie um so wenig Geld so viel Rechenleistung einkaufen konnte.

Gleichzeitig ist die verfügbare Standardhardware, eine geeig-

nete Konfiguration vorausgesetzt, hinreichend robust und zuverlässig. Fehlerbehebung kann durch Komponententausch billiger erfolgen – Reparatur ist passé, weil die Innovation bessere und (meist) kompatible Module zu günstigeren Preisen bereitstellt.

Eine zusätzliche Sogwirkung in Richtung PC bewirken die mittlerweile überall anzutreffenden grafischen Oberflächen: Ein Kunde ist kaum mehr bereit, einfache Klötzchen-Grafik zu akzeptieren. Perfekt gestylte Oberflächen mit Online-Hilfe sind Stand der Technik. Es gilt also auch hier, den Anschluß zu halten. Darüber hinaus sind eine Vielzahl von Softwarekomponenten verfügbar, so daß man am Markt alle möglichen Module als Bausteine für eigene Lösungen zukaufen kann.

Weitere Integrationsansätze gehen in Richtung Slot-SPS (SPS-Einsteckkarte im PC) oder Einsatz einer PC-Einsteckkarte in der SPS. Die Firma Beckhoff Industrie Elektronik in Verl wählte dagegen für ihr System WinCAT

(Windows Control and Automation Technology) eine reine Softwarelösung, also die Nachbildung der SPS in Software auf dem PC. Dieses Verfahren ermöglicht, die Prozeßsteuerung quasi parallel zur Visualisierung zu erledigen. Beckhoff legt dabei den Schwerpunkt auf Soft-SPS und benutzt die eigene Echtzeiterweiterung als Mittel zum Zweck. WinCAT versteht sich denn auch als offenes System für Automatisierungs-Anwendungen. Daß die Wirtsplattform Windows NT heißt, ist im Hinblick auf eine professionelle Verwendung nur konsequent.

NT weist aufgrund seiner Softwarearchitektur zwar grundsätzlich brauchbare Eigenschaften für ein echtzeitfähiges Prozeßsystem auf, aber die Defizite in Sachen Prioritäten und deterministischer Antwortzeiten sind augenfällig (siehe Kasten 'Relative Härte', S. 73). Die logische Konsequenz für Echtzeit unter NT ist die Erweiterung des Kernels um einen deterministischen Echtzeit-Scheduler, der nicht nur sich selbst und seine Aufgaben verwaltet, sondern auch Windows NT auf die Finger schaut und dem Betriebssystem 'den Boden unter den Füßen wegzieht', wenn es erforderlich ist.

Während der Wettbewerb es vorzieht, ein modifiziertes HAL (Hardware Abstraction Layer) auszuliefern, wählte Beckhoff eine 'Microsoft-kompatible' Lösung: Der Echtzeit-Multitasking-Kern läuft unabhängig vom HAL im Kernelmodus und kommuniziert über einen sogenannten AMS-Router (Automation Message Specification) mit dem NT-System und der eigentlichen Applikation (Bild 1).

Dies stellt sicher, daß kritischer Code nicht unterbrochen wird. Die Kernel-Erweiterung kann zur Systemlaufzeit geladen werden, die Installation und Systemadministration von Windows NT erfolgt wie gewohnt. Ist das Echtzeitsystem einmal 'scharfgemacht', kann man die Rechenzeit für NT oder Echtzeitkernel beliebig verteilen. Laut Hersteller sind die Mechanismen mit Microsoft abgestimmt, so daß auch künftige NT-Versionen die Echtzeitlösung ohne Änderungen unterstützen.

Soviel Kompatibilität zum Wirtssystem muß auch irgendwelche Einschränkungen besitzen. Und die zeigen sich beim näheren Blick auf den Kernel. Hier handelt es sich nämlich um einen kooperativ arbeitenden Scheduler und nicht um einen präemptiven Kern. Die Echtzeitgemeinde schreit auf, die SPS-Programmierer kennen das schon.

Verkernt

Der Echtzeitkern sorgt im wesentlichen für einen periodischen Ablauf von bis zu 64 Tasks mit einem festen Intervall – exakt so, wie man es bei einer SPS auch erwartet. Gepaart mit Interrupttasks und bis zu 32 priorisierten SPS-Tasks bietet WinCAT ein Prozeßabbild von maximal 65 535 Eingängen und ebensovielen Ausgängen. Der Rechner wird zur Soft-SPS mit allen PC-Features unter Windows NT. Die offene Interprozeßkommunikation erfolgt über standardisierte Kommunikationskanäle gemäß AMS im Echtzeitbereich. Als besonderes Feature ist dann auch die dezentrale Taskbearbeitung anzusehen, die verteilte Applikationen auf mehreren NT-Rechnern in einem heterogenen Feldbusnetz ermöglicht.

Bleibt noch ein Blick auf die Performance der NT-Lösung: Hier verspricht der Hersteller eine Verknüpfungszeit von 0,2 ms bei 1024 Bitverarbeitungsbeehlen auf einem i486DX4-100-Prozessor. Da bekanntlich die Prozessoren der Intel-Familie – wie eigentlich alle Prozessoren der EDV-Welt – keine Bit-Befehle unterstützen, darf man erwarten, daß sich bei der konsequenten Verwendung von Wortbefehlen die Zykluszeit noch einmal halbiert.

Begrenzendes Element ist das schon eher die Auflösung des Taskschedulers von 100 µs. Zudem weist Beckhoff auch hier auf einen Jitter von ±15 µs hin. Im Sinne der Echtzeit ist das natürlich ein Fauxpas – für reale Steuerungsaufgaben im Millisekunden-Bereich erscheint das durchaus akzeptabel. Zudem ist die Echtzeitgrenze als Deadline definiert, und so ist eine Worst-Case-Zykluszeit unter 120 µs dann auch in Ordnung.

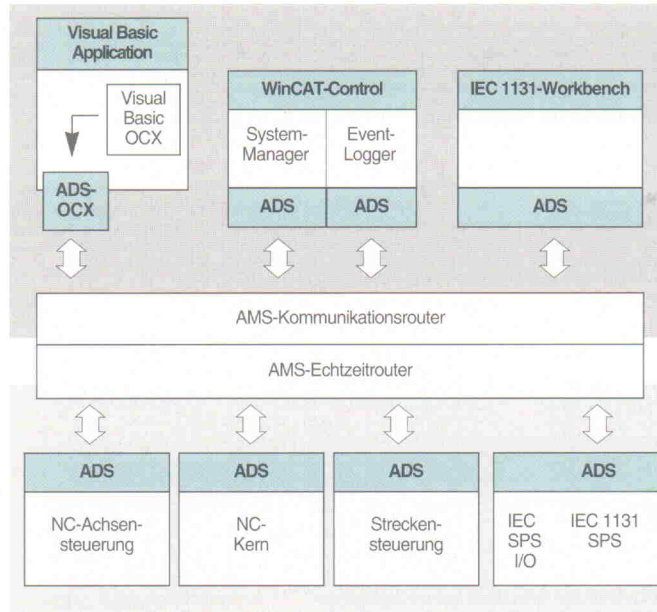


Bild 1. Die Trennung zwischen Visualisierung und Steuerung verwirklicht WinCAT konsequent auch innerhalb der eigenen Module: WinCAT-Controls müssen sich zum Zugriff auf Steuerungsvariable der AMS-Router bedienen.

Im Hinblick auf die Prozeßanpassung zeigt sich WinCAT äußerst offen: Neben dem Beckhoff-eigenen Lightbus stehen Schnittstellenmodule für Profibus, Interbus, CAN/CAL, CANOpen, DeviceNet und andere bereit. Die Konfiguration der I/O-Schnittstelle erfolgt durch weitgehend interaktiv zu bedienende Menüs der WinCAT-Oberfläche. Als 'Bonbon' ist hierbei die Zuordnung des Hardware- und des Prozeßabbildes durch einen getrennten Konfigurationsdialog anzusehen.

Angewandt

Auch beim Thema Anwendungsprogrammierung lohnt sich ein Blick auf das System von Beckhoff. Es unterstützt die SPS-Programmierung gemäß IEC 1131-3 nahezu vollständig. Zwar ist eine Einbindung von Hochsprachen-Funktionsbausteinen in Pascal, C oder C++ nicht enthalten, dafür sind aber die vier Grundsprachen AWL (Anweisungsliste, IL = Instruction List), FBS (Funktionsbausteinsprache, FBD = Function Block Diagram), KOP (Kontaktplan, LD = Ladder Diagram) und ST (Strukturierter Text) implementiert.

Darüber hinaus bietet WinCAT noch die Programmierung in Zustandsdiagrammen (SFC, Sequential Function

Chart) an. Der Steuerungsentwickler hat dabei die Freiheit, alle Sprachen innerhalb einer Applikation gemischt zu verwenden.

Der eigentliche Grund, weshalb man sich die Steuerung auf den PC holen möchte, liegt an der kaum noch überschaubaren Zahl von Applikationen, die nur darauf warten, die Prozeßdaten zu visualisieren, zu drucken, aufzubereiten, zu faxen und was auch immer zu können. Darüber hinaus genießt die Betriebssystemfamilie Windows eine hohe Akzeptanz sowohl bei Anwendern als auch bei Systembetreuern. Ein weiteres Plus in der Waagschale für Windows findet sich in den weit verbreiteten Entwicklungswerkzeugen und der Anzahl der verfügbaren Systementwickler.

Um den Applikationsprogrammierer auf der Visualisierungsseite weitestgehend vor dem Abstieg in die Untiefen der Hardwareschnittstelle zu befreien, haben die Entwickler bei Beckhoff sich bei der Realisierung der Oberflächenelemente für OLE-Controls (OCX) entschieden. Mit der Hilfe derart normierter Softwarebausteine haben Anwendungsentwickler in nahezu allen Programmiersprachen einen definierten Zugriff auf die internen Variablen des jeweiligen Controls.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die eindeutige Trennung zwischen Anzeigekomponenten und dem korrespondierenden Echtzeitelement (Bild 1). Das ADS-OCX auf der Windows-Seite hat in Richtung Applikation eine Schnittstelle, die es ermöglicht, über Mechanismen des Data-Binding mit anderen OCXen Daten auszutauschen. Dieses kommt beispielsweise dann zur Anwendung, wenn interne Parameter angezeigt werden sollen.

Zur Echtzeitseite hin verhält sich das ADS-OCX wie ein ADS-Gerät mit Grundfunktionalität. Die Kommunikation zur eigentlichen Echtzeitapplikation erfolgt über die AMS. Aufgrund der Routing-Eigenschaften spielt es keine Rolle, ob das zugehörige ADS-Echtzeit-Gerät auf demselben oder einem anderen Rechner liegt, da AMS einen vollständig transparenten Zugriff auf die Echtzeitdaten – auch netzwerkübergreifend – ermöglicht.

Fazit

Das Haus Beckhoff hat mit WinCAT für NT 4.0 eine interessante Lösung für die Prozeßsteuerung unter Windows geschaffen. Gerade im Bereich der klassischen SPS-Steuerung steht eine durchdachte Lösung bereit, die nicht nur den aktuellen Stand der IEC 1131-3 repräsentiert, sondern darüber hinaus auch eine Kopplung zur Windows-Welt über standardisierte Softwarebausteine (OLE-Controls) ermöglicht.

Leistungsmäßig braucht sich WinCAT nicht vor 'gestandenen' SPSen des mittleren und gehobenen Leistungsbereichs zu verstecken. Die offene Architektur mit der Unterstützung einer Vielzahl von Interfacebaugruppen für den Feldbusbereich sowie die Unterstützung verteilter Steuerungssysteme runden das Bild ab. ea

Literatur

- [1] Wollert/Fiedler, Zeitsprung, Grundlagen und Marktübersicht zu Echtzeit-Betriebssystemen, ELRAD 6/95, S. 48
- [2] Dr. Martin Timmermann, Windows NT as Real Time OS?, 1997, <http://www.realtime-info.be/>

Relative Härte

Unter Echtzeit versteht die DIN 44 300: den Betrieb eines Rechensystems, bei dem Programme zur Verarbeitung anfallender Daten ständig betriebsbereit sind. Und zwar derart, daß die Verarbeitungsergebnisse innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne verfügbar sind.

‘Harte’ Echtzeit bedeutet also, daß ein System auf ein äußeres Ereignis unter allen Bedingungen in 100 % aller Fälle innerhalb einer bestimmten Zeit reagiert. Dabei wird im allgemeinen das Überschreiten der Zeitschranke als Versagen des Systems gewertet.

Im Gegensatz dazu erlauben ‘weiche’ Echtzeitsysteme in Einzelfällen die Verletzung strikter Zeitgrenzen. Derlei ist nur da akzeptabel, wo keine Gefahr für Menschen oder Sachwerte bei Überschreiten der Zeitschranken entsteht. Ein Echtzeit-Betriebssystem (RTOS) muß bestimmten Anforderungen genügen:

- es gestattet mehrere Ausführungs-fäden (Threads) und ist unterbrechbar,
- die Threads müssen unterschiedliche Prioritäten unterstützen,
- das RTOS bietet Synchronisationsmechanismen mit einem definierten Verhalten,
- das System unterstützt Prioritätenvererbung, um das Problem der Prioritäteninversion zu umgehen,
- sein Verhalten soll unter allen Umständen definiert vorhersagbar sein.

Bei Windows 95 und NT kann man den ersten Punkt abhaken. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem präemptiven Multitaskingsystem. Im Gegensatz dazu müssen Programme unter einem kooperativen Multitaskingsystem selbst dafür sorgen, daß auch die anderen an der Rechenzeit teilhaben – Windows 3.x läßt grüßen.

Verschiedene Prioritäten für Threads dienen dazu, kritischen und unkritischen Jobs unterschiedlich viel Rechenzeit zuzuteilen. Windows teilt Threads in die Kategorien ‘Real-Time’ und ‘Dynamic’. Als Echtzeit deklarierte Tasks haben eine feste Priorität, die nur die Applikation selbst ändern kann. Demgegenüber besitzen Prozesse der Dynamic-Klasse eine vom Scheduler eingestellte Priorität, die sowohl von der aktuellen Priorität als auch von der allgemeinen Systemauslastung abhängt.

Vorrangstufen

Für deterministische Prozesse kommt anscheinend nur die Kategorie Real-Time in Frage. Allerdings sieht die Situation bei näherer Betrachtung wenig günstig aus: Während echte RTOS mindestens 256 Prioritätsstufen bieten, findet man bei Windows nur 32, von denen 16 dem Betriebssystem vorbehalten sind. Zudem kann eine Task nur die Priorität des Basisprozesses plus oder minus zwei Stufen oder die Extremwerte 16 und 31 annehmen.

So kann man innerhalb eines Prozesses maximal sieben Threads unterschiedlicher

Priorität installieren. Braucht die Anwendung mehr, so sind weitere Prozesse zu installieren, was sich jedoch nachteilig auf die Schedulingzeit auswirkt.

Außerdem muß man sich auf die Blockierung von Tasks dank Prioritäteninversion [1] vorbereiten, da NT keine Prioritätenvererbung kennt. Eine dynamische Vergabe von Prioritäten, die dieses Problem vermeidet, ist nur für Prozesse der Kategorie Dynamic vorgesehen. Jedoch darf man dabei stark schwankende Antwortzeiten aufgrund der vom Scheduler dynamisch eingestellten Priorität erwarten. Synchronisationsmechanismen stehen dagegen bei NT in aller Vielfalt zur Verfügung: Das Betriebssystem bietet Semaphore, Mailboxes und Mutex.

Als weiterer Punkt steht die Vorhersagbarkeit des Systemverhaltens zur Debatte: Tests, die in diesem Zusammenhang durchgeführt wurden, ergaben beispielsweise für einen Request-Mutex-Call im Mittel eine Antwortzeit von 35 µs. Ausreißer brauchten dabei bis zu 670 µs auf einem Pentium-100 mit 24 MB RAM [2]. Diese Zahl relativiert die Echtzeitfähigkeit dann doch etwas.

Noch schlechter sieht es aus, wenn umfangreiche DMA-Transfers – beispielsweise durch Netzwerktreiber oder Diskettenzugriffe – zeitgleich auftreten. Verzögerungen im Millisekunden-Bereich in diesem, zugegebenermaßen konstruierten, aber nicht generell auszuschließenden Fall zeigen die Grenzen auf.

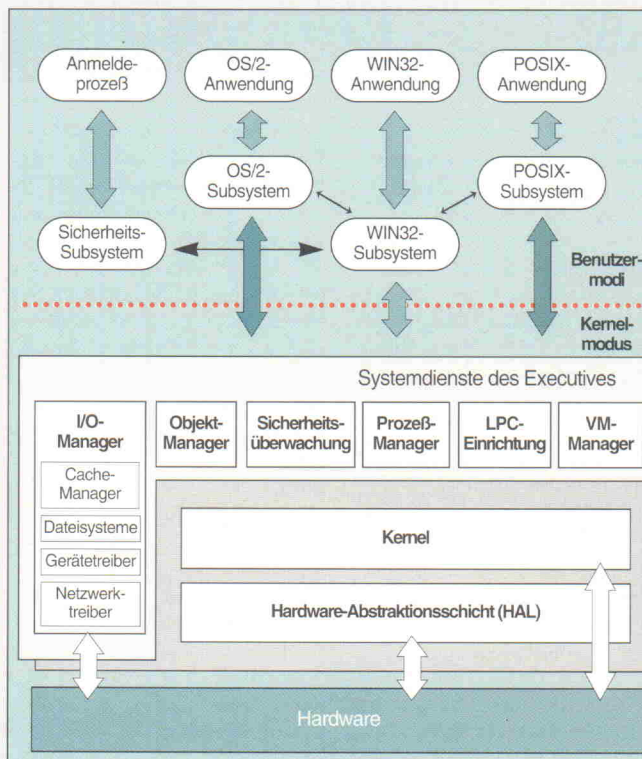
Andere Eigenschaften von Windows NT weisen eher in Richtung RTOS. Es ist als Multiprozessor-System ausgelegt: Tritt beispielsweise eine Unterbrechungsanforderung auf, dann wird dieses Ereignis nur an einen Prozessor weitergeleitet, der zweite kümmert sich um seine Aufgaben wie zuvor. Darüber hinaus kann auch die Rechenzeitverteilung durch den Programmierer vorbestimmt werden, so daß in Multiprozessor-Maschinen der Fokus durchaus Echtzeit heißen kann.

Ein weiterer Pluspunkt auf der Echtzeitseite ist die Unterstützung asynchroner Ein- und Ausgabe. Applikationen können I/O-Ereignisse in eine Warteschlange stellen, ohne auf eine Antwort warten zu müssen. Zusätzlich finden sich im Betriebssystem-eigenen I/O-System Synchronisationsmechanismen zur effizienten Abwicklung von Zugriffen auch verteilter Prozesse. Aufgrund des Queueing von E/A-Zugriffen bleibt aber die harte Echtzeit außen vor.

Abgerechnet

Windows NT ist kein hartes Echtzeitbetriebssystem. Die geringe Anzahl verwendbarer Prioritäten ist nur ein Indiz dafür. Auch die Abarbeitung von Mutex-Tasks nach dem FIFO-Prinzip – und nicht prioritätsgesteuert – sprechen dagegen. Andere Punkte sind fehlende Prioritätenvererbung sowie die Priorisierung von Treibern auf VxD-Ebene. Dennoch kann man NT, basierend auf Microsofts Microkernel-Architektur, eine angemessen schnelle Antwortzeit bescheinigen. Bei Anwendungen, die im wesentlichen Visualisierung erledigen, steht einem Einsatz von NT nichts im Wege.

Bild 2. NTs Hardware Abstraction Layer (HAL) vereinfacht die Portierung auf beliebige Plattformen wie Alpha, Mips, Pentium oder x86-CPU's.



Schatzkästchen

Serielle Kommunikation mit Mikrocontrollern per Software

Bassem Yahya

Entwickler können heutzutage aus einem großen Bestand komfortabel ausgestatteter Controller auswählen. Diese Allrounder bringen alles Gewünschte an Onchip-Peripherie – seien es A/D-Wandler, serielle Schnittstellen jeglicher Couleur oder massig Speicher – mit. Meist muß man jedoch auf die preisgünstigste Variante zurückgreifen. Da fehlt es oft am vielgebrauchten UART. Bleibt nur ein Ausweg: Diese Funktion mit ein wenig Software nachzubilden.



Eine immer wiederkehrende Aufgabe bei der Entwicklung mit Mikrocontrollern ist die Kommunikation. Beispielsweise schickt der μC gesammelte Daten an einen übergeordneten Rechner. Umgekehrt soll dieser die Möglichkeit haben, Einfluß auf das Geschehen zu nehmen. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten, wie zum Beispiel die bei PCs standardmäßig vorhandene serielle Schnittstelle (RS-232) oder eine synchrone Verbindung über den I2C-Bus.

Natürlich kann man auch CAN oder andere moderne Busse in

Betracht ziehen. In den meisten Fällen genügt aber die bewährte asynchrone Kommunikation per RS-232-Schnittstelle. Diese Aufgabe ist vom Prinzip her recht einfach: Der Sender schickt in einem festen Zeitraster ein Zeichen bitweise ab (LSB zuerst, vgl. Bild 1). Die zugrundeliegende Schiebeoperation steht bei nahezu jedem Controller zur Verfügung.

Wichtig ist dabei, daß der μC das Zeitraster sauber einhält. Nur so ist eine fehlerfreie Übertragung gewährleistet. Eine ausführliche Erklärung der asyn-

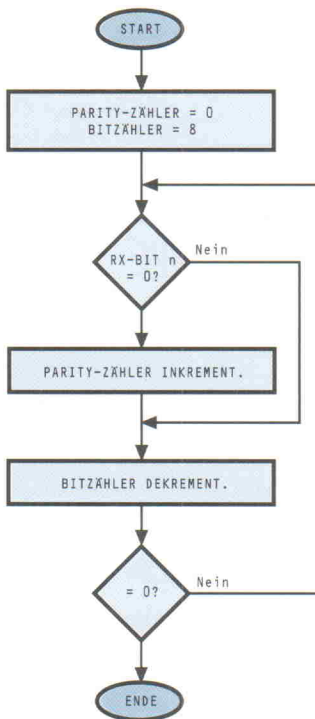
chronen Kommunikation würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, dazu greift man beispielsweise auf [1] zurück.

Die reine Bitschieberei macht noch keine komplette Übertragung aus: Auch ein Übertragungsprotokoll ist einzuhalten. Dazu muß sichergestellt sein, daß die serielle Kommunikation die Hauptfunktion des Mikrocontrollers nicht übermäßig beeinträchtigt.

Ein in der Praxis bewährtes Verfahren ist, daß der Host in geeigneten Zeiträumen mit der Peripherieschaltung kommuni-

Bild 1. Der μC empfängt das Zeichen 51H. An den mit Strichen markierten Stellen prüft die MCU die Empfangsleitung und übernimmt den Zustand in ein Schieberegister.





ziert. Die Peripherie löst aufgrund dessen die gewünschte Aktion aus oder sendet angeforderte Daten – damit reicht eine Halbduplex-Verbindung aus.

Für den Controller in der Peripherieschaltung stellt dies eine Entlastung dar, da er nur sendet oder empfängt. Die hier vorgestellten Routinen arbeiten folglich ausschließlich halbduplex. Eine Vollduplex-Übertragung würde den Prozessor übermäßig beanspruchen, so daß zeitkritische Peripheriefunktionen nur mit Mühe, wenn überhaupt, realisiert werden könnten.

Schon bei den ersten Überlegungen zu einer Applikation muß man das Zeitverhalten der seriellen Verbindung berücksichtigen. Am günstigsten ist es, wenn die serielle Verbindung in einem zu der eigentlichen Funktion der Schaltung separaten Zeitabschnitt verläuft – wie im gezeigten Beispiel für die PIC-Controller.

Fast allen anderen MCUs kann man nach demselben Muster zu einer seriellen Schnittstelle ver-

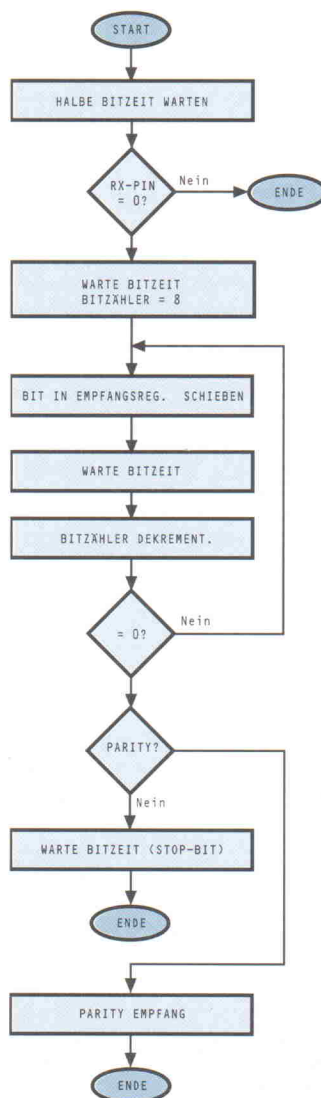
Bild 3. Der Empfang durch 'Polling', also ständige Abfrage eines Eingangspins, belegt die CPU während der Aufnahme des Zeichens exklusiv. Dafür benötigt diese Version keinen Timer. Das Senden im Polling-Betrieb läuft analog ab.

Bild 2. Schrittweise: Das Parity-Bit kann der Controller durch schlichtes Abzählen der gesetzten Datenbits ermitteln.

helfen [3...6]. Auch Controller mit Onchip-UART können davon profitieren, wenn die Anwendung mehr als eine serielle Schnittstelle fordert [7].

Parity oder nicht

Die Routinen realisieren das derzeit meistbenutzte Format 8N1: Ein Startbit, acht Daten- und ein Stoppbit. Daneben ermöglichen sie das Handling von Parity-Bits. Zwei Flags legen einen der drei Modi keine, Even oder Odd Parity fest. Dabei kümmert sich ein separates Unterprogramm um Generierung des Parity-Bits vor der Sendung oder Prüfung nach dem Empfang (Bild 2): Der Controller zählt mit jeder Eins in den Datenbits einen



Zähler hoch. Am Schluß beinhaltet das Bit 0 des Zählers die Information, ob die Zahl der Einsen gerade (Bit 0 = 0, Even Parity) oder ungerade (Bit 0 = 1, Odd Parity) ist.

Das Sendeprogramm gestaltet sich geradlinig: Der PIC wählt selbst den Startpunkt, legt den Ausgabe-Pin auf Startpegel, schiebt die Datenbits heraus, fügt gegebenenfalls das Parity-Bit ein und schließt mit dem Stoppbit ab. Während des Sendens sollten jedoch keine Interrupts zugelassen sein, damit die Bitrate nicht verfälscht wird. Dies bedeutet, daß in dieser Zeit keine 'lebenswichtigen' Interrupt-Aktionen ablau-

fen können. Der Entwickler muß dafür Sorge tragen, daß dies nicht zu einem Fehlverhalten der Schaltung führt.

Angestoßen

Sobald sich am Eingangspin etwas regt, verzweigt der µC interruptgesteuert in die Empfangsroutine (Bild 3). Sie erledigt die vollständige Aufnahme eines Zeichens. Da hier weitere Unterbrechungen gesperrt sind, besteht keine Gefahr, daß die Bitrate verfälscht wird.

Wichtig ist, daß das Hauptprogramm den zum Pin gehörenden Interrupt oder die Interrupts global nicht für längere Zeit

Vor dem Einsprung in diese Routine enthält XmtReg das zu sendende Byte. Mittels Flags kann die Parity-Bearbeitung aktiviert werden.

```
xmtr      call    zeit_x          ; empfangenes Stoppbit abwarten
xmtr1     btfsc   flagreg,parity_on ; Parity-Bit gesendet?
          call    parity_calc_s    ; wenn ja, berechne die Parity
          movlw   8                ; 8 Bits sollen gesendet werden
          movwf   Count            ; Bitzähler laden
          bcf     Port_A,TX        ; sende Startbit
          call    zeit_b1          ; und warte eine Bitzeit
          bcf     STATUS,CARRY     ; Sendeschleife
          rrf     XmtReg,Same       ; Bit im Sendereg. in C schieben
          btfsc   STATUS,CARRY     ; C zum Portpin ausgeben
          goto    xmtr1

          nop                      ; Zeitausgleich
          bcf     Port_A,TX        ; Sende-Pin auf Low-Pegel
          call    zeit_x          ; Schleifenzeit abwarten
          decfsz  Count,Same       ; Bitzähler dekrementieren
          goto    x_schleife

x_schleife nop

x_schleife1 btfss   flagreg,parity_on ; Soll Paritybit gesendet werden?
          goto    send_stoppbit     ; nein, nur Stoppbit senden
          btfss   parity_z,0        ; Bit 0 des Parityzählers ausgeben
          bcf     port_a,TX        ; sende Startbit
          btfsc   parity_z,0        ; und warte eine Bitzeit
          call    zeit_b1          ; sende Stoppbit
          bsf     Port_A,TX        ; "Sendeschluß"
          retlw   0

xmtr1     bsf     Port_A,TX        ; Ausgabeteil für High-Pegel
          call    zeit_x          ;
          decfsz  Count,Same       ;
          goto    x_schleife       ;
          goto    x_schleife1      ;
```

Mit der angegebenen Formel können auch krumme Bitraten errechnet werden. Durch Änderung des Inhalts der Speicherzelle Baud kann die Bitrate im Programmverlauf geändert werden, beispielsweise über Jumperwahl.

```
z_x1      equ     .29              ; Konst. k für 9600 Bit/s bei 4 MHz
          ; k = (Fosc/(4*Bitrate))-16/3
z_b2      equ     .1              ; feste Zeit für alle Baudraten
baud      equ     .0              ; wird beim Initialisieren geladen

zeit_b1   nop                    ; Bitzeit
          goto    zeit_x

zeit_b2   movlw   z_b2
          goto    zeit_up

zeit_x    movf     baud,w          ; Sendebitlänge
          goto    zeit_up

zeit_up   movwf   z_z              ; Hier wird die benötigte
schleife_1 decfsz  z_z,Same        ; Zeit generiert
          goto    schleife_1
          retlw   0
```

Listing 1. Asynchrones Senden und zugehörige Zeitschleifen mit PIC-Mikrocontrollern.

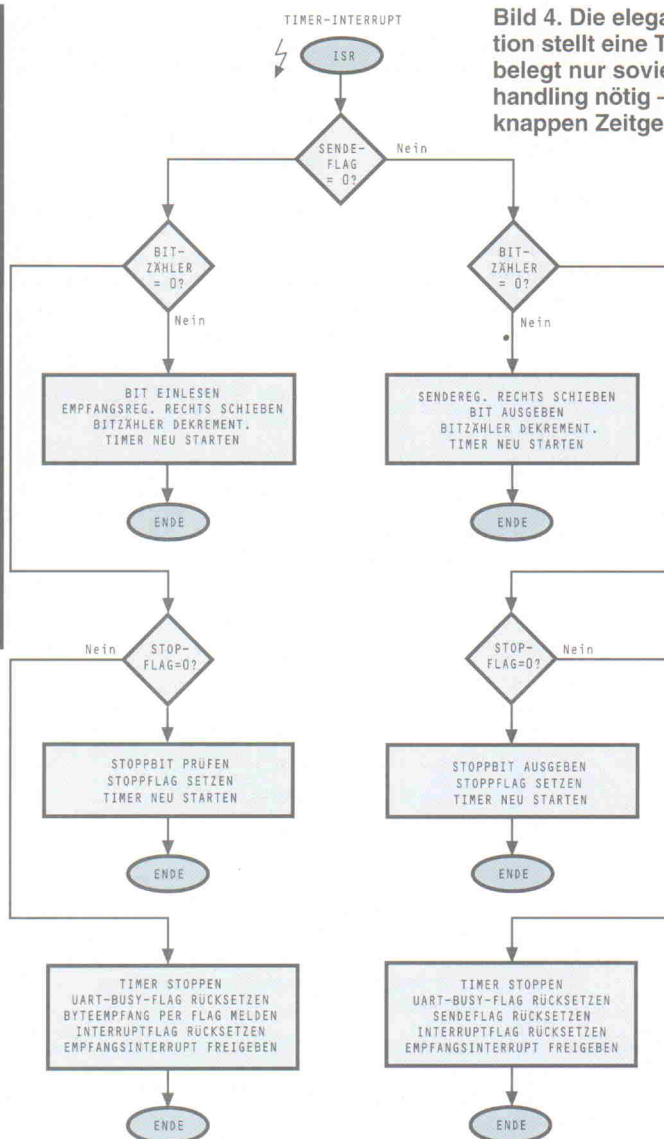


Bild 4. Die elegantere Variante der Kommunikation stellt eine Timer-Interruptroutine dar. Sie belegt nur soviel CPU-Zeit, wie zum Datenhandling nötig – allerdings auch einen der oft knappen Zeitgeber.

Die Konstanten in der Gleichung resultieren aus abgezählten Programmschritten. Die Formel gilt daher nur für die vorgestellten Routinen. Die Bittate wird durch Änderung eines einzigen Wertes in der RAM-Zelle *Baud* angepaßt.

Die Programme erscheinen auf den ersten Blick etwas unüblich gestaltet. Sie wurden bewußt so erstellt, um die RS-232-Spezifikationen zu erfüllen. Die Bitlängen für High und Low werden dadurch gleich, was für eine sichere Übertragung wichtig ist. Die Routinen sind bis zu 19,2 kBit/s mit einem bei 4 MHz laufenden PIC getestet. Falls hier ein 8- oder 10-MHz-Chip zum Zuge kommt, sind entsprechend höhere Bittaten möglich.

Die höchstmögliche Bittate hängt auch von den maximalen Interruptsperrzeiten in der zu lösenden Aufgabe ab. Je länger die Sperrphasen sind, um so geringer kann die Datenrate sein.

Versteckt

Eine weniger Rechenzeit kostende Methode stellen UART-Routinen dar, die vollkommen im Hintergrund ablaufen (Bild 4). Sie setzen aber voraus, daß der Controller sowohl einen Hardware-Interrupt für den Eingangspin als auch einen Timer-Interrupt mit der geforderten Bitzeit bereitstellen kann.

Sobald eine Flanke – das Startbit – am Eingangspin eintrifft, löst sie eine Unterbrechung aus. Die zugehörige Service-Routine (Bild 5) startet dann einen Timer mit der Bitzeit und sperrt den Eingangs-Interrupt.

Nach Ablauf der Bitzeit löst der Timer seinerseits eine Unterbrechung aus. Das dadurch getriggerte Unterprogramm schiebt dann die eintreffenden Daten in ein Register, bis alle Bits empfangen sind. Nach Empfang des Stopbits wird der Timer-Interrupt wieder gesperrt.

Das Senden eines Zeichens läuft analog zum Empfang ab. Das Hauptprogramm startet mittels Setzen von Flags und des Timers die interruptgesteu-

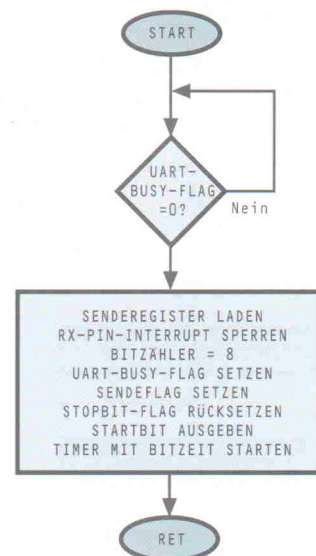


Bild 6. Analog zum Empfang löst das Hauptprogramm über Flags und einen Timer das Senden von Zeichen aus.

erte Sendung (Bild 6). Nach Ausgabe des Startbits läuft der Zeitgeber an. Bei jedem Timer-Interrupt reicht die Routine ein Datenbit an die Außenwelt weiter.

Mit dieser Methode kann der Controller während des Sendens oder Empfangens auch andere Aufgaben erledigen. Die Interrupts dürfen währenddessen nicht gesperrt werden. Dieses Verfahren ist sinnvoll bei im Vergleich zum Systemtakt langsamen Bittaten (z. B. 9600 Bit/s bei 16 MHz) und wenn der Controller einen Timer entbehren kann.

Umgesetzt

Die Flußdiagramme lassen sich in den meisten Fällen 1:1 in Assembler übersetzen. Die Quelltextauszüge (Listing 1 und 2) zeigen Lösungen für PICs. Die vollständigen Routinen samt Beispielapplikation liegen zum Download in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, SW_UART.LZH) respektive auf dem ftp-Server (ftp.heise.de). Daneben findet man einschlägige Application Notes verschiedener µC-Hersteller.

Die PIC-Routinen stehen als Muster für die Methode ohne Timer, da diese Controller-Familie Mitglieder ohne zusätzlichen Zeitgeber enthält. Die Empfangsroutine nutzt den RB0-Interrupt der 16Cxx-Serie

sperrt. Sonst kann es vorkommen, daß der Controller das Startbit einer Sendung verpaßt. Dank der Halbduplex-Übertragung gibt es keine Kollision zwischen Senden mit gesperr-

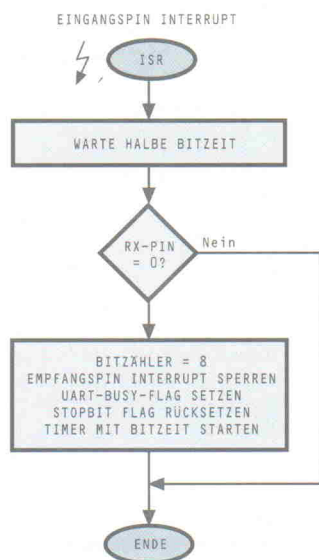
ten Interrupts und Empfangen: Der PIC darf davon ausgehen, daß während einer laufenden Sendung kein Byte eintrifft.

Damit Abweichungen vom Soll-Timing möglichst gering ausfallen, sollte der Controller mit einem Quarzoszillator arbeiten. Die notwendige Zeitkonstante für die PIC-Routinen ergibt sich nach:

$$k = ((F_{osc}/(4 * Bittate)) - 16) / 3$$

Den Takt setzt man dabei in Hertz und die Datenrate in Bit/s ein. Damit kann man auch krumme Datenraten realisieren. Dies ist hilfreich, falls der Host keine Standard-Bittate bietet. Beispielsweise 'trifft' ein 8051 bei 12 MHz mit seinem UART etwa 10400 Bit/s statt 9600 Bit/s.

Bild 5. Im Interrupt-Betrieb stößt eine Flanke am Eingangspin den Empfang per Timer-Interrupt an.



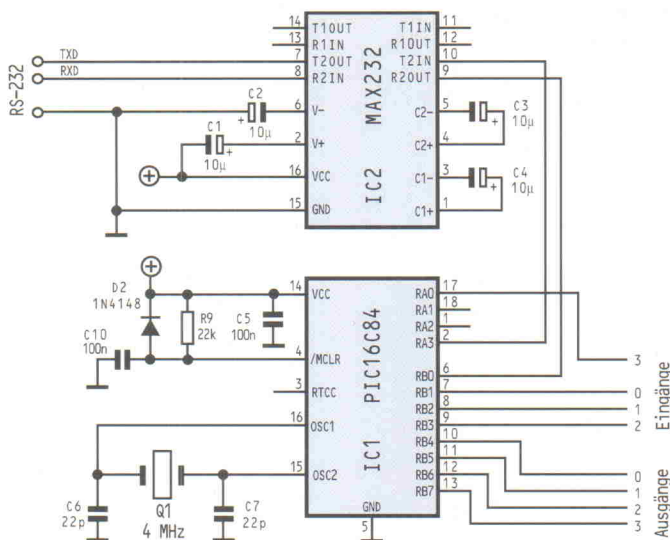


Bild 7. Mittels eines RS-232-Pegelwandlers und etwas Software entsteht ein einfacher, seriell gesteuerter I/O-Knoten.

aus. Das Unterprogramm wird kurz nach Beginn des Stoppbits verlassen. Dies garantiert, daß der PIC während der Stoppbitzeit keine Leerschleifen dreht, sondern die Auswertung des gerade eingetroffenen Zeichens angehen kann.

Selbst bei 19200 Bit/s ermöglicht dieses Verfahren den sequentiellen Empfang mehrerer aufeinanderfolgender Bytes. Das Empfangsunterprogramm kann wahlweise auch ohne Interrupt laufen: Das Hauptprogramm ruft es in einer Warteschleife zyklisch auf. Das Carry-Flag teilt nach der Rückkehr mit, ob ein Byte empfangen wurde.

Der Einsprung in die Senderroutine bei *xmtr* ist dazu vorgesehen, eine Sendung sofort nach dem Empfang zu ermöglichen. Da der PIC die Empfangsroutine so früh wie möglich verläßt, darf er erst senden, nachdem das Stoppbit des Empfängers durchlief. Der Einsprung bei *xmtr* kostet zwar stets eine Bitzeit, dafür entfällt die Sonderbehandlung.

Angewandt

Da der PIC keine Datenautobahn bewältigen soll, ist dieser geringe Verzug vernachlässigbar. Die verwendeten Zeitschleifen ermöglichen eine präzise Bitlängenerzeugung. Sie sind genau auf die Sende/Empfangs-Routinen abgestimmt. Bei Änderungen an irgendeinem Programmteil sollte man die Zeitroutinen gegebenenfalls anpassen.

Die Beispielapplikation für den PIC stellt eine seriell angesteuerte I/O-Schaltung mit jeweils vier Ein- und Ausgängen dar (vgl. Bild 7). Per Terminalprogramm läßt sich die Funktion von einem PC aus leicht testen: Sendet man 1xH zum PIC, dann steuert dieser die Ausgänge mit den unteren vier Bits des Bytes – beispielsweise setzt der Wert 15H die Ausgangsbits 3 sowie 0 und löscht die Bits 2 sowie 1. Das Zeichen 20H veranlaßt den Controller, seine Eingänge abzufragen und ihren Status in den unteren vier Bits eines Bytes zurückzuschicken. Wer den PIC-Prototypen aus [8] sein eigen nennt, kann das Beispielprogramm direkt einsetzen und prüfen.

Die ganze Aufgabe des Testprogramms für die 8051-Routinen besteht darin, ein empfangenes Zeichen zurückzusenden. Mittels kleinerer Erweiterungen kann man zeigen, daß die 'softe' Methode fast die Qualitäten eines Hardware-UART erreicht. Unter Nutzung der Flags steht dem 8051 eine zweite UART zur Verfügung. Falls die Applikation eine Parity-Prüfung fordert, lassen sich die Routinen entsprechend dem PIC-Beispiel anpassen. *ea*

Literatur

- [1] *Fundamentals of RS-232 Serial Communications*, AN83, Dallas Semiconductor, 1995, in der ELRAD-Mailbox (DS_APP83.PDF) oder via <http://www.dalsemi.com/>
- [2] *Implementation of an Asynchronous Serial I/O*, AN510,

Die Empfangsroutine kann nicht nur per Interrupt getriggert werden: Falls der PIC auf ein Zeichen warten muß, kann er sie auch zyklisch aufrufen. Ist am Schluß *C = 0*, dann wurde ein Byte empfangen. Dieses liegt anschließend in *RcvReg*.

Der Controller verläßt das Unterprogramm bereits am Beginn eines Stoppbits, damit bei sequenzieller Übertragung mehrerer Zeichen genügend Zeit bleibt, um das gerade angekommene Byte in einen Buffer abzulegen oder auch kleine Reaktionen auszulösen.

```

recv      bsf      status,c      ; kein Zeichen
          btfscl   Port_b,RX      ; prüfe auf Startbit
          return    ; falls nein, zurück

          call     zeit_b2         ; etwas warten für gültiges Startbit
          bsf      status,c
          btfscl   Port_b,RX      ; nochmals Startbit testen (Störung?)
          return    ; falls Störung, zurück

rs_recv   bcf      Port_A,BUSY    ; Busy melden
          movlw    008h           ; Datenbitzahl
          movwf    count          ; in den Bitzähler laden
R_loop_1  call     zeit_b1         ; eine Bitzeit abwarten
          bcf      status,c       ; Carry = 0
          btfscl   Port_b,RX      ; Eingang prüfen
          bsf      status,c       ; und C ggf. setzen
          rrf      RcvReg         ; C in das Empfangsregister einschieben
          decfsz   count,same     ; Bitzähler dekrementieren
          goto     R_loop_1       ; wiederholen, bis alle Bits durch sind
          call     zeit_b1         ; eine Bitzeit abwarten
          btfscl   flagreg,parity_on ; Parity-Prüfung?
          goto     rcv_parity     ; ja, Parity-Bit holen
          bcf      status,c       ; Zeichen befindet sich RcvReg
          return    ; und Schluß

recv_parity movf    port_b,w      ; Zustand des Empfangs-Ports
          movwf    z_z           ; merken
          movf     RcvReg,w       ; empfangenes Byte laden
          call     parity_calc    ; und seine Parity feststellen
          movf     z_z,w         ; vergleiche Bit 0 von Port B
          xorwf    parity_z,same  ; mit Bit 0 des Parityzählers
          bcf      flagreg,parity_err ; Erst keinen Parity-Fehler annehmen
          btfscl   parity_z,0     ; falls der Vergleich negativ ist,
          bsf      flagreg,parity_err ; setze das Errorbit
          call     zeit_b1         ; und warte die Bitzeit
          bcf      status,c       ; melde "Zeichen im Puffer"
          return    ; und Schluß

; Eintritt bei Parity_calc_s --> Die Routine ermittelt die Parity des Bytes
; ; im Senderegister und legt das Ergebnis in Bit 0 des Parity_z ab.
; ;
; ; Eintritt bei Parity_calc --> Die Parity des Bytes im W-Register wird
; ; berechnet und in Bit 0 des Parity_z abgelegt. Der Inhalt von
; ; W geht nicht verloren.
; ;
parity_calc_s movf    XmtReg,w    ; Senderegister in W laden
parity_calc   movwf   parity_buf  ; dann in das Parity-Schieberegister
          movlw    008h           ; Bitzähler
          movwf    z_z           ; laden
          clrf     parity_z       ; Parity-Zähler löschen
          rrf      parity_buf,same ; Datenbit nach Carry
          btfscl   status,c       ; wenn Datenbit = 1,
          incf     parity_z,same  ; dann Parity-Zähler erhöhen
          decfsz   z_z,same       ; Bitzähler dekrementieren
          goto     parity_loop    ; und ggf. wiederholen
          movlw    001h          ; Invertervorbereitung
          btfscl   flagreg,parity_odd ; falls Odd Parity,
          xorwf    parity_z,same  ; Bit 0 im Parityzähler invertieren
          movf     parity_buf,w   ; Byte in W restaurieren
          return

```

Listing 2. Asynchroner Empfang per Polling und Parity-Ermittlung für PICs.

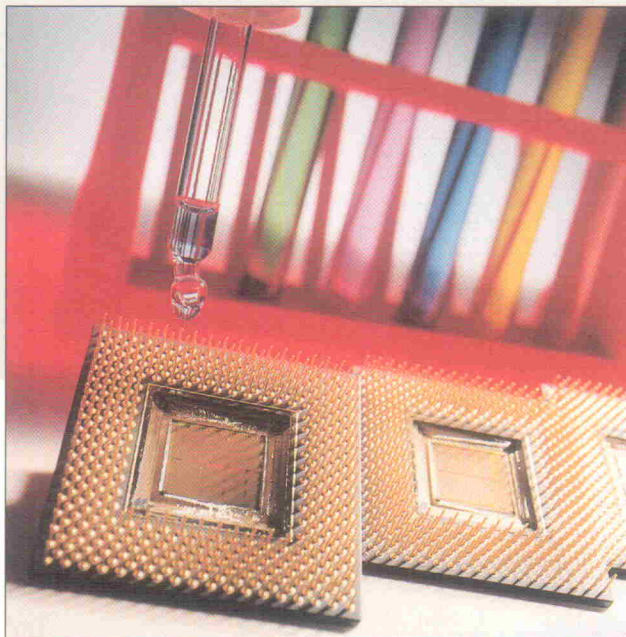
- Arizona Microchip Technology, 1994, in der ELRAD-Mailbox (MC_AN510.PDF) oder via <http://www.microchip.com/>
- [3] *A software duplex UART for the 751/752*, AN446, Philips Semiconductor, 1993, in der ELRAD-Mailbox (PS_AN446.PDF) oder via <http://www.eu.semiconductors.philips.com/>
- [4] *Serial Communications using the Z8 CCP Software UART*, Zilog Application Note, 1997, in der ELRAD-Mailbox (SCCW_Z8.PDF) oder via <http://www.zilog.com/>
- [5] *RS-232C Interface with COS800*, AN739, National Semiconductor, 1991, in der
- ELRAD-Mailbox (NS_AN739.PDF) oder via <http://www.national.com/>
- [6] *HC05 MCU Software-Driven Asynchronous Serial Communication Techniques Using the MC68HC750J1A*, AN1240, Motorola, 1995, in der ELRAD-Mailbox (M_AN1240.PDF) oder via <http://design-net.com/csic/>
- [7] *How to Get a Second Asynchronous Serial Interface on a 80C51 Mikrocontroller Family*, ANM055, TEMIC, 1995, in der ELRAD-Mailbox (T_ANM055.PDF) oder via <http://www.temic.de/>
- [8] *Bassem Yahya, Quick PIC, PIC-16-Evaluationskarte*, ELRAD 5/94, S. 72

Designanalyse

Hardware-Emulatoren für die Chipverifikation

Ulrike Kuhlmann

Hardware-Emulatoren nehmen ein Design in sich auf, um so das anvisierte Endprodukt beim Test unter realen Bedingungen zu ersetzen. Mit den nicht ganz billigen, weil hochkomplexen 'Maschinen' läßt sich eine Schaltung wesentlich schneller verifizieren als mit herkömmlichen Simulatoren. Derzeit dominieren noch FPGA-basierte Systeme, doch die neuen Compiled-Code-Emulatoren wollen sich ein großes Stück vom Kuchen abschneiden.



Die Techniken zur Schaltungssimulation haben sich in den letzten Jahren zwar erheblich verbessert. Doch trotz der Fülle von zur Verfügung stehenden Tools kann eine reine Softwaresimulation zum einen nicht den kompletten Design-test abdecken und ist auf der anderen Seite zu langsam für die Echtzeit-Verifikation eines aus mehreren ICs bestehenden Gesamtsystems. Für den funktionalen Test per Software bieten sich zyklusbasierte oder ereignisgetriebene Simulatoren an. Event-driven Simulatoren (EDS) erlauben im Gegensatz zu cycle-based Simulatoren (CBS) neben der funktionalen auch die Timing-Verifikation. Sobald man allerdings das Verhalten einer hochkomplexen Schaltung verifizieren will, stoßen sowohl CBS als auch EDS an ihre Grenzen (vgl. Kasten 'Simulanten'). Hier kommen dann Hardware-Emulatoren zum Einsatz. Diese bilden die gesamte Schaltung je nach Emulatorprinzip in einem Feld aus programmierbaren Gate Arrays (FPGAs) oder aus Logikprozessoren ab und erlauben so den Test des Systems in seiner realen Zielumgebung. Der

große Vorteil einer Emulation im Zielsystem: Die Erzeugung von komplexen Testbenches wird überflüssig, denn das zu verifizierende IC kann im Emulator mit den realen Stimuli beaufschlagt werden.

Zwei Welten

War bis Mitte letzten Jahres die Welt noch ganz, entzweite die Bekanntgabe eines neuen Realisierungsprinzips im August '96 die Emulationsgemeinde. Die Firma Synopsys stellte ihren Hydra-Prozessor vor, der die bis dato vornehmlich genutzte Emulator-Hardware-Basis ersetzen soll. Statt ein Design wie bisher üblich auf ein FPGA-Netzwerk zu verteilen und anschließend mit einer ereignisgetriebenen Simulation zu verifizieren, wird die gesamte Schaltung nun in parallele Prozessoren kompiliert und diese mit einer zyklusbasierten Simulation in der Ziel-Hardware getestet. Die Firma Quickturn zog wenige Monate später nach und stellte ebenfalls ein prozessorbasiertes Emulationssystem vor.

Neben dem neuen Player Synopsys und dem alten Hasen

Quickturn mischen die US-amerikanischen Unternehmen Ikos, Mentor Graphics und Aptix am Emulatormarkt mit. Ein genauer Blick auf die Emulatorgenesis dieser fünf Unternehmen zeigt, daß nur Quickturn und Aptix ihre Hardware selbst entwickelt haben. Synopsys kaufte die Prozesstechnologie für ihren Hardware-Emulator ARKOS von gleichnamiger Firma Arkos Design Inc. im Juni '95. Mentor Graphics kann seine SimExpress-Hardware durch den Aufkauf des französischen Unternehmens Meta Systems im Herbst '95 anbieten. Ikos erwarb ihren VisuaLogic-LSI-Simulator durch die Akquisition der Firma Virtual Machine Works im Mai '96. Die Firma Quickturn ist der Pionier im Emulatormarkt. Sie brachte die ersten FPGA-basierten Systeme heraus, entwickelte diese ständig weiter und hat deshalb die breiteste Kundenbasis. Mit ihren seit kurzem verfügbaren CoBALT-Emulatoren tritt sie insbesondere in Konkurrenz zu Synopsys im prozessorbasierten Emulatorbereich.

Gatter für Gatter

Der wesentliche Unterschied zwischen FPGA-basierten und prozessorgestützten Emulatoren besteht in der Art, wie die zu verifizierende Schaltung zur Abbildung umgesetzt wird. Bei den auf programmierbaren Gate Arrays basierenden Emulationssystemen werden Gatter für Gatter eines Designs in einem Array aus FPGAs abgebildet. Das Design muß dazu resynthetisiert und auf zig Logikbausteine aufgeteilt werden. Die Probleme, die sich hier ergeben, liegen auf der Hand: Es gilt, die große Anzahl von FPGAs zu einem einzigen, zusammenhängenden Geflecht zu verdrahten. Oftmals ist die Partitionierung einer Schaltung in einen einzigen Baustein bereits ein schwieriges Unterfangen. Bei der Aufteilung auf viele FPGAs muß jedoch nicht nur die komplette Logik nebst Speicherbereiche implementiert werden, sondern das Ganze auch noch das Timing der Originalschaltung widerspiegeln. Klar ist, daß die einzelnen FPGAs dabei nicht bis auf ihre letzten Ressourcen ausgenutzt werden können. Die Verbindungslaufzeiten innerhalb und außerhalb der pro-

grammierbaren Logik-ICs stellen eine hohe Anforderung an den verwendeten Compiler. Dieses drückt sich in entsprechend langen Zeiten für Mapping, Placement und Routing aus, also der Zeitspanne, ab der die Emulation überhaupt erst beginnen kann. Gleiches gilt auch für Simulations-, Debugging- und Recompile-Zeiten während des Testens. Allerdings ist die Geschwindigkeit, mit der die emulierten Schaltungen in diesen Systemen laufen kann, sehr hoch. Gegenüber der Compiled-Code-Methode besitzen FPGA-basierte Emulatoren zudem den Vorteil, daß sie auch asynchrone Designs verifizieren können (mehr dazu im Artikel 'FPGA contra Compiled-Code-Konzept' auf Seite 82).

Synchron ist Trumpf

Die Basis für Compiled-Code-Systeme bilden speziell für die Emulation entwickelte Logikprozessoren. Synopsys wirbt für ihre Parallelprozessoren mit dem wohlklingenden Namen 'Hydra', Quickturns 'namenlose' Prozessoren glänzen dagegen mit dem Technologiepartner IBM. Mentor Graphics preist seine Lösung als Kombination aus Prozessor und kundenspezifischem Verbindungschip an. Im wesentlichen beruhen die drei Systeme auf dem gleichen Prinzip. In ein Array

aus untereinander verdrahteten ICs, die intern ein Feld aus parallel geschalteten Prozessoreinheiten enthalten, wird das zu verifizierende Design kompiliert. Es stehen hierdurch je nach Bedarf und System von 200 000 bis zu 8 Millionen Gatter (gezählt in ASIC-Gates) plus zusätzlichem Speicher für die Emulation zur Verfügung. Diese Zahl verdeutlicht bereits die Zielrichtung von prozessorbasierten Emulatoren: Die Verifikation extrem großer Designs beziehungsweise kompletter Systeme bestehend aus mehreren (AS)ICs. Die folgenden Merkmale sind charakteristisch für einen Compiled-Code-Emulator:

- die zu verifizierende Schaltung wird in mehrere Ebenen untergliedert,
- Gatter-Elemente werden als verzögerungsfreie Elemente mit zwei möglichen Werten nachgebildet,
- in jedem Emulationszyklus werden sämtliche Gatter abgefragt,
- das Design muß synchron sein oder in ein synchrones Design überführt werden können.

Im Gegensatz zu einem ereignisorientierten Simulator ist die Auswertung der zyklusbasierten Simulation eines Compiled-Code-Emulatoren nicht davon abhängig, ob Aktivitäten in der

Schaltung stattfinden oder nicht. Hierdurch ist zwar eine reale Timing-Simulation ausgeschlossen, dafür jedoch die Verarbeitung extrem großer Datensätze möglich.

Im Vergleich

Compiled-Code-Emulatoren nutzen ihre Hardware optimal aus. Sowohl die Funktionsauswertelogik als auch die Schaltmatrix (vgl. Kasten 'Prozessorpuzzle') innerhalb der Prozessoren werden für die Simulation unterschiedlicher Gatter in den verschiedenen Hardware-Zyklen erneut verwendet. Bei FPGA-Emulatoren steht dagegen jedes Hardware-Gatter genau einmal für die Abbildung (also für die Funktionsberechnung) zur Verfügung. Auch das zur Zyklusprogrammierung zusätzlich benötigte RAM kostet in prozessorbasierten Systemen weniger als die Zufallslogik eines FPGAs. Dem stehen allerdings eine geringere Emulationsgeschwindigkeit, eine komplexere Hardware und die mangelnde Eignung für asynchrone Designs der Compiled-Code-Emulatoren gegenüber.

Für jede Flanke eines Benutzer-Taktsignals benötigt der Compiled-Code-Emulator mehrere Zyklen. Die Emulation selbst wird hierdurch im Schnitt insgesamt etwa zehnmal langsamer, als bei einem

Adressen

Aptix GmbH
Wamslestraße 4
81829 München
☎ 0 89/4 51 04 80
☎ 0 89/
➤ <http://www.aptix.com>

Icos Systems GmbH
Otto-Hahn-Straße 28-30
85521 Ottobrunn
☎ 0 89/6 29 88 10
☎ 0 89/6 29 88 188
➤ <http://www.icos.com>

Mentor Graphics GmbH
Elsenheimer Straße 41-43
80687 München
☎ 0 89/57 09 60
☎ 0 89/57 09 64 00
➤ <http://www.mentorg.com>

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

Synopsys GmbH
Süskindstraße 4
81929 München
☎ 0 89/99 32 00
☎ 0 89/99 32 01 17
➤ <http://www.synopsys.com>

FPGA-Emulator. Die prozessorbasierten Systeme arbeiten intern jedoch extrem schnell und können dank ihrer parallelen Strukturen bei der Co-Verifikation sehr hohe Datenbandbreiten bearbeiten. Allerdings haben die Chips auch eine hohe Leistungsaufnahme und erfordern deshalb einen höheren Aufwand für Versorgungsschaltung und Kühlvor-

Simulanten

Die Simulation integrierter Schaltungen kann auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Auf dem Transistor-Level erhält man mit Programmen wie SPICE die detailliertesten Informationen über interne Signalverläufe auf dem Chip. Allerdings führt eine solche Simulation auch zu enormen Datenmengen, die bearbeitet und verwaltet werden wollen. Der zeitliche Aufwand für diese extrem genaue Schaltungsverifikation ist deshalb bei größeren Designs nicht vertretbar. Mit einem ereignisgetriebenen Simulator (event driven simulator, EDS) auf Gatterebene läßt sich sowohl das funktionale als auch das zeitliche Verhalten einer Schaltung testen. Gate-Level-Simulatoren sind wesentlicher

schneller als Tools wie SPICE, die eine Schaltung auf Transistorebene analysieren. Allerdings wird auch der Zeitaufwand für die Simulation mit einem Gate-Level EDS ab etwa 100 000 Gatter zu groß, soll das Zeitverhalten aller möglichen Ereignisse sinnvoll überprüft werden. Man umgeht dieses Problem durch den Test von einzelnen Teilsystemen. Damit ist jedoch eine Verifikation des gesamten Designs in der realen (Test-)Umgebung nicht möglich.

Der nächste Abstraktionsschritt ist die Simulation auf Register-Transfer-Level (RTL). Hier kommen zur Zeit sowohl event-driven, als auch cycle-based Simulatoren (CBS) zum Einsatz. Die ereignisgetriebe-

ne Simulation stößt auch hier ab einer bestimmten Datenmenge (circa 200 k Zeilen Code) beziehungsweise bei großen Datenbandbreiten an ihre Grenzen. Eine zyklusbasierte Simulation reduziert wiederum die Detailtreue in der Wiedergabe einer getesteten Schaltung. Sie betrachtet das Verhalten eines Systems immer nur an der aktiven Flanke des Haupttaktes. Eine echte Timing-Simulation ist damit ausgeschlossen, denn alle Vorgänge zwischen den Zyklen bleiben unbeachtet. CB-Simulatoren sind im Prinzip nur auf synchrone Designs anwendbar; asynchrone Resets, Latches, Tristate-Logik beziehungsweise asynchrones Verhalten überhaupt werden entweder gar nicht oder nur

über Umwege unterstützt. Trotzdem spricht bei sehr großen Schaltungen einiges für die zyklusbasierte Simulation, denn sie ist extrem schnell und kann auch hohe Datenraten verwalten. Voraussetzung für den effizienten Einsatz von CBS ist dann allerdings ein streng synchroner Designstil.

Eine weiterer Abstraktionsgrad sind Simulatoren, die auf Verhaltensebene arbeiten. Hier stecken die Entwicklungen noch 'in den Kinderschuhen' und sind entsprechend 'dünn' vertreten. Mit einem Behavioral-Simulator wird nicht mehr das rein funktionale oder zeitliche Verhalten der Schaltung selbst getestet, sondern 'nur' noch ihre Funktion in einem Gesamtsystem.

Herstellerübersicht

Emulator	Hersteller	Basisarchitektur	Kapazität (Gatter)	Kompilierungszeit (Gatter pro Stunde)	typische Emulationsgeschwindigkeit	Eingabeformate (RTL / Gate Level)	Software	Besonderheiten
ARKOS	Synopsys	Prozessor	300K bis 4M	250K	0,5 bis 2 MHz (max. 5 MHz)	Verilog, VHDL / Verilog, VHDL	Cyclone	Co-Simulation mit Verilog Simulatoren und C-Testbenches
CoBALT	Quickturn	Prozessor	0,5 bis 8M	1 M	0,5 bis 2 MHz (max. 25 MHz)	Verilog, VHDL / EDIF, TDL, NDL, Verilog	Questil über Q/Bridge	Co-Emulation pro Modul möglich
SimExpress	Mentor	Prozessor	bis 1,5M	k. A.	0,5 bis 2 MHz (max. 4 MHz)	k. A.	Seamless CVE	Logikanalyser onchip
System Realizer	Quickturn	FPGA	250K bis 3M	100K	1 bis 4 MHz	Verilog, VHDL / EDIF, TDL, NDL, Verilog	Questil	zusätzliche Memory-Boards
VirtualLogic	Ikos	FPGA	200K bis 1,2M	50K	0,5 bis 2 MHz	k. A.	VirtualLogic	Interconnect und Timing Re-Synthese, VirtualWires

richtungen. Die hohe Taktfrequenz muß an jeden Chip im Emulationssystem weitergegeben werden, wobei die Taktverzögerung maximal einige Nanosekunden betragen darf. Das gleichzeitige Schalten hochfrequenter Signale verursacht Rauschen, und es gilt Impedanz und Pfadlänge für jedes Signal zu optimieren, um eine stabile Funktion des Gesamtsystems bei der nächsten Taktflanke zu gewährleisten. Ansonsten kann die zyklische Verifikation keine zuverlässigen Aussagen über das Verhalten des simulierten Systems treffen.

Co-Design

Bei der Emulation ist nicht nur die Hardware ausschlaggebend für die Wahl des einen oder anderen Systems. Auch oder

gerade die Emulations-Software spielt bei der Verifikation eine entscheidende Rolle. Neben den extremen Ansprüchen, denen das Kompilierungstool gerecht werden muß, hält die Simulations- und Steuer-Software im beseren Fall eine anwenderfreundliche grafische Oberfläche bereit, die in ihrer Bedienung derer verbreiteter EDA-Tools ähnelt.

Da hochkomplexe Systeme bereits in ihrer Entstehungsphase getestet werden müssen, gewinnt das sogenannte concurrent engineering immer mehr an Bedeutung. Gemeint ist hier vor allem das Hardware/Software-Co-Design, also die zeitgleiche Entwicklung und Verifikation von integrierter Schaltung und dazugehöriger Firmware. Emulatoren stellen dabei den virtuellen Prototy-

pen der Hardware dar, auf dem die Firmware im gesamten Verlauf der Entwicklung getestet werden kann. Prozessorbasierte Emulationssysteme können dank ihrer extrem großen Rechenleistung während der Simulation auch als effiziente Hardware-Beschleuniger dienen. Unternehmen wie Ikos, Mentor Graphics, Quickturn und Synopsys halten Simulationsumgebungen bereit, die eine schnelle Co-Verifikation erlauben. Diese Tools spielen nicht nur mit den Emulatoren zusammen, sondern erlauben im allgemeinen auch die Einbindung weiterer EDA-Verifikations-Software wie Simulatoren, Debugger und Analysatoren (auch von Third-Party-Anbietern). Erst die gleichzeitige Visualisierung von Software-Simulation und Hardware-Emulation erlaubt

die echte Co-Verifikation einer Entwicklung.

Das kostet

Wer die Anschaffung eines Emulationssystems in Erwägung zieht, kann sich angesichts der entstehenden Kosten schon mal erschrecken. Im allgemeinen kann man von einem Preis von einem Dollar pro Emulationsgatter ausgehen. Diese nicht unerheblichen Summen machen jedoch Sinn, wenn man die Kosten bedenkt, die für einen zweiten oder dritten Anlauf bei der Fertigung eines Musterchips anfallen. Für große Unternehmen sind natürlich die Verluste, die durch eine verzögerte Auslieferung eines neuen ICs entstehen, von noch größerer Bedeutung – Time-to-Market ist hier der dominierende Faktor. *uk*

Prototyping oder Emulation?

Das im kalifornischen San Jose beheimatete Unternehmen Aptix ist durch FPICs – jene schnellen, programmierbaren Schaltmatrix-ICs – bekannt geworden. Die ersten Aptix-Boards beruhten im wesentlichen auf FPICs, die einige FPGAs miteinander verschalteten und waren deshalb eher Prototypen- als Emulationsboards.

Seit '94 fokussiert das Unternehmen seine Produkte auf den Emulationsbereich. Ein MP4-System-Explorer enthält neben vier FPICs bis zu 20 programmierbare Logikbau-

steine, wahlweise von Xilinx oder Lucent Technologie. Zusätzlich kann das Board mit Speicher (RAM, ROM), Mikroprozessor, DSP, weiteren Standardkomponenten und speziell gesockelten Core-Modulen bestückt werden.

Dank der möglichen Integration von Prozessoren auf den MPx-Boards läßt sich mit dem System-Explorer auch Software emulieren – eine Voraussetzung für echtes Hardware/Software-Co-Design. Core-Module sind insbesondere für die Emulation komplexer Systeme interessant.

Die sogenannten bond-out Cores werden bei Bedarf als separate ICs vom Halbleiterhersteller gefertigt und entsprechen damit exakt den realen Teilkomponenten des Systems. Natürlich lohnt sich solch eine 'Sonderanfertigung' nur bei entsprechend großen Entwicklungen. Aptix strebt deshalb an, ein 'Lager' von immer wieder genutzten (und lizenzierten) Hardware-Cores anzulegen und sie auch anderen Anwendern zugänglich zu machen. Prinzipiell bieten die bond-outs einen weiteren Vorteil: Mit ihnen wäre die Emulation gemischt

analog-digitaler Schaltungen möglich.

Auch wenn das Äußere der Aptix-Emulationsboards immer noch an ein Prototypenboard mit verfeinertem Lochrasterfeld und wire-wrap-Technik erinnert, bieten die MPx-Module erstaunliche Features bei einem guten Preis/Leistungsverhältnis. Die Emulationsgeschwindigkeit der System-Explorer-Familie liegt typisch bei 10 bis 35 MHz, Bussysteme können sogar bis zu 50 MHz erreichen. Eine Echtzeit-Emulation rückt damit in greifbare Nähe.

FPGA-Geflecht

Im FPGA-basierten Emulator muß die Netzliste der zu verifizierenden Schaltung so umgewandelt werden, daß sie sich zum Programmieren SRAM-basierter FPGAs eignet. Ein Host-Computer lädt das Design in das FPGA-Array, das direkt an das Zielsystem angeschlossen werden kann und mit hardwareüblichen Frequenzen arbeitet. Während des Betriebs verarbeitet jedes der FPGAs den ihm zugewiesenen Hardware-Abschnitt. Sämtliche FPGAs arbeiten auf diese Weise parallel. Während der Emulation bleiben Logikkon-

figuration und Verdrahtung unverändert. Jedes Logikgatter wird einem entsprechenden Gatter im FPGA zugeordnet, und jedes zu emulierende Signal entspricht einem FPGA-Anschluß. Deshalb darf der Gatter- und I/O-Bedarf des Designs die vorhandenen FPGA-Ressourcen nicht übersteigen. Insbesondere die Pinanzahl setzt hier in vielen Fällen Grenzen: Alle Anschlüsse sind belegt, es bleiben jedoch etliche Gatter ungenutzt. Die Anforderungen an den Compiler bei der Aufteilung des Designs sind entsprechend hoch.

Prozessorpuzzle

Beim Compiled-Code-Emulator wird eine Schaltung vorkompiliert, die Anweisungen jedoch statt mit einem einzigen Universal-Mikroprozessor durch mehrere sehr einfache, schnelle Kleinstprozessor-

Der Funktionsauswertung folgt ein breites Register mit einem Bit pro Ausgang der Funktionsauswertelogik. Dieses speichert die aktuellen Schaltungszustände im Verlauf der Emulation. Der Regi-

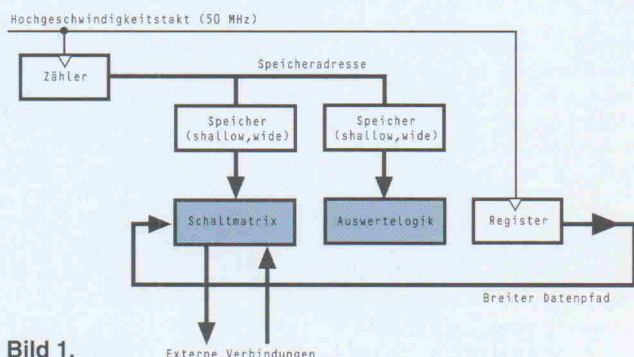


Bild 1.

soren ausgeführt. Bild 1 zeigt das Prinzip eines solchen Emulators. Die Auswertelogik setzt sich aus zahlreichen Rechenelementen, normalerweise einfachen Referenztabelle (Lookup Tables, LUT) zusammen. Eine Funktionsauswertung aus 64 LUTs mit je vier Eingängen könnte beispielsweise gleichzeitig die Werte für 64 Gatter mit jeweils bis zu vier Eingängen berechnen. Ein von einem Zähler adressierter breiter Speicher geringer Tiefe steuert diese Auswertung. Bei jeder Inkrementierung des Zählers wird ein neuer Satz von LUT-Funktionen programmiert, also jeweils andere Gatter ausgewertet.

sterausgang ist mit einer Schaltmatrix verbunden, die beliebige Verbindungen zwischen allen Registerausgängen und allen Eingängen der Funktionsauswertung herstellen kann.

Die Schaltmatrix wird ebenfalls über einen breiten Speicher geringer Tiefe programmiert, der wiederum vom Zähler adressiert wird. Auf diese Weise können die Matrixverbindungen bei jedem neuen Satz von LUT-Funktionen angepaßt werden. Die Schaltmatrix stellt zudem externe Verbindungen zu anderen Prozessoren auf dem gleichen Chip oder auf anderen Chips eines Systems her.

Der schnelle Einstieg in Ihr C166 - Projekt

Moderne Software-Technologie für



fast-view66/WIN

NEU: Debuggen über CAN-Bus

Controller
SAB C167C
SAB C165
SAB C163
SAB 80C166

Offene Entwicklungsplattform mit High-End-Debugger, CASE-Tool, C/C++-Compiler, Configuration Management, Echtzeitbetriebssystem ...

Host
Windows 3.1
Windows NT
Windows 95

pls

Fordern Sie ausführliche Informationen an!
Programmierbare Logik & Systeme GmbH
Telefon/Fax: (03571) 48 38 - 0 / - 31

*Professionelle Betreuung bei
Entwicklung, Testung und Wartung*



messtechnik - regional Termine '97

messtechnik in chemnitz
Stadthalle Chemnitz
09. + 10. April 1997

MIOP '97/messtechnik in sindelfingen
Stadthalle Sindelfingen
22. - 24. April 1997

messtechnik in münchen
Große Olympiahalle München
11. + 12. Juni 1997

messtechnik in berlin
Messegelände Berlin
08. + 09. Oktober 1997

NETWORK
GMBH

Wilhelm-Suhr-Straße 28 · D-31558 Hagenburg
Telefon (0 50 33) 70 57 · Telefax (0 50 33) 79 44
Internet: <http://www.networkgmbh.de>
E-Mail: team@networkgmbh.de

Steve Sample

FPGA- contra Compiled-Code-Konzept

Zwei Arten von Logikemulatoren sind derzeit auf dem Markt: FPGA-Emulatoren und prozessorbasierte Compiled-Code-Emulatoren. Um ihre spezifischen Vor- und Nachteile für bestimmte Aufgaben beurteilen zu können, muß man sich über Aufbau und Funktionsweise der beiden Konzepte im klaren sein. Erst dann kann man entscheiden, wie gut sie für bestimmte Schaltungen geeignet sind, wie schnell sie arbeiten und ob sie im In-Circuit-Betrieb einsetzbar sind. Eine wichtige Rolle spielt hierbei die Handhabung des Timing.

In einem FPGA-Emulator wird das erfaßte Design partitioniert, plziert und zu einem FPGA-Array entflichtet, wobei möglichst wenig Änderungen vorgenommen werden. Für Schaltungen mit mehreren Taktsignalen sieht man beispielsweise am FPGA mehrere Taktpins vor und ordnet jedem Primär-Eingangstakt eine Reihe von dedizierten Taktverteilungsschaltungen zu. Zur Vermeidung von Haltezeit-Problemen besitzen die Datenpfade Verzögerungsglieder, wobei die Taktpfade selbst nicht oder höchstens zur Optimierung ihrer Geschwindigkeit modifiziert werden.

Das Prinzip der Compiled-Code-Emulatoren ist von der Software-Simulation mit kompiliertem Code abgeleitet. Ihr Vorteil liegt in der höheren Ausführungsgeschwindigkeit, allerdings auf Kosten einer exakten Timing-Nachbildung. Eine zyklusbasierte Simulation setzt zu Beginn die Logikfunktionen einer Schaltung in die Maschinenbefehle eines Mikroprozessors um. Die Reihenfolge der Befehlsausführung wird dabei dem tatsächlichen Verhalten der simulierten Schaltung angepaßt, um Timing-Aspekten gerecht zu werden.

Zeitzeichen

Ein FPGA-Emulator würde das Schaltungsfragment aus Bild 2 Gatter für Gatter in einem programmierbaren Baustein abbilden und den

Ausgang SIG5 unter Einbeziehung aller möglichen Ereignisse simulieren. In einem prozessorbasierten Emulator würde das Ausgangssignal

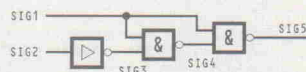


Bild 2.

SIG5 dagegen beispielsweise mit der folgenden Anweisungssequenz berechnet:

LDA	SIG2	;SIG2 in Register A laden
INVA		;Register A invertieren, um SIG3 zu erzeugen
AND	SIG1	;UND-Verknüpfung mit SIG1
INVA		;invertieren, um SIG4 zu erzeugen
AND	SIG1	;UND-Verknüpfung mit SIG1
INVA		;invertieren, um SIG5 zu erzeugen
STA	SIG5	;ablegen im Speicher als SIG5

Für eine ereignisorientierte Simulation müßten hier alle möglichen Ereignisse berechnet und in eine zeitliche Reihenfolge gebracht werden. Dazu wären sehr viel mehr Anweisungen erforderlich, als in der obigen, sieben Rechenschritte umfassenden Auswertung ohne Verzögerungskonzept.

Um einen Compiled-Code-Emulator für das oben gezeigte Schaltungsbeispiel zu programmieren, muß der Speicher für die Funktionsauswertelogik drei Ebenen tief sein und mit zwei Funktionsauswerte-Blöcken arbeiten. Zur Berechnung des Ausgangswertes sind drei Taktzyklen erforderlich:

	Erste Auswertelogik	Zweite Auswertelogik
Zyklus 1	SIG3 = NOT(SIG2)	SIG1 = SIG1
Zyklus 2	SIG4 = NAND(SIG3,SIG1)	SIG1 = SIG1
Zyklus 3	SIG5 = NAND(SIG4,SIG1)	—

Die zweite Auswertelogik puffert den SIG1-Wert und stellt ihn so nachfolgenden Zyklen zur Verfügung. Die benötigte Gesamtzahl von Taktzyklen richtet sich nach der maximalen Logiktiefe des Designs. Die maximale Anzahl von Zy-

klen bestimmt wiederum die benötigte Speichertiefe und damit die Anforderungen an die Emulations-Hardware. Den zur Auswertung einer Gatterebene benötigten einzelnen Taktzyklus bezeichnet man oft als 'minor cycle', den Gesamtprozeß zur Auswertung des längsten Verknüpfungspfad als 'major cycle'. Dieses bestimmt die Arbeitsfrequenz des Emulators.

Stufe für Stufe

Um das Verhalten eines Compiled-Code-Emulators im Falle von asynchronen Schaltungen zu verstehen, bedarf es eines genaueren Blickes auf den zu-

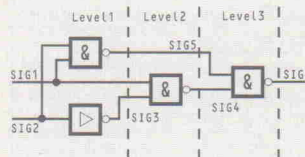


Bild 3.

gehörigen Algorithmus und seine Grenzen. In der Schaltung aus Bild 3 ist die richtige Reihenfolge der Anweisungen im kompilierten Code entscheidend. Die Festlegung der

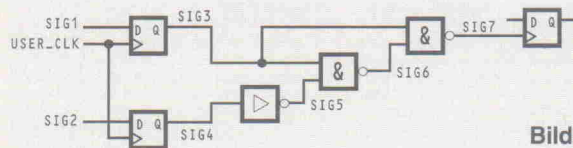


Bild 4.

korrekten Ausführungsreihenfolge und die Entscheidung, welche Schaltungselemente parallel berechnet werden können, bezeichnet man als 'Levelizing'. In dem gezeigten Beispiel sind zur Auflösung

diesem Fall die alten Werte von SIG3 und SIG4 anstelle der neuen Werte benutzt würden. Die richtige Anordnung ist bei diesem einfachen Beispiel recht unkompliziert, kann aber in einer realen Netzliste sehr komplex sein.

Bitte nicht stören

Ein Compiled-Code-Emulator sieht boolesche Gleichungen als verzögerungsfrei an. Es werden alle Verknüpfungspfade ausgewertet, damit am Ausgang ein stabiles Ergebnis vorliegt; anschließend zählt der Emulationstakt um eine Phase oder Flanke weiter. Deshalb kann ein Compiled-Code-Emulator das Schaltungsverhalten in booleschen Logikpfaden nicht zeitkorrekt nachbilden. In der in Bild 4 gezeigten Beispielschaltung tritt in Signal SIG7 eine Störspitze (Glitch) auf, wenn SIG3 nach High wechselt und SIG4 gleichzeitig Low ist. Das Flipflop am Ausgang interpretiert dies als zusätzliche Taktflanke. Durch den 'Levelizing'-Algorithmus wird der Compiled-Code-Emulator zuerst SIG5 berechnen, dann SIG6 und danach SIG7 – die

Störspitze bleibt unerkannt (Bild 5). Generell kann man sagen, daß eine Schaltung an allen booleschen Logikelementen korrekte Resultate mit Null-Verzögerung liefern muß, damit der Compiled-Code-Emulator ordnungsgemäß funktioniert. Jegliches durch Verzögerungen bedingtes Schaltungsverhalten führt

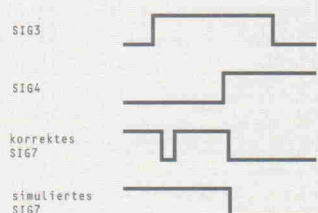


Bild 5.

unweigerlich zu fehlerhaften Resultaten in der Simulation.

Der Reihe nach

Große Probleme haben Compiled-Code-Emulatoren mit asynchronen Feedback-Schleifen, denn es besteht keine Möglichkeit, die richtige Ausführungsreihenfolge im voraus festzulegen. Die einfachste Form einer asynchronen

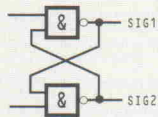


Bild 6.

Feedback-Schleife, ein Latch, zeigt Bild 6. SIG1 läßt sich hierbei nicht berechnen, ohne daß der Wert von SIG2 bekannt ist. Andererseits kann man SIG2 nicht berechnen, ohne den Wert von SIG1 zu kennen. Um Latches handhaben zu können, müssen alle asynchronen Feedback-Pfade mit Flipflops aufgetrennt werden. Bei ereignisorientierten Simulatoren und FPGA-Emulatoren besteht diese Einschränkung nicht. Hier werden die Gatter ausgewertet, wenn sich ihre Eingangssignale ändern.

Bild 7 zeigt die modifizierte Schaltung aus Bild 6. Hier läßt sich SIG2 nach SIG1 berechnen, da SIG1 sich erst mit der nächsten Flanke des Fast Clock ändert. 'Fast Clock' ist

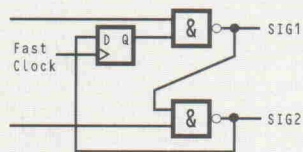


Bild 7.

ein für die Kompilierung eingeführtes künstliches Signal, das einen Zyklus oder mehrere Zyklen pro Haupttakt erzeugt. Da die gesamte Schaltung für jeden Fast-Clock-Zyklus berechnet werden muß, wird die Arbeitsgeschwindigkeit möglicherweise um ein Vielfaches niedriger, als bei einer synchronen, durch einen einzigen Takt angesteuerten Schaltung mit Flipflops. Darüber hinaus kann dieser Transformationsprozeß das Vorliegen von Timing-Feh-

lern vortäuschen oder tatsächliche Fehler verschleiern. Müssen die Signale in der Schaltung mehrere Ebenen von transparenten Latches durchlaufen, sind für eine korrekte Emulation so viele 'Fast Clock'-Flanken notwendig, daß der komplette Signaldurchlauf vor dem nächsten Übergang des Eingangssignals sicher beendet ist. Ein versehentliches gleichzeitiges Aktivieren zweier Ebenen von transparenten Latches könnte man erst feststellen, wenn mehrere 'Fast Clock'-Flanken vorliegen.

Taktsignale

In den meisten modernen Chipdesigns sind gattergesteuerte oder abgeleitete Taktsignale implementiert, um Geschwindigkeit, Platzbedarf und/oder Stromverbrauch der

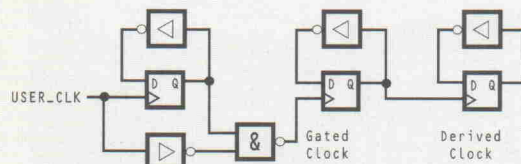


Bild 8.

Schaltung zu optimieren (Bild 8). Solche Schaltungen können mit einem ereignisorientierten Simulator korrekt nachgebildet und mit einem FPGA-Emulator direkt implementiert werden. Bei einem Compiled-Code-Emulator ist eine direkte Implementierung dagegen nicht möglich, weil das System nur einen gemeinsamen Takt für alle Speicherbausteine verwendet.

Statt dessen muß die Schaltung in eine äquivalente synchrone Schaltung mit einem einzigen Taktsignal umgewandelt werden. Die Vollständigkeit und Genauigkeit der Transformation von gattergesteuerten Taktsignalen spielt deshalb bei der Bewertung eines Compiled-Code-Emulators eine große Rolle.

Die Problematik des asynchronen Schaltungsverhaltens verstärkt sich, wenn der Compiled-Code-Emulator mit externer Hardware verbunden werden soll. Zunächst muß das Timing-Verhalten sämtlicher Eingänge und Ausgänge bedingt durch das 'Levelizing' im Compiler im voraus bekannt sein. Der Compiler muß 'wissen', wann sich jeder einzelne Eingang ändern darf und welche Beziehungen zwischen den Ausgangssignalen bestehen sollen. Liegen diese Informationen nicht vor, ist das emulierte Design unter Umständen nicht funktionsfähig oder verhält sich anders als die reale Schaltung.

Bei der in Bild 9 abgebildeten Beispielschaltung ändert sich SIG4 vor SIG3 im Anschluß an eine Änderung von SIG2.

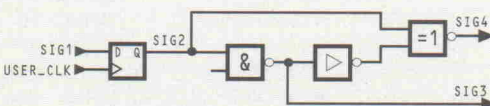


Bild 9.

Im Compiled-Code-Emulator ändert sich jedoch dank Levelizing normalerweise zuerst SIG3. Das Flankenverhältnis kann für eine externe Schaltung jedoch von Bedeutung sein. Sogar vollkommen synchrone Schaltungen haben oft asynchrone Schnittstellen zu externer Hardware. Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Compiled-Code-Emulatoren sehr gut für die Simulation komplexer synchroner Systeme geeignet sind. In solchen Anwendungen warten sie mit geringeren Kosten und kürzeren Simulationszeiten auf. Für die Emulation asynchroner Systeme, insbesondere wenn In-Circuit-Betrieb gefordert ist, empfehlen sich dagegen FPGA-basierte Emulatoren. uk

DSO's mit SUPER-SPEED ARCHITEKTUR

YOKOGAWA

Die Highlights der DL1500 Serie:

- High-Speed Multiprozessorarchitektur
- Konstant hohe Anzeigerate
- Real-Time Zoom
- Abtastrate bis zu 200 MS/s
- Im ETS-Betrieb bis zu 20 GS/s
- Hochauflösender Bildschirm
- FFT / Mathematik
- Floppylaufwerk
- Automatische Meßfunktionen
- Rollmode mit tiefem Speicher
- Umfangreiche Triggerfunktionen
- IEEE-488.2, RS-232C und Centronics
- Eingebauter Drucker als Option



DL1540L 4 Kanäle 4 x 1 MWorte



DL1540 4 Kanäle 4 x 56 kWorte



DL1520 2 Kanäle 2 x 20 kWorte



YOKOGAWA
nbn

YOKOGAWA - nbn GmbH
Gewerbestraße 13
82211 Herrsching
Tel.: 0 81 52 / 93 10-0
Fax: 0 81 52 / 93 10 60

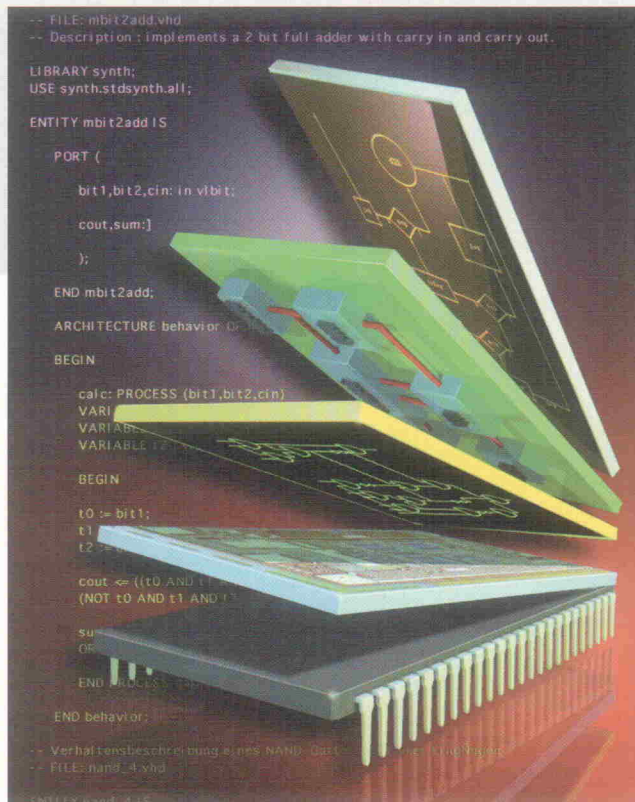


Schaltungsentwicklung mit VHDL

Teil 6: Mehrwertige Logik

Michael Koch

Da die Simulation mit zweiwertiger Logik für eine hardwarenahe Modellierung in vielen Fällen nicht ausreicht, stehen in VHDL mehrwertige Logiktypen zur Verfügung. Hinzu kommen spezielle Anweisungen, die es erlauben, Bussysteme und unterschiedliche Ausgangstreiber von Gattern zu modellieren.



Nachdem im fünften Teil dieser Serie Details des VHDL-Simulationsalgorithmus und die Simulationsumgebung selbst betrachtet wurden, stehen in diesem Artikel Möglichkeiten zur hardwarenahen Modellierung mit Hilfe mehrwertiger Logik und sogenannter Auflösungsfunktionen zur Berechnung des resultierenden Signalwertes bei der Zusammenschaltung mehrerer Ausgänge im Mittelpunkt.

Bei der Modellierung einer digitalen Schaltungsfunktion liegen meist zweiwertige beziehungsweise binäre Signale vor, die entweder den Wert High ('1') oder Low ('0') in positiver Logik annehmen können. Diese Darstellungsform entspricht einer idealisierten Signalförmung. Bei der Simulation gibt es jedoch Situationen, in denen sich der Zu-

stand eines Schaltungsknotens nur durch genaue Kenntnis der Signalquelle und der Signal-senke nachbilden läßt. Um korrekte Simulationsergebnisse zu erzielen, ohne die zugrundeliegende Technologie genauer zu kennen, führt man weitere Zustände ein – die digitalen Signale in mehrwertiger Logik.

Mehrere Quellen

Bei der Modellierung von Schaltungen, die Busse oder Leitungen mit mehreren treibenden Signalen enthalten, kommt man mit den vordefinierten Logiktypen in VHDL nicht weiter. Ein Signal vom Typ bit darf zum Beispiel nur von einem Treiber Zuweisungen erhalten. Ein Modell nach untenstehendem Listing, bei dem Signal a gleichzeitig zwei

Werte erhält, wird von einem VHDL-Analysator beispielsweise mit der Fehlermeldung 'Non_resolved signal a already has a source!' zurückgewiesen.

```
entity test is
end test;
architecture non_resolved of test is
  signal a : bit;
begin
  a <= '1';
  a <= '0';
end non_resolved;
```

In diesem Zusammenhang stellen sich die folgenden zwei Fragen:

- In welchen Fällen finden Zuweisungen gleichzeitig statt?
- Welche Möglichkeiten gibt es zur Modellierung von Signalen mit mehreren Quellen?

Alles gleichzeitig

Die Hardwarekomponenten einer Schaltung sind normalerweise unabhängig voneinander, ihr Zusammenspiel läßt sich nur durch Signale steuern. Diese synchronisieren die Verarbeitung innerhalb der Komponenten. In VHDL modelliert man dies durch nebenläufige Anweisungen. Alle Anweisungen, die direkt im Architekturrumpf stehen, werden gleichzeitig simuliert. Ein sequentieller Ablauf läßt sich nur in einem Prozeß erreichen. Das obige Beispiel besteht aus zwei nebenläufigen Signalzuweisungen, die als Ziel das Signal a haben. Wann treten nun derartige Fälle auf?

In der Regel beschreiben Signale mit mehreren Quellen einen Bus innerhalb eines Systems. Ob es sich dabei um ein einzelnes Steuersignal oder einen 32 Bit breiten Datenbus handelt, ist hier nicht von Bedeutung. Ein typisches Beispiel ist eine Leitung, die sich mehrere Komponenten teilen. Die verwendeten Komponenten verfügen je nach Technologie zum Beispiel über sogenannte *Open-Collector-Ausgänge* (siehe Bild 1). Die Zusammenschaltung mehrerer dieser Ausgänge bildet in diesem Fall ein Wired-OR, also eine Oder-Verknüpfung, die nicht durch ein Oder-Gatter, sondern durch die Verknüpfung der Ausgänge gebildet wird. Wenn keiner der Transistoren eingeschaltet ist, wird das Signal über einen Pull-Up-Widerstand auf High gelegt. Sobald einer der Transistoren durchschaltet, ergibt sich ein Low-Pegel.

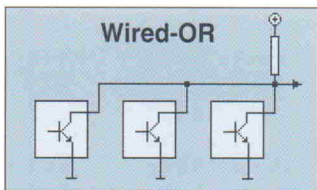


Bild 1. Wired-OR aus drei Open-Collector-Treibern.

Meistens werden in einem Design jedoch nur Ausgänge verbunden, von denen jeweils nur einer zur gleichen Zeit aktiv ist und die restlichen im hochohmigen Zustand (*high-impedance state*) verbleiben. In diesem Fall sollte das Ergebnis der Wert des einen treibenden Signals sein. Zusätzlich verwendet man eine Art 'Pull-Up-Widerstand', der den Wert des Signals festlegt, wenn alle Ausgänge inaktiv sind.

Dieser einfache Ansatz reicht für viele Modelle nicht aus. Ein Grund für die Simulation eines derartigen Modells ist die Erkennung von Fehlern, die durch mehrere gleichzeitig treibende, verbundene Ausgänge entstehen. Zur Detektion derartiger Fehler muß man das Modell erweitern. Ähnliche Probleme entstehen, wenn komplexe Typen auf einer hohen Abstraktionsebene verbunden werden sollen.

Zur Lösung dieses Problems wird in VHDL ein recht allgemeiner Ansatz verwendet: Der Designer muß festlegen, welcher Wert aus der Verbindung mehrerer Ausgänge resultiert. Dies läßt sich durch sogenannte *resolved signals* erreichen, die eine Erweiterung der Signale aus den vorherigen Artikeln darstellen.

Zu einem resolved signal gehört die sogenannte *Auflösungsfunktion* (resolution function), die aus den Werten aller Quellen das resultierende Signal berechnet.

Aufgelöst

Ein Beispiel soll die Verwendung von resolved signals und Auflösungsfunktionen verdeutlichen. Um den Tri-State-Ausgang eines Gatters zu modellieren, wird der vordefinierte Typ `bit` beispielsweise folgendermaßen erweitert:

```
type t_logic is ('0', '1', 'Z');
```

Der zusätzliche Wert 'Z' kennzeichnet den hochohmigen Zustand des Ausgangs. Für die Simulation der Zusammen-

schaltung mehrerer Ausgänge benötigt man eine entsprechende Funktion. Diese Funktion erhält als Eingangswerte die Werte aller verknüpften Ausgänge und liefert als Ergebnis den Wert des Verbindungssignals zurück. In diesem einfachen Beispiel wird zunächst davon ausgegangen, daß immer nur ein Treiber aktiv ist und in diesem Fall den Wert '0' oder '1' liefert.

Um die Auflösungsfunktion universell einsetzen zu können, sollte die Anzahl der Eingangswerte nicht von vornherein festgelegt werden. Dazu verwendet man in VHDL sogenannte *unbeschränkte Arrays* (unconstrained arrays):

```
type t_logic_vector is array
  (natural range) of t_logic;
function resolve_t_logic (drivers: in
  t_logic_vector) return t_logic is
  variable result: t_logic := 'Z';
begin
  for i in drivers'range loop
    if drivers(i) /= 'Z' then
      result := values(i);
    end if;
  end loop;
  return result;
end function resolve_t_logic;
```

Die Anzahl der Elemente des Arrays (in diesem Fall des Arrays *drivers*) kann vom Simulationswerkzeug dynamisch entsprechend der Anzahl der treibenden Ausgangssignale den Erfordernissen angepaßt werden. Innerhalb der Auflösungsfunktion läßt sich über das Attribut *range* die Anzahl der treibenden Signale ermitteln. In einer Schleife wird dann überprüft, ob einer der Ausgänge aktiv ist und mit welchem Wert dieser den Ausgang treibt.

Hier offenbart sich jedoch auch gleich das Problem dieser Modellierungsart: Wie läßt sich feststellen, ob nicht zwei oder mehr Ausgänge aktiv sind und so ein Treiberkonflikt entsteht?

In einem realistischeren Modell sollte sich auch ein solcher Konflikt (eine Quelle treibt das Signal mit '0', und eine andere treibt es mit '1') nachbilden lassen. Schließlich kann er in der Realität je nach Logikfamilie bis zur Zerstörung eines der beiden Gatter führen, im günstigsten Fall entsteht nur ein unbekannter Wert. Kennzeichnet man diesen durch eine zusätzliche Größe 'X', erlaubt dieser vierte Wert das Aufspüren des Konflikts. Es stehen

```
package mvlogic4 is
  type t4_logic is ('X', '0', '1', 'Z');
  -- vierwertige Logik ohne resolution function
  type t4_logic_vector is array(natural range) of t4_logic;
  function resolve_t4_logic (v: in t4_logic_vector) return t4_logic;
  subtype t4_logic is resolve_t4_logic t4_logic;
  type t4_logic_vector is array(natural range) of t4_logic;
  -- Vektor mit resolution function
end package mvlogic4;

package body mvlogic4 is
  type t4_table is array (t4_logic, t4_logic) of t4_logic;
  function resolve_t4_logic (v: in t4_logic_vector) return t4_logic is
    variable result: t4_logic := 'Z';
    constant table: t4_table :=
      ((('X', 'X', 'X', 'X'),
        ('X', '0', 'X', '0'),
        ('X', '1', '1', '1'),
        ('X', '0', '1', 'Z')));
  begin
    for i in v'range loop
      result := table(result, v(i));
      exit when result = 'X'; -- lokale Optimierung
    end loop;
    return result;
  end function resolve_t4_logic;
end package body mvlogic4;
```

①

dadurch mehr Details während der Simulation zur Verfügung, als bei der reinen Verwendung des Typs `bit`.

Listing 1 zeigt ein Paket, das die notwendigen Definitionen für einen vierwertigen Logiktyp enthält. Neben dem grundlegenden Logiktyp ohne Auflösungsfunktion werden dort das *unbeschränkte Array* und die Auflösungsfunktion definiert. Der Pakettrumpf enthält die Implementierung der Auflösungsfunktion.

Die Konstante *table* ist eine Look-up-Tabelle. Sie verwendet man, um den Wert zweier treibender Signale zu ermitteln. Wenn eine Quelle ein 'X' liefert oder zwei Quellen zwei entgegengesetzte Werte '0' und '1', dann ist das Simulationsergebnis 'X'. Entsprechend ergibt sich das Ergebnis in den anderen Fällen. Eine derartige Look-up-Tabelle ist eine einfache Möglichkeit, diese Zusammenhänge darzustellen.

Wie wird nun ein Logiktyp mit Auflösungsfunktion in einem VHDL-Modell verwendet? Der letzte Schritt zur Erzeugung eines Signals mit Auflösungsfunktion ist die Verbin-

dung der Funktion mit dem zugehörigen Logiktyp:

```
signal test: resolve_t4_logic t4_logic;
```

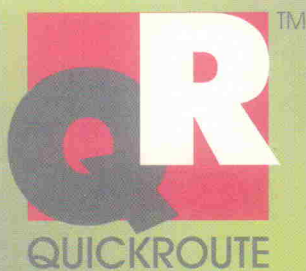
Die Deklaration entspricht der normalen Signaldeklaration, mit dem Unterschied, daß der Name der Auflösungsfunktion vor dem Signaltyp steht. Liegt bei der Simulation für dieses Signal eine Transaktion vor, wird die Auflösungsfunktion nicht direkt dem Signal zugewiesen. Statt dessen werden die Werte aller Quellen, die mit diesem Signal verbunden sind, in Form eines Arrays an die Auflösungsfunktion übergeben und das Ergebnis der Funktion dem Signal zugewiesen. Da es umständlich ist, jedem Signal in der Deklaration die Auflösungsfunktion voranzustellen, erzeugt man mit Hilfe der Unterbereichstyp-Anweisung *subtype* einen neuen Typ (hier `t4_logic`). Dieser verbindet den vierwertigen Typ ohne Auflösungsfunktion (`t4_logic`) mit eben dieser Funktion (`resolve_t4_logic`):

```
subtype t4_logic is resolve_t4_logic
  t4_logic;
signal test1: t4_logic;
```

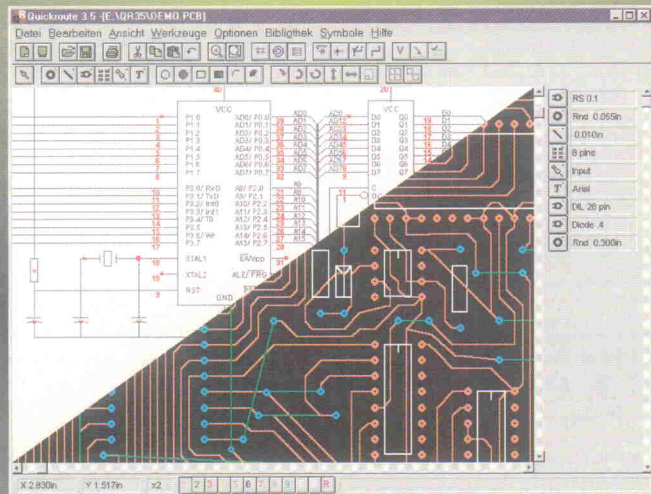
Das Paket enthält noch die Definition `t4_logic_vector`, die

```
use work.mvlogic4.all;
entity leitung is
end leitung;
architecture test of leitung is
  signal ena1, ena2: t4_logic;
  signal din1, din2: t4_logic;
  signal dout: t4_logic; -- mit resolution function
begin
  O1: entity work.treiber(tristate) port map (ena1, din1, dout);
  O2: entity work.treiber(tristate) port map (ena2, din2, dout);
  din1 <= '0' after 50 ns;
  ena1 <= '1', '0' after 30 ns, '1' after 60 ns,
        '0' after 100 ns, '1' after 110 ns;
  din2 <= '1' after 75 ns;
  ena2 <= '1', '0' after 65 ns, '1' after 90 ns,
        '0' after 105 ns, '1' after 115 ns;
end test;
```

②



Das integrierte
Leiterplatten-
und Schaltplan-
Designsystem
für Windows™



Schnell und effizient ! Der Entwurf von Schaltplänen und Leiterplattenlayouts. Quickroute wird Sie mit einer preisgekrönten intuitiven Benutzeroberfläche und einem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis begeistern.

- ☐ Autorouter in SmartRoute™-Technologie
- ☐ RouteAssist™ (für Teilrouting)
- ☐ Design-Rule-Check
- ☐ Beliebige Masseflächen
- ☐ Kupferflächen mit beliebigen Geometrien
- ☐ SMD-Unterstützung
- ☐ Annotation-Funktionen
- ☐ Gerber und Tango Import/Export
- ☐ Orcad, SPICE, WMF und DXF Export
- ☐ Export von Bohrdaten und Materiallisten
- ☐ Software und Handbuch in Deutsch !
- ☐ Für Windows 3.1x, Windows 95, Windows NT
- ☐ u.v.m.

DM 897,- Professional+ Version V3.6

Gutschein

Ja, senden Sie mir so schnell wie möglich die **kostenlose Demoversion** von Quickroute 3.6 inkl. Informationsmaterial.

Absender:

Noch heute per Postkarte oder Fax an:
Com Pro Hard- & Software Vertriebs GmbH
Reinsburgstr. 82, D-70178 Stuttgart
Tel: 0711-627740, Fax: 0711-627760
E-Mail: 102212,1123@compuserve.com

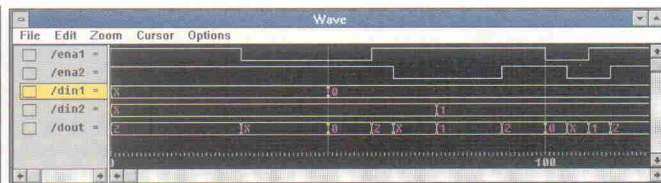


Bild 2. Simulationsergebnis der Zusammenschaltung zweier Tri-State-Ausgänge.

einen Vektor aus Signalen mit Auflösungsfunktion zur Verfügung stellt. Mit diesem Paket läßt sich nun die Verbindung mehrerer Quellen auf einer Leitung modellieren. Dazu beschreibt man zunächst einen

die Dateneingänge erst zum Zeitpunkt 50 ns beziehungsweise 75 ns mit einem gültigen Wert ('0' oder '1') besetzt werden, verharren beide Eingänge zunächst auf 'X'. Zu den Zeitpunkten 30 ns und

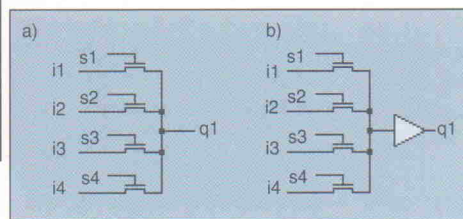


Bild 3. Multiplexer ohne (a) und mit Ausgangspuffer (b).

einzelnen Tri-State-Ausgänger:

```
use work.mvlogic4.all;
entity treiber is
  port (ena, din: in I4_ulogic;
        dout: out I4_ulogic);
end treiber;
architecture tristate of treiber is
begin
  dout <= 'Z' when ena = '1' else
    din when ena = '0' and (din = '0' or
      din = '1')
  else 'X';
end tristate;
```

Schaltet das low-aktive Enable-Signal ena den Treiber ein und liegt an dessen Eingang '0' oder '1' an, wird dieser Wert durchgereicht. Bei einem abgeschalteten Treiber wird der Ausgang auf 'Z' gesetzt, in allen anderen Fällen führt er 'X'. Mit dem Treiber läßt sich jetzt eine Leitung aufbauen, die von mehreren Tri-State-Treibern angesteuert wird (Listing 2).

Entsprechend den für die Enable-Signale angegebenen Zeiten steuern die beiden Treiber das Ausgangssignal dout zu unterschiedlichen Zeiten an. Bild 2 zeigt das zugehörige Ergebnis der Simulation. Da

100 ns beziehungsweise 65 ns und 105 ns werden die Treiber eingeschaltet und schalten die Eingangswerte auf das Signal dout durch. Bei 30 ns und 60 ns ist jeweils einer der beiden Treiber aktiv, während zum Zeitpunkt 105 ns beide Treiber für 5 ns gemeinsam aktiv sind. Dies ist am Wert 'X' in Bild 2 zu erkennen. Wenn beide Treiber inaktiv sind, erscheint für das Signal dout erwartungsgemäß ein 'Z'.

An diesem Verhalten lassen sich zwei Dinge erkennen. Zum einen kann man Konflikte aufdecken, wenn mehr als ein Treiber aktiv ist. Zum anderen zeigt die vierwertige Logik bei der Simulation an, ob ein Signal gültige Werte führt. Der linke Wert der Aufzählung in der Definition initialisiert in VHDL nämlich ein Signal – in diesem Fall also das 'X'. Verharrt ein Signal auf diesem Wert, wird es bei der Simulation durch das verwendete Modell nicht korrekt initialisiert – es nimmt nicht einen der Werte '0', '1' oder 'Z' an. Dies deutet in der

```
type std_ulogic is ('U', -- Uninitialized
  'X', -- Forcing Unknown
  '0', -- Forcing 0
  '1', -- Forcing 1
  'Z', -- High Impedance
  'W', -- Weak Unknown
  'L', -- Weak 0
  'H', -- Weak 1
  '-'); -- Don't care

type std_ulogic_vector is array (natural range) of std_ulogic;
function resolved (s : std_ulogic_vector) return std_ulogic;
subtype std_logic is resolved std_ulogic;
```

③

Regel auf einen Fehler im Modell oder in den Stimuli hin. Dank der verwendeten vierwertigen Logik ist dieser Fall sofort zu erkennen.

Ein Modell, in dem Signale mit Auflösungsfunktion für einen Datenbus verwendet werden, wird im Kasten 'VHDL-Werkstatt' beschrieben.

Noch mehr Werte

Für die detaillierte Modellierung des Verhaltens unter-

schiedlicher Schaltungstechnologien und deren Zusammenwirken innerhalb einer Schaltung setzt man vielfach Signaltypen mit mehr als vier Werten ein. Im IEEE-Standard-Logic-Package 1164 [1] ist beispielsweise ein neunwertiger Logiktyp `std_ulogic` mit entsprechender Auflösungsfunktion definiert (Listing 3).

Dieser mehrwertige Logiktyp weist gegenüber der vierwertigen Logik mehrere Unterschiede auf:

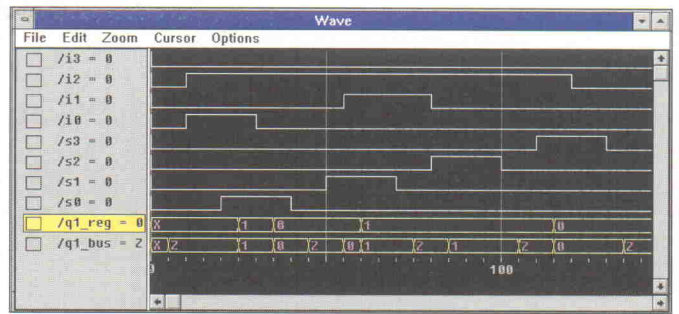


Bild 4. Simulationsergebnis für den 4-zu-1-Multiplexer.

```
use work.mvlogic4.all;
entity mux is
  port (i3, i2, i1, i0: in l4_ulogic;
        s3, s2, s1, s0: in l4_ulogic;
        q1: out l4_ulogic);
end mux;
architecture bus41 of mux is
  signal dt: l4_logic bus;
begin
  b3: block(s3='1') begin dt <= guarded i3; end block;
  b2: block(s2='1') begin dt <= guarded i2; end block;
  b1: block(s1='1') begin dt <= guarded i1; end block;
  b0: block(s0='1') begin dt <= guarded i0; end block;
  q1 <= dt after 5 ns;
end bus41;
architecture reg41 of mux is
  signal dt: l4_logic register;
begin
  b3: block(s3='1') begin dt <= guarded i3; end block;
  b2: block(s2='1') begin dt <= guarded i2; end block;
  b1: block(s1='1') begin dt <= guarded i1; end block;
  b0: block(s0='1') begin dt <= guarded i0; end block;
  q1 <= dt after 5 ns;
end reg41;
```

④

- Noch nicht initialisierte Signale werden nicht auf 'X' für *unbekannt*, sondern auf einen speziellen Wert 'U2' für *nicht initialisiert* (uninitialized) gesetzt. Auf diese Weise lässt sich zwischen nicht initialisierten Signalen und Konflikten unterscheiden.
- Die Logikwerte 'X', '0' und '1' geben die Zustände unbekannt, low und high für Technologien an, die die Pegel low und high aktiv treiben (z. B. CMOS).
- Die Logikwerte 'W', 'L' und 'H' beschreiben ebenfalls die Zustände unbekannt, low und high, jedoch für Technologien mit schwachen treibenden Ausgangs-

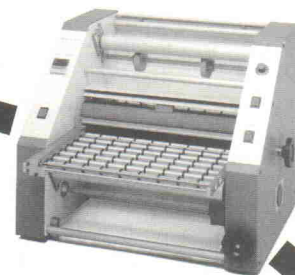
stufen (zum Beispiel NMOS mit Widerstandslastelementen).

- Der Wert 'Z' gibt wie bei der vierwertigen Logik den hochohmigen Zustand eines Tri-State-Ausgangs an.

- Der Wert '-' (don't care) kommt für die Logikoptimierung zum Einsatz.

Mit Hilfe des mehrwertigen Logiktyps lassen sich auch Schaltungen simulieren, die Komponenten unterschiedlicher Technologien enthalten, also zum Beispiel die Zusammenschaltung eines CMOS- und eines NMOS-Ausgangs.

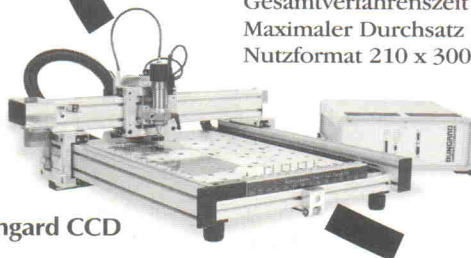
Galvanikanlage
Compacta



Laminator
RLM 419 P



Bürstmaschine
RBM 300



Bungard CCD

Komplette Musterfertigung zum Preis eines Fräsbearbeiters!

Das Profi-Paket zur Durchkontaktierung gibt es jetzt inklusive der Abwasseraufbereitung IONEX für DM 62.500,- ab Werk, zzgl. MwSt..
Lieferumfang 9 Maschinen!
Gesamtverfahrenszeit ca. 2 Stunden
Maximaler Durchsatz 0,8 m² / 8h
Nutzformat 210 x 300 mm



Sprühätz-/Entwicklungsmaschine
Splash



Belichtungs-
gerät
Hellas

Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · 51570 Windeck

Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax (0 22 92) 61 75

BUNGARD
BEL

Ihr Weg zur Leiterplatte...



VHDL-Werkstatt

Die VHDL-Werkstatt beschreibt diesmal das Modell eines Datenbus. Dabei wird das im Artikel angegebene Paket *mvlogic4* verwendet, um zwei bidirektionale Datenbustreiber zu modellieren, die auf einen gemeinsamen Bus zugreifen. Bild 5 zeigt die Hardware des Bus.

Das nebenstehende VHDL-Modell zeigt einen bidirektionalen Treiber, dessen zum Bus hin ausgegebener Wert über den generischen Parameter 'value' festgelegt ist. Ob der Treiber aktiv ist (ob er also den Wert auf den Bus gibt) oder ob er einen Wert vom Bus liest, bestimmt das Signal *rw*. Bei *rw* = '0' ist der Treiber aktiv, ansonsten wird vom Bus gelesen.

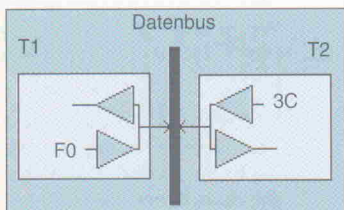


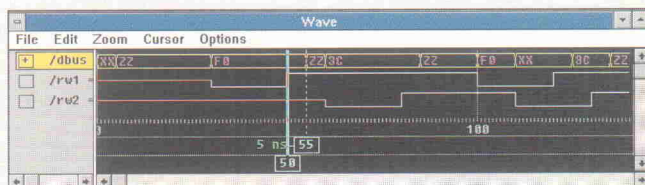
Bild 5. Datenbus mit zwei bidirektionalen Treibern.

Ein Block mit kontrollierter Signalzuweisung realisiert das An- und Abschalten des Treibers. Um zeitliche Effekte auf dem Bus erkennen zu können, wird neben unterschiedlichen Steuersignalen auch das Abschalten des Treibers mit einer Verzögerung durch die 'disconnect'-Anweisung versehen. In Bild 6 ist diese Verzögerung zu erkennen.

Im VHDL-Modell *datdemo* werden zwei Treiber zu einem Datenbus zusammengesetzt. Die Steuersignale *rw1* und *rw2* aktivieren diese Treiber zu verschiedenen Zeitpunkten. Im Bild 6 sind die konfliktfreien und die konfliktbehafteten Bereiche deutlich zu erkennen.

```
use work.mvlogic4.all;
entity dtreiber is
  generic (value: 14_logic_vector (7 downto 0));
  port (rw: in 14_ulogic; dat: inout 14_logic_vector (7 downto 0) bus);
end dtreiber;
architecture tristate of dtreiber is
  disconnect dat: 14_logic_vector (7 downto 0) after 5 ns;
begin
  B1: block (rw = '0')
    begin
      dat <= guarded value;
    end block;
end tristate;
```

```
use work.mvlogic4.all;
entity datdemo is
end datdemo;
architecture demo of datdemo is
  component dtreiber
    generic (value: 14_logic_vector (7 downto 0));
    port (rw: in 14_ulogic; dat: inout 14_logic_vector (7 downto 0) bus);
  end component;
  signal datbus: 14_logic_vector (7 downto 0) bus;
  signal rw1, rw2: 14_ulogic;
begin
  T1: dtreiber generic map ('11110000') port map (rw1, datbus);
  T2: dtreiber generic map ('00111100') port map (rw2, datbus);
  rw1 <= '0' after 30 ns, '1' after 50 ns, '0' after 100 ns, '1' after 120 ns;
  rw2 <= '0' after 60 ns, '1' after 80 ns, '0' after 110 ns, '1' after 130 ns;
end demo;
```



Bus oder Register

Die bis jetzt betrachteten Signale haben bei der Simulation ihre Inaktivität durch den hochohmigen Zustand 'Z' angezeigt. Dieses Modell ist für Bussysteme auf Gatterebene interessant, eine Modellierung abstrakter Typen ist damit aber nur schwer möglich. Deshalb gibt es in VHDL einen alternativen Ansatz, die sogenannten *kontrollierten Signale* (*guarded signals*). Dies sind Signale mit Auflösungsfunktion, deren Treiber vom Signal getrennt (*disconnect*) werden kann. Auf diese Weise lässt sich die Zuordnung von Werten unterbinden. Wie wird nun ein kontrolliertes Signal verwendet?

Ein kontrolliertes Signal kennzeichnet man bei der Definition durch die reservierten Wörter *bus* oder *register*, zum Beispiel:

```
signal test2: 14_logic bus;
signal test3: 14_logic register;
disconnect test2 after 5 ns;
```

Der Unterschied zwischen den beiden Arten von kontrollierten

Signalen liegt in ihrem Verhalten bei abgeschalteten Treibern. Das 'bus'-Signal verwendet die Auflösungsfunktion zur Ermittlung des Signalwerts und übergibt ihr dazu einen leeren Eingabevektor. Dies ergibt den Wert, der in der Auflösungsfunktion für den Fall abgeschalteter Treiber festgelegt ist (meist 'Z'). Ein 'register'-Signal dagegen behält den Wert, den das Signal vor dem Abschalten des letzten Treibers hatte. Mit dieser Art von Signal lassen sich dynamische Elemente modellieren, die ein Datum als Ladung speichern, wenn alle Treiber abgeschaltet sind (vgl. Beispiel Multiplexer). Durch die *disconnect*-Anweisung kann man zusätzlich festlegen, ob ein kontrolliertes Signal sofort abgeschaltet oder das Abschalten verzögert wird. Das Signal *test2* würde in diesem Fall 5 ns auf seinem Wert verharren, bevor der Treiber getrennt wird.

Abschalten

Es gibt unterschiedliche Arten, ein Signal abzuschal-

ten. Innerhalb eines Prozesses lässt sich ein Signal mit der sogenannten *null*-Transaktion abschalten. Anstatt bei der Signalzuweisung einen Wert anzugeben, nutzt man das Schlüsselwort *null*, um anzuzeigen, daß der Treiber des Signals nach der angegebenen Verzögerungszeit abgeschaltet werden soll. Wenn die null-Transaktion fällig ist, stellt der Treiber die Übergabe von Werten an die Auflösungsfunktion ein. Bei der nächsten 'normalen' Signalzuweisung wird der Treiber wieder mit dem Signal verbunden und bei der Berechnung der Auflösungsfunktion berücksichtigt:

```
process
...
test2 <= null after 10 ns;
wait on clock until = '1';
test2 <= '0' after 10 ns;
end process;
```

Im Bereich der nebenläufigen Anweisungen lässt sich ein Signal durch eine *kontrollierte Signalzuweisung* (*guarded signal assignment*) innerhalb eines Blocks abschalten. Die am Beginn des Blocks angege-

bene Bedingung – die sogenannte *guard_expression* – bestimmt, ob eine kontrollierte Signalzuweisung ausgeführt wird oder nicht:

```
B1: block (ena = '0')
  -- guard_expression
  begin
    test2 <= guarded dat2 after 10 ns;
  end block;
```

Das obige Beispiel führt die kontrollierte Signalzuweisung nur aus, wenn die Bedingung des Blocks (in diesem Fall *ena* = '0') erfüllt ist. Als Beispiel für Blöcke mit kontrollierter Signalzuweisung ist hier ein 4-zu-1-Multiplexer dargestellt (Bild 3).

Bild 3a zeigt die Schaltung eines 4-zu-1-Multiplexers ohne Ausgangspuffer, Bild 3b die entsprechende Schaltung mit Ausgangspuffer. Im zugehörigen VHDL-Modell wird das Signal *q1* deshalb in der Architektur *bus41* als 'bus'-Signal, in der Architektur *reg41* dagegen als 'register'-Signal beschrieben (Listing 4)

Im ersten Fall wird das treibende Signal sofort vom Si-

Glossar

Auflösungsfunktion (resolution function): Mit Hilfe einer Auflösungsfunktion berechnet man in VHDL das Simulationsergebnis für ein Signal, das von mehreren Quellen getrieben wird.

Ausgangsstufen, Treiber (CMOS, NMOS usw.): Je nach Technologie verfügt ein Gatter über unterschiedliche Ausgangsstufen. Zum Beispiel besteht die Ausgangsstufe eines CMOS-Gatters aus zwei Transistoren, während bei NMOS ein Schalttransistor und ein Widerstandselement den Ausgang bilden.

Delta-Delay: Im VHDL-Simulationsalgorithmus werden Delta-Delays verwendet, um Modelle zu simulieren, die nur das logische Verhalten einer Schaltung beschreiben, nicht jedoch ihr Timing.

Ereignisgesteuerte Simulation: Eine ereignisgesteuerte Simulation betrachtet jede Signaländerung als Ereignis

und speichert dieses in einer Liste. Der Simulator arbeitet die Liste ab und berechnet neue Signaländerungen, die wiederum in die Liste eingetragen werden. Im Gegensatz dazu wird bei einer zeitgesteuerten Simulation eine Schaltung zu definierten Zeitpunkten berechnet.

Geplante Ausgangswerte (projected output waveforms): Die geplanten Ausgangswerte stellen Ereignisse dar, die zu einem späteren Simulationszeitpunkt eintreten und in der Ereignisliste gespeichert sind.

Kontrollierte Signale (guarded signals): Bei kontrollierten Signalen wird die Zuweisung eines Wertes an ein Signal von einer Bedingung, dem sogenannten *guard* abhängig gemacht.

Mehrwertige Logik: Von mehrwertiger Logik spricht man, wenn ein Signal außer low und high weitere Werte annehmen kann.

Stimuli: Die Eingangssignale für eine Schaltung werden bei der Simulation als Stimuli bezeichnet.

Testbench: Die Testbench ist eine Umgebung zur Überprüfung eines Modells. Sie stellt die Ein- und Ausgangssignale zur Verfügung, die ein Modell bei der Simulation benötigt. Die Testbench wird normalerweise herstellerunabhängig in der gleichen Hardwarebeschreibungssprache wie das untersuchte Modell beschrieben (z. B. VHDL).

Signaltreiber (signal driver): Der Signaltreiber enthält die geplanten Ausgangswerte eines VHDL-Signals in Form einer Ereignisliste.

Verzögerungsmodelle: Ein Verzögerungsmodell beschreibt das zeitliche Verhalten eines Signals. In VHDL stehen drei solcher Modelle (transport, inertial, reject-inertial) zur Verfügung.

gnal q1 getrennt (das Ergebnis ist 'Z', vgl. Signal q1_bus in Bild 4), während das Modell mit Ausgangspuffer seinen Zustand bis zum nächsten Signalwechsel beibehält (vgl. Signal q1_reg).

Ausblick

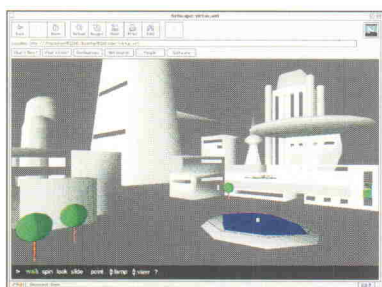
In diesem Artikel wurde der Einsatz mehrwertiger Logik zur Modellierung zum Beispiel von Bussystemen in VHDL vorgestellt. Die mehrwertige Logik ermöglicht es Schaltungsentwicklern, Konflikte, die durch das Zusammenschalten mehrerer Ausgänge entstehen, in einer Simulation zu erkennen und zu beheben. Ausgehend von diesen Möglichkeiten soll im nächsten Artikel die nebenläufige Modellierung, also das Zusammenspiel mehrerer unabhängiger Komponenten in einem System dargestellt werden. uk

Literatur

- [1] IEEE model standards group (par 1164): *std_logic_1164*, New York 1993

Das bringen

Änderungen vorbehalten



Räume im Web: VRML-2 als Eintritskarte in 3D-Internet-Welten

ATX: Was taugen die neuen Standard-Gehäuse für PCs?

Nach dem Platten-GAU: Datenrettungsmaßnahmen und -Tools

Linux ist erwachsen: Anwendungen und Netzwerklösungen nicht nur für Intel-PCs

Objektdatenbanken: zwischen objektrelational und objektorientiert

Heft 5/97 am 10. April am Kiosk



Remote Access: Zugriff auf das Netz von überall her

SAP: Unternehmenskommunikation mit der Standardsoftware

Quersignalisierung: Corporate Networks über spezielle Leistungsmerkmale verbinden

Netzmanagement: Ökonomische Sichtweise im Netz

XDSL-Techniken: Mehr Bandbreite herausholen

Heft 4/97 am 13. März am Kiosk



Praxis im heterogenen Netz: Fileserver in heterogenen Umgebungen im Test

Brückenbauer: Wo liegt die Zukunft des OSI-Kommunikationsstandards X.400?

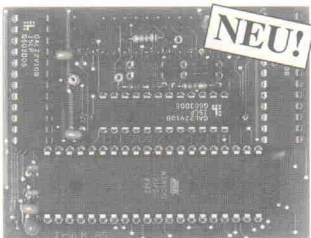
Java-Entwicklung: Entwicklungswerkzeuge für Suns Hochsprache

Zertifikatmanagement: Selbstgebauter Authentifizierungsserver mit SSLLeavy

CeBIT 97: Wo lohnt es vorbeizuschauen?

Heft 4/97 am 13. März am Kiosk

EPROM-Emulatoren für 8-Bit-Systeme



- wird direkt in das Ziel-EPROM gesteckt
- kompakter Aufbau: Größe ca. 72 x 55 mm
- emuliert Eproms vom 2716 bis 27040
- 15 ns Emulations-RAM!!!
- Geschwindigkeit bis 230400 Bit/sec.
- Anschluß an die RS232-Schnittstelle
- galvanische Trennung
- Stromversorgung durch das Zielsystem
- Resetausgang mit Prüflin
- POD mit vergoldeten Stiften
- Treiber für diverse Dateiformate
- eigener Befehlssatz
- erweiterbar auf 4 MBit
- 1 Jahr Service und Hotline

EMU8 / 1 MBit mit Software, RS232-Kabel,
Prüfklemmenclip, Handbuch **498,00 DM**

8051-Emulatoren



Compact-Emulator mit Eprom-Adapter
für Prozessoren der 8051-Familie

- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace-Speicher (8 K x 16 Bit)
- Hardware-Breakpoints (64 K)
- keine Einschränkungen von Speicherplatz, Registern, Ports, Interrupts usw.

inkl. Software **2875,00 DM**

Highspeed-Echtzeit-Emulator bis 42 MHz

- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace-Speicher (32 K x 72 Bit)
- Emulationsspeicher (128 K)
- erweiterte Break-Logik
- vollständige Emulation in Echtzeit
- unterstützt die meisten 8051-Derivate
- Banking-Support bis zu 512 K (Option)
- Adapter (POD) nach Wahl

24 MHz-Version inkl. Software **4588,50 DM**

RAM/ROM-Emulatoren für 8- und 16-Bit-Systeme



- ersetzen RAM bzw. ROM des Zielsystems
- Zurücklesen des Emulations-RAMs
- Datenaustausch zw. PC und Zielsystem
- 55 ns Emulations-RAM bis 2 x 4 MBit
- diverse Dateiformate
- 1 Jahr Service und Hotline

EMU-PRO ab **798,00 DM**

Bitte Katalog und Demodiskette anfordern!

Soft- und Hardwareentwicklung
Jürgen Engelmann · Ursula Schrader
Am Fuhrregehege 2 · D-29351 Eldingen
Tel. 051 48/2 86 · Fax 051 48/8 53
eMail engelmann.schrader@t-online.de

AD-DA Meßkarte
16 Kanäle A/D 12 bit, 9V
1 Kanal D/A 12 bit, 9V

Anschlußpanel
mit 16 BNC-Buchsen
für die A/D-Eingänge
und 1 BNC-Buchse
für den D/A-Ausgang

Software
- Meßwertfassung
- Datenauswertung
mit Druckfunktion
und ASCII-Schnitt-
stelle
- 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

neue externe PC-Meßgeräte

Anschluß über parallele / serielle Schnittstelle
verschiedene Modelle, einsetzbar als:
Digit. Speicheroszilloskop, NF-Spektralanalysator,
Digital-Voltmeter, Datenlogger, Kennliniensreiber

ADC-40: 1 Kan., 8Bit, 0-±5VDC, 22kSps	203,-
ADC-22: 22Kan., 10Bit, 0-2,5VDC, 18kSps	687,-
ADC-42: 1 Kan., 12Bit, 0-±5VDC, 17kSps	293,-
TH-03: 3Kan., Temperatur-Konverter	273,-
Thermistoren f. TH-03 (-55 bis +105°C)	je 52,-
ADC-200-20: 2Kan., 8Bit, 20MSps	1095,-
ADC-200-50: 2/1Kan., 8Bit, 25/50MSps	1395,-

incl. Software, 2 Jahre Garantie f. Hardware!
Preise in DM/Stück zuzüglich MwSt.
außerdem lieferbar:
Seriöse Umwelt-Meßtechnik
Fordern Sie spezielle Unterlagen an!

PSE - Priggen Special Electronic
Postfach 1466, D-48544 Steinfurt
Tel.: 0 25 51/57 70 Fax: 0 25 51/8 24 22

Nicht vergessen!

Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre
Adreßänderung,
damit Ihr Abo auch
weiterhin pünktlich
ankommt.

Fax:
0511/5352-289 **ELRAD**

magnadata

NEU ... NEU ... NEU ... NEU ... NEU ... NEU

**AUTONOM GAL/EPLD
KOPIER-
MODUL für S4**

- großes Bausteinspektrum z.B. 16V8, 20V8, 20V10, 22V10
- ICs von diversen Herstellern
- Interpretation von JEDEC-Dateien
- LOW COST

DM 495,- zuzügl. MwSt. DM 569,25 inkl. MwSt.

S4-Programmiergerät/Speicher-Emulator

- Jetzt in diversen Farben lieferbar
- Weitere Adaptern gegen Aufpreis

Magnadata Elektronik GmbH
Hauptstraße 1 · D-61389 Schmittchen
Tel. (06082) 742 + 1615, Fax 06082/3448

12 Bit AD/DA Karte	DM 135.-
1x12 Bits D/A, unip. 0V-9V oder bip. -9V-+9V, 500nsek.	
16x12 Bits A/D, unip. 0V-9V oder bip. -9V-+9V, 60usek.	
Super 12 Bit AD/DA Karte, 1Ch oder 2 Ch	ab DM 180.-
1 oder 2x12 Bits D/A, unip oder bip., <2usek.	
16/8x12 Bits A/D (single-ended/differential), unip. oder bip.	
Super 14 Bit AD/DA Karte, 1 Ch oder 2 Ch	ab DM 195.-
1 oder 2x14 Bits D/A, unip. oder bip., <2usek.	
16/8x14 Bits A/D (single-ended/differential), unip. oder bip.	
Advance 12 Bit AD/DA Digital I/O Karte	ab DM 435.-
2x12 Bits D/A, unip. oder bip., <1usek., 2 digitale I/O Kanäle	
16/8x12 Bits A/D (single-ended/diff.), unip. o. bip., 2 digit. I/O Kanäle	
TTL I/O Karte	DM 90.-
8 I/O Ports mit je 8 I/O Kanälen = 64 I/O Kanäle	
8255/8253 I/O Karte	DM 80.-
48 I/O Kanäle, max. 2 MHz, 3 16-Bit counter, 16 LEDs	
Multi 8255 I/O Karte	ab DM 80.-
48/96/144-192 I/O Kanäle, max. 2.35 MHz, 6 16 Bit counter	
8 Channel Industrie Karte	DM 90.-
8 I/O Ports mit je 8 I/O Kanälen = 64 I/O Kanäle	
8 Channel Photo Isolator In / Relay Out Karte	DM 195.-
Photo-Isolierte Inputs und Relay Outputs	
RS-232/422 Opto-Iso-Box	DM 150.-
Watchdog-Card.....	DM 95.-

Analog zu Digital Konverter

10 Bit/0-10V Pocket Converter Box.....	DM 90.-
10Bit/0-5V Pocket Converter Box.....	DM 90.-
12Bit/0-10V Pocket Converter Box.....	DM 120.-
12Bit/0-5V Pocket Converter Box.....	DM 120.-

Ausführliche Informationen zu diesen und weiteren Produkten bei:



SPHINX Computer Vertriebs GmbH
Allensteiner Str.62, D-69502 Hemsbach
Tel: 06201/75437, Fax: 06201/74246



Abgabe nur an Wiederverkäufer. Alle Preise zuzüglich Mehrwertsteuer und Fracht. Alle genannten Warenzeichen sind im Besitz der entsprechenden Firmen.

Kopierschutz

WIBU-KEY CD:
Die multimediale Info
für alle SW-Entwickler

**Fordern Sie
noch heute Ihr
Test-Kit an: 0721/93172-0**

- ✓ 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

Rug-Warrior Bausatz

Kompletter Bausatz für mobilen Roboter mit Software und Bauanleitung. Ideal für Robotik-Praktika. DM 1070,-

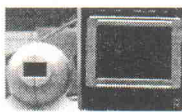


Lynxmotion Bausatz

Kompl. Bausatz für Manipulator mit Software und Bauanleitung. 4 Achsen plus Hand öffnen / schließen, Ansteuerung über RS-232. DM 395,-

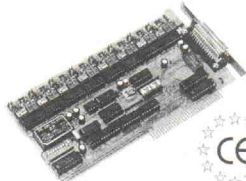
EyeBot Plattform

Roboterbasis mit on-board Vision. Kompl. Elektronik mit Digitalkamera (Graustufen) und Display, 32-Bit Proz. Echtzeit-Bildverarb. für mobile Roboter. DM 1095,- (DM 875,- o. Kamera)



JOKER Robotics Günter Mamier
Münchinger Str. 8, 71282 Hemmingen
Tel: (0172)711 3633; Fax: (07150) 970 850
web: <http://www.joker-robotics.com>
e-mail: joker@joker-robotics.com

Störsichere PC-Karten



- galvanische Trennung
- industrielle Ausführung
- EMV-gerecht
- direkter Anschluß an SPS
- Peripherieanschluß über SUB-D-Stecker

- A/D-Karten
Spannung, Strom, Pt100-Meßfühler, Thermoelement
- D/A-Karten
serielle Kommunikation 20mA-Stromschleife, RS485, RS422, IEEE488
- Digital I/O
interruptfähig, SPS-gerecht
- Geberauswertung
für Inkrementalgeber u. Absolutgeber m. SSI-Interface
- Mitutoyo-Interface
Anschluß von Schiebellehre, Bügelmeßschraube usw.
- Zählerkarte
Ereigniszählung, Zeit-, Frequenzmessung
- Meßdatenerfassung über RS232
Digital I/O, Analogwerte, Zähler, Frequenzmesser
- intelligenter RS232/485-Konverter
Hard- und Software

Schreiben Sie uns, faxen Sie uns, oder rufen Sie einfach an. Ihr ERMA-Team steht Ihnen jederzeit zur Verfügung

ERMA-Electronic GmbH - 78194 Immendingen
Max-Eyth-Str.8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554
email: erma-electronic@t-online.de



TENNERT ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente Günter Tennert

ELEKTRONIK VON A-Z AB LAGER LIEFERBAR

AD-DA-WANDLER ICA
CENTRONICS STECKVERBINDER
CERMET SPINDELTRIMMER 18 mm, 1 GANG, 12 GANG, 25 GANG
C-MOS 600V, 74HC, 74VHC, 74VCT, 74VHC1
DC-DC-WANDLER MODULS BIS 10W
DIODEN - BRÜCKEN BIS 35AMP
DIP-KABELVERBINDER - KABEL
EINGABETASTEN, DIGITALE
EINGABETASTEN, POTIS 10 GANG WENDEL
EDV KABEL - DATA T-SWITCH - SCHNITTSTELLENTSETER
IC-SOCKEL - TEXTOL - ZIP - DIP - PCC
INDUKTIVITÄTEN (AKTUEL - RADIAL)
KABEL RUND - FLACH - KOAX - NETZ
KONDENSATOREN KENKO, FOLIE, ELKO, TANTAL
KÜHLKÖRPER - ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-PLATTEN BUS - PC-AT
LABOR SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER IC RS232, RS422, RS485
LINEARE - SONSTIGE IC
LÖTLÖTLIN - STATIONEN ZINN
LÜFTER AKTUEL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE BAUSTEINE
MINIATUR LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE, KOPPLER, SEGMENT LED
QUARZE - OSCI, SCHALGERTER
RELAIS REED-PRINT-KARTEN STARKSTROM
SENSOREN TEMP. FEUCHTIGKEIT
SCHALTER KIPF, WIPF, DIP, KODIER
SCHÜBUNGEN 5-60 - 6-3 x 30 - KLEINST. - HALTER
SMD BAUTEILE AKTUEL - PASSIV - MECHANISCH
SOLID-STATE-RELAIS
SPANNUNGS-REGELER FEST - VAR. SCHALTREGELER
SPEICHER EPROM, EEPROM, RAM-PAL, GAL, EPD
STECKVERBINDER DIVERSE
TAST. - CODIER-SCHALTER
TRIAC, PRINT, OFFENE, KINKERN - 10-400V
TRANSISTOREN KLEIN - LEISTUNGS-
TRIAC, THYRISTOR, DIAC
TTL, NIS, NIS, NIS, NIS, NIS, NIS, NIS, NIS
WIDERSTÄNDE - NETZWERKE (SIL UND DIGAL)
Z-DIODEN - REF. DIODEN

KATALOG ANFORDERN 400 SEITEN
GEGEN EINSENDUNG DIESER ANZEIGE KOSTENLOS

71371 Weinstadt
Postfach 2222

Tel.: 071 51/66 02 33 + 689 50
Fax: 071 51/68 32 + 66 09 29

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter, komfortabler Software-Entwickler

Von EMUFs und EPACs Ausgabe 97 ist erschienen.

MOPS-11	incl. RTC und 68HC24	220,- 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. Preprozessor, 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, Mikrorechenstechnik, Aufgaben 3 mit Simulator TESTE88, 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

HC12-Welcome-Kit

Der HC12-Welcome-Kit bietet Ihnen alles, was Sie für erste Erfahrungen mit Motorolas neuem Controller brauchen: als Hardware die kompakte HC12 Welcome-Kit Platine, als Software den Monitor TwinPEEKs und als Lektüre u.a. das Reference Manual zum 68HC12. Wie von Oliver Thamm beschrieben in ELRAD 2/1997. HC12-Welcome-Kit Hardware mit TwinPEEKs 195,50 DM

Hip Hop HC11

Das von Oliver Thamm herausgegebene Praxisbuch zur 68HC11 Microcontrollerfamilie. HipHopHC11 Das Praxisbuch zum HC11 59,- DM

LUCHS

Der neue Einplatinenrechner mit SH-7032 von Hitachi aus ELRAD 3 und 4/97 RISC IS FUN, denn der Luchs ist beherrschbar durch bekannte Software-Strukturen (MOPS-SW).

LUCHS-LP1	Leerplatine mit aufgel. SH7032	249,- DM
LUCHS-BB1	LP1 + Basisversion-Bausatz	320,- DM
LUCHS-BB2	LP1 + Basis- + Erweiterungsversion -BS	400,- DM
LUCHS-FB1	Fertigkarte wie BS1	400,- DM
LUCHS-FB2	Fertigkarte wie BS2	480,- DM
LUCHS-SW	LUCHS-Betriebssystem mit 2 Flashes	149,- DM

ZWERG332

So groß wie der bekannte ZWERG11 (55mm x 50mm) ist der ZWERG332, ausgestattet mit einem MC68332-Controller vom Leistungsumfang eher ein Riese als ein Zwerg. Technische Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs und EPACs“.

ZWERG332/ENT	Entwicklungspaket mit C-Compiler	977,50 DM
ZWERG332/1	ZWERG332 mit 32KB RAM u. 1MB FLASH	345,- 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 ICs 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

386EX-CARD

Ein 386er-Briefkasten PC für Lösungen, bei denen es auf Raum- und Strombedarf ankommt. Die 386EX-CARD ist programmierbar mit allen üblichen DOS-Compilern (z.B. Microsoft C, Basic, Pascal...). FLASH-Disk on board. Zusätzlich Sockel für wechself. FLASH-Disk.

386EX/Start	Starterkit enthält 386EX-CARD incl. BIOS-Lizenz, 1MB sRAM, 1MB FLASH ROM-DOS, ser. Kabel, Netzteil und Evaluationsboard	799,25 DM
386EX/Card	386EX-Card, ohne Speicher mit BIOS	457,70 DM

ispLSI/CPLD-Designer

Die Prototypenplatte zur Programmierung „im System-programmierbarer Logik“ nach ELRAD 10/94 mit der LATTICE-Software pds1016 und den drei LATTICE-ispLSI-Chips. Nur als Bausatz lieferbar.

ispLSI/BS	Leerkarte mit sämtlichen Bauteilen und der zugehörigen Software	155,- 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 Gegenwert für's Geld.“ Ausbaufähig mit der Baugruppe „Signalager“, 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	Speichererw. getestet, incl. RAM	149,- DM

PICs

Der Nachfolger des erfolgreichen "PICSTART-16" ist das original MikroCHIP Kit PICSTARTplus ist ab Lager lieferbar. PIC-STARTplus enthält: Programmierer, Assembler, Simulator, Muster-Bausteine, Daten-CD. PICSTARTplus ermöglicht die Arbeit mit PIC16xx, PIC17xx, PIC1400.

PICSTARTplus Das neue PICSTART-Evaluation Kit von MICROCHIP, komplett mit CD, Programmier, Software, 399,- DM

fuzzy/Texpl. Microchips fuzzyTechexplorer, 269,- DM

PIC-ASS/Buch Edwards/Kühnel, Parallax-Assembler Arbeitsbuch für die Microcontroller PIC16Cxx in Deutsch. Der Titel des US-Original lautet THE PIC SOURCE BOOK, DIN A4, geringt. inclusive Assembler und Simulator 68,- DM

EASY-PIC'n Lehrbuch zum Einstieg in PICs (vor allem 16C84) aus den USA. Als Begleitbuch zu PICSTARTplus empfehlenswert. 150 Seiten, DIN A4, in englisch 68,- DM

König-PIC Neull/Von König und König, "Erfolgreich arbeiten mit PIC-Controllern". Ein echtes PIC-Kompendium mit über 550 Seiten und CD 89,95 DM

PIC-Programmer für PIC16-Cxx aus ELRAD 1/94 und 6/94. Fertiggerät im Gehäuse mit Programmierfahnen und Software. 392,- DM

C-Mark/ENT Eine runde Sache! Das PIC18C84-Entwicklungspaket mit C-Compiler. Enthält Hardware, C-Compiler (engl. Handb.), SW-Beispiele, Programmieradapter, Kabel 398,- DM

PICC-PCM C-Compiler für PIC16Cxx, PIC16C7x und PIC16C84, engl. Handbuch (im C-Mark/ENT enthalten) 253,- DM

EPROM-Simulatoren

Unentbehrliche Hilfsmittel für den ernsthaften Programmierer. Alle Modelle für 16 Bit-Betrieb kaskadierbar

EPSIM/1	Eprom-Simulator 2716 - 27256	249,- DM
ROMSIM512	Der neue EPROM-Simulator bis 27512, über serielle Schnittstelle, galvanisch getr.	375,- DM
PEPS3/27010	Eprom-Simulator 2716 - 271001	457,70 DM
PEPS3/274001	Eprom-Simulator 2716 - 274001	897,- DM

MACH-445

Das MACH-445 EVABoard, vorgestellt in ELRAD 12/95. Beide Lieferformen (LP + BS) werden mit aufgelötetem MACH 445 und der benötigten Software auf Diskette geliefert.

445-EV/LP	Leerkarte m. MACH445 und SW	158,- DM
445-EV/BSMax	wie oben, mit allen zum Betrieb des MACH445 benötigten Bauteilen	189,- DM

ELEKTRONIK LADEN

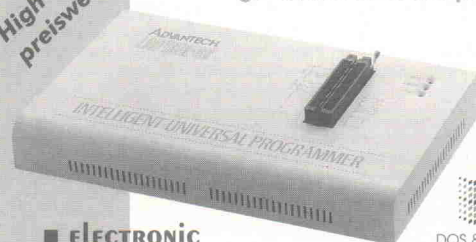
Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

	BERLIN	HAMBURG	FRANKFURT	STUTTGART	MÜNCHEN	LEIPZIG	SCHWEIZ	ÖSTERREICH	NIEDERLANDE
oder	0 30/4 63 10 67	0 40/38 61 01 00	0 61 96/4 59 50	0 7141/45 11 70	0 89/6 01 80 20	0 341/2 11 83 54	0 62/7 71 69 44	0 22 36/4 31 79	0 30 68/8 38 39
									oder
									http://members.aol.com/elmikro

ADVANTECH® LabTool-48

Programmiert alle Bauteile
bis DIL-48 direkt -
garantiert ohne Adapter!

High-Tech
preiswert



Extrem schnell - 100s / 8Mbit
Option: 2 EPROM-Simulatoren
Direkte Programmierung aller Bauteile bis DIL-48
Garantiert ohne Adapter • Nur ein Adapter für alle PLCC44-Bauteile • Arbeitet am PC-Druckerpport • Ist mobil • Integrierte Stromversorgung

ELECTRONIC
ELS

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • BBS 991714-2

DOS & Windows

Im BANKAUFTRAG zu verkaufen

MIMOT Bestückungslinie für Leiterplatten

Mod. 1270-36V-Vm.
Erweiterungsmodule Bj. 1990

Preis: gegen Gebot

Chips Bearbeitungsmaschine

ASM Gold Ball Bonder Bj. 1990,
dto.
ESEC-Hybrid-DIE-Bonder 2004

Preis: kompl. 65.000,- DM oder Gebot

Tel. (0 72 56) 93 10 13 • Fax (0 72 56) 33 10

Ihre Platinen in hoher Qualität? Kein Problem!

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...
+ 1000 DPI-Plot oder Reprofilm von uns
+ CNC bohren und fräsen
+ hohe Auflösung durch Sprühen
+ Rollverzinn



Layout Service Oldenburg

Kostenlose Preisliste anfordern

Layout Service Oldenburg Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145

SONDERANGEBOHRT

Beringte Bohrer ab DM 3,30 je Stück • Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück • Durchkontaktiernieten DM 30,- je 1.000 Stück
Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktfilm DM 5,60 je Stück A3 • preiswerte Bohrunterlagen • Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

BUNGARD
Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik
Rilke Straße 1
D-51570 Windeck
Tel. (0 22 92) 50 36 • Fax 61 75



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

Warum immer hinterherlaufen?

ELRAD gibts auch
im Abo.
Bequem und preiswert.

Nutzen Sie
die Abo-
Bestellkarte
in der
Heftmitte.

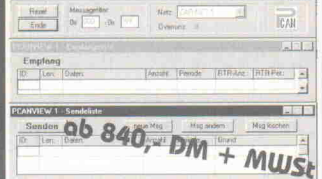
ELRAD

PEAK
SERVICE

PEAK-Service GmbH
Benzweg 4
D-64293 Darmstadt
Tel. 0 61 51 / 89 36 54
Fax 0 61 51 / 89 36 53

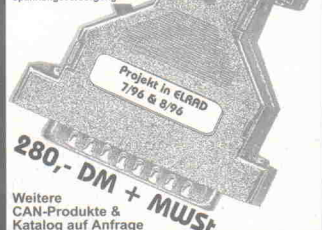
CAN Windows Echtzeit?

mit dem PEAKCAN.386 dem
Windows VxD Echtzeittreiber
bis 1ms. Als Evaluation &
Developerkit mit Sourcecodes
für C, Pascal & Delphi



und dem CAN-Dongle

CAN-Busadapter
für den LPT-Port
(Mux & ECP)
inkl. Basissoftware &
Beispielsourcecode
Erhältlich mit PS/2 oder
DIN-Tastaturadapter zur
Spannungsversorgung



280,- DM + MWST
Weitere
CAN-Produkte &
Katalog auf Anfrage

PC-Meßtechnik Entwicklung • Herstellung • Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, < 40µs, 8 TTL-I/O	268,-
HYPER I/O 16*12 Bit A/D, 33 kHz, 1"DA, 2 Relais	1298,-
ADGV12 16*12Bit AD, galv. getr. ±3.3/5/10V, 10µs/789	345,-
AD-MESS 2.0 A/D-Messungen für Windows	99,-
AD-MESS 2.0 A/D-Messungen für Windows	99,-
24 TTL I/O Karte mit 1 x PPI 8255	ab 298,-
TIMER 1/2 9*16 Bit Timer, IRQ, max. 4/8 MHz	598,-
UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2*LCA's	698,-
RS422/485 DUAL 2*RS422/ RS485 jew. galv. getr.	1840,-
3*32Bit U/D-Drehgeber K., diff-Eing., galv. getr.	298,-
IEEE-488 Karte (mit NEC 7210), DEVICE-Treiber	111,-
Watchdog 1/NEU für autom. PC-Reset, 1"Relais	449,-
ISA-Extender Tauschen von Karten im Betrieb	

Logikanalysatoren 32 Kanäle • Windows-Software • ISA-Karten

LOG50	50MS/sec-32Kanäle	698,-
LOG50/100	zusätzlich 100MS-16Kanäle	898,-
LOG100	100MS/sec-32Kanäle	1248,-
LOG100/200	zusätzlich 200MS-16Kanäle	1498,-
LOGAMV1	Meßverstärker für 16 Kanäle	230,-

Meßkarten für den PCI-BUS

Automatische I/O-Adressvergabe	298,-
Windows-NT-Treiber im Lieferumfang	398,-
PCI-Prototypenk. mit Lochrasterfeld	449,-
PROTO-2 PCI-8(16)Relais für den PCI-BUS	398,-
PRIEL(16) PCI-16*Relais, 8*Opto-IN, 24 TTL-I/O	398,-
PUNIREL PCI-16*Relais, 16*Opto-IN für den PCI-Bus	498,-
POPTO16IN PCI-16*Relais, 16*Opto-IN	398,-
POPTO16IN PCI-16*Relais, 16*Opto-IN	398,-
PAD12LC PCI-16*12Bit A/D, 100 kHz Abtastrate	598,-
PAD12 PCI-16*12Bit D/A für den PCI-BUS	598,-
PDAC4 PCI-4*12Bit D/A für den PCI-BUS	198,-
WD061/PCI Watchdog für autom. Reset, 1"Relais	198,-
PCI-EXT Extender zum Karten-Tausch im Betrieb	899,-

QUANCOM ELECTRONIC

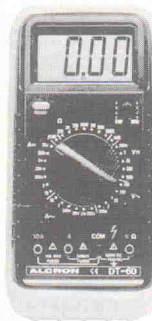
Heinrich Esser Straße 27 • D-50321 Brühl
Tel 02232 / 9462-24 • Fax 9462-99
Info über Mailbox: 9462-98
www.quancom.de



IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin • Import-Export
Postfach 100231 Telefon 051 21/51 20 17
D-31102 Hildesheim Telefax 051 21/51 20 19
Steuernwalder Straße 93
D-31137 Hildesheim 51 66 86

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 '97 AN!
- NUR HÄNDLERANFRAGEN -

Quality Development Tools Worldwide

- 196 Kx,Nx,Cx,Ex, 296 Sx
- 8051, 251, XA51
- DSP5600x/1xx/30x
- SAB 80C166/167, ST10
- 680x0, 683xx
- 68HC08/11/16
- R3000/R4000
- SMC88/TLCS-900

new! SAB-C161 Tuned Performance – Tuned Price

Precise MQX Real Time Kernel
now for 680x0/683xx, R3000/R4000, DSP5630x

Compiler • Debugger • Real Time Kernel • Boards

TASKING

Quality Development Tools Worldwide

Brennerstr. 5
D-71229 Leonberg
Tel. 07152/97991-0
FAX 07152/97991-20

Internet: <http://www.tasking.com> • e-mail: sales_de@tasking.com

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. Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch
2. Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115KBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotor-Steuerung, 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 • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:
Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:

2 + 3 = **228.-**

1 + 2 + 3 = **357.-**

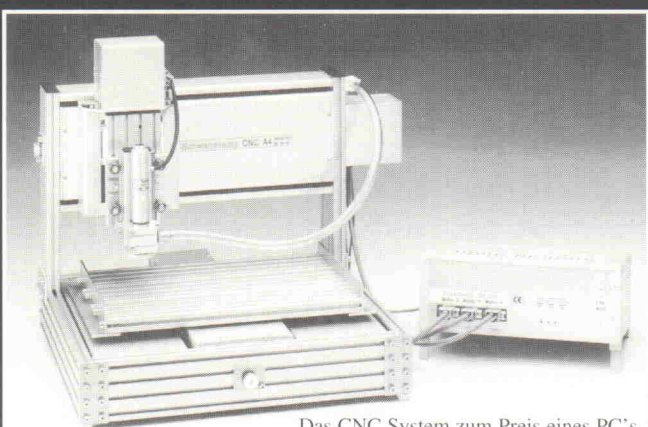
Kostenlose Info anfordern!

Vorsand: NN-UPS 11.50, NN-Post 12.-, Vorkasse (Scheck) 8.50. Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen: Preisausschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage

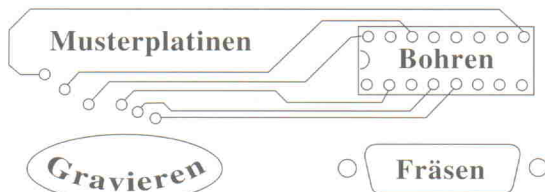
Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Schwanekamp CNC Graviermaschinen



Das CNC System zum Preis eines PC's.



Neue Modelle ab DIN A5 schon ab 2872,70DM
Infomaterial bitte per Fax anfordern.

Ing. Büro Schwanekamp * Klausenhofstr. 45 a
46499 Hamminkeln * Tel. 02852/4926 Fax 5224

IHR KOMPETENTER PARTNER!

- μ-Controllersysteme
- Daten- und Meßwerterfassung
- IWL-Schnittstellen (RS232)
- Elektromechanische Steuerungen
- Sonder-Stromversorgungen
- NiCd/NiMH-Ladesysteme
- Entwicklungen nach Ihren Wünschen

z.B.: μ-Controller-Modul auf 80C535-Basis
80(C)535, 12 MHz, NMOS/CMOS möglich
EPROM: 32 od. 64 kB, SRAM: 32 kB
Adressdekoder: GAL20V8
alle IO-Ports auf Steckerleisten
Ausführliche Dokumentation mit
Hardware-Detailapplikationen
Lieferung als Fertigmodul, geprüft und getestet,
ab DM 189.-

BAMBERG & MONSEES GBR
Systeme für Wissenschaft und Technik
Am Postmoor 36 * 28719 Bremen
Fon 0421-646775 * Fax 0421-646785

GAL-Development System GDS 3.5

NEU!
Programmiergerät für GALs, PALCE
EPROMs, EEPROMs, FLASH EPROMs
im Taschenformat.
mit GDS 3.5 nur 598.- DM

Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie.
SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor,
Assembler, Minimizer, Macros und Simulation.
Erzeugt 100% JED-Code für GALs 16V8, 20V8,
18V10, 22V10, 20RA10, 26CV12 und PALCEs 16V8, 22V10.
Integriertes Programmierinterface für iapGAL 22V10
und Switch-Matrix Bausteine GDS 14,18,22.
GAL-Entwicklungspaket GDS 3.5 178.- DM
für ALL-03, ALL-07, GALEP-II usw.
GAL-PALCE-Programmer GDS-3.5 378.- DM
komplett anschlussfertig mit GDS 3.5
EPIC-4 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
Merthastr.8 24114 Kiel
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109
Internet: www.sh.electronic.de

Mikrocontroller- versand 8051 Derivate

in DIL und LCC Gehäusen
EPROM, OTP und ROMlose Versionen
Fachbücher, Datenblätter und
-bücher, Entwicklungstools
zum Beispiel:
Ein Assembler für alle Mikrocontroller
tabellenkonfigurierbarer Makroassembler mit
integriertem Linker und zugehörigem
Simulator/Debugger/Monitor für nur 39.-DM
über 80 Tabellen für Atmel, Dallas, Intel, Philips, Siemens...

kostenloses Lieferprogramm anfordern bei
IOHLTRONIK
Dipl. Ing. Sven Pohl
Schlehenweg 6
31812 Bad Pyrmont
Fax 052 81 / 60 75 71

MSR-Technik
Entwicklung
Beratung
EMV

MC68332 μController

MC68332, 16 oder 20MHz,
128KByte bis 1MByte Flash,
128KByte bis 4MByte SRAM,
optional:
Echtzeituhr und Seriennummer,
8Kanal 12Bit AD-Umsetzer,
8Kanal 8Bit DA-Umsetzer,
Format 80mm * 100mm,
alle Signale herausgeführt,
Motorola BDM-Interface

Board mit MC68336 und MC68376 in
Vorbereitung

Kundenspezifische
Elektronik, Beratung
in EMV und Umwelt-
fragen: Rufen Sie
uns einfach an!

BEAM GmbH
Kleine Kreuzstraße 8
38118 Braunschweig
Fon 0531/2 80 53 33
Fax 0531/2 80 53 34

ab 380 DM

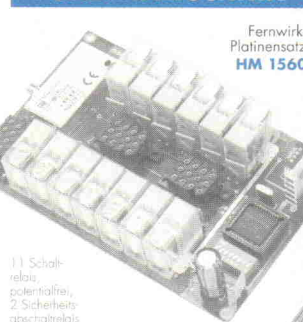
FUNKTECHNIK

Hochfrequenzbaugruppen
Funkfernsteueranlagen
Fernwirkkomponenten

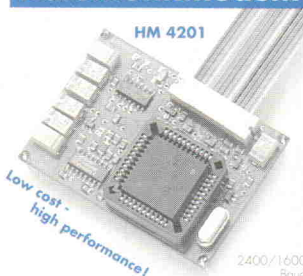
Funkmodule



Fernwirktechnik



Datenfunkmodem



... Funktechnik
vom Feinsten

HANNOVER MESSE 97 • HALLE 12 • STAND A 60
Helmut Meier
Zum Handenberg 3 • D - 66620 Primstal
Tel.: 0 68 75 / 17 24 & 1798 & (91 05-0)
Fax: 0 68 75 / 14 99



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebahrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen 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 Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. 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-Wandlertarte incl. 3 PALs + Recorder (Assemblieroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 3,5"-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
Unit-KV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
PCSCOPE PC-Speicherzilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 3,5"-Disketten	S 061-884 M	35,00
UnitCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hoffline PC-Spektrum-Analyzer		
— 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
Contronics-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. u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
InterBus-S-Chauffeur		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
PC-CAN		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
PC-L.A. PC-Logikanalysator		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00
Sparschwein Low-Cost-IEEE-488-Board		
— Platine + Diskette	074-1022	45,00

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-Programmier MessQuick	104-1027/ob	198,00
Overdrive 16-Bit-A/D für PCs		
— Platine + FPGA + progr. E²ROM + Disketten m. Pascal-Programmen + 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
PICs Kartentricks Chipkartenleser		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
Crystal-Klar		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
Hameg-Interface inkl. Software	065-1046/ds	78,00
DIN-Gate-Platine		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTEIL1, 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
TRathlon PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26		
— Platine, programmiertes CPLD EPM7064, PAL und GAL, Programmdiskette, Hardwaredokumentation	105-1070	320,00
Motormaster PC-Servo-Karte		
— Multilayer-Platine, GALs, Software-Bibliothek	115-1071	328,00
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HPGAL-Interpreter)	115-1072	98,00
Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port		
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00
Safer Port Optokontaktele PC-Parallelschnittstelle		
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt, GAL	056-1089	104,00
Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorolas DSP56002EVM		
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00
CAN-Dongle Flexibler Drucker-Port-Adapter für CAN		
— Platine, programmiertes iSLSI für Standard und EPP, Diskette mit CAN-Monitor, Beispielprogramme in C und Pascal sowie Handbuch als WinWord-Datei	076-1092	138,00
Digital-Audio-Monitor DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten		
— vierlagige Multilayer-Platine	096-1096M	56,00
— Software zum Projekt DAM	S096-1097	98,00

Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11		
— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00
— Entwicklungsumgebung		
PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
MOPShigh Mini-board f. 68 HC 11		
— Platine und Software	024-1007	149,00
MOPS Talk		
— Platine und Betriebssoftware EPROM	074-1024	85,00
IE³H-Modul IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
Van A bis Z 80		
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	052-919/ds	138,00
— Emulator-Platine	062-921	16,00
Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50
Z-Maschine EPC mit Z280		
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00
TASK 51 Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00
Bus-Depot InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00

Rex Regulus		
— Miniproz.-Controllerplatine		
Win Reg.-Simulationsprogramm		
Betriebssoftware-EPROM	123-1004	229,00
PIC-Programmer V.2.0		
— Platine		
Betriebssoftware EPROM		
Betriebssoftware PC-Diskette	014-1005/ds/E	156,00
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)	064-1017/ds	36,00
— PIC-Simulator	064-1018/ds/E	33,00
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00
Kat-Ce 68 332		
— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
CANote 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-Compakt 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-pc-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 Kleinstterminal mit PIC-Controller		
— Platine, prog. 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		
— IndustriegC: CPU-Platine, programmierter 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
Im 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, RTC72423 Uhrenbaustein, DS2401 Silicon Serial Number, Batterie, komplett bestückt und konfiguriert	026-1084	398,00
— Emulatorboard EMU-40 68HC11, XC3042, 2 x 128 kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, kompl. bestückt und konfiguriert, Locator UniLOC, Multitasking Betriebssystem UniMOS inkl. Bibliotheken, ohne Sourcen	026-1085	498,00
UniMOS-Sourcedateien für Turbo Assembler	S026-1086	298,00
Weichgespült fuzzyTECH-MP Explorer für die PIC 16/17-Familie		
— Platine, Netzteil, 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
— programmierter ST9040, Windows Software & Handbuch	S126-1098	169,00
Signallager		
— Platine	017-1099	69,00
Türöffner, 68HC12-Einsteigerkit		
— fertig bestückt bis auf ST5/ST6, Software, Hardware-Manual, Tutorial, Datenbuch, CPU 12 Ref. Manual	027-1100	195,00

Atari-Projekte

Aufmacher II AD/DA am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Contronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks oder einer einmaligen Abbuchungserlaubnis für Ihr Konto. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 Uhr

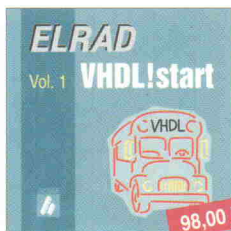
Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147
eMail: elrad@emedia.de

Platinen und Software

Atari ST-Hameg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuerungssoftware	S101-899A	30,00
ST-MessLab		
— Platiniensatz + Software + GAL	023-941	568,00

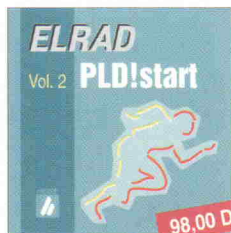
Software

Lab! Pascal Softwarepaket für die Meßtechnik		
— Offline-Version		98,00
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise Achtung Aufnahme, Wandelboard oder Stecker A/D Unicard oder Multi Port		198,00
ELRAD-Internet-Paket	S025-1039	20,00
PLD!start Vol.1 CD-ROM		
Designtools für programmierbare Logik	S026-1077	nur 10,00



neu! **ELRAD VHDL!start**
Das HTML- basierte Lernsystem zum Selbststudium der Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Vorzugspreis für Schüler und Studenten **68,- DM** (gegen Studiennachweis)

98,00 DM



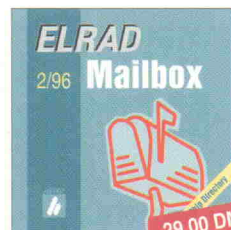
ELRAD PLD!start, Volume 2 PC-Software für die Programmierung und Analyse von PALs, GALs, CPLDs und FPGAs – von AMD bis Xilinx.

98,00 DM



ELRAD PSpice!start
ELRADs CD zur Simulation bietet alles rund um SPICE.

98,00 DM



ELRAD Mailbox Diese CD-ROM enthält eine komplette Kopie aller Daten des ELRAD-Mailbox-Servers.

29,00 DM



ELRAD IC-Scout
Bezugsquellennachweis für 43.000 Basis-Ics, 895 Herstelleradressen und 1.235 Distributoren. Lieferung auf CD-Rom oder Diskette.

148,00 DM

Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84		
— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00
µPA	011-867/ds	14,00
IR-Fernbedienung		
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00
Surround Board	084-1026	75,00
Surround Extension		
— Platine + EPROM	094-1030	45,00
Harddisk-Recording		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
16 und 4		
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds	64,00
Lückenfüller Sample-Rate-Converter		
— Platine	105-1066/ds	45,00
Digital-Audio-Monitor DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten		
— vierlagige Multilayer-Platine	096-1096M	56,00
— Software zum Projekt DAM	S096-1097	98,00

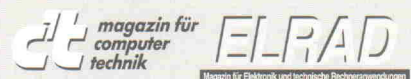
Sonstige Projekte

Mode-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhm	011-868/ds	32,00
V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940	25,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
Opto-Schnitte RS-232/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063-977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978	38,00
— Platine Repeater	063-979	42,00
VMEconomy 12-Bit/A/D-Wandlertarte für den VME-Bus		
— Platine und GAL	064-1019/ds	129,00
Entwicklungshilfe		
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds	79,00
24 fixe Sterne		
— Träger-Board für NavCore V	074-1023	68,00
Patty, 50 MHz, Patterngenerator		
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB	348,00

Volks-PLD

— Platine inkl. 3 ispPLDs		
— Entwicklungssoftware inklusive Dokumentation	104-1026	129,00
DSO Trainer	123-1029	126,00
Der 445 MACHs MACH 445-Evaluationsboard mit Controller-Modul		
— Platine bestückt mit MACH 445		
— Entwicklungssoftware für MACH 445 und HC11	125-1069	158,00

Artikel-Recherche in



Das 'offizielle' Gesamtregister der Heise-Fachzeitschriften c't (12/83 bis 12/96), ELRAD (11/77 bis 12/96), IX (11/88 bis 12/96) und Gateway (1/94 bis 12/96). Die Fundstellen aller erschienenen Artikel mit Stichwörtern und aktualisierten Querverweisen. Inklusive Recherche-Programm mit komfortabler, fehler-toleranter Suchfunktion. Das Heise-Zeitschriftenregister ist auf 3,5"-Diskette lieferbar für

Windows, OS/2, Apple Macintosh, Atari ST/TT/Falcon

Preis: 20 DM

Bestellcoupon

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/ 53 72 95; Fax: 05 11/ 53 52 147; EMail: elrad@emedia.de; Internet: http://www.emedia.de/

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Bestellung nur gegen Vorkasse

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.

BLZ

Bank

☐ Scheck liegt bei

☐ Eurocard

☐ Visa

☐ American Express

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von

/

bis

/

X

Datum

Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



Einplatinencomputer
natürlich von MCT

CAN Einplatinencomputer mit CAN

SCOTTY332	ab DM 397,90
MEGA332	ab DM 591,10
MEGA301	ab DM 535,90
MEGA340	ab DM 616,40

SCAN SLIO-CAN-Knoten

-125kBit/s	-6 * 8Bit ADC
-70x30mm	-Sleepmode
-16 dig. IN	-optoentkoppelt
-16 dig. Out	

ab DM 96,60

MCT Paul & Scherer GmbH

Wattstraße 10, 13355 Berlin

Tel.: 030/464 99 320

FAX: 030/463 85 07

http://www.mct.de



Unsere Vertriebspartner

Detmold	0 52 32/81 71
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	03 41/2 11 83 54
Schweiz	0 62/7 71 69 44
Österreich	0 22 36/4 31 79
Niederlande	0 34 08/8 38 39

ELRAD

Studenten lesen billiger!

Gegen
Einsendung
Ihres Studien-
nachweises
erhalten Sie Ihr
ELRAD-Abo zum
Vorzugspreis
von 69,- DM

Die
Abokarte
finden Sie
in der Heftmitte



JANTSCH-Electronic

87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

(09 41) 40 05 68

Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 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

Freiebelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702
Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

263280

CONRAD ELECTRONIC

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Leonhardstr. 3
90443 Nürnberg
0911 / 263280

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91

74072 Heilbronn

408538

CONRAD ELECTRONIC

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Klaus-Conrad-Str. 1-16
92533 Wernberg
09604/408538

balü

electronic

20095 Hamburg

Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –

☎ 040/33 03 96

24103 Kiel

Schülperbaum 23 – Kontorhaus –

☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck

Hansestraße 14 – gegenüber dem ZOB

☎ 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) 1 68 63

KATALOG KOSTENLOS

REICHELTE

ELEKTRONIK VERLAG

26452 SANDE

ELEKTRONIKRING 1

SAMMELTEL: 0 44 22 - 9 55 0

SAMMELFAX: 0 44 22 - 9 51 11

24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 9 52 22

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 90402 Nürnberg

Ruf (09 11) 22 41 87

Elektronik-Bauteile, Modellbau,

Transformatorenbau, Fachbücher

LEITERPLATTEN



MULTILAYER
bis 16 Lagen

Praxisnahe
Beratung

Qualität muß nicht
teuer sein ...

MULTIPRINT ELEKTRONIK GmbH

D-85521 Riemerling

Rosenheimer Landstraße 129

Tel. 089/60851387 Mod. 089/60851386

Fax 089/60851388 Fax 089/60851393

Druckfehler, Irrtümer, Änderungen vorbehalten

Angebotsbeispiele:

2-lagig 100 x 160 mm

Inkl.: Lötstop / HAL

Bauteildruck

5 St. je	31,90 DM
10 St. je	26,60 DM
25 St. je	17,79 DM
50 St. je	14,75 DM
100 St. je	11,50 DM
500 St. je	8,99 DM

Einmalkosten:

inkl. Fotoplot 149 DM

Preise + MWST.

Lieferzeit:

12 AT Standard

demotronic

Elektro- und Elektronikschrott-Verwertung
Leiterplattenentsorgung · Chip-recovery

Recovering IC's

8755	2,00 DM	1Mbit	ab 2,00 DM
280 CPU	1,90 DM	2Mbit	ab 3,00 DM
80535	ab 4,95 DM	4Mbit	ab 4,50 DM
68000	2,40 DM		
68030-25/33/50	ab 12,00 DM	S-RAMs	Preis/Stück
68040-25/33	ab 45,00 DM	2Kx8	0,70 DM
		8Kx8	1,50 DM
		32Kx8	3,30 DM
		128Kx8	8,50 DM
EEPROMs	Preis/Stück		
16kbit-4Mbit	ab 0,60 DM		
EPROMs	Preis/Stück		
2732	ab 0,40 DM	D-RAMs	Tagespreis
2764	ab 0,80 DM	256Kbit	Tagespreis
27128	ab 1,00 DM	1Mbit	Tagespreis
27256	ab 1,60 DM	4Mbit	Tagespreis
27512	ab 1,80 DM	16Mbit	Tagespreis

Andere Bauteile auf Anfrage. Auch in DIP, ZIP, SOJ, TSOP + PLCC lieferbar.
Die angegebenen Preise sind Nettopreise und gelten ab Lager Espelkamp.

G. Kleyböcker & P. Rusin
Märkische Straße 9
32339 Espelkamp
Tel. 0 57 72/71 52
Fax 0 57 72/78 48

GIVE IT A GO!

Wir kaufen und beschaffen active und passive Bauelemente.

KARL KRUSE GMBH & CO KG

Postfach 2269 - 41553 Kaarst - Fon: +49-2131-981410 - Fax: +49-2131-981413
Email: 100740.3477@compuserve.com - http://www.kruse.de

KÖNNER KENNEN KARL KRUSE

Optische Meßtechnik, Bildverarbeitung und Digitale Signalverarbeitung

Wir entwickeln für Sie folgende Systeme bis zur Serienreife:

- optische Meßsysteme speziell Infrarot
- DSP-basierende Meßsysteme
- DSP- und IPC-basierende Bildverarbeitung
- Präzisionsmeßtechnik

Sprechen Sie mit uns!

DGS
elektronische und physikalische
Systemtechnik

Gerating 10
83278 Traunstein
Tel.: 0861 / 16 56 30
Fax.: 0861 / 16 56 31

http://www.wme.de

wme

Hochspannungsversorgungen

- Hochspannungs-Labornetzgeräte bis 120 kV / 1200 W
- Hochspannungsmodule bis 30 kV geregelt oder I/O-proportional von 0,8 W bis 30 W
- APD Biasmodule von 50 V bis 500 V
- Hochspannungs-Operationsverstärker unipolar oder bipolar bis ± 10 kV / 100 W bis 360 V/ μ s



Wulf Müller Electronic · Essener Straße 2 · Gebäude 253 · 22419 Hamburg
Telefon 040 / 5 27 40 91 · Telefax 040 / 5 27 40 93 · e-mail: info@wme.de

Ihr Elektronik-Spezialist Neuheiten:

- 3 vorprogrammierte Universalfernbedienungen für jeweils 2, 5 und 8 Geräte.
- Drahtloser IR-Stereo-Kopfhörer.
- 3 neue Meßgerätetypen 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.



F-135



Fernbedienung



Kopfhörer

Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

Bauelemente, Stromversorgungen, Meßtechnik, Audio-Geräte und vieles mehr.



F-503

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an und lassen Sie sich in unseren Verteiler für monatliche Sonderangebotsaktionen aufnehmen (nur gewerbliche Anfragen).

POP
electronic GmbH

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®



Informationen und Muster von
KOCH+SCHRODER GMBH

Welsersstraße 8 · 41468 Neuss
Telefon 021 31/34 93 21-24
Telefax 021 31/34 93 33

Schilder aus dem Laserdrucker

Schilder zur Kennzeichnung von Anschlüssen, Schaltschränken oder Bauteilen können Sie jetzt selbst herstellen. Gedruckt wird auf eine öl- und witterungsfeste, hitzebeständige und selbstklebende LASERPRINT-FOLIE.

Lieferbar in Silber, Weiß, Transparent, Rot, Gelb, Blau und Grün, als zerstörbare Folie und transparente Layout-Folie.

Weitere Produkte aus unserem **SOFORT-SCHILDER-PROGRAMM:**

Lasercal-Folien
- witterungsfest beständige Schilder für Strukturlack;

Jetcal-Folien
- wasserfeste Schilder aus dem Tintenstrahldrucker;

Photocal-Folien
- UV-belichtbare Folien für großformatige Schaltbilder für Strukturlack;

Gedakop-Alufotosystem
- Eloxalschilder - chemikalienbeständig, nicht klebend.

Entwicklungskosten senken bei Leiterplatten-Prototypen



Leiterplatten Made in Germany

Rudolf-Diesel-Weg 7, 23879 Mölln
Tel: 04542/8005-0 Fax: 04542/86022
Modem: 04542/86325

5 Arbeitstage 1-2 Stück

300,- pauschal

Der Preis basiert auf folgenden Voraussetzungen:

Gerberdaten mit Blendentabelle per Modem oder Diskette.
Zweiseitig durchkontaktiert, FR4 1,6-35/35.

Max. Größe 260 mm x 180 mm. Fotosensitive Lötstopmaske.

Ohne Bestückungsdruck. Max. 8 Fräskoordinaten.

Min. Leiterbahnbreite 200 μ m. Min. Isolationsabstand 200 μ m.

Weitere Leiterplatten bitte anfragen!

LUCHS, Kat-Ce und MOPS Systeme

LUCHS Leerplatine mit aufgelötetem SH7032
RISC-Microcontroller, Multilayer-Eurokarte mit Lochrasterfeld 249 DM

LUCHS Bausatz 1 Basisversion 64kB RAM 320 DM

LUCHS Bausatz 2 mit DUART, LCD-Port, RTC, Akku 400 DM

Aufpreis Fertigungsgruppe jeweils 80 DM

LUCHS Betriebssystem MS/Dos und Windows mit Flash-Epoms, Assembler, Basic, Pascal, Monitor, Runtime-Texte 149 DM

KAT-Ce 68332 Light Fertighau ab 398 DM

KAT-Ce 68332 Multilayer-Fertigkarte ab 498 DM

unsere beliebten MOPS 68HC11-Systeme:

MOPS 68HC11 light / 1.3 / 2.3 Leerplatine ab 58 DM

MOPS 68HC11 Fertighau 1.3 / 2.3 ab 300 DM

MOPS Betriebssystem mit Assembler, BASIC, Pascal, Multitasking ab 90 DM

Leerplatinen, Bausätze, Fertighau und Betriebssysteme sind ab Lager lieferbar.

Marie-Theres-Himmeröder, Rostocker Str. 12

45739 Oer-Erkenschwick

Tel. 02368/53954 Fax 02368/56735

FLD GmbH
Fotoplot
Leiterplatten
Dienstleistungen

Sie suchen Leiterplatten ?

Wir liefern in allen gängigen Spezifikationen:

einseitig doppelseitig Multilayer Flexschaltungen

Gerne übersenden wir Ihnen ein Angebot Fragen Sie an!

Nutzen Sie auch unseren Plotservice z.B. Europakarte alle Filme LS/BS/2xStoplack/Best.Druck **DM 69,-**

FLD Fotoplot-Leiterplatten-Dienstleistungen GmbH
Heinrich-Landwehrstr. 75 73037 Göttingen
Tel. 05161/979467 Fax. 979468 Mod. 979469



Unsere Katalog mit Staffelpreisen senden wir Ihnen gerne zu.

SMD-Laborsortimente

SMD-Wid.: 0402 5% E12; 0603 5% E12; 0805 5% E12; 0805 1% E24; 1206 5% E12; 1206 1% E24 und 96, MiniMelf und MikroMelf

SMD-Kond.: 0402: 1pF-100nF E12; 0603: 1pF-100nF E12; 0805: 1pF-470nF E12; 1206: 1pF-470nF E12

SMD-Bauelemente

SMD-Wid.: 0402; 0603; 0805; 1206; Mini-Melf (5%; 1%; E12/24/96); **SMD-Kond.:** NPO; X7R; Z5U; Y5V; 0402; 0603; 0805; 1206; 1210; 1812; 2220; **SMD-Halbleiter:** diskret; IC (lin., digital); **SMD-Container ...**

alle SMD's in kleinen und mittleren Stückzahlen sofort ab Lager lieferbar. Keine Abnahmepflicht von Verpackungseinheiten

MIRA-ELECTRONIC Beckschlagergasse 9 Tel. (09 11) 55 59 19
K. u. G. Sauerbeck GbR 90403 Nürnberg Fax (09 11) 58 13 41

COM-Watch 2000

Datenanalyseprogramme waren teuer - bis jetzt. Das COM-Watch 2000 Kommunikationsanalyse-Paket bietet universelle Analyse. Optional arbeitet das COM-Watch-Paket mit *ISDN*, *CAN-Bus* oder *Profi-Bus*. COM-Watch 2000 arbeitet standardmäßig mit RS232.

Features:

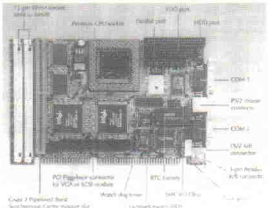
- Baud-Raten bis 256Kbaud
- RS232, optional RS422, RS485, ISDN, Profibus und CAN-Bus (in Vorbereitung).
- Multi-Channel-Analyse: Bis zu 16 Kanäle
- Windowskomp. Software mit integriertem Editor
- Zeitauflösung 1ms
- Darstellungsformate: Mnemonic, ASCII, EBCDIC, Hexadezimal/Dezimal/Oktal, benutzerdefiniert
- Script Command Language: Zum aktiven Testen in einer C-ähnlichen Programmiersprache
- Analyse-Möglichkeiten: Suche nach Datenstring, Suche nach Fehler, Checksum/CRC-Berechnung

Industrie-PC Systeme**AP-5200IH**

All-In-One Half-Size CPU-Board für Pentium 75-200MHz

Eigenschaften:

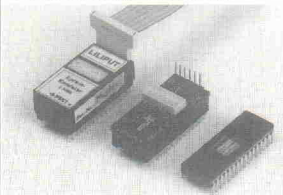
- Prozessor: Pentium 75...200 MHz
- Bus-Interface: PCI-ISA oder ISA
- Speicher: 8-64 MB (2*72-pin SIMM)
- Cache: Pipelined Burst Sync/Async Cache bis 512K
- I/O-Interface:
 - 2 • RS-232 Seriell, 1 • Multimode Parallelport
 - 1 • PCI IDE-Ports, 1 • Floppy (bis 2.88MB)
- Tastatur-Anschluß: 6-pol. DIN und 5-pol. On-Board
- Watch-Dog Timer: 0.5/1/2/4 Sek. einstellbar
- Piggyback-Anschluß für VGA oder SCSI oder Halfsize-Backplane mit 3 zusätzlichen PCI-Slots

**DM 769.--****LILIPUT**

**Serieller Hightech
Miniatur-EPROM-Emulator**

Ein Eeprom-Emulator der Größe eines 32-poligen Eeproms!

- Emulation aller gängigen 8-Bit-Eeproms bis 27040
- 16-Bit-Systeme mit zwei Liliputs emulierbar
- serieller Highspeed-Download bis 115200 Baud
- optoelektronisch entkoppelter Anschluß



LILIPUT1 (1MB)	DM 630.--
LILIPUT4 (4MB)	DM 977.50
NEU: Jetzt gibt es einen LILIPUT für EPROMs mit 70ns!	
LILIPUT1s (1MB)	DM 1140.--

Fordern Sie Informationen an über unser Angebot an Emulatoren!

Wir führen auch:

Universalprogrammiergeräte
EPROM-Programmiergeräte
GANG-Programmierer
EPROM-Löschgeräte
EPROM-Emulatoren

**Lieferung ab Lager
alle Geräte getestet
kostenloser Update-Service über Mailbox**

Wir akzeptieren:



HLERS
EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
☎ 08761 / 4245 oder 63708
FAX 08761 / 1485 Mailbox 62904
e-mail to: 100270.1035@compuserve.com

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Fernstudium**Staatl.
geprüft**

Computer-Techniker Fernseh-Techniker Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. **Info-Mappe kostenlos.**

FERNSCHULE WEBER**Abt. 504**

**D-26192 Großenkneten - PF 21 61
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264**

Eintägige Anwenderseminare zu PSPICE mit Praktikum am PC:

Effektive Simulation von Schaltnetzteilen
am 14. April 1997 und 16. Oktober 1997

- Linearisierungsmethode für aussagekräftige Ergebnisse bei kurzen Rechenzeiten
 - Großsignalverhalten im Zeitbereich bei kontinuierlichem und diskont. Betrieb
 - Linearmodelle von PWMs
 - Entwurf und Simulation einer Regelschleife
- Effektive Regelung von Schaltnetzteilen**
am 15. April 1997 und 17. Oktober 1997
- Entwurfsmethoden für zum Wandlertyp passende Regler
 - Optimierung des dynamischen Verhaltens
 - SPICE-Modelle für I-, PI- und PID-Regler
 - Zustandsregelung

DM 600,00 zzgl. MwSt. je Tag und Teilnehmer
Weitere Information und Anmeldung:
**BAUSCH-GALL GmbH, Wohlfartstraße 21 b,
80939 München
Telefon 089/3232625, Telefax 089/3231063**

Seminarführer**Trainingsübersicht IAM FuE-GmbH**

- | | |
|----------------------------|--------------|
| • Von Novell 3.x aus 4.x | 07.-09.04. |
| • Einführung Novell 4.x: | 10.-11.04. |
| • Advanced C: | 14.-16.04. |
| • CAN-Grundlagen: | 15.-16.04. |
| | 13.-14.05. * |
| • CAL: | 17.-18.04. |
| | 15.-16.05. * |
| • SMD-Info-Seminar: | 22.04. |
| • PC-Technik f. Anwend. | 05.-07.05. |
| • Entwurf dig. Regelungen: | 26.-29.05. * |
| | 02.-05.06. |
| • Visual C++: | 02.-04.06. |

* Trainings finden in Hannover statt.

IAM FuE-GmbH
Richard-Wagner-Str. 1
38106 Braunschweig

(0531) 3802-197

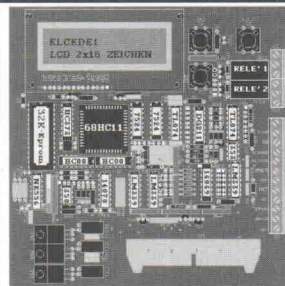


**Hier
könnte
Ihre
Seminar-
Anzeige
stehen**

Der
Seminarteil
in
ELRAD
Jeden Monat.

Infos unter
0511/ 5352-164
oder -219

CONTROLLERKARTEN MIT 68HC11



ORGLER Electronic
Nicolodistraße 43
I-39100 BOZEN/Italien
Tel. 0039/471/27 21 06
Fax 0039/471/27 20 10

- 1) ELCEDE1 (Bild 15x15cm) DM 250.-
- 2) LoggyBoard DM 180.-
- 3) LoggyBoard Bausatz DM 135.-
- 4) LoggyBoard Platine DM 35.-
- 5) EpromSimulator EE08 DM 195.-
- 6) Platine EE08 mit Schaltplan DM 35.-

Preise inkl. MwSt. und Postspesen
Nachnahme, Firmen mit Um.St-Ident.
Nr. Rech. 30 Tage abz. MwSt.

Unser Fax: 0039/471/272010

Wir beraten Sie gerne, Infos kostenlos

Aus unserem Lieferprogramm:

- Hardware auch kundenspezifisch
- Software-Projekte
- Entwicklungswerkzeuge
- Komplettlösungen mit dem 68HC11

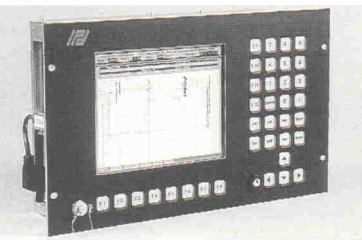
ORGLER Electronic

Eine von über 100 Möglichkeiten, Ihren Industrie-PC zu gestalten.

Auch für Ihre Anwendung finden Sie bei uns eine passende Lösung zu einem überzeugenden Preis. Dies ermöglichen wir Ihnen durch das durchgängige und modulare Konzept unserer Produktfamilie FIPS.

Das verstehen wir unter Kundennähe und Innovation.

Wie Sie es verwirklichen können, erfahren Sie von den Experten der IPD Automation GmbH.



IPD Automation GmbH
Im Letten 8
D-75417 Mühlacker

Wir stellen aus: Hannover-Industrie 97, 14.4.-19.4, Halle 16, Stand D 51

EMV ohne Probleme!



- Beratungen und Seminare zur EMV
- CE- und (fast) alle übrigen Messungen
- EMV-Optimierung Ihrer Schaltungen und Geräte
- Akkreditiertes Kalibrierlabor

Fordern Sie unsere Broschüre an!

Rheinmetall Industrie AG
RET - EleMag Technology
Heinrich-Ehrhardt-Straße 2
29345 Unterlüß

Telefon (0 58 27) 80-66 67
Telefax (0 58 27) 52 92



RHEINMETALL
INDUSTRIE

SIMATIC S5 Fuzzy-Regelungstechnik-Paket

Die Parameter Ihrer Regelstrecke variieren?
KEIN PROBLEM!

Lösen Sie dieses Problem durch adaptive PID-Regelung.

Diese S5-Regelungstechnik-Paket bietet Ihnen eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten, einfach und unkonventionell eine Regelung zu entwerfen.

Fordern Sie eine kostenlose Demo an.
Besprechen Sie Ihre Problemstellung mit uns.

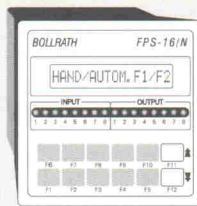
ZeTec GmbH

Dr.-Abele-Weg 13
59457 Werl

Tel. 0202-2422397
Fax. 0202-2422398

Hannover Messe
Industrie 97
Halle 16
Stand E 50

SPS Kleinststeuerungen mit Textanzeige



VON
8
bis
32
E/A

BOLLRATH elektronik
D-46414 Rhede
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 • Fax 02872-6907

PC - CAN

PCMCIA-card
PCMCIA-Slot Typ II mit Intel 386ex

POWER-CAN

für PC-ISA-Slot mit Intel 386ex

CAN-Protokoll nach 2.0A
und 2.0B (11- bzw. 29 Bit)

Low-Cost PC-CAN

ab DM 324,-

Treiber für BPW 7.0, VSC++
Visual-Basic, C, Pascal,
LabView und WinLab

CAN-Monitor / Analyzer
für Windows

SONTHEIM Industrie Elektronik GmbH
Ursulasrieder Str. 45 87437 Kempten
Tel.: +49-831/575900 -1 Fax: -8
Internet <http://www.s-i-e.de>

Wir liefern:

Glimmer-
Kondensatoren

HF-Induktivitäten

SMD-Induktivitäten

Entstördrosseln

Zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001

Fordern Sie Unterlagen an!

**INKOS
GmbH**

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE

Postfach 02 · D-79275 Reute/Breisgau
Kandelstr. 19/1 · D-79276 Reute/Breisgau
Tel. 0 76 41 / 30 44 · Fax 0 76 41 / 30 54
e-mail: ws@inkos.com
<http://www.inkos.com>

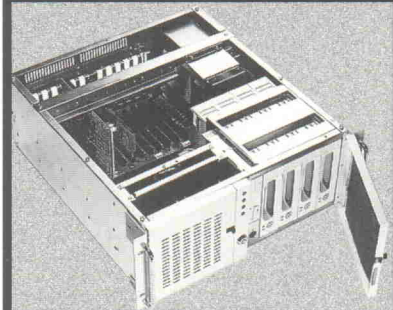
Industrie-Gehäuse



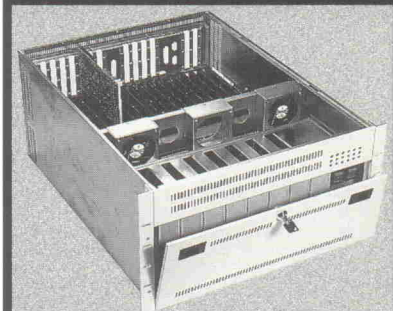
19" Tischgehäuse. 8-14 Slots, 230
Watt Netzteil



19" Einbaugehäuse. 8-14 Slots.



19" Einschub. 8-14 Slot-Busse,
auch segmentiert.



19" RAID-Einschub. Bis 20 Slots
oder segmentiert. Zwei redundante
Netzteile, 8 x 5,25" Laufwerksein-
schübe.



19" Einbauschränke. In verschiede-
nen Höhen.

ABECO Datentechnik GmbH



Langdorfer Straße 54
D- 47669 Wachtendonk

Tel. : 0 28 36 / 9 10 -0
Fax : 0 28 36 / 81 65

***Schaltplan+ Layout+ 1 Leiterplatte+CAD-System**
ULTIboard Evaluation, Schaltplan unbegrenzt für
DM 990,- vom Profi. 1,6dm², 500 Pins, 2 Lagen,
 Input in OrCAD, ULTIcap, Skizze oder Netzliste
 TAUBE ELECTRONIC
 Tel.: 030/69 59 25 21
 Fax: 030/69 42 33 38
<http://WWW.taube-electronic.de> [G]

Projekt „Temperaturschreiber“ nach ATP (HC11+PC)
 gegen Gebot zu verkaufen. Tel. 089/6 09 87 39 [G]

Aus unserer Entwicklungsabteilung preisgünstig
 abzugeben: 2 Schnittstellenkarten RS 422/485 -
 150.000 KByte Übertragungsrate, 1 I-O Karte PC
 - 36 B 24 bit, 1 Zeilenkamera NANO- dim m. Zu-
 behör, 2 Netzwerkkarten PC 104, Clipper Ori-
 ginalversion 5,3 mit CA Tuls, Eagle 3.5 Original-
 version, KLEISTRONIK, Tel. 029 24/97 27-0, Fax
 029 24/97 27 97 [G]

+++EPROM-Emulatoren+++ 32kByte **142,- DM,**
64kByte 243,- DM, incl. MwSt. Fa. Kahlert,
 Tel. 021 33/9 03 91 Fax -932 46 [G]

Entwicklung-, Schaltplan-, Layout-Erstellung, Lei-
terplatten, schnell und günstig. Fa. Kahlert, Tel.
 021 33/9 03 91 Fax -932 46 [G]

Ferienwohnung in Tirol 3-5 Pers. Küche, TV, 2
 Schlafzimmer; Tel. 0043 4852 64363, Fax 64336

OSTWALD-Elektronik: high performance + low
 cost durch intelligentes Schaltungsdesign. Ent-
 wicklung analoger u. digitaler Elektronik. Elektro-
 nik-Fertigung in VR-China u. Taiwan: Wir beraten
 u. vermitteln. Dipl.-Ing. Martin Ostwald, Zu d.
 Ruhrwiesen 24, 59755 Arnsberg, Tel. 029 32/
 70 10 66, mobil 01 71/8 03 18 92 [G]

Preiswerte I/O-Module an der COM-Schnittstelle
 des PCs / Notebooks. Modular erweiterbar. Mo-
 dule: Analog, Digital, Zähler, Relais, Leistungs-
 schalter. Liste gratis. BITTERLE ELEKTRONIK,
 Fax 073 91/49 65 [G]

PC-Meß/Regeltechnik, AD, DA, DIO, Relais, Ti-
 mer/Counter, Module für Parallelport, 2-32 Port
Schnittstellenkarten RS232/422/485, Protokollkon-
 verter, IEEE488 usw. Info bei: Priester Datentechni-
 k B57, 68159 Mannheim, Tel. 0621/10 46 63,
 Fax 1 22 01 14. Händleranfragen erwünscht. [G]

Neu: Universalprogrammiergerät hed.chip für
 EPROMs, FLASH, EEPROM, serielle EEPROM,
 MCS51 Controller, Lattice GAL, AMD PALCE und
 Atmel PLD. Info anfordern! Atmel-Controller:
 AT89C52-20PC DM 22,-; AT89C51-20PC DM
 18,-; AT89C2051-24PC DM 10,-; Mengenrabatt!
 Andere Atmel-Produkte auf Anfrage. Höppling
 Elektronik Design, Tel. 0201/843331 oder Fax
 0201/47 19 18 [G]

ASIX BoardMaker (PCB-SW) dringend gesucht.
 Wer verkauft mir seine alte BM2 Software und
 insbesondere den Dongle? Tel./Fax 02404/20299

ASIX BoardMaker: Ehemalige oder Nochanwen-
 der bitte bei mir melden Tel./Fax 024 04/2 02 99

SPS-Simulation (STEP5) unter Windows.
 Simulieren Sie in AWL, FUP, KOP ein SPS-Pro-
 gramm auf Ihrem PC (bis 135U!). Kostenloses
 Infomaterial anfordern! Internet: <http://www.mhj.de>
 MHJ-Software, Albert-Einstein-Str. 22, D-75015
 Bretten, Tel. 072 52/8 78 90, Fax 7 87 80 [G]

*** PIC-EMULATOREN ab DM 799,-** *
 * Volpe Tel./Fax 089/61 39 84 14 * [G]

Ing.-Büro mit freien Kapazitäten übernimmt Ent-
 wicklungsaufgaben nach Ihren Vorstellungen.
 Analoge und digitale Schaltungsentwicklung, Lei-
 terplattenentflechtung, Mustergeräte und Kleinse-
 rien in Standard und SMT. Softwareerstellung für
 8051-µC-Derivate in „C“ und Assembler. Weitere
 Infos unter Botschen Elektronik, Köln, Tel.
 022 03/9 11 54-14, Fax -99 [G]

Logik Analysator KLA 48, 48 Kanäle, 100 MHz
 incl. Disassembler für Z80, 8051, 80186, und Zu-
 behör, VB 3000,-, M. Hainke 028 35/9 26 70

Hard- und Softwareentwicklung Ihrer Microcontrol-
 lerprojekte. Prototyp und Serienfertigung, unver-
 bindliche Angebote 021 73/1 28 00, Fax 1 83 87 [G]

Suche defekten Videorecorder v. Philips Typ: DV
 468/02L, Tel. 09289/5694, Versand-Unfrei an A. Bus-
 se, Schlehenweg 6, 95131, Schwarzenbach/Wald

HOLLIS Kleinschweißmaschine gebraucht Vollwelle 20
 cm, revidiert, inkl. Zinn und Zubehör, DM 600,-,
 Tel. 077 45/80 31 [G]

SW-Entwicklung - Programmierung - Test
 Programmierung (C und Ada), Testkonzeption und
 Testdurchführung. Erfahrung mit kleinen und
 großen embedded systems. Siehe auch homepage:
<http://www.gulp.de/profil/mortensen.html>, Tel.
 09 11/22 77 98, Fax 09 11/22 77 24, Dipl.-Ing. H.
 Mortensen [G]

Rohrnieten f. doppelseitige Leiterplatten verzinkt,
 1000 = 30,-, 3 VE mit Werkzeug 78,- Typ
 L:0.4x0.6, A:0.6x0.8, B:0.8x1, C:1.1x1.5 VHM-
 Bohrer 3x38mm: 0.6-2.0, 0.65, 0.85, 1.05 10mix =
 40,- Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3,
 22880 Wedel, Tel./Fax: 041 03/8 74 85 [G]

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. Rechnern-
 boards leer oder bestückt ab DM 65,- IDS, Tel.
 071 61/8 76 59, Fax 071 61/8 44 87 [G]

++ SPS-Offline-Debugger ILD für IEC11131-3 ++
 -> AWL-Editor
 -> SPS-Simulation
 -> Abarbeitung im Einzelschrittmodus
 -> Optimale Fehlererkennung durch
 Brakpoints
 -> Lauffähig auf einem Standard-PC unter
 Win'95, ohne weitere Hardware
 -> Für professionellen Einsatz und Ausbildung
++ Welsch Software
 ++ Villenmoller Str. 71 * 53123 Bonn
 ++ Tel. 02 28/62 81 72 * Fax 02 28/79 88 09 [G]

Erfahrener Entwicklungsing. bietet Kundenspez.
 Hard- und Softwareentwicklung, bis hin zu ferti-
 gem Produkt. Fax 021 02/49 97 87

Für EAGLE: DXF-Konverter, DM 80,-, Bibl. Ex-
traktionsprogramm, DM 40,-, zzgl. Vers. + MwSt.;
 Demos in der ELRAD Mailbox; H. Sämman, Cal-
 wer Str. 14, 72336 Balingen, Fon 074 33/2 27 94,
 Fax 074 33/27 38 50 [G]

PIC16C84-04 (DIL) ab 6 Stck.: **DM 9,20/Stck.**
16C84-SMARTCARD ab 1 Stck.: **DM 39,-/Stck.**
 (incl. MwSt.+NN DM 10,-) Tel./Fax 022 26/62 91 [G]

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68
 mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Frä-
 sen, 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-Vektorisie-
 rung a.A. EAGLE 2.6x ab DM 795,-, **SMS68-**
CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen
 DM 1498,-, PME-electronic, Hommerich 20,
 53859 Rheidt, Tel. 022 08/28 18. Info DM 2,-, [G]

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 Odern-
 heim, Tel./Fax 067 33/5 54 [G]

***** EPROM-EMULATOREN *** ab DM 138,- *****
 Für 32-64KByte Eeproms. Im stabilen Aluminium-
 profilgehäuse mit allen Zuleitungen und Software.
 Stob & Robitzki GbR Tel. 04 31/20 47-04 Fax -26 [G]

Elektronikfertigung. Wir bestücken Ihre Platine
 oder fertigen Ihr komplettes Gerät. Groß- oder
 Kleinserien, mit SMD- oder bedrahteten Bautei-
 len. Bei uns stimmen Qualität, Lieferzeit und
 Preis. Fordern Sie uns! Tel. 071 51/5 94 63 oder
 01 72/9 18 04 88, Fax: 071 51/1 83 49 [G]

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau
 mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios:
 Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-
 Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.
 097 76/98 16, Fax 71 85 [G]

— Bild-, Mustererkennung, Datenklassifikation —
 mit PC oder Mikrocontroller sowie Entwicklung von
 Hard- und Software. Ingenieurbüro Hoch, Bergstr.
 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 076 31/48 58 [G]

LWL Kunststoff- und Glasfasertechnik InSoft Uwe
 Flick, Tel. 022 61/66 06-30, Fax -29 [G]

*** PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94) *
 * Programmiert fast alle PIC-Typen *
 * PIC-Eval.-/Prototypenkarte (Elrad 5/94) *
 * PIC-Chipkartenleser (Elrad 2/95) *
 * PIC-LCD Terminal (Elrad 11/95) *
 * Nicht nur PIC ist unsere Stärke! *
 * Auch bei der Konzeption der Hard- und *
 * Software Ihrer Produkte auf der Basis von *
 * 805xx, 68xx, Toshiba und NEC Prozessoren *
 * sind wir ein kompetenter Partner. *
 * Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str. 2a *
 * D-41812 Erkelenz, Tel. 024 31/64 44 Fax 45 95 * [G]

LEISE

***** Leiterplattenfertigung *****
***** Bestückung, Bauteile *****
***** Gerätemontage, aller Art *****

bitte Angebot anfordern unter Fax 066 45/71 64
 Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engelrod [G]

Achtung! Kostenlose Ausbildungssoftware! DIGI-
 SIM, Simulator für digitale Schaltungen. Ab sofort
 neue Version 2.2 mit Animationsbausteinen! Inter-
 net: <http://www.sss.de> oder 2-DM frankierter
 Rückumschlag (22cm x 11cm) an: Triple-S GmbH,
 Herrmann-Geib-Str. 18, 93053 Regensburg [G]

BEFESTIGUNGSWINKEL F. PC-STECKKAR-
TEN direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A
 Qualität *Wolfgang Seitz* Stanztechnik Tel.
 09 41/6 56 92 [G]

**** Leiterplattenbestückung ** TOP-QUALITÄT**
 Siemens SMD-Automaten Fa. ASPRO Fax:
 068 27/34 21 [G]

Gönnen Sie sich den Hörgenuß audiophiler Kon-
 densatoren von ELNA (Cerafine) und PANASO-
 NIC (PZ). Tel. 023 02/1 21 69 [G]

Kunststoff-Spritzgußteile bis 125g, äußerst preis-
 günstig. Tel. 075 66/9 12 22 [G]

HF-dichte Gehäuse aus Weißblech, eigene Fertigung
 Lagerware, Sonderanfertigungen. Tel. 075 66/9 12 22 [G]

Achtung: Gebrauchte Meßgeräte aller Art zu Su-
 perpreisen abzugeben. *RO-WI* Elektronik, Tel.
 064 61/8 86 21 Fax 8 82 46 [G]

FFT Spectrum Analyser V2 MS Windows [http://](http://ourworld.compuserve.com/homepages/hpwidmer)
ourworld.compuserve.com/homepages/hpwidmer
 Stereo und mit mehreren neuen Funktionen

Rohde & Schwarz SMLR Leistungsmeßsender
 0,1-30 MHz. Für Sammler und Nostalgie. Sehr
 guter Zustand, voll funktionsfähig, Baujahr 1962,
 Tel. 030/8 51 54 04

******* Software- und Hardwareentwicklung *******
 für µController und PC (DOS/Windows), vor allem
 Meßwertfassung, -verarbeitung und DFU. Ing.-
 Büro W. Unsöld, Kirchstr. 15, 96163 Gundels-
 heim/Ofn., Tel. 09 51/4 32 38, Fax 42 05 87 [G]

PCI-Recorder: Komplett montiert und funktionsü-
 berprüf, incl. Win95-Treiber und zwei Lichtwellen-
 leiterkabel (5 m Länge!). Außerdem die letzten
 Exemplare der bewährten **Take Five** – mit Trei-
 bern für Win 3.1, Win95 und Win NT. AS-Ware,
 Datentechnik Andreas Spoo, Im Glockenring 4,
 50668 Köln, Tel./Fax 02 21/13 85 96. [G]

KLEIN

ganz groß

Nutzen Sie den Klein-
anzeigenteil in **ELRAD**.

Die
Bestellkarte
finden Sie
in der Heftmitte.

Klaus Lange
Motorola 68HC11
Einführung in die Programmierung



1. Auflage 1995
Gebunden, 240 Seiten
mit Platine und Diskette
DM 119,-/ATS 928,-/CHF 119,-
ISBN 3-88229-053-6

Zekeriya Zengin
Motorola 68HC05
B-Familie



1. Auflage 1994
Gebunden, 269 Seiten
mit Diskette
DM 68,-/ATS 530,-/CHF 68,-
ISBN 3-88229-034-X

Zekeriya Zengin
Motorola 68HC05
K-Familie



1. Auflage 1995
Gebunden, 281 Seiten
mit Platine und Diskette
DM 119,-/ATS 928,-/CHF 119,-
ISBN 3-88229-056-0

Verlag Heinz Heise, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, Telefon: 05 11/ 53 52-0, <http://www.heise.de>

Die Inserenten

ABECO, Wachtendonk	99	GLT, Pforzheim	27	PEAK-Service, Darmstadt	92
ACS, Wunstorf	12	HEYtcs, Dresden	40	PHYTEC, Mainz	61
Ahlens, Moosburg	98	HILO-TEST, Karlsruhe	61	PLS, Hoyerswerda	81
ALPS, Düsseldorf	21	Himmeröder, Oer-Erkenschwick	97	POHLTRONIK, Bad Pyrmont	93
AMV, Bräunlingen	92	HITEX, Karlsruhe	13	POP, Erkrath	97
Bamberg & Monsees, Bremen	93	HK-Datentechnik, Dormagen	8	Priggen, Steinfurt	90
Basista, Bottrop	8	HM-Funktechnik, Primstal	93	Quancor, Brühl	92
Bausch-Gall, München	98	Hofmann, Regensburg	8	Rheinmetall, Unterlüß	99
BEAM, Braunschweig	93	Hoschar, Karlsruhe	19	Ringler, Rappena	10
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte	IME, Wolfenbüttel	17	Schmittecker, Philippsburg-Rheinsheim	92
Bitzer, Schornorf	10	IAM, Braunschweig	98	Schwaneckamp, Hamminkeln	93
Boddin, Hildesheim	92	INKOS, Reute	99	ScopeShop, Hamburg	14
Bollrath, Rhede	99	IPD, Mühlacker	99	SE Spezial-Electronic, Bückeburg	16
Bungard, Windeck	87, 92	isel, Eiterfeld	23	SH-Elektronik, Kiel	93
cab-Produkttechnik, Karlsruhe	41	JOKER, Hemmingen	91	sinfomatix, Gehrden	65
CadSoft, Pleiskirchen	7	Koch & Schröder, Neuss	97	Sontheim, Kempten	99
Chuntex, ROC-Taipei, Taiwan	47	Kruse, Kaarst	97	SPHINX, Hemsbach	90
Cirrus Logic, ROC-Taipei, Taiwan	47	Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	92	TASKING, Leonberg	93
Com Pro, Stuttgart	86	LPKF, Garbsen	35	taskit Rechneretechnik, Berlin	6
CONITEC, Dieburg	6	M&V Breidenbach & Tochter, Bettendorf	8	Tennert, Weinstadt	91
dataTec, Reutlingen	29	Magnadata, Schmitt	90	Texas Instruments, F-Villeneuve	2
demotronic, Espelkamp	96	MBMT, Bassum	57	Ultimate Technology, NL-Naarden	51, 53, 55
DGS Systemtechnik, Traunstein	97	MCT Paul & Scherer, Berlin	96	Weschenbach, Aachen	90
DK-Elektronik, Saarbrücken-Fechingen	15	Merz, Lienen	10	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	90
DTK Computer, München	47	Messcomp, Wasserburg	6	Wickenhäuser, Karlsruhe	93
E-LAB, Rappena	6	Mira, Nürnberg	97	Wilke, Aachen	104
Elektronik Laden, Detmold	8, 91	MITAC, ROC-Taipei, Taiwan	47	Wittig, Böblingen	24
ELS electronic, Duisburg	92	Motorola, München	103	Yamaichi, München	11
ELZET 80, Aachen	8	MOVTEC, Pforzheim	8	Yokogawa-nbn, Herrsching	83
eMedia, Hannover	94, 95	Müller, Hamburg	97	ZeTec, Dortmund	99
Engelmann & Schrader, Elbogen	90	MULTIPRINT, Riemerling	96		
ERMA-Electronic, Immendingen	91	National Instruments, München	Kontaktkarte		
Fernschule Weber, Großenkneten	98	Network, Hagenburg	14, 81		
FLD Fotoplot-Leiterplatten, Göppingen	97	OBL, Hüllhorst	6		
Friedrich, Eichenzell	31	Orgler, I-Bozen	99		
Gerland, Mölln	97				
GIS, Aachen	15				

Diese Ausgabe enthält eine Gesamtbeilage der Fa. REICHELTELEKTRONIK, Sande, sowie eine Teilbeilage vom Lehrinstitut Onken, CH-Kreuzlingen.
Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

Impressum

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Postf. 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404
ELRAD-Mailbox: Sammelnummer 05 11/53 52-404
Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GERNET-Forum ELRAD.GX 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://ftp.heise.de/pub/elrad>, <ftp://ftp.uni-paderborn.de/elrad>
World Wide Web: <http://www.heise.de/el/>

**Technische Anfragen montags bis freitags
nur zwischen 11.00–12.00. Bitte benutzen Sie
die angegebenen Durchwahlnummern.**

Herausgeber: Christian Heise
Chef vom Dienst, Stellv. Chefredakteur:
Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (verantwortl.) (pen, -393)
Redaktion:
Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),
Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391),
Peter Röhke-Dörner (roe, -397)
Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):
Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens
Redaktionsassistent: Michael Triadan, M. A., Carmen
Lehmann (mit, es, -400)
Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent),
Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 5004-40,
Fax: 089/62 5004-66
Korrespondent USA: Dr. Sabine Cianiolo (sc), 6011 Majorca
Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60,
E-Mail: dutz@ix.netcom.com
DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Korrek-
tur/Satz), Dirk Wollschläger (Ltg. Grafik), Ben Dietrich
Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Fredrich, Ines Gehre, Birgit
Graff, Angela Hilberg-Matzen, Sabine Humm, Dietmar Jokisch,
Hella Köhler, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert,
Christiane Stanina, Edith Tötsches, Brigitta Zuhreiden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labormitarbeiter: Hans-Jürgen Berndt
Meßlabor: Wolfram Tege
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover
Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postf. 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29
Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)
Geschäftsführer: Christian Heise
Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:
Steven P. Steinkraus
Anzeigenleitung: Irmgard Diggins (-164) (verantwortl.)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)
Anzeigenredaktion: Rita Asseburg (-219)
Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühbachstraße 11,
81543 München, Telefon: 089/62 5004-20, Fax: 089/62 5004-22
Anzeigen-Inlandsvertretungen:
Niedersachsen: V. Verlagshaus J. Heise 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, IF7-1, Lane 149, Lung-
Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2 7 18 72 46 und 0 08 86-
2 7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 7 18 72 48
USA, GB: Verlagshaus Ohm-Schmidt, Svens Jegerovs,
Obere Straße 39, D-66957 Hilst, Tel.: ++49(0)63 71/1 60 83,
Fax: ++49(0)63 71/1 60 73
Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 19 vom 1. Januar 1997
Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-299)
Herstellung/Leitung: Wolfgang Ulber
Sonderdruck-Service: Ruth Utesch (-359)
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 7,50 (sS 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 (Bezugs-
preis 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 +

Verständkosten DM 28,20). Für AUZE-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 zur jeweils übernächsten
Ausgabe möglich.
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-465 060.0
Kundenkonto in den Niederlanden:
ABN Amro Bank, Eindhoven, BLZ 1065135,
Kto.-Nr. 41 28 36 742
Verband und Abonnementverwaltung:
Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,
Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12
Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:
Thali AG, Abo-Service, Industriest. 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 6 11/2 66-0
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prü-
fung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden
gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetrieb-
nahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.
Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schallplatte und gedruckten Zustellungen,
ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung
kann an Bedingungen geknüpft sein.
Honorare werden gegen die Vorlage des Verlagsrechts nachdruck nur
mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Re-
daktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines even-
tuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Ver-
wendung benutzt.
Printed in Germany
© Copyright 1997
by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
ISSN 0170-1827



Sensortechnologien

Im Vorfeld der Nürnberger Fachmesse **SENSOR 97** liefert **ELRAD** Aktuelles zum derzeitigen Stand der Sensortechnik. Ein Report im nächsten Heft informiert über Trends bei der Forschung, über möglichst kompakt integrierte Meßwertaufnehmer und immer intelligentere Fühlersysteme auf Basis von Halbleiterstrukturen. Ein Beitrag über die Umsetzung integrierter Sensoren in ASICs vermittelt anhand mehrerer Entwicklungsbeispiele aktuelles Grundlagenwissen, und natürlich kommen auch die Vorstellungen neuer Produkte der Sensorik nicht zu kurz.

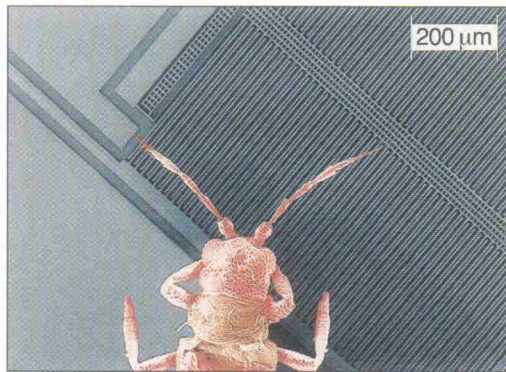


Foto: Bosch

Turbo-Tool

Höhere Qualität, gesteigerte Produktivität, einfachere Wartung und schnellere Time-to-Market sind einige der Vorteile, die Beologic – ein just anderthalb Jahre junger Ableger des dänischen Hifi-Herstellers Bang & Olufsen – für sein Embedded-Case-Tool visualSTATE reklamiert. Die Software soll das Werkzeug der Wahl sein, um Pflichtenhefte zügig und fehlerarm in ANSI-C-Code für Controller vom 68HC05 bis hinauf zu x86ern umzusetzen.



Die Preview in der nächsten **ELRAD** untersucht anhand der preisgünstigen Lite-Version unter Windows, wie weit es mit diesem Anspruch her ist.



Recht feucht

Die relative Luftfeuchte zählt neben der Temperatur zu den wichtigsten Faktoren im Umweltbereich und ist für das Wohlbefinden von Mensch und Tier ausschlaggebend. Die meßtechnische Erfassung dieser Größe gestaltet sich jedoch nicht ganz einfach. Bisher bekannte Sensoren bestehen meist aus einem kleinen Kondensator, dessen Kapazität sich feuchteabhängig ändert. Ein neuer Sensor von Figaro verspricht hier weniger Linearisierungsaufwand am Bauteil selbst und dadurch mehr Genauigkeit.

Globale Zulassungen

Leicht versinkt so manch geplagter Entwickler im Wust von Normen. Die Standards, die sich hinter dem CE-Zeichen verbergen, haben die Gesetzgeber allerdings nicht einfach aus dem Hut gezaubert. Die EU-Richtlinien orientieren sich vielmehr an internationalen Vorschriften. So basiert die EMV-Richtlinie weitestgehend auf amerikanischen CISPR-Normen. In der nächsten Ausgabe von **ELRAD** verrät ein Insider, wie man sich die globale Vereinheitlichung technischer Standards zu Nutzen machen kann.



Dies & Das

Stars and Stripes

Der Prototyp steht, die Testumgebung ist aufgebaut. Jetzt gilt es, mit der Prüfspitze die richtigen IC-Beinchen zu erwischen, soll der Tastkopf nicht x-beliebige Signale des schwarzen Käfers auswerten. Hier ist dann nicht nur Fingerspitzengefühl gefragt, sondern auch die Beherrschung des kleinen Einmaleins – und das Wissen um Pin 1.

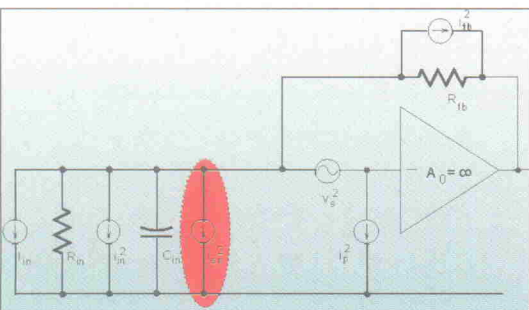
Die Firma Synatron hat sich nun dieser alltäglichen Problematik angenommen. Ihre Colour-Bit-Karte soll dem lästigen Beinchenzählen ein Ende setzen. Die Karte enthält kleine bunte Streifen, die in ihrer Breite gängigen Rastermaßen entsprechen. Die farbigen Skalen müssen nur noch abgezogen und auf das Chipgehäuse entlang der Pins geklebt werden. Jeder weiße Strich stellt dabei eine Stelle des Dezimalzahlensystems dar. Beginnen die Stripes an Pin 1, muß Pin 74 folgerichtig jenseits des siebten weißen Balkens an der gelben Markierung liegen. Dank dieses ausgeklügelten Systems ist das Auffinden der richtigen Beinchen laut Synatron beinahe ein Kinderspiel.



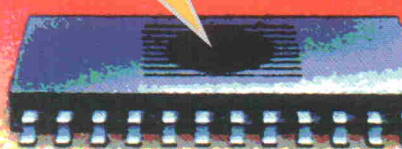
Bleibt die Frage, was die Feinmotorik und das analytische Denken stärker beansprucht: das Abzählen von Gehäusebeinchen oder das richtige Plazieren der Miniaufkleber. Ein 144-Pin-PQFP, das zebargleich mit Streifen belegt werden soll, wird spätestens an den Gehäusekanten zum echten Problem. Und wer sich nicht früh im Umgang mit der Schere geübt hat, wird beim exakten Abschneiden der Skalen sicher auch kein Meister werden. *uk*

Rauscharmes Verstärkerdesign

Jeder kennt den gewöhnlichen Spannungsverstärker. Weniger bekannt ist, daß für eine Reihe von Anwendungen wie diverse Sensoranschlüsse, CCDs oder Gasdetektoren Strom- und Ladungsverstärker weit besser geeignet sind. Der Grundlagenartikel in der kommenden Ausgabe zeigt in anschaulicher Weise die Unterschiede zwischen Spannungs-, Strom- und Ladungsverstärkern auf. Dabei legt es das Hauptaugenmerk auf die Untersuchung des Rauschverhaltens und fördert sogar einige Überraschungen zutage.

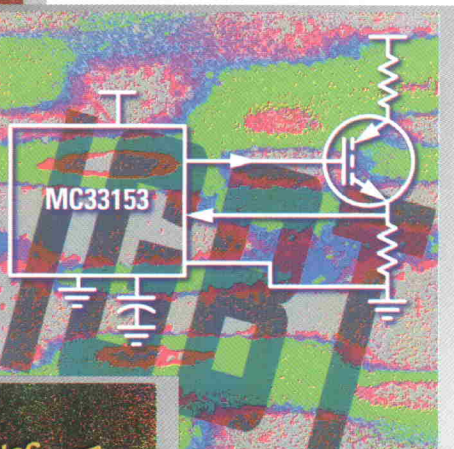


NEW & Improved



Speakerphone-ICs

MC33218A/33219A.
Enthalten auf einem Chip
alle Komponenten für den
Aufbau sprachgesteuerter
Speakerphone-Systeme.

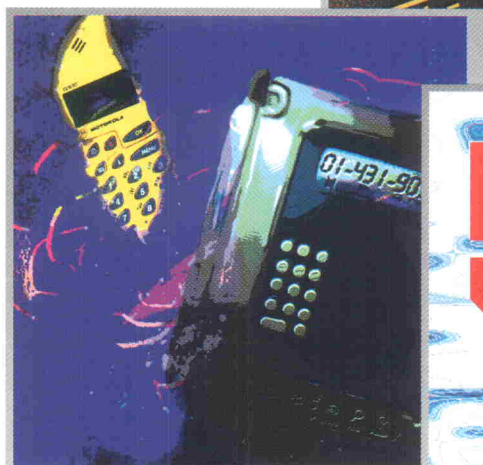
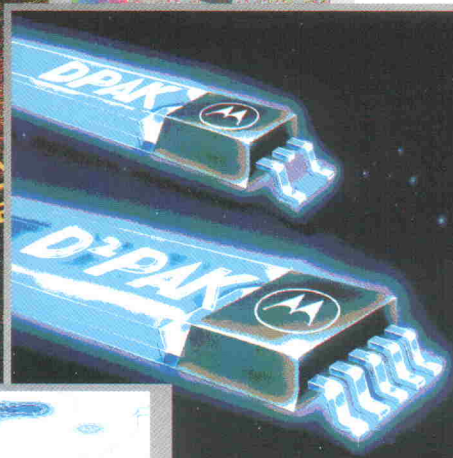
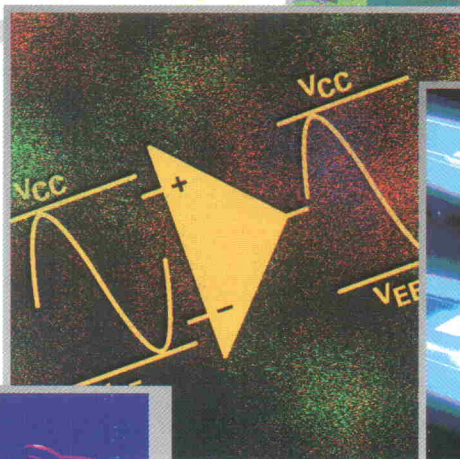


Single-IGBT-Gate-Treiber

MC33153. Treiber für
„Hochleistungs“-
Anwendungen wie
AC-Induktion,
Steuerung von bürsten-
losen DC-Motoren und
unterbrechungsfreien
Stromversorgungen.

Single/Dual/Quad-OpAmps

MC33201/33202/33204.
„Rail-to-Rail“-Fähigkeit an Ein-
und Ausgang.
Ideal für Audio-Anwendungen.



SMD-Regler liefern 800 mA

MC33269-Serie. Die idealen Spannungs-
regler für batteriebetriebene Geräte und
Systeme. 3,3 V, 5,0 V und 12 V.



Schaltregler für 3 A und 5 A

MC34166/33166/34167/33167. Enthalten alle wesent-
lichen Funktionen, die für DC/DC-Wandler benötigt wer-
den. Kaum ext. Komponenten erforderlich. Auch für
Step-up-Converter geeignet.

Viel Leistung auf kleinstem Raum

Große Vielfalt von
Spannungsreglern im DPAK- und
D²Pak-SMD-Gehäuse.
DPAK bis 500 mA, D²PAK bis 5 A
Ausgangsstrom.

The Analog *Ausfall*



MOTOROLA

What you never thought possible.

Weitere Informationen: Motorola GmbH, Geschäftsbereich Halbleiter, Schatzbogen 7, 81829 München, Tel. (089) 9 21 03 - 5 59, Fax (089) 9 21 03 - 5 99, **Oder von Ihrem bevorzugten Distributor.**

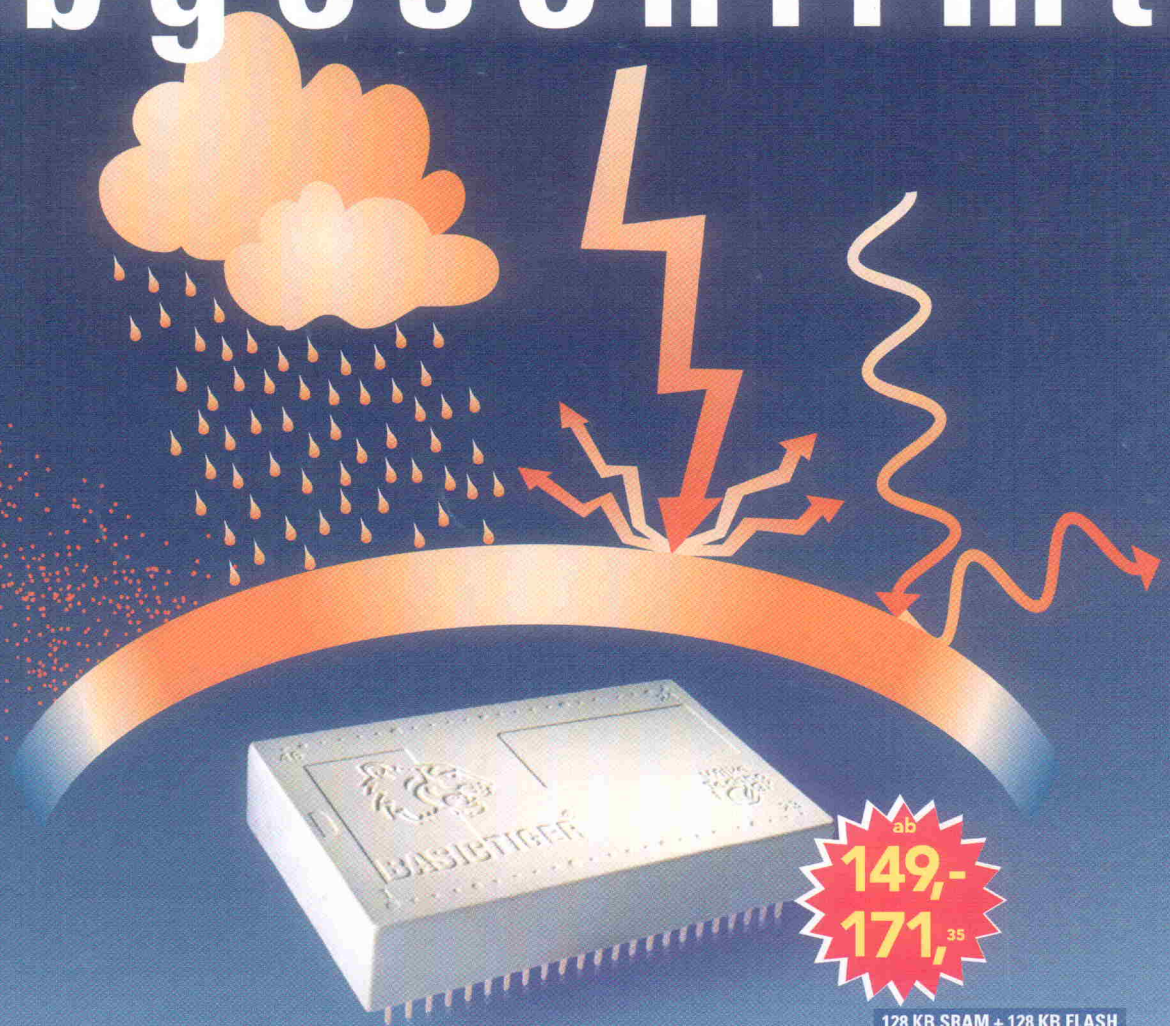
DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-451 10 01, Fax 089-45 11 02 54; EBV Elektronik, Kirchheim-Heimstetten, Tel. 089-991 14-0, Fax 089-99 11 44 22; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-957 27-0, Fax 089-957 27-140; Jermyn, Limburg, Tel. 064 31-5 08-0, Fax 064 31-50 82 89; Müttron, Müller, Bremen, Tel. 04 21-3 05 60, Fax 04 21-3 05 61 46; SASCO SEMICONDUCTOR, Putzbrunn, Tel. 089-46 11-0, Fax 089-46 11 27 0; SPOERLE ELECTRONIC, Dreieich, Tel. 061 03-30 42 01 / 30 43 04.

ÖSTERREICH: EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-894 17 74, Fax 01-894 17 75; Elbatex, Wien, Tel. 01-866 42-0, Fax 01-866 42-400; SPOERLE ELECTRONIC, Wien, Tel. 01-3 18 72 70-0, Fax 01-3 69 22 73.

SCHWEIZ: Elbatex, Wetztingen, Tel. 056.27 51 11, Fax 056-27 54 11; EBV Elektronik, Dietikon, Tel. 01-7 45 61 61, Fax 01-7 41 51 10; SPOERLE ELECTRONIC, Opfikon-Glattbrugg, Tel. 01-874 62 62, Fax 01-874 62 00.

Abgeschirmt

BASIC-Tiger® Steuer-Computer Modultreihe A



ab
149,-
171,³⁵

128 KB SRAM + 128 KB FLASH
ab 1000 St. excl. / incl. MwSt.

Steuer-Computer der Superlative

Abgeschirmt ist einfach besser! Rundum dicht versiegelt bringt den BASIC-Tiger® so leicht nichts aus der Ruhe und Ihre wertvollen Entwicklungen erhalten den Schutz den sie verdienen. Beste Voraussetzungen für Ihr Produkt auf ein langes und zuverlässiges Leben. Und auch sonst hat der BASIC-Tiger® einiges zu bieten, wenn Sie schneller, flexibler und kostengünstiger entwickeln und produzieren wollen.

Der **sofort beherrschbare Tiger-BASIC®** Dialekt stellt eine Vielzahl von Funktionen für kurze Entwicklungszeiten und kompakte Programme zur Verfügung, z.B.: unbegrenzte Zahl von Variablen, Arrays (bis 8 Dimensionen), Buffern etc. (nur begrenzt durch Speicherplatz), komfortable I/O-Ansteuerung, Unterprogramm-Aufrufe mit Parametern, verschachtelt, Rekursion, reentrant, lokale und globale Variablen, dynamische Task-Priorisierung, Integral-Filter, Code-Converter, ... uvm.

geladen und sind dann sofort dauerhaft im FLASH gespeichert - EPROM Programmierung oder Chip-Wechsel entfallen. Mit sehr hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit und starken High-Density Instruktionen werden kurze Antwortzeiten und ein beachtlicher Durchsatz erreicht.

Multitasking. Wohl einzigartig in dieser Klasse: bis zu 32 BASIC-Tasks können gleichzeitig ablaufen. Selbst bei kleineren Projekten bietet Multitasking schon viele Vorteile. Multi-tasking beim BASIC-Tiger® ist so einfach und übersichtlich, daß man schon nach Minuten eigene Beispiel-Programme ablaufen lassen kann.



BASIC-Tiger® Steuer-Computer, ca. 41 x 63 x 12, 46-Pin, 5 V_{DC}, 128 KByte FLASH, 128 KByte SRAM:

BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 1	179,- / 205,⁸⁵
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 10	169,- / 194,³⁵
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 100	159,- / 182,⁸⁵
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 1000	149,- / 171,³⁵

Für den schnellen Einstieg und kürzeste Entwicklungszeiten gibt es ein umfangreich ausgestattetes Entwicklungssystem. Applikationen und Beispiele können sofort nachvollzogen werden, inclusive: ■ **WINDOWS™** Entwicklungs-Umgebung, ■ **Tiger-BASIC®** Compiler, ■ reichhaltiges Hardware-Toolkit, ■ dt. Handbuch, Zubehör, komplett: **940,- / 1081,-**

Bestellen Sie die dazu gewünschte Anzahl von Computer-Modulen bitte separat.



Mit seinen **Leistungsreserven** haben Sie genug Spielraum um Ihre Entwicklungen im Laufe der Zeit noch zu erweitern. Neue Software-Versionen werden einfach in den BASIC-Tiger®

Modularität und Erweiterbarkeit. Tiger-BASIC® Programme sind untereinander beliebig austauschbar, die Zahl der Ein-/Ausgänge (38) kann nahezu unbegrenzt erweitert werden. Module mit bis zu 16 MByte, zusätzlichen I/Os und erhöhtem Durchsatz decken ein weites Anwendungsspektrum ab.



DER BASIC-TIGER®