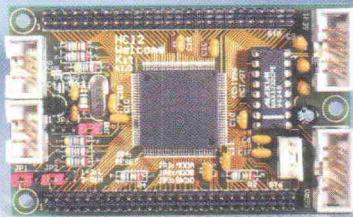




Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

2/97



HC12-Projekt: Einstigerboard
für Motorolas Jüngsten

RISC mit DSP

Hyperstones E1-32

Ferroelektrische Speicher

FRAMs richtig einsetzen

16-Bit-Mikrocontroller

**Chips und Tools
im Überblick**

Intelligent positionieren

**Controller regelt
DC-Motor**

Digitale Verbrauchsmessung

**kWh-Zähler mit
Spezialcontroller**

Freie Bahn für den µC

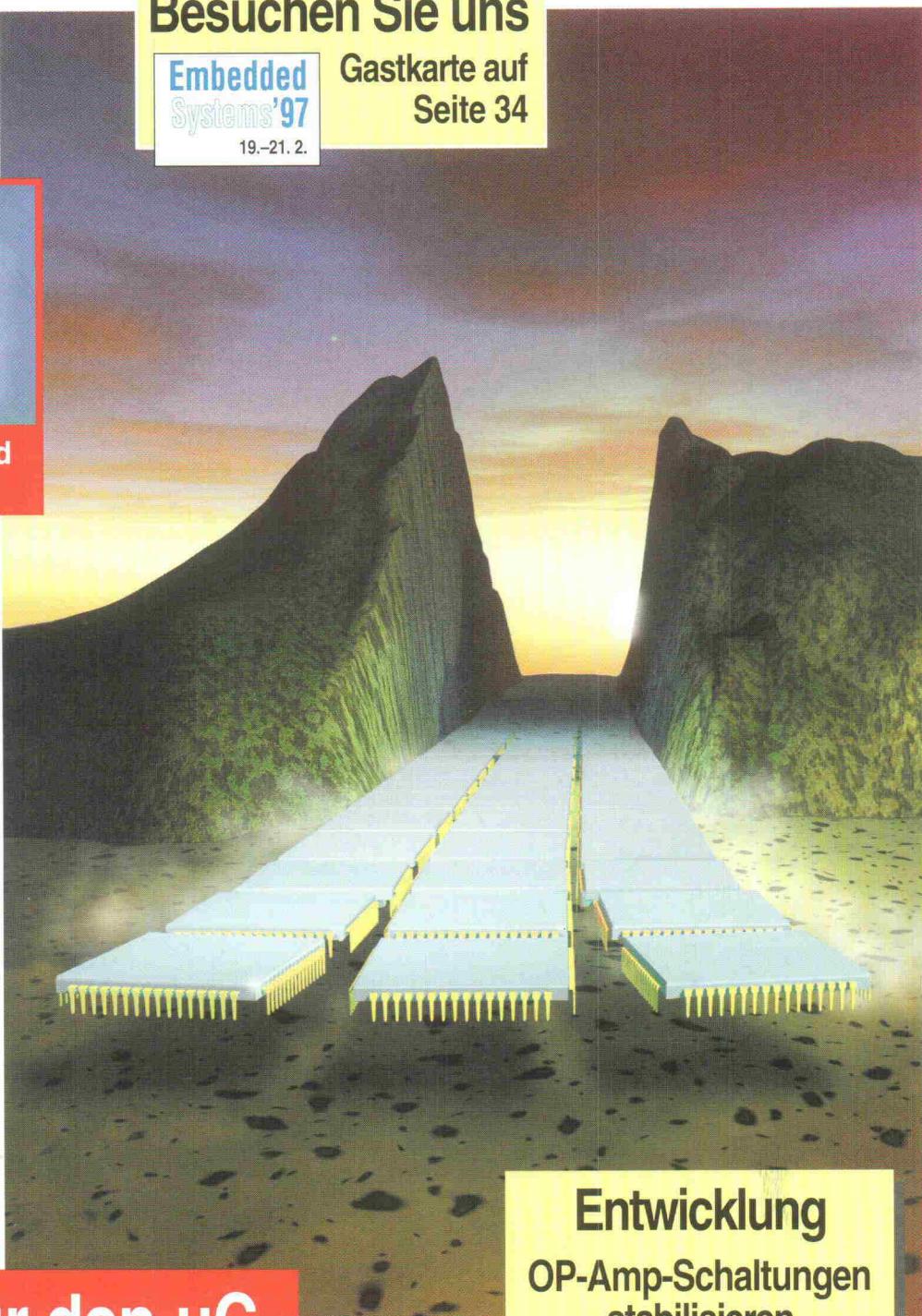
Bausteine, Grundlagen, Applikationen

Besuchen Sie uns

Embedded
Systems'97

19.-21.2.

Gastkarte auf
Seite 34



Entwicklung

**OP-Amp-Schaltungen
stabilisieren**



Unsere neuen Flash-DSPs ändern sich so schnell wie Ihre Produkte.

Design und Eigenschaften Ihrer Produkte ändern sich ständig. Deshalb haben wir den ersten besonders kostengünstigen Festkomma-DSP, den TMS320F206, entwickelt, der einen integrierten Flash-Speicher besitzt. Mit der Programmierbarkeit direkt im System lassen sich Änderungen und Upgrades noch in letzter Minute, auch vor Ort, flexibel und kostensenkend durchführen. Das Ergebnis sind hohe Kosteneinsparungen beim Gesamtsystem.

Der 'F206 gehört zur neuen TMS320C2xx-Generation von TI, die DSPs mit fünf "OnChip"-Speicherkonfigurationen umfaßt, wie Flash-, RAM- oder ROM-Speicher. Diese äußerst preisgünstigen Prozessoren bieten eine Verarbeitungsgeschwindigkeit von bis zu 40 MIPS, eine niedrige Verlustleistung und Code-Kompatibilität zu den 'C1x, 'C2x und 'C5x-Generationen von TI. Die meisten 'C2xx-Bausteine sind außerdem pin-kompatibel, so daß Upgrades hier besonders einfach sind.

Für schnelle Design-Änderungen sind DSPs von TI und die neuen Flash-DSPs die optimale Lösung.

TMS320 Flash-DSP

- 40 MIPS Leistung
- 32K x 16 Worte Flash-Speicher auf dem Chip
- 4,5K x 16 Worte RAM
- 100-Pin TQFP-Gehäuse
- 8-Bit-UART und 16-Bit synchrone serielle Schnittstelle
- Nahtlose Schnittstelle zu den TLC320AD55 Codecs

Besuchen Sie uns vom 19.-21. Februar auf der Embedded Systems '97 in Stuttgart-Sindelfingen, Stand-Nr. 11.

A U F Z U N E U E N Z I E L E N™

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Voll vernetzt

Vorgestern Großrechner, gestern Workstation, heute Home-PC und morgen die Waschmaschine. So könnte die Marschroute aussehen, wenn der Trend zum Embedded Internet durchschlägt.

TCP/IP-Routinen auf Einplatinenrechnern rufen kaum noch Erstaunen hervor. Java-Interpreter für selbige Plattform stehen – trotz ihres feisten Ressourcenbedarfs, Speicher kost' ja nix mehr – auch schon vor der Tür. Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis man vom Arbeitsplatz aus per Web-Browser nach dem Befinden der Feinwäsche fragen kann. Und die Aktionäre der Telekom freuen sich über jedes gesendete IP-Paket. Bloß was hilft's, wenn man abends trotzdem Babysöckchen entnimmt, die vormals dem Vater paßten?

Über Sinn und Konsequenz, jedes controllergesteuerte Gerät mit einer Internet-Schnittstelle auszustatten, hat wahrscheinlich noch niemand ernsthaft nachgedacht. Einerseits ist die Möglichkeit, von überall her Zustandsdaten abzufragen – besser noch, auch Fehlersuche, Beseitigung und Updates durchführen zu können – schon verlockend.

Andererseits verdeutlicht die wieder auflebende Diskussion um Datensicherheit, öffentliche Verschlüsselungssysteme und Privatsphäre, daß wir von Orwells 1984er-Vision gar nicht so weit entfernt sind – sie kommt lediglich 13 Jahre verspätet und in leicht anderem Gewand daher als anno '48 geschildert. Wer würde denn schon bemerken, daß sein ISDN-Telefon auf Lauschen schaltet, wenn der Verfassungsschutz es mit richterlicher Erlaubnis (oder ohne) dazu auffordert.

Da bleibt es jedem selbst überlassen, auf Nummer Sicher zu gehen und sich durch Konsumverweigerung solcher Kompromittierung zu entziehen. Aber wer verzichtet, einmal an EMail gewöhnt, schon gern auf diese stets schnellere und meist zuverlässigere Alternative zur gelben Post? Da bleibt nur der Weg in den digitalen Untergrund mittels allgemein verfügbarer Verschlüsselungspakete wie PGP, die hierzulande (noch) legal sind. Eine Version fürs digitale Telefon ist angeblich auch schon verfügbar.

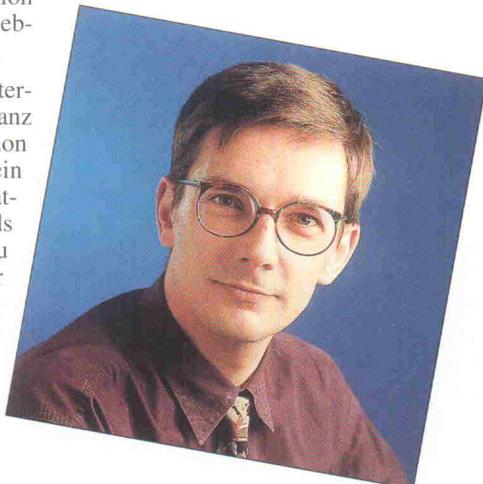
Also doch freie Bahn für 'Internet überall'? Zwar ist es ganz nett, wenn man mittags schon weiß, daß am Feierabend ein Schlenker zum Herrenausstatter angesagt ist, weil abends besagte Fußbekleidung zu klein ist. Nur, wer will dafür schon einen Aufpreis oder gar Übertragungsgebühren zahlen?

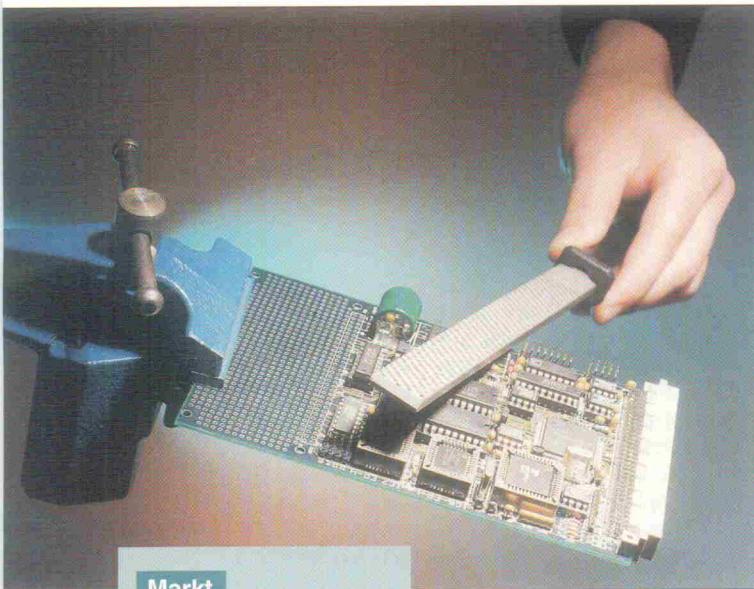
Da macht es schon eher Sinn, das Embedded Internet auf Anwendungen zu beschränken, die sich um wa(h)re Werte drehen. Das Bezahlen per EC-, Kredit-, Chip- oder Sonstwas-Karte direkt an der Zapfsäule ist halt bequem. Und den teuren Kassierer spart man dabei auch gleich ein. Aber denk bloß nicht, daß deswegen der Sprit auch nur zwei Pfennig billiger wird.

Ich bin mal gespannt, wie Tchibo, Aldi und Co. reagieren, wenn Waigels Schergen eines Tages direkten Durchgriff in die Fabrik verlangen, um mit jedem produzierten Kaffee-päckchen gleich Staates Opfergabe per ECash abzuzocken.

Ernst Ahlers

Ernst Ahlers





Markt

Mittelklasse

Geht dem gewohnten '8-Bitter' die Puste aus, kann man sich nach leistungsfähigeren Derivaten umsehen. Sind diese nicht verfügbar, bleibt nur der Wechsel in die nächsthöhere Kategorie. Sofern es nicht gleich ein 32-Bit-RISC-Chip sein soll, bieten sich 16-Bit- μ Cs als die Mittelklasse an. Eine Übersicht aktueller Controller-Typen und der zugehörigen Entwicklungswerzeuge gibt es ab

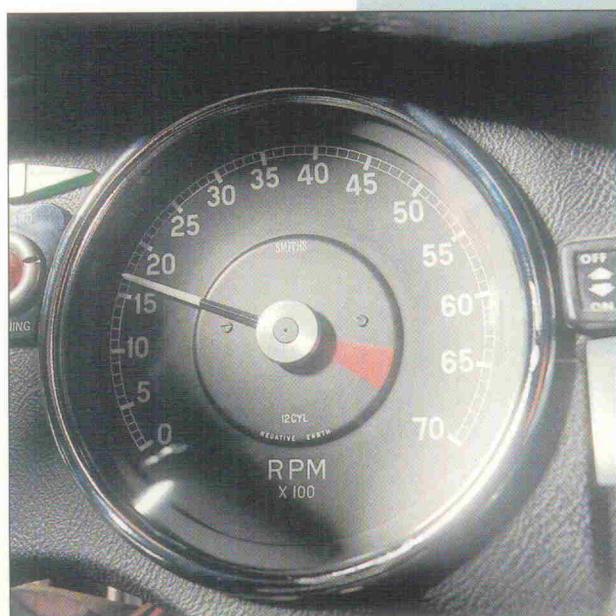
Seite 28

Entwicklung

Auf Touren

Positionierungsaufgaben kann man mit Schrittmotoren lösen – muß man aber nicht. Auch Gleichstrommotoren mit Impulsgebern eignen sich hervorragend als Antrieb für eine zielgenaue Positionierung. Dabei läßt sich die Ansteuerung mit einem einfachen Mikrocontroller und einer integrierten Vollbrücke erledigen – wie, ist nachzulesen ab

Seite 36

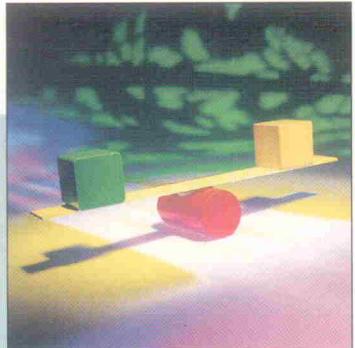


Grundlagen

Stabil oder nicht stabil...

Die Stabilität einer Analogschaltung sollte kein Zufall sein. Bode-Diagramme sind ein Hilfsmittel, um schon bei der Applikationsentwicklung geeignete Maßnahmen zu treffen. Grundlagen zur erfolgreichen Entwicklung von Operationsverstärker-Schaltungen und Simulationsbeispiele für deren Stabilitätskontrolle liefert der Beitrag ab

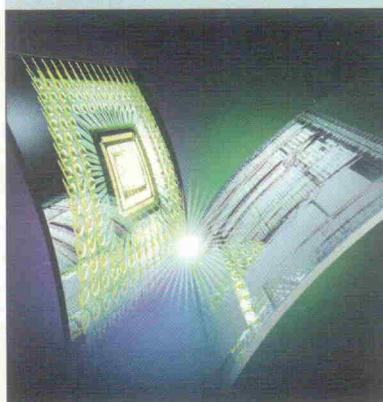
Seite 82



PreView

Zweiseiter

Treffen in einer Applikation umfangreiche Steuerungsaufgaben und reichlich digitale Signalverarbeitung aufeinander, stehen Entwickler häufig vor einem Dilemma: Sollen sie nun einen DSP einsetzen, der nebenbei die Steuerung erledigt, oder empfiehlt sich eher ein leistungsfähiger μ C, der sich zusätzlich um die Signalverarbeitung kümmert? Mit dem RISC/DSP-Kombi E1-32 stellt Hyperstone den 'Thron' zwischen diese Stühle. Einen eingehenden Blick auf die MCU und das zugehörige Development Board gewährt die PreView.



Seite 45

Entwicklung

Dickhäuter

Dank ihrer regelmäßigen Strukturen stellen Speicher-ICs das Testfeld für die Herstellungsprozesse von Halbleitern dar. Bei Hitachi gab man sich jedoch nicht mehr mit der reinen Miniaturisierung zufrieden und entwickelte prompt ein neues Speicherprinzip, das die Vorteile nichtflüchtiger EPROMs mit den Zugriffsmöglichkeiten schneller RAMs verbindet. Die sogenannten FRAMs basieren auf dem Hysterese-Effekt ferroelektrischer Halbleiterkristalle. Wie sie funktionieren und sich in Controllerschaltungen nutzen lassen, steht ab

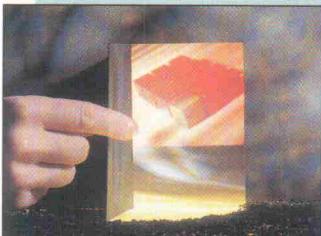
Seite 78

Projekt

Türöffner

Mit dem 68HC12 hat Motorola einen potennten Nachfolger des allgegenwärtigen HC11 geschaffen. Für Prototypenentwickler und Kleinserienhersteller gibt es jedoch ein Problem: das unhandliche 112polige PQFP-Gehäuse der neuen Serie. Der 'Türöffner' behebt dieses Übel mit einem kompakten Board im Scheckkartenformat. Hiermit ist ein 68HC812A4 nebst Minimalbeschaltung als 'Mega-IC' in Eigenentwicklungen einsetzbar. Erste Programmerschritte unterstützt dabei ein Minimal-Monitor im On-Chip-EEPROM.

Seite 40



Schwerpunkt µC

Ohne Mikrocontroller geht fast nichts mehr in der Elektronikentwicklung. Im Heft zur Embedded Systems, der Fachmesse der Controller-Branche, präsentiert ELRAD ein breites Spektrum µC-relevanter Beiträge: Ein Markt-report informiert über aktuelle 16-Bit-Controller und zugehörige Entwicklungswerzeuge (Seite 28), ein Einsteiger-Board bietet sich für Entwicklungen mit dem 68HC12 an (Seite 40), und eine PreView stellt die RISC/DSP-Kombi E1-32 vor (Seite 45). Design-Studien zur Energiemessung mit dem MSP430 (Seite 50) und zu ferroelektrischen RAMs (Seite 78) liefern schließlich Tips für aktuelle Applikationen. Wer sich zuvor über die Aussteller und das Rahmenprogramm der Embedded Systems informieren möchte, steigt ein auf

Seite 14

Inhalt 2/97

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	9
Meßtechnik	11
EDA	13
Embedded Systems '97	14
Bauelemente	16
Medien	22

Test

PreView: Ein wenig mehr ...	
Designtools für PSDs – PSDsoft Lite von WSI	24
PreView: Zweiseiter	
Entwicklungs-Kit zu hyperstones RISC/DSP-Kombiprozessor E1-32	45

Markt

Mittelklasse	
16-Bit-Mikrocontroller und Entwicklungswerzeuge	28

Projekt

Türöffner	
Scheckkartenboard und Monitor für den 68HC12	40
Test the FLASH (4)	
Fitting, Verifikation und Download	54
Digitaler Vorverstärker (3)	
Design-Studie für einen fernsteuerbaren Hifi-Vorverstärker	62

Entwicklung

Auf Touren	
µC-Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren	36
IC-Kalibrierung	
Chipdesign im Jahr 2000	48
Stromzähler	
Elektrische Leistung und Energie messen mit dem MSP430P325	50
Schaltungsentwicklung mit VHDL (4)	
Bibliotheken und Pakete	74
Dickhäuter	
Ferroelektrische RAM-Bausteine	78

Grundlagen

Stabil oder nicht stabil	
Stabilitätskriterien von OP-Schaltungen	82
Signal Processing (15)	
Digitale Signalverarbeitung: Fast Fourier Transformation	86
Die ELRAD-Laborblätter	
Analogtechnik (10): Transistorkennlinien	88

Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Radio und TV: Programmtips	20
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

DISPLAY

auf einen Blick . . .

Mobiles DOS

100%
DOS
kompatibel

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

MoDOS, Handheld-PC 1300,-

taskit

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

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

MERZ

A/D, D/A, Digital, RAM/ROM,
Multi-Seriell
PC I/O Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal 1x12Bit D/A, 16x12Bit AD, 9V, mit Software	DM 139,-
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal 1(2)x14Bit D/A, 16x14Bit A/D, 2,5/5/10V, mit Software	DM 329,-
Relais I/O Karte 16/16 16 Relais 150V/1A und 16 x Opto. Auch mit 8/8 lieferbar!	DM 249,-
8255/8253 Parallel 48 x I/O Karte 48 x I/O, 3x16Bit Counter, 16 LED, - 192 I/O auf Anfrage	DM 82,-
8255/8253 Labor I/O Karte 48 x I/O, 3x16Bit Counter, max 10MHz, Quarz, freie Adressewahl, Lochraster, alle ICs gesockelt.	DM 129,-
RS-422/485 dual Schnittstelle	DM 159,-

PC-CAN CAN-BUS ISA-Steckkarte NEU DM 439,-
Bietet die Möglichkeit, Standard- und Industrie PCs in CAN-Bus Netze zu integrieren. Die intelligente Steckkarte besitzt einen eigenen Microcontroller der INTEL 8051 Serie und bietet somit die Möglichkeit, die Kommunikation mit dem CAN-Bus selbstständig und ohne Belastung des PCs abzuwickeln.

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

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

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

SCHURTER

Bauteile für die Elektronik
Eingabesysteme nach Maß

- Folientastaturen in anspruchsvollem Design
- Vandalensichere Metallictastaturen
- Vandalensichere Piezo-Einzeltaster mit...
 - Ex-Schutz
 - Ring- bzw Punktbeleuchtung
 - Dauerfunktion

Besuchen Sie uns auf der
Embedded Systems, Halle 1, Stand K4

Schurter GmbH
Elsässerstraße 3
Postfach 1253
D-79346 Endingen

e-mail: 100710.1021@compuserve.com

Tel.: 07642-682-0

Fax: 07642-8820

http://www.schurter.de
NEU IM
INTERNET

CE-Konformitätsnachweise



BPT-ZE-024/96-00

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.
 - 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 60065 • EN 60335 • u.v.m.
 - Nationale Prüfzeichen wie UL, CSA, VDE, Semko, Demko, usw.
 - Modifikation gemäß der anzuwendenden Normen der Niederspannungsrichtlinie, Entwicklungen und Entwicklungsbegleitend 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, Prüf dauer, Entwicklung von maßgeschneiderten Prüfkonzepten usw. sprechen Sie uns an.

Obering. Berg &

Lukowiak GmbH

Löhner Straße 157

32609 Hüllhorst

05744-1337

Fax 05744-2890

messcomp
Datentechnik GmbH

Universal- & EPROM-Programmiergeräte

ALL-EP32-8B 8-fach (E)EPROMprogrammiergerät
8MBit, 32pol. DIP



ALL-07A Universalprogrammiergerät von HI-LO

Programmiert GAL, PAL, EPLD, FPL, PEEL, MACH, PIC, MPU, MCU, (E)EPROM...

Netzteil 110-240VAC, Betrieb über LPT-Schnittstelle, incl. deutschem Handbuch

Meßtechnik über wasco®-PC-Karten

ADIODA-12Bit100 16'12Bit A/D 300kHz, FIFO, PGA, 2'12Bit D/A, 24'10/ DM 1127,00

OPTOIO-16STANDARD 16'IN und 16'OUT über Optokoppler DM 425,50

MSIO-2STANDARD 2'RS232/422 Schnittstelle, FIFO, IRQ 2, 15, ... DM 213,90

WITIO-48STANDARD 48'digitale Ein/Ausgänge, 3'16Bit Timer DM 149,50

OPTORE-16STANDARD 16'IN über Optokoppler, 16'OUT über Reed-Relais DM 425,50

MSIO-1EXTENDED 1'RS232/422/485 Schnittstelle, FIFO, IRQ 2, 15 DM 213,90

Katalog 97 gratis!

GALEP-III
Pocket-Multiprogrammer

Paßt
in jede
Jacken-
tasche!



- Brennt 8-Bit und 16-Bit (E)EPROMs bis 8 MBit
- Brennt Flash-EPROMs und serielle EEPROMs
- Brennt GALs und Mikrocontroller 78xxx, 89xxx, PIC16Cxx
- Blitzschneller Datentransfer, z.B. 27C512 verify 2 Sek()
- Netzunabhängig (Wechselakkum); PC-Anschluß am Druckerport
- Liest Hex-, Jede- und binäre Dateiformate; Hex-/Fusemap-Editor
- Software läuft unter Windows 3.1 und Windows 95
- Software- & Typisten-Updates gratis per Mailbox und FTP

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

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

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

CONTEC DATENSYSTEME
GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • Tel. 0671-9252-0 • Fax 9252-33 • contec@aol.com

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

Display-Anzeigen

Unser
Anzeigenplatz
für den
„schnellen Blick-Kontakt“

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

ELRAD

Smart Radio

Zum Beitrag über das RDS-Receiver-Demoboard in Heft 1/97 erhielt die Redaktion folgende Ergänzung:

Der Artikel über das 'Smart Radio' löste eine regelrechte Anfrageflut aus. Wir freuen uns über die große Resonanz dieser Applikation und fühlen uns verpflichtet, einige Dinge nachzutragen:

Die Smart-Radio-Karte hat Philips ausschließlich zu Demonstrationszwecken entwickelt. Wir möchten zeigen, mit welch geringem Aufwand bei Anwendung handelsüblicher aktiver Bauelemente auch in störintensiver Umgebung (PC) ein sehr guter Empfang bei hohem Bedienungskomfort gewährleistet ist.

Eine Serienfertigung dieser Karte gibt es im Hause Philips bislang nicht. Vielmehr möchten wir potentielle Hersteller von PC-Equipment und Zubehör ermutigen, diese Designstudie aufzugreifen und beispielsweise in ihr System zu integrieren. Wir bitten um Verständnis, daß wir nur für derartige Zwecke – wie im Artikel richtig bemerkt – entsprechenden industriellen (OEM-)Kunden bei Bedarf Fertigungsunterlagen zur Verfügung stellen können.

Die *ELRAD*-Leser dürfen mit Spannung die neue Multimedia-Karte eines namhaften deutschen Herstellers erwarten, die zur CeBIT 97 vorgestellt wird. Dieses Board beinhaltet unter anderem auch den Funktionsumfang des Smart Radio.

Philips Semiconductors

0 40/23 53 6-3 00

Nach der bestätigten Mitteilung eines Lesers handelt es sich um die Firma TerraTEC. Ein Besuch auf deren CeBIT-Stand dürfte sich also für alle Smart-Radio-Interessenten lohnen.

Grijner Wahn?

Auf das Editorial in Heft 1/97 erreichte uns folgender Kommentar:

Schön, das Vorwort. Endlich mal einer, der sich traut! Ich habe sehr gelacht. Eigentlich hätte es mir aber im Hals stecken bleiben müssen...

Aber auf der anderen Seite: Eigentlich ist es doch auch ganz schön, wenn es den Deutschen so gut geht, daß sie nur solche

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

Probleme haben. Sicher wären 90% der Weltbevölkerung froh über derartige Lappalien. Also läßt uns hoffen, daß es nicht irgendwann zu spät ist und wir hier im Jahre 2007 alle nur noch Kartoffeln anbauen. 

Albrecht Ihlenfeld

Kit-Übersicht

Zur Antwort unseres Autoren Andreas R. Bayer in Heft 12/96 auf die Anfrage von Carsten Petsch zu DSP-Starterkits ging folgender Nachtrag ein:

Aktuell gibt es von Texas Instruments (TI) DSP-Starterkits mit dem TMS320C3x (Fließ-

komma), C2x und C5x (beide Festkomma). Zusätzlich steht ein Teaching-Kit für den C5x zur Verfügung, das neben dem Starterkit Unterrichtsmaterial und einführende Literatur in die digitale Signalverarbeitung enthält.

Hilfestellung auch Literatur und Bauteilmuster bestellen. Des Weiteren finden Sie Produktübersichten, Datenbücher und Applikationsberichte auf der Internet-Homepage <http://www.ti.com/>.

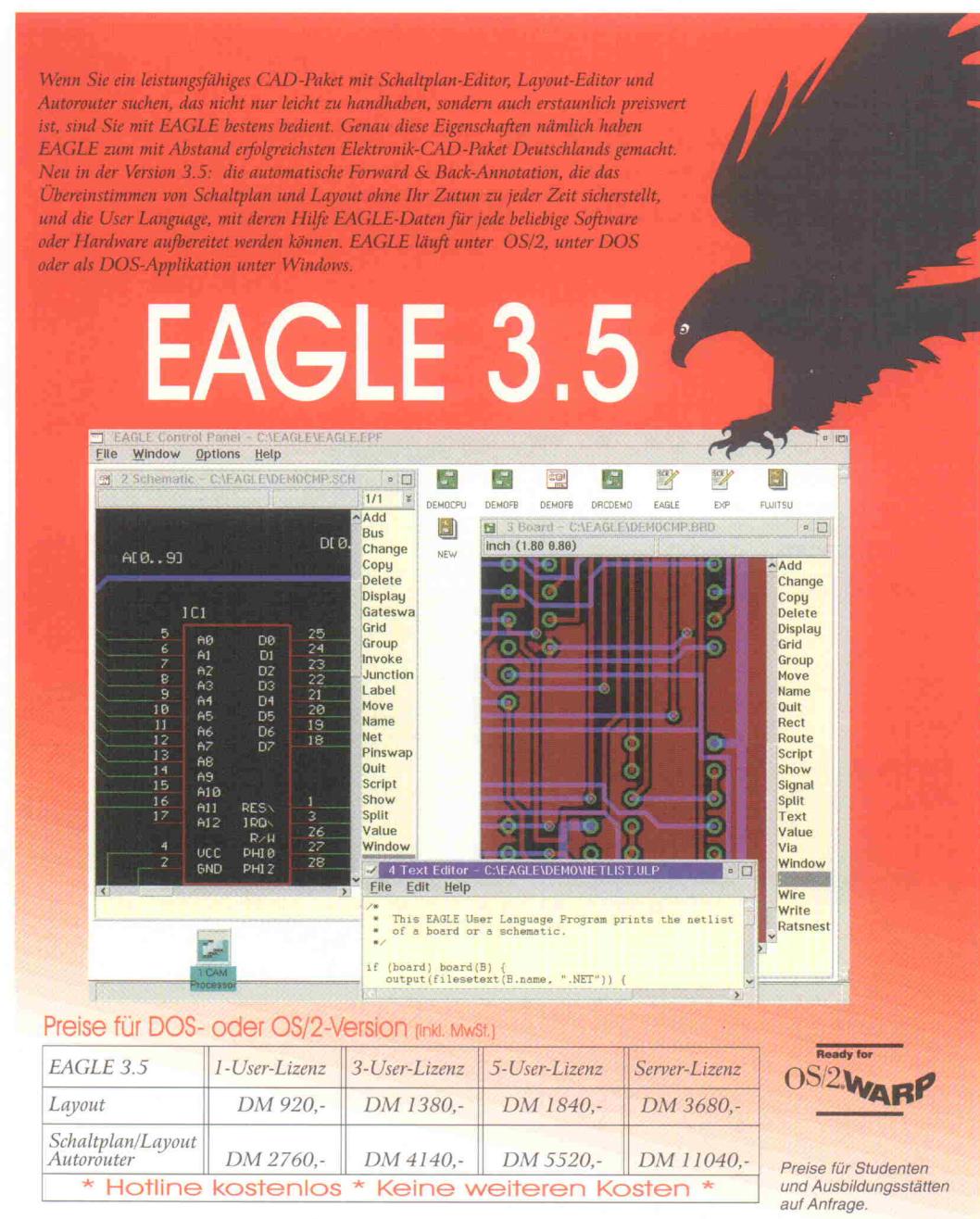
David Mauro

Europäisches Produkt-Infor-
mationszentrum

Bindeglied vermisst?

Aus technischen Gründen muß der für dieses Heft angekündigte Report über Tastköpfe leider auf eine der kommenden Ausgaben verschoben werden.

Briefe



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

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



CadSoft Computer GmbH
Hofmark 2, 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>

Firmenschriften und Kataloge

Elektromagnetische Exkursion

Einen Exkurs in die Elektromagnetische Verträglichkeit veranstaltet RS-Components in der aktuellen Ausgabe ihrer Magazinreihe. Das 16seitige Heft bietet einen kompakten Überblick zu Fragen der EMV: Informationen über gesetzliche Bestimmungen, EMV-Bauelemente, Maßnahmen gegen Störemissionen und für höhere Störfestigkeit, praktische Tips sowie eine Auswahl von Fachbüchern.

Die exkuRS-Reihe ist ein Service für Kunden, kann aber auch sonst von jedermann kostenlos angefordert werden. Mit den ansprechend aufgemachten Broschüren möchte der Distributor nicht nur Bauelemente an den Kunden bringen, sondern auch Basiswissen vermitteln. Bislang sind in dieser Reihe Hefte zu den Themen Steckverbinder, Datenkommunikation, Meßtechnik, Spannungsversorgung und Sensoren erschienen.

RS Components GmbH
Postfach 1365
64528 Mörfelden-Walldorf
0 61 05/4 01-234
0 61 05/4 01-100



Virtuelle Instrumente

National Instruments präsentiert im 97er 'Instrumentation Reference and Catalogue' auf knapp 700 Seiten über 500 Hard- und Softwareprodukte für Meß-, Prüf- und Automatisierungstechnik auf PC-Basis. Tutorials über Datenerfassung, GPIB, VXI und Industrieautomatisierung erleichtern die Zusammenstellung von virtuellen Instrumentierungssystemen. Zu den wichtigsten Produktneuheiten zählt National Instruments die objektorientierte MMI/SCADA-Software Lookout, die Automatisierungs-Software BridgeVIEW, neue VXI-DAQ Instrumentenmodule, die Bildverarbeitungssoftware IMAQ-Vision sowie eine Frame-Grabber-Karte. Der Katalog ist kostenlos unter der Bestellnummer PN 350034C-01 erhältlich.



National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Straße 79
81366 München
0 89/74 13 13-0
0 89/7 14 60 35
info@natinst.com
http://www.natinst.com/

Schnelle Auswahl

Mit dem 'Quick Selection Guide '97' will Datel seinen Kunden einen schnellen Überblick in den Produktbereichen digitale Einbaumeßgeräte, DC/DC-Wandler, A/D- und D/A-Bauteile sowie Analog-Ein/Ausgabekarten verschaffen. Detaillierte Auswahltabellen sowie Gehäuse- und Maßangaben sollen die Auswahl erleichtern. Eine Auflistung der verfügbaren Produktliteratur und Applikationshinweise runden die Kurzinformation ab. Katalog und Datenblätter sind kostenlos erhältlich bei:

Datel GmbH
Postfach 15 08 26
80045 München
0 89/54 43 34-0
0 89/53 63 37



aktuell

Aktiv, passiv, elektromechanisch

Die neue Produktübersicht 'Highlights '97' des Distributors Rutronik stellt ein breites Spektrum aktiver, passiver und elektromechanischer Bauelemente vor. Im Angebot findet sich alles, was das Entwicklerherz höher schlagen lässt: Neben einfachem 'Laborfutter' auch Mikrocontroller, Analog- und Logik-ICs, Optoelektronik, Displays und Systemkomponenten. Die Übersicht kann per Fax kostenlos angefordert werden.



Rutronik Elektronik
Vertriebs GmbH
Industriestraße 2
75228 Ispringen
0 72 31/8 01-0
0 72 31/8 22 82

Tasten und Schalten

C&K Components stellt den neuen Schalter-Kurzformkatalog von Clayton/Unimax vor. Die Übersicht bietet auf 40 Seiten Informationen über Schließ-, Dreh-, Nocken-, Schiebe- und Wippenschalter sowie Taster und Schalter mit Schnappfunktion. Ein Großteil der Schalter für Netz/Leistungsapplikationen hat UL- und CSA-Zulassung; auf Wunsch auch VDE-Zulassung. Leistungsdaten, Materialangaben und elektrische Werte komplettieren die kostenlos erhältliche Broschüre.

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

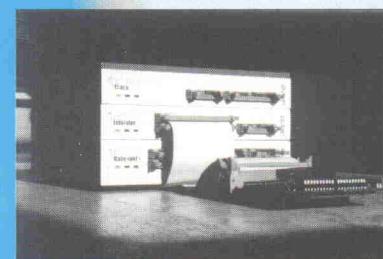
Viele Prozessoren
=
Viele Emulatoren
+
Viele Debugger?

Nein!

Einer für alle!

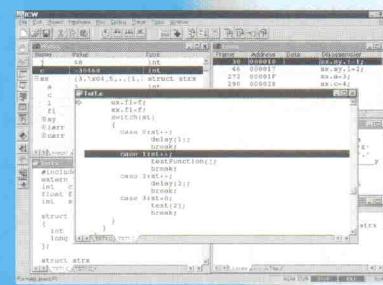
Ja!

Embedded Systems '97
19.-21. Februar 1997 Düsseldorf-Benrath
Halle 1 - Stand B6



iC2000

PowerEmulator
für 8-, 16- und 32-Bit!



winIDEA

Die ultimative
Integrierte 8/16/32-Bit
Entwicklungsumgebung

ISYSTEM

THE TOOL COMPANY

ISYSTEM GmbH
Einsteinstr. 5 - D-85221 Dachau
Tel: (08131)25083 - Fax: 14024
E-Mail: sales@isystem.com
http://www.isystem.com/de

Geschützte Hall-Sonde

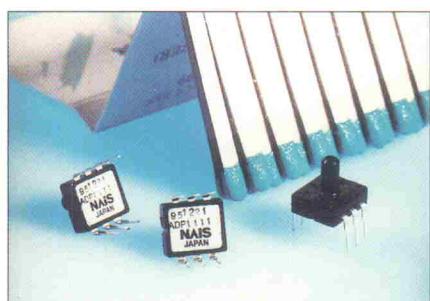
Allegro MicroSystems hat mit dem A3195 einen neuen Hall-effektsensor mit Impulsausgang im Programm. Der Aufnehmer gestattet die Bestimmung von Position und Geschwindigkeit in Abhängigkeit von einem magnetischen Feld, beispielsweise für Messungen an bewegten Maschinenteilen. Der A3195 verdaut als Betriebsspannung 3,8 V...26 V. Dabei ist er gegen Spannungs-rückwirkungen der Versorgung bis -30 V dauerhaft immun. Kurze Störspitzen dürfen sogar

zwischen -100 V und +115 V auftreten. Neben der Hallsonde und einem Spannungsregler sind ein temperaturkompensierte Komparator und ein gepufferter 25-mA-Ausgangstreiber für kapazitive Lasten im IC integriert. Der A3195 arbeitet bei Temperaturen von -40°C bis +150°C.

Allegro MicroSystems Europe Ltd.
Balfour House, Churchfield Road
Walton-on-Thames
Surrey, KT12 2TD, England
☎ +44-19 32/2 53-3 55
fax +44-19 32/2 46-6 22

Piezo in DIL

Unter der Bezeichnung ADP rangiert eine Reihe piezoresistiver Drucksensoren von Matsushita. Die Aufnehmer sind in zehn Varianten für Bereiche von 4,9 kPa bis 980 kPa erhältlich. Sie werden in kompakten 6-Pin-DIL-Gehäusen geliefert und enthalten eine Siliziummembran, auf der vier piezoelektrische Widerstände als Dehnungsmeßstreifen in einer Wheatstone-Brücke zusammengeschaltet sind. Daraus ergeben sich geringe Linearitätsfehler zwischen 0,3 % und 0,6 % vom Endwert. Für den jeweiligen Druckbereich

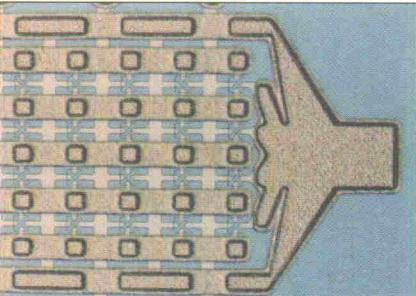


wird eine analoge Spannung zwischen 0 V und 100 mV ausgegeben. Die Stromaufnahme beträgt 1,5 mA, und die zulässige Arbeitstemperatur reicht von -20 °C bis 100 °C.

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

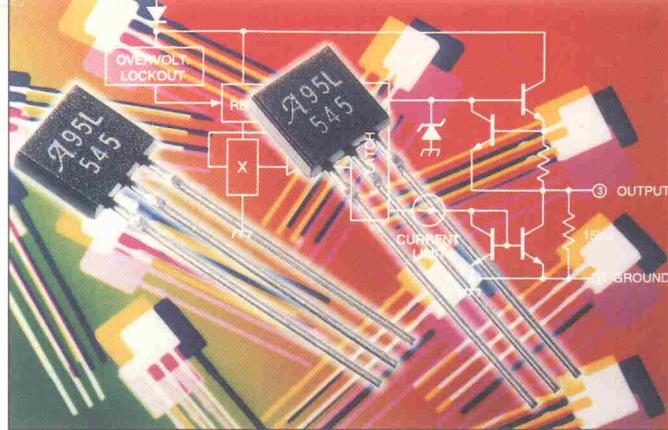
Optische Mikrozellen

Einen Fotodetektor mit mikroskopischen Abmessungen hat die Daimler-Benz-Forschung vorgestellt. Der Fotodetektor basiert auf einer Gallium-Arsenid-Struktur mit einzelnen, flächig angeordneten Fotozellen im Größenbereich von einem Mikrometer. Die Zellen sind in Form kleinster, leitfähiger Kanäle realisiert und leitend miteinander verbunden.



Einfallendes Licht beeinflußt den Stromdurchgang durch die engen Kanäle, was sich für einen Bildsensor mit hoher interner Verstärkung ausnutzen lässt. Die geringe Strukturgröße der einzelnen Fotozellen verspricht diverse Anwendungsmöglichkeiten, zum Beispiel als Pixelarray für die optische Datenerfassung. Durch seitliche Geometrieveränderungen lässt sich auch leicht die Detektorcharakteristik einzelner Fotozellen beeinflussen. Zudem soll sich das neue Bauelement problemlos herstellen lassen.

Daimler-Benz AG
Unternehmenskommunikation
Herr B. Jänisch
Eppelerstraße 225
70546 Stuttgart
☎ 07 11/7-9 43 65
fax http://www.daimler-benz.com/research/news_g.htm



Programmierbarer Thermostat

Als Ergänzung der hauseigenen Palette digitaler Temperatursensoren bietet National Semiconductor den neuen LM56 an. Der Sensor arbeitet mit Betriebsspannungen ab 2,7 V bis hoch zu 10 V. Bei spezifizierten Maximalabweichungen von 3% lassen sich Temperaturen im Bereich von -40°C bis +125°C erfassen. Zwischen 25°C und 85°C beträgt der maximale Meßfehler lediglich 2 %. Bei 2,7-V-Versorgung begnügt sich der LM56 mit einer Ruhestromaufnahme von 230 µA. Im Mini-SO8-Gehäuse des IC sind neben dem Halbleitersensor unter anderem zwei Komparatoren und eine Referenzspannungsquelle un-

tergebracht. Diese ermöglicht es, den LM56 ohne nennenswerte Außenbeschaltung direkt als programmierbaren Thermostat einzusetzen, zum Beispiel für die Überwachung von Elektrogeräten. Der Chip stellt dafür zwei Digitalausgänge bereit, deren Zustand sich mit einer Hysteresis von ±5°C bei Erreichen einer programmierten Schwellentemperatur ändert. Zusätzlich bietet sich auch ein linearisiertes Analogsignal mit 6,25 mV/°C an.

National Semiconductor
Livr-Gargan-Straße 10
82256 Fürstenfeldbruck
☎ 01 80/5 30 85 85
fax 01 80/5 30 85 86
(Europ. Support Center)
http://www.national.com/

Real-Time Multitasking Tools für Embedded Systems und DOS

RTKernel

Leistungsfähiges Echtzeit-Multitasking System für DOS und 16-Bit Embedded Systems
Für Borland C/C++, Microsoft C/C++ und Borland Pascal.
Preis: DM 920 Source: + DM 805



RTTarget-32

Cross Development System für 32-bit Embedded Systems
Unterstützt Intel 386 und höher, ab 16k RAM/ROM.
Für Borland C/C++, Microsoft C/C++ und Watcom C/C++.
Preis: DM 2875 Source: + DM 1725



RTKernel-32

Leistungsfähiges Echtzeit-Multitasking System für 32-bit Embedded Systems
Unterstützt Intel 386 und höher.
Für Borland C/C++, Microsoft C/C++ und Watcom C/C++.
Preis: DM 3335 Source: + DM 2760



On Time Informatik GmbH

Hofweg 49
22085 Hamburg
Telefon 040 / 227 94 05
Telefax 040 / 227 92 63
email 102212.3101@compuserve.com



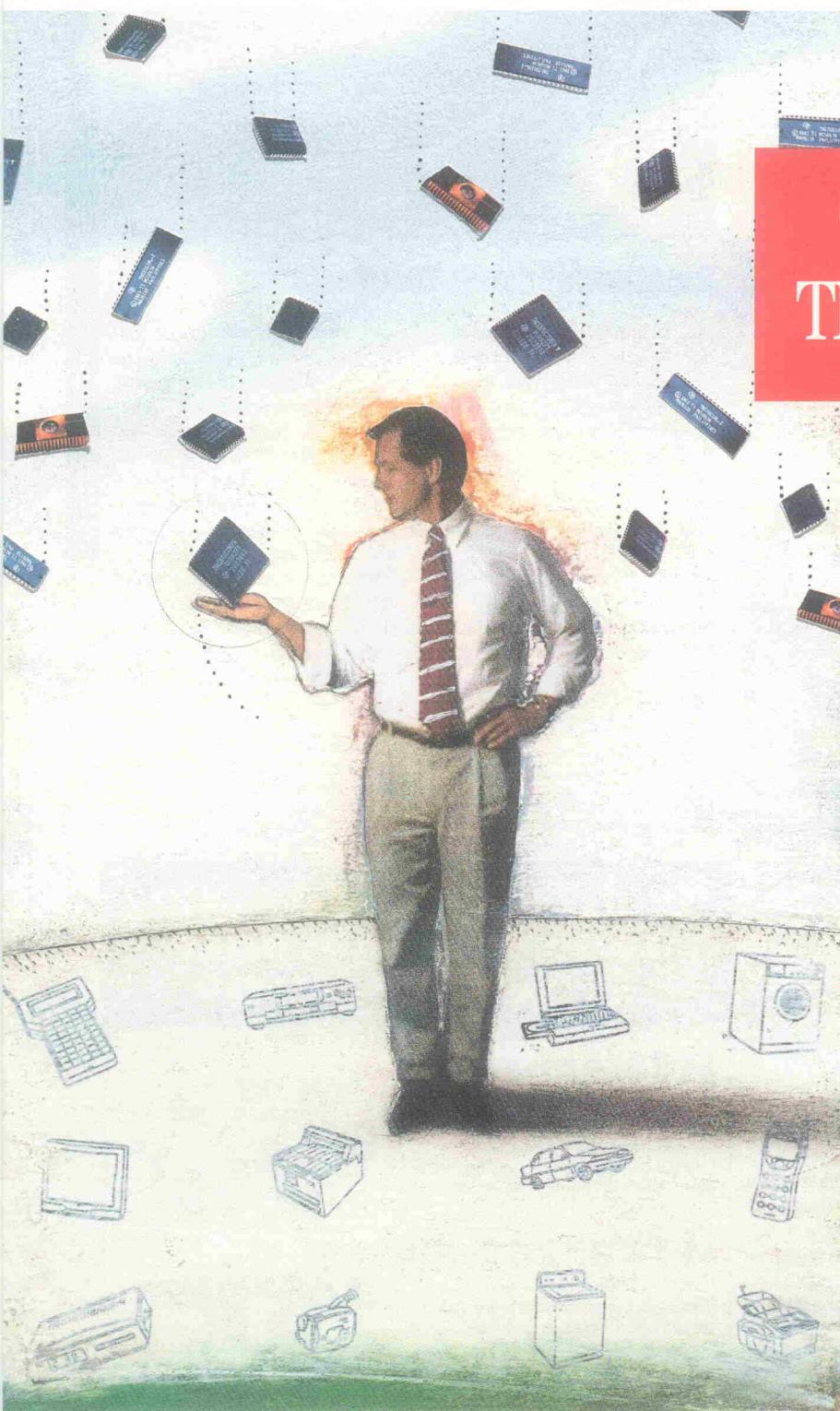
Keine Laufzeit-Lizenzzubehör!
Kostenlose Info/Demo!
http://www.on-time.com

On Time

INFORMATIK GMBH

ECHTZEIT- UND SYSTEMSOFTWARE

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



73 neue Optionen für TI 8-Bit-Mikrocontroller.

Gemeinsame Funktionen der 135 Mikrocontroller der Familie TMS370

- Integriertes EEPROM-Modul mit Schutzfunktionen und hoher Lebensdauer.
- A/D-Wandler mit bis zu 15 ratiometrischen Eingangskanälen für hohe Meßqualität.
- Systemintegrität: Watchdog-Funktion, Privilege-Modus und Oszillator-Überwachungsschaltung.
- Robuste Ein- und Ausgänge: Schmitt-Trigger-Klemmschaltung an allen Eingängen.
- Bis zu drei 16-Bit-Timer/Zähler mit PWM-Generator.
- Schutz gegen elektrostatische Entladungen: über 2 kV an allen Eingängen.
- C-Compiler der Spitzenklasse und einzigartiger kostengünstiger Echtzeitemulator zur Unterstützung aller TMS370-Typen.



Noch schneller auf dem Markt mit Express Delivery*: TI bietet zwei Wochen Lieferzeit für zahlreiche OTPs und Entwicklungstools.



Besuchen Sie uns vom 19.-21. Februar
auf der Embedded Systems '97
in Stuttgart-Sindelfingen, Stand-Nr. I1.

AUF ZU NEUEN ZIELEN®

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Mit 73 neuen Optionen für die erweiterte TMS370-Produktfamilie bietet TI nun insgesamt 135 neue Bausteine. Sie haben die Wahl zwischen 13 Produkttypen mit kostengünstigen ROM-, OTP- und UV-löschbaren 8-Bit-Lösungen für erfolgreiche Designs. Darüber hinaus unterstützt TI alle Bausteine mit detaillierter Dokumentation, einer Hot-Line, einer Entwicklungsumgebung unter Windows™ und einem dichten europäischen Vertriebsnetz.

* Bei Lieferung bis zu 100 Stück der TMS370-OTP-Versionen ab Auftragseingang. Diese Lieferzeiten garantieren zum TI-Distributor und Direktkunden. Die Lieferung vom Distributor zum Kunden unterliegt den jeweiligen Lieferbedingungen. Dieses Angebot gilt für Europa bis 31.12.1996.

TM "Auf zu neuen Zielen" ist ein Warenzeichen von Texas Instruments Incorporated.

Windows ist ein Warenzeichen der Microsoft Corporation.

© 1997 TI

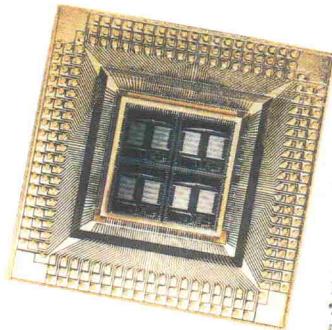
08-1880G
SPN071ER706R

Parasitenschreck

Zwei Tools zur Extraktion und Analyse parasitärer Effekte in Deep-Sub-micron-ICs stellt Cadence Design Systems vor. Vampire RCX und ConCIce ermöglichen die Timing-Verifikation kompletter Chips. Hierbei kommt ein grafisches Verfahren zur Erkennung und Analyse von potentiell problematischen Netzen zum Einsatz. Da eine Extraktion bestimmter Netze bei Strukturbreiten von $0,35\text{ }\mu\text{m}$ und kleiner für die Beurteilung des Gesamtverhaltens eines Chips nicht mehr ausreicht, untersucht Vampire RCX das gesamte IC auf parasitäre Effekte. ConCIce unterstützt dieses durch die Reduktion der extrahierten Full-Chip-Datensätze. Dabei werden beispielsweise

Wärmefestes BGA

Kaum beginnen sich Ball-Grid-Array-Gehäuse auf breiterer Ebene durchzusetzen, steht schon der Nachfolger bereit. Unter dem Namen PSGA (Polymer Stud Grid Array) hat die Firma IEC in Zusammenarbeit mit Siemens ein neues IC-Gehäuse mit besonders kleinen Abmessungen entwickelt. Es ist kompatibel zu herkömmlichen SMT-Gehäusen, bietet jedoch ein besseres thermisches Verhalten. Das PSGA-Gehäuse besteht aus einem Polymerkörper mit einer Aussparung zur Montage des Chips und ist mit Polymerzapfen zur Gehäusemontage auf der Leiterplatte ausgestattet. Die Herstellung in CIMID-Technologie (Chip in Moulded Interconnect Device) verspricht durch eine Reduzierung der notwendigen Fertigungsschritte eine kostengünstige Produktion. Da sich der Chip in einer Aussparung des PSGA-Gehäuses befindet, lassen sich extrem flache Bausteine (typisch 1,5 bis 2 mm) herstellen. Ein PSGA mit 232 Anschlüssen ist $25 \times 25 \text{ mm}^2$ groß, wobei der Chip in einer Aussparung von $11 \times 11 \text{ mm}^2$ residiert. Ein solches Gehäuse lässt sich laut IMEC leicht auf eine doppelseitige Leiterplatte mit 550 μm großen Lötpunkten montieren.



IMEC vzw
Kapeldreef 75
B-3001 Leuven
00 32/16/28 12 11
00 32/16/22 94 00



RC-Netzwerke um bis zu 90 Prozent bei einer Genauigkeit von einem Prozent des Originalnetzwerkes minimiert. Beide Tools sind für Unix-Workstations ab sofort erhältlich.

Cadence Design Systems GmbH
Richard-Reitzner-Allee 8
85540 Haar
☎ 0 89/45 63-0
📠 0 89/45 63 18 00

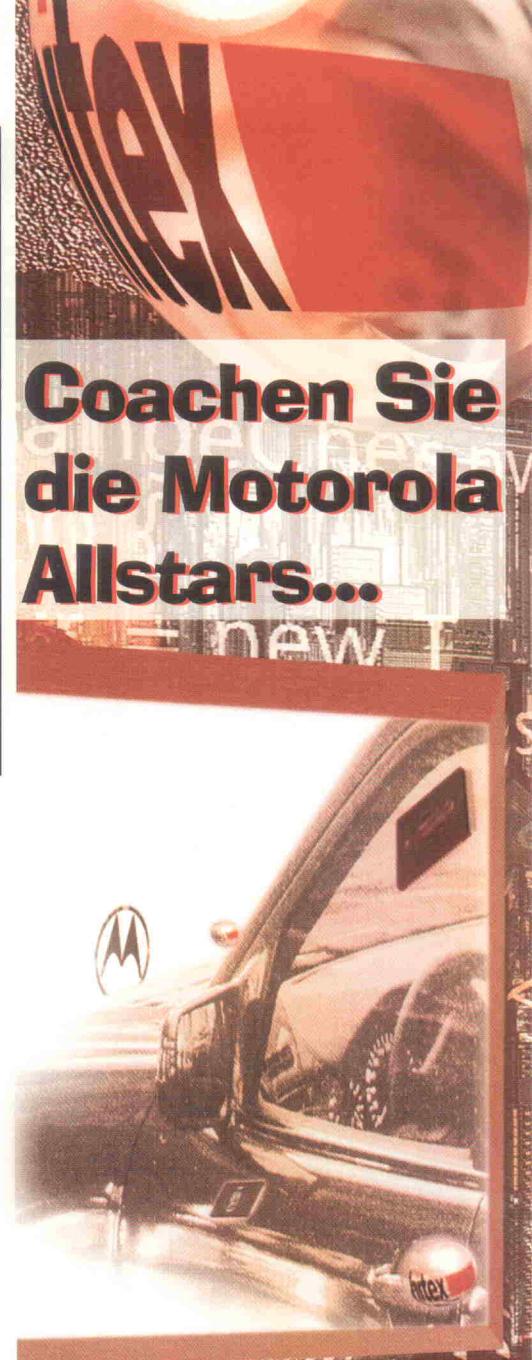
Cool entwickeln

Die Firma Philips Semiconductors stellt für ihre CoolRunner CPLDs jetzt ein eigenständiges Entwicklungstool zur Verfügung. Das

XPLA-Designer unterstützt die Eingabe, die Synthese, das Fitten und die Simulation von Schaltungsentwürfen. Die Designingabe basiert auf der Philips Hardware Description Language und kann per Boolescher Algebra, Wahrheitstabellen oder State Machines erfolgen. Der grafische Waveform-Editor erlaubt neben einer interaktiven Analyse die Generierung von Simulationsskripts für komplexere Schaltungen. Für den kompletten Boardtest erzeugt der XPLA-Designer zudem VHDL- und Verilog-Timingmodelle. Die Software läuft auf dem PC unter Windows 3.1x oder Windows 95.

Philips Semiconductors
Hammerbrookstraße 69
20097 Hamburg
☎ 0 40/2 35 36-3 00
📠 0 40/2 35 36-3 00

... die PLD-Devison von AMD, 81671 München, hat nach langem Ringen nun doch einen eigenen Namen bekommen: **Vantis Corporation** heißt das, ab sofort eigenständige Unternehmen ... Das Toolset Accolade zur VHDL-Erfassung, Synthese und Simulation von PLD-Designs hat die **Infratech Vertriebs GmbH**, 22559 Hamburg, in ihr Programm aufgenommen ... Umgezogen ist die **Lattice GmbH**. Die neue Adresse lautet: Einsteinstraße 10 in 85716 Unterschleißheim ... Um der steigenden Nachfrage nach DSP-Funktionen gerecht werden zu können, hat **Xilinx**, 85609 Aschheim, einen eigenen DSP-Geschäftsbereich gegründet ...



Development Tools der S-Klasse* von Hitex...

HC05, 08, 11, 683xx – alle in den Griff bekommen!

Embedded Controller von Motorola der 8-, 16- und 32-Bit-Klasse coachen Sie am besten mit unseren Entwicklungswerkzeugen der Spitzensklasse: vom BDM-Debugger bis zum High-End-In-Circuit Emulator mit allem drum und dran und vor allem drin! Wenn Sie an Komplettlösungen interessiert sind, kommen Sie an Hitex nicht vorbei!

* S-Klasse = Spaltenklasse; wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, fordern Sie Informationen an!

internet <http://www.hitex.de>
fon 0721/9628-270, fax (...) -149
e-mail Team.68k@hitex.de



hitex DEVELOPMENT TOOLS

Gebrauchte neuwertige Meßgeräte

PHILIPS PM 3094



200 MHz; 4-Kanal Analogosiloskop
1% Amplituden- u. Zeitgenauigkeit, Autoset, Cursormessungen mit numerischer Meßwertanzeige, Handbücher, 2 Tastköpfe

DM 4.350,-

PHILIPS PM 3295 350 MHz; 2-Kanal Analogosiloskop

DM 3.900,-

PHILIPS PM 3320 200 MHz; 250 MS/s; 2-Kanal Digitalosiloskop

DM 4.600,-

PHILIPS PM 105 100 MHz; 2-Kanal SCOPE Meter (Digital)

DM 3.500,-

TEKTRONIX 2245A



100 MHz; 4-Kanal Analogosiloskop
Autoset, Trakingcursor, Voltmeter und Counter/Timer Funktion, numerische und Meßwertanzeige, TV-Trigger, Handbuch, 2 Tastköpfe

DM 3.300,-

TEKTRONIX 2465A 350 MHz; 4-Kanal Analogosiloskop

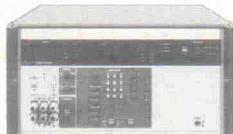
DM 7.400,-

TEKTRONIX A6302 Stromzange mit AM503 Stromzangenverstärker und TMS501 Netzteil

DM 3.450,-

Wir haben eine große Auswahl an Aktiven und Passiven Tastköpfen aller namhaften Hersteller wie Tektronix, Hewlett Packard, Philips etc.

FLUKE 5100 B



der bekannteste Multifunktionskalibrator für Multimeter bis 4 1/2 digits. 5 Funktionen, Gleich- u. Wechselspannung/- Strom, Widerstand, IEEE-488 Schnittstelle

DM 11.500,-

FLUKE 5200 A AC Calibrator

DM 2.900,-

FLUKE 5205 A Power Amplifier

DM 4.500,-

ROHDE & SCHWARZ FSA



Spectrum Analyzer 100 Hz - 1.8 GHz
Auflösung: 1 Hz, eine außergewöhnlich gute Empfindlichkeit, großer Dynamikbereich und geringes Phasenrauschen
zeichnen das Gerät aus.
Opt. Rauschmessung

DM 23.500,-

WANDEL & GOLTERMANN PCM 4



Meßautomat für PCM-Kanäle
Meßmöglichkeiten A-A, A-D, D-A u. D-D nach CCITT. Bitfehler u. Gruppenlaufzeitmessungen, digitale Signalverarbeitung = hohe Meßgeschwindigkeit, viele Opt. sowie
englische Version lieferbar

DM 25.900,-

HTB ELEKTRONIK, Ennen

Alter Apeler Weg 5
27619 Schiffdorf
Tel.: 0 47 06/70 44
Fax: 0 47 06/70 49

Embedded - Überblick

Erst zum zweiten Mal trifft sich die 'Embedded Welt' vom 19. bis 21. Februar in Sindelfingen, dennoch ist die Messehalle ausgebucht. Der Veranstalter, Ludwig Drebinger, kann sich über ein Flächenwachstum um die Hälfte sowie 60% mehr Aussteller - jetzt gut 160 Firmen plus Unteraussteller - als bei der Premiere vor einem Jahr freuen.

Damit hat sich die Embedded Systems innerhalb kürzester Zeit als die hiesige Messe für Entwickler von Mikrocontroller- und DSP-Anwendungen etabliert, man vermisst kaum einen der bedeutenden Namen - und Interessenten für das nächste Jahr könnte es passieren, daß sie auf einer Warteliste landen.

Besucher finden das ganze Spektrum an Hard- und Software: angefangen beim 4-Bit-Mikrocontroller über In-Circuit-Emulatoren, Assembler, Hochsprachen-Entwicklungs-umgebungen, Echtzeitbetriebsysteme bis zu CASE-Tools - allem, was der Entwickler zum Entwurf und der Inbetriebnahme von Anwendungen jeder Größe benötigt.

das Kongreßprogramm zum Abruf bereit. Außerdem finden Sie eine 'virtuelle' Gastkarte, die zum Eintritt berechtigt: Drucken Sie sie einfach aus, wenn sich bereits jemand die diesem Heft beiliegende Eintrittskarte gesichert hat.

Kongreßrahmen

Während der Ausstellung findet parallel der Kongreß 'Embedded Intelligence' statt. Insgesamt elf Kurse behandeln Themen von 'Grundlagen' bis 'Hard- und Software-Tools' (siehe nebenstehende Tabelle). Die Teilnehmergebühr der einzelnen Kurse liegt zwischen 99 und 280 Mark (K3 und K11: 99 DM; K2, K6...9: 160 DM; K4, K5 und K10: 190 DM und K1: 280 DM; Verpflegung teils

aktuell

Ausstellerliste

3SOFT GmbH
A.S.E.
Ahlers EDV Systeme GmbH
AK Elektronik Vertriebs GmbH
Altera GmbH
AMD
Analog Devices
Applied Microsystems GmbH
Arizona Microchip Technology GmbH
ARS Software GmbH
AT-Fachverlag AG
AVI-Verlag
Baudisch Electronic GmbH
Beacon Development Tools Corp.
becom Software GmbH
Berner & Mattner GmbH
BSO/Tasking, Inc.
C.E.D. Ditzronic GmbH
CAD-UL GmbH
CC&I Computer Communication & Interface GmbH
Ceibo Entwicklungssysteme GmbH
Centralp Automatismus GmbH
COSMIC Software GmbH i.G.
Cyclone Microsystems
DATA I/O GmbH
Dr. Krohn & Stiller Vertriebs GmbH
Dr. Rudolf Keil GmbH
DDC-I A/S
Digital - Logic AG
Diessner Datentechnik
dli digital logic instruments gmbh
Dlouhy Elektronik
dSPace GmbH
EBV Elektronik
Electronic Tools
Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
ELNEC
ELRAD
ELTEC Electronic GmbH
ELZET 80 Mikrocomp. GmbH & Co KG
Embedded Performance, Inc. (EPI)
EMK Elektronik GmbH
Enea OSE Systems GmbH
Epsilon GmbH
EPSON Europe Electronics GmbH
EST Embedded Support Tools Corp.
EST Corp. Europe
eSYS Embedded Systems GmbH
ETAS GmbH & Co.KG
Farnell Electronic Services GmbH
FORCE Computers GmbH
Forth Engineering
FS Forth-Systeme GmbH
Franzis" Verlag GmbH
Future Electronics Deutschland GmbH
Galileo Technology Inc.
GBM Ges. für Bildanalyse und
Meßwerterfassung mbH
GEMAC Ges. für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH
GLYN GmbH & Co. KG
gsh-Systemtechnik GmbH
HighTec EDV-Systeme GmbH
HILF! GmbH
HITACHI Europe GmbH
Hitex Systementwicklung GmbH
HIWARE
HSP GmbH
Hüthig Fachverlage
HWU-Elektronik GmbH
hyperstone electronics GmbH
IAR Systems GmbH
IBDS GmbH
IDT
IMS - Inst. für Mikroelek. Stuttgart
Ing.-Büro Andreas Bayer
Ingenieurbüro Dr. Kaneff
Intel Semiconductor GmbH
Intermetrics Microsystems Software
iSYSTEM
JANZ Computer AG
JUMP Computertechnik
KEIL Elektronik GmbH
Kontron Elektronik GmbH
Lascal Electronics P & V GmbH
Lauterbach Datentechnik GmbH
Lippert Automatisierungstechnik GmbH
Logic Technology
Loughborough Sound Images PLC
MagnaMedia Verlag AG
MAZE-T GmbH Thüringen
MCT Paul & Scherer GmbH
Meilhaus Electronic
MEN Mikro Elektronik GmbH
Microsys Electronics GmbH
Microtec
Microtek International, Inc.
Microware Systems Corporation
Mitsubishi Electric Europe GmbH
Mixed Mode ASIC-Design GmbH
Motorola GmbH
N.A.T. GmbH
National Semiconductor GmbH
NEC Electronics Europe GmbH
nbn Systemkomponenten GmbH
Nohau Elektronik GmbH
OMC GmbH
On Time Informatik GmbH
or Industrial Computers GmbH
Pentica Systems GmbH
PEP Modular Computers GmbH
perimos
Philips Semiconductors
PHYTEC Meßtechnik GmbH
pls GmbH
PLX Technology
port GmbH
precise / MQX
QNX Software Systems Ltd.
RadiSys GmbH
Raisonance S.A.
Reichmann Microcomputer GmbH
REIN Components GmbH
ROTH Hardware + Software
S&P Media GmbH
Scantec Vertriebs-GmbH
Scientific Computers GmbH
SDS Software Development Systems
SEI Deutschland
SGS-Thomson Microelectronics GmbH
Siemens AG
SOFTAID
SOFTEC
Sonitech International Inc.
SORCUS Computer GmbH
Steinhoff Aut.- & Feldbus-Systeme
SUN Microelectronics
SW Datentechnik GmbH
SYNATRON GmbH
SYSGO Real-Time-Solutions GmbH
SYSLOGIC Datentechnik GmbH
Systrix Computersysteme GmbH
Tasking GmbH
taskit Rechnertechnik GmbH
TechCom
Tekelec Airtronic GmbH
Tektronix GmbH
TeleLOGIC Malmö AB
TEMIC
Texas Instruments
Topas Electronic
Toshiba
Vogel Verlag & Co. KG
Whyron GmbH
Wind River Systems
WSI - WaferScale Integration
XiSys Software GmbH
ZILOG Europe

Stand: Januar 97

extra). Auf besonderes Interesse werden erfahrungsgemäß die Beiträge über Vernetzung und Internet-Anbindung sowie EMV von Mikrocontrollern stoßen. Eine frühzeitige Anmeldung empfiehlt sich daher,

sie ist aber auch auf der Messe selbst noch möglich.

Weitere Informationen zur Veranstaltung gibt der Ausrichter:

Ludwig Drebinger GmbH
0 89/38 30 72 70
0 89/9 33 27 61

Anmeldungen zum Kongreß oder Anfragen können bis zur Veranstaltung über folgende Telefon- und Fax-Nummern erfolgen:

0 89/46 13-6 29
0 89/46 13-1 39

Embedded Intelligence, das Kongreßprogramm

Mittwoch, 19. Februar

Kurs 1: Mikrocontroller-Grundlagen

09:00 Seminar für µC-Einsteiger am Beispiel des MC68HC11, Prof. M. Sturm, HTWK, Leipzig

Kurs 2: Aktuelle Controllerbausteine

09:00 Intelligentes Powermanagement für die neuen C16X-Controller, Siemens

09:30 8-Bit-Controller mit A/D-Wandler für die Batterieladung, Volker Soffel, National Semiconductor

10:30 Flash-Speicher in 8-, 16- und 32-Bit-Controllern, Hitachi

11:00 HC12: Architekturmerkmale und Baustein-Roadmap, Motorola

11:30 HC12-Entwicklungsboard und -Software, O. Thamm, MCT Leipzig

11:45 DSP-Controller TMS320F240, Michel Platnic, Texas Instruments

Kurs 3: Hardware-Software-Integration bei High-End-Anwendungen

13:30 Welche reellen Vorteile bietet C++ für Echtzeitsysteme?

14:40 Prozessorvielfalt: Wie ein Emulator sechs Versionen des 68302 unterstützt

15:00 Kaffeepause mit Vorführung von PPC860-Lösungen

15:30 Fallstudie: Programmierung einer Telecom Switching Platform mittels Embedded Call Processing

16:40 Lösungsvorschlag: Fortschritte bei der Adaption komplexer Gehäuseformen von ASICs und Prozessoren

Donnerstag, 20. Februar

Kurs 4: Das Internet erobert Embedded Systeme

09:00 Voraussetzungen für die Internetfähigkeit von Embedded Systemen, C. Marscholik, Wind River Systems

09:45 Neue Wege für Service: Konfigurieren und Warten über die Homepage Ihrer Applikation mit dem Netscape-Browser, P. Kraus, 3SOFT

10:30 Java-Kaffeepause mit Sun Microsystems

11:00 Bedienen und Beobachten von Embedded Systemen mit Java, M. Pohl und Dr. B. Hindel, 3SOFT

11:45 Java, die Embedded Sprache von morgen, Dr. J. Kleinöder, Uni Erlangen

Kurs 5: EMV von Mikrocontrollern

14:00 EMV-Probleme und Lösungsansätze für die Entwicklungspraxis, Prof. Christian Dirks

15:30 Kaffeepause

ca. 17:00 Ende

Kurs 6: Embedded-PC und X86-Lösungen

09:00 Creating 386EX and 486 based Embedded PCs, RadiSys

09:30 Steckbare PC-Module im Kartenformat, Michael Münkel, Epson

10:00 Kaffeepause

10:30 Ablösung der Steuerung: der Weg mit Embedded-PCs, F. J. Furrer, Syslogic Datentechnik

11:00 JavaOS auf Embedded-X86-Systemen, Günther Hausmann, National Semiconductor

11:30 Programmierbarer Interfacecontroller mit Gate-Arrays für i386EX-Meßcomputer, Prof. Jorke, FH Stralsund

12:00 PC Technology for Digital Set-Top Boxes, Dan Hildebrand, QNX

Kurs 7: Ansteuerung von E-Motoren

14:00 Embedded DSP-Controller für mechatronische Systeme, Dr. Beierke, Texas Instruments

14:30 Pulsweiten mit 8-Bit-Controller exakt modulieren, Thomas Kattwinkel, Siemens

15:00 Kaffeepause

15:30 A new development platform for DSP motion solution, Dr. L. Antognini, Portescap

16:00 Einflußgrößen auf die Störspannungsemision eines Pulswechselrichterantriebes, Prof. Palis, Magdeburg

Freitag, 21. Februar

Kurs 8: Vernetzung, Teil 1

09:00 Denken in Systemen für komplexe Embedded-Projekte, drei Beispiele, Berner & Mattner

09:30 Übergang von zentralistischen Steuerungen zu vernetzten Embedded-Systemen, Dr. A. Reininghaus und G. Berns, IBIS engineering

10:00 Kaffeepause

10:30 Integration eingebetteter Systeme der dezentralen Automatisierung, Jochen Bergmann, FZI

11:00 Kleinststeuerung für unterschiedliche Feldbusprotokolle, Hermann Hagenmiller, PEP Modular Computers

11:30 Vernetzung von sehr vielen Controller- und Prozessor-Steuerungen, Zschepel Elektronik

Kurs 9: Vernetzung, Teil 2

14:00 Bus-gespeiste Feldgeräte in der Automatisierung, Harald Frank, REIN Components

14:30 Anforderungen an CAN-Controller: eine Analyse am Beispiel von drei konkreten Applikationen, Robert Leindl, Siemens

15:00 Kaffeepause

15:30 LonWorks-Steuerungen am Beispiel einer Straßenbeleuchtung, Intron-Engineering

16:00 Kommunikationsfähige Low-Voltage-Controller, Prof. Beikirch, Hochschule Wismar

16:30 Verteilte Intelligenz in vernetzten Mikrocontrollerstrukturen via CAN, M. Krabbes, TU Ilmenau

Kurs 10: Echtzeit

09:00 Echtzeitkern für 8-Bitter: Funktion, Grenzen und Möglichkeiten, Rolf Segger

09:30 Effizienzsteigerung durch automatische Serien code-Generierung, Beck, Eppinger, Zurawka, ETAS

10:00 Echtzeitanforderungen und Fehlertoleranz, PLDs ersetzen µCs/µPs, Prof. Siemers, FH Westküste

10:30 Kaffeepause

11:00 Objektorientierte Entwicklung von Echtzeitsoftware für Mechatroniksysteme, J. Pisarz und Dr. P. Salewsky, port GmbH

11:30 Real oder Protected Mode? Echtzeitanwendungen im Segment Memory Modell, Erol Simsek, CAD-UL

12:00 Windows NT in Echtzeitumgebungen, Rick Gerber, RadiSys

12:20 Objektorientierter Echtzeitkern für 68k und PowerPC, Dr. Rudolf Keil

12:40 Offene Entwicklungsumgebung, TCP/IP und WEBPanel für EUROS, Rudi Latuske, ARS Software

13:00 Sicherheitsfunktionen und Fehlertoleranz im Echtzeitbetriebssystem, Rudolf Böffgen, Enea OSE Systems

Kurs 11: Hard- und Software-Tools

14:00 Software-Entwicklungs-Tools für Mikrocontroller, Prof. M. Sturm, HTWK Leipzig

14:30 Weltpremiere: Bahnbrechende Technologie für die Fehlersuche in Embedded Systemen, Tektronix

15:15 Kaffeepause

15:45 Hardware-Tips: Reflexion, Verzerrung, Adaptierung, Laufzeitprobleme, Signaloptimierung, J. Hofmeister, Kontron Elektronik

16:15 Online-Softwareentwicklung und Debugging, Prof. Beierlein, FH Mittweida

JETZT NEU

TARGET V3

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

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

HIGHLIGHTS

Wollen Sie umsteigen? Wir nehmen Ihr altes Platinen-CAD beim Kauf von TARGET V3 professional mit bis zu DM 1000,-

TARGET V3 professional	DM 2380,-
TARGET V3 economy	DM 910,-
TARGET V3 light	DM 298,-
TARGET V3 demo	DM 25,-
Studentenversion	DM 500,-
TARGET V3 share kostenlos im Internet und in der Mailbox.	

Ing. Büro FRIEDRICH
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing. (FH)
Am Schwarzen Rain 1, D-36124 Eichenzell
Tel.: (0 66 59) 919 444
Fax: (0 66 59) 919 445
MailBox: (0 66 59) 919 446
http://www.ibfriedrich.com

Schweiz: Tel.+Fax: 00 41 / 62 929 00 57, e-mail: utec@bluewin.ch

DAB-Chipsatz

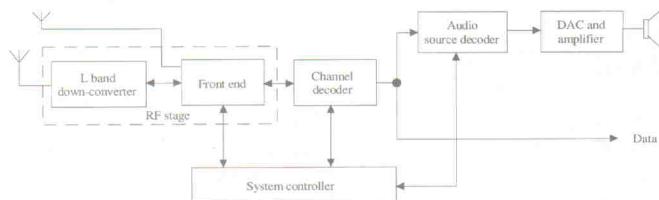
Die Erprobungsphase von DAB nähert sich scheinbar dem Ende, und die Zeiten, in denen die ersten Testempfänger aus kaum verhüllten kiloschweren Power-PCs im Kofferraum bestanden, sind vorbei. Temic meldet die Verfügbarkeit eines neuen Chipsatzes, bestehend aus den Funktionsblöcken L-Band-Downconverter, HF-Front-End, Channel Decoder und Source-Decoder; es besteht also die Hoffnung, in absehbarer Zeit kleinere und preiswerte Empfänger entwickeln zu können.

Der L-Band-Converter U2730B enthält einen Verstärker, Mischer, VCO und die PLL. Danach folgt das HF-Teil mit drei

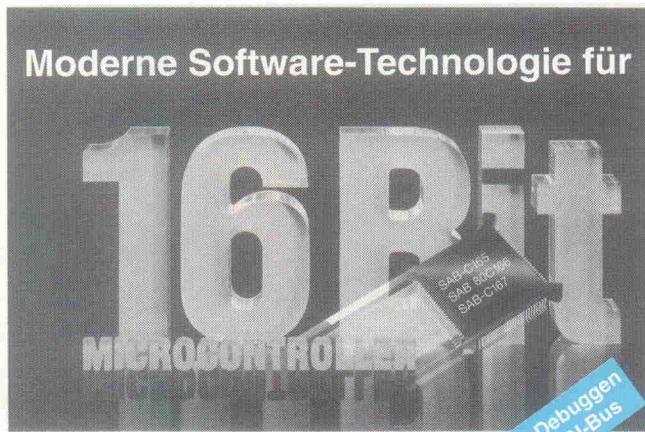
ICs – der U2750B enthält den ersten Mischer, einen Oszillator und die AGC, der U2759B das ZF-Teil. Im U2733B steckt eine PLL, ein Frequenzverdoppler und zwei DACs für den automatischen Abgleich.

Der Channel-Decoder besteht aus den zwei Bausteinen U2757 (FFT, AGC und AFC Rough-Time-Synchronisation) und U2758 (De-Interleaver, Viterbi-Decoder und Data-Processing).

Temic Telefunken microelectronic GmbH Semiconductor Division/ICs,
Herr Nutz
Postfach 3535
74025 Heilbronn
0 71 31/67 25 74
0 71 31/67 22 44



Der schnelle Einstieg in Ihr C166 - Projekt



Controller
SAB C167C
SAB C165
SAB C163
SAB 80C166

Offene Entwicklungsplattform mit High-End-Debugger, CASE-Tool, C/C++-Compiler, Configuration Management, Echtzeitbetriebssystem ...

Fordern Sie ausführliche Informationen an!
Programmierbare Logik & Systeme GmbH
Telefon/Fax: (03571) 48 38 - 0 / - 31

pls

Professionelle Betreuung bei Entwicklung, Testung und Wartung

Wir stellen aus: Embedded Systems '97, Stand F4

HiFi vom Motherboard

Der von der Firma Intel initiierte Audio-Standard AC97 (Audio Codec) wird – nach Ansicht verschiedener Hersteller – in der zweiten Jahreshälfte 97 vermutlich zur dominierenden Architektur bei Audiosystemen auf PC-Motherboards werden. Ziel dieser Abkehr von der separaten Soundkarte ist es,



die Audioqualität von PCs auf das Niveau konventioneller HiFi-Geräte zu liften. Intermetall bietet mit dem neuen PCA3551A einen Schaltkreis genau für diesen Zweck an. Er enthält jeweils einen zum AC97-Standard kompatiblen D/A- und A/D-Wandler für die

Samplefrequenz von 48 kHz sowie einen Analogmixer mit vier Stereo-, zwei Mono- und zwei Mikrofonkanälen – außerdem natürlich die eigentliche AC97-Schnittstelle. Die Wandler weisen einen Signal/Rauschabstand von >90 dB auf und sind damit wesentlich besser als vom AC97 gefordert.

Dem neuen IC liegt ein im Baustein ASCO 2300 schon in großen Stückzahlen erprobtes Wandlerdesign zugrunde; daher wird eine hohe Stabilität in der Produktion und eine gleichbleibende Qualität in der Serie garantiert. Für Notebooks oder andere Energie-sensitive Anwendungen verfügt der Baustein über einen Low-Power- und einen Zero-Power-Modus. Muster des im QFP 48-Gehäuse gelieferten PCA3551A sind im ersten Quartal dieses Jahres verfügbar.

Intermetall
Hans-Bunte-Straße 19
79108 Freiburg
0 76 15/51 70
0 76 15/17 27 70

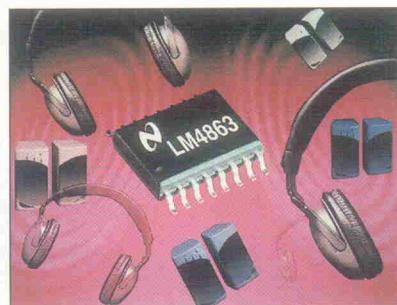
Boomer mit 1,5 Watt

Von National Semiconductor kommt ein neues Mitglied der Boomer-Familie (in amerikanischen Fachzeitschriften wird das Ding mit dem sinnigen Spruch beworben: 'Mehr Boom kriegt keiner aus einer 5-V-Versorgung!'). Bei dem Baustein, der wahlweise im 16beinigen SOIC- oder DIL-Gehäuse gefertigt wird, handelt es sich um zwei Stereo-Brücken-Endstufen mit symmetrischen Eingängen nebst diversen Schutzschaltungen und Energiesparschaltungen.

Der Chip liefert eine Ausgangsleistung von 1,1 W je Kanal an 8 Ω bei 0,5 % Gesamtklirrfaktor und ist für den Einsatz in Laptops, PCs,

Video-Spielgeräten und anderen Anwendungen mit kleiner Leistung konzipiert. Werden konventionelle Stereoanschlußstecker verwendet, so schaltet der Baustein beim Einsticken der Klinke automatisch auf Kopfhörerbetrieb um und liefert dann nur noch 75 mW an 32 Ω. An einer Betriebsspannung zwischen 3 V und 5 V liegt die minimale Stromaufnahme bei 11,5 mA. Sie reduziert sich in der Shut-Down-Betriebsart auf 0,7 μA.

Ein integrierter thermischer Abschaltmechanismus schützt den Chip vor Übertemperatur und macht ihn somit nur schwer zerstörbar. Die Beleuchtung des Bausteins ist minimal, und nach Herstellerangaben sind auch keine Bootstrap-Bauteile oder Snubber-Netzwerke notwendig.



National Semiconductor GmbH
Livy-Gargan-Straße 10
82256 Fürstenfeldbruck
0 81 41/3 50
0 81 41/35 15 06

Mehr Leistung

SGS-Thomson präsentiert Thyristoren und Triacs im oberflächenmontierbaren DPAK (TO252) Gehäuse. Damit stehen diese SMD-Bauteile nun



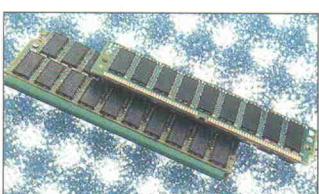
mehr in Leistungsbereichen bereit, die bisher von bedrahteten Bauelementen abgedeckt wurden. Thyristoren und Triacs beherrschen Spitzensperrspannungen von 400, 600, 700 und 800 V. Während die Triacs mit 4 A Nennstrom spezifiziert sind, erreichen die Thyristoren 8 A. Beide Arten sind mit Gate-Triggerströmen von 10 mA... 35 mA erhältlich.

Rutronik
Industriestraße 2
75228 Ispringen
0 72 31/8 01-0
0 72 31/8 22 82

... Die Produkte des bekannten Steckverbinderherstellers AMP sind ab sofort bei **Spoerle Electronic**, 63303 Dreieich, erhältlich. Spoerle garantiert, daß bis 17 Uhr bestellte Waren noch am gleichen Tag versandt werden ... Patente an die Front: Nach dem seit kurzem öffentlich zugänglichen Patentserver der Firma IBM sollen nun auch in Europa und Deutschland Patentschriften direkt im WEB abrufbar werden. **STN International**, 76012 Karlsruhe, kündigt in Zusammenarbeit mit dem Wila Verlag/Bertelsmann die Europäische Patentdatenbank EPPATFULL an (<http://www.fiz-karlsruhe.de>) ...

Huckepack

Der amerikanische Speicherhersteller Electronic Design Inc. produziert eine neue Serie von DRAM-Modulen, die auf einem SIMM die doppelte Menge an Speicher unterbringt. Eine patentierte Technik namens FRAMM (Foldable Rigid Assembly Memory Module) erlaubt die Chipmon-

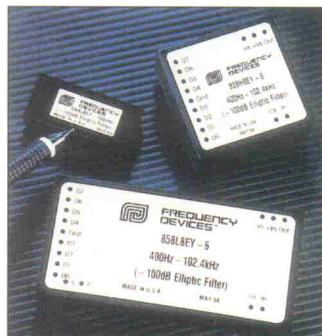


tage auf einer gefalteten Leiterplatte und damit eine Verdopplung der Speichergröße pro Modul bei unveränderter Bauhöhe. Abmessungen und Pinning entsprechen dem 72-Pin-JEDEC-Standard. Ineltek in Heidenheim liefert derzeit FPM-DRAMs in 50 und 60 ns mit bis zu 128 MByte. In den nächsten Monaten will man den Lieferumfang auf EDOs und 288 MByte erweitern.

Ineltek
Hauptstraße 45
89522 Heidenheim
0 73 21/93 85-0
0 73 21/93 85-95

Mega-Filter

Die Firma Frequency Devices im Vertrieb der CompuMess Elektronik liefert lineare aktive Filter in Geräteausführung oder Modulbauform. Die bisherige Modulserie der Typen 820/850 decken den Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 100 kHz ab. Mit den neuen Modellen der Serie 818 überstretet man nun einen Frequenzbereich von 1 kHz bis 1,28 MHz. Die Eckfrequenz kann über acht Digitalleitungen mit einer Auflösung von 256:1 programmiert werden. An Filtercharakteristiken sind Bessel, Butterworth, Zero Elliptic und Constant Delay als Hoch- oder Tiefpaß erhältlich, wobei keinerlei externe Zusatzkomponenten oder Clocksignale nötig sind. Die duale Betriebsspannung ist im Bereich von 12...18 V spezifiziert. Alle Module weisen eine Bauhöhe



von lediglich 11 mm auf. Typische Anwendungen umfassen Anti-Aliasing, Bandpaß, Meßwertaufzeichnungssysteme, Satelliten- und Telekommunikation, Navigation, Medizintechnik und Videotechnik.

CME CompuMess Elektronik GmbH
Lise-Meitner-Straße 1
85716 Unterschleißheim
0 89/32 15 01-0
0 89/32 15 01-11

Strom gewinnt

Der Verband europäischer Stromversorgungshersteller (EPSMA) hat einen Designwettbewerb für Studenten an Universitäten in Europa ausgeschrieben. Der Gewinner erhält einen Geldpreis in Höhe von 2000 ECU, seine Ausbildungsstätte ebenfalls. Studenten der letzten beiden Semester sollen zu einem von zwei Stromversorgungsthemen ein Projekt abliefern:

- eine Topologie mit hohem Wirkungsgrad zur Verringerung der Oberwellen beim Eingangsstrom von Schaltzeitzeilen,
- eine Topologie mit hohem Wirkungsgrad für einen Ausgang von 25 A bei 3 V oder weniger.

Die Beiträge müssen bis zum 1. Juli 1997 vorliegen, die Preisverleihung findet im November auf der Productronica in München statt. Der Wettbewerb hat eine Förderung der Verbindungen zwischen Stromversorgungsindustrie und Fortbildung zum Ziel, um einer größeren Zahl von Elektronikstudenten die Stromversorgungsentwicklung näherzubringen. Auf diese Weise will man die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stromversorgungsindustrie stärken. Nähere Informationen gibt das EPSMA-Sekretariat.

EPSMA Secretariat IMS
Belgrade Center, Denington Toad
Wellingborough, Nortants, NN8 2QH
00 44/19 33/44 22 02
00 44/19 33/44 22 40

- ◆ Multiplexer/Schalter/Militärprodukte
- ◆ Interface
- ◆ OpAmps, Komparatoren
- ◆ DC-DC-Wandler, Stromversorgungen
- ◆ µP-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

0190 - 87 11 46* Fax

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher



SE Spezial-Electronic KG

(* 12 Pfg/2 sek.)

Hi-Speed

Immer schnellere Prozessoren benötigen entsprechend flinke Schnittstellen. LSI's neue 'GigaBlaze G10 SeriaLink' Single-Chip-Lösung in CMOS-Technologie erreicht Datenübertragungsraten von 1,25 GBit/s. Die Betriebsleistung des GigaBlaze G10-Cores ist unabhängig vom Übertragungsprotokoll. Der Core wird voraussichtlich die kommenden physikalischen Übertragungsnormen für schnelles P1394.2 und Gigabit-Ethernet erfüllen. Zusätzlich lässt er sich auch in Fiber-

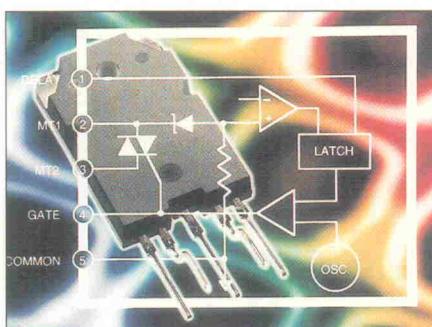
Channel-Anwendungen oder mit proprietären Übertragungsprotokollen verwenden. Der mit 3,3 V betriebene Transceiver basiert auf LSI's G10-CMOS Technologie und steht über die CoreWare-Bibliothek von LSI Logic für System-on-a-Chip-Designs zur Verfügung.

LSI
Grenville Place, The Ring, Bracknell
Berkshire RG12 1BP, England
00 44/13 44/42 65 44
00 44/13 44/48 10 39
http://www.lsilogic.com

aktuell

Power Pack

Schaltnetzteile arbeiten gemeinhin vollautomatisch über einen breiten Eingangsspannungsreich von 85...265 Volt. Allegro Microsystems stellt mit dem STR83145 und dem STR84145 zwei neue intelligente Schaltbausteine vor, die außer einem leistungsstarken Triac (10 A/12 A) auch die restliche Ansteuerelektronik (Oszillator und Komparator) enthalten. Eine spezielle Logik sorgt bei Eingangsspannungen unter 141 V für einen Betrieb von Eingangsgleichrichter und Kondensatoren als Spannungsverdoppler, über 141 V als normale Brückengleichrichter. Über einen Pin lässt sich in der Einschaltphase der Brückenmodus erzwingen, bis eine ausreichen-



de Spannung zur Verfügung steht. Damit arbeitet die Elektronik eines Schaltnetzteiles nur noch in einem reduzierten Spannungsbereich, der insbesondere die Siebkondensatoren im Eingang mit geringerer Spannung belastet und insgesamt eine höhere Zuverlässigkeit verspricht.

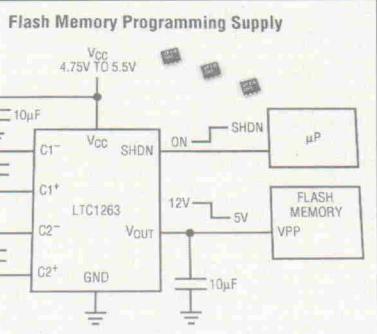
Allegro Microsystems Europe Ltd.
Balfour House, Churchfield Road
Walton-on-Thames, Surrey, KT12 2TD
00 44/19 32/2 53-3 55
00 44/19 32/2 46-6 22

Ladepumpe

Der LTC1263 von Linear Technology ist ein spulenloser Spannungswandler nach dem Prinzip der Ladungspumpe mit geschalteten Kondensatoren. Er erzeugt aus einer Eingangsspannung ab 4,75 V einen Ausgangsstrom

von bis zu 60 mA bei einem Wirkungsgrad von typisch 76 %. Die Stromaufnahme ist typisch 320 μ A, im Shutdown-Modus nur 0,5 μ A. An externen Bauteilen werden nur vier Kondensatoren benötigt. Der LTC1263 eignet sich für 12-V-Stromversorgungen von Flash-Speichern in PCMCIA-Karten sowie zur Stromversorgung von Verstärkern und Datenwandlern in tragbaren Geräten und Meßinstrumenten. Als Gehäuse findet ein 8poliges SO-8 Gehäuse Verwendung.

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



Quantensprung

Texas Instruments (TI) wird in den nächsten Tagen eine neue Generation digitaler Signalprozessoren (TMS320C6x) präsentieren, die alles Bisherige weit in den Schatten stellen soll. Neben einem vollkommen neuen Architekturkonzept – VLIW mit 256 Bit breiten Instruktionen, massiver Parallelverarbeitung (acht parallel ausführbare Befehle) mittels sechs ALUs und zwei Multiplizierern – wird der neue DSP unerreichte Rechenleistung (1600 MIPS bei 200 MHz Takt, genug Power, um bis zu 16 V.34-Modems zu 'rechnen') und Flexibilität bieten. Der Kern ist dank seiner 32 32-Bit-Universalregister für C-Compiler optimiert,

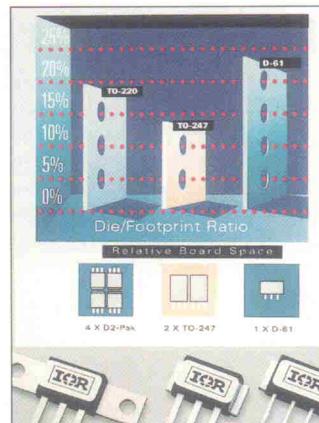
nach Einschätzung der Entwickler liegt die Effizienz bei 75 % – also hochsprachentechnisch 1200 nutzbaren MIPS.

TI beabsichtigt, mit der neuen DSP-Generation einerseits bestehende Märkte zu bedienen, die heute auf Multiprozessorkonzepten basieren. Andererseits sollen die C6x-Bausteine die Basis für heute noch nicht zu realisierende Applikationen bilden. In der nächsten ELRAD wird der erste Vertreter der neuen DSP-Familie im Detail vor- und dargestellt, wie weit heute existierende Leistungsgrenzen tatsächlich überschritten werden.

Andreas R. Bayer/ea

Neue SMD-Verpackung

International Rectifier stellt ein neues SMD-Gehäuse vor. Das für Schottky-Dioden entwickelte Gehäuse D61 hat laut IR gegenüber einem Standard D2-PAK eine um 30 % größere Grundfläche und kann einen



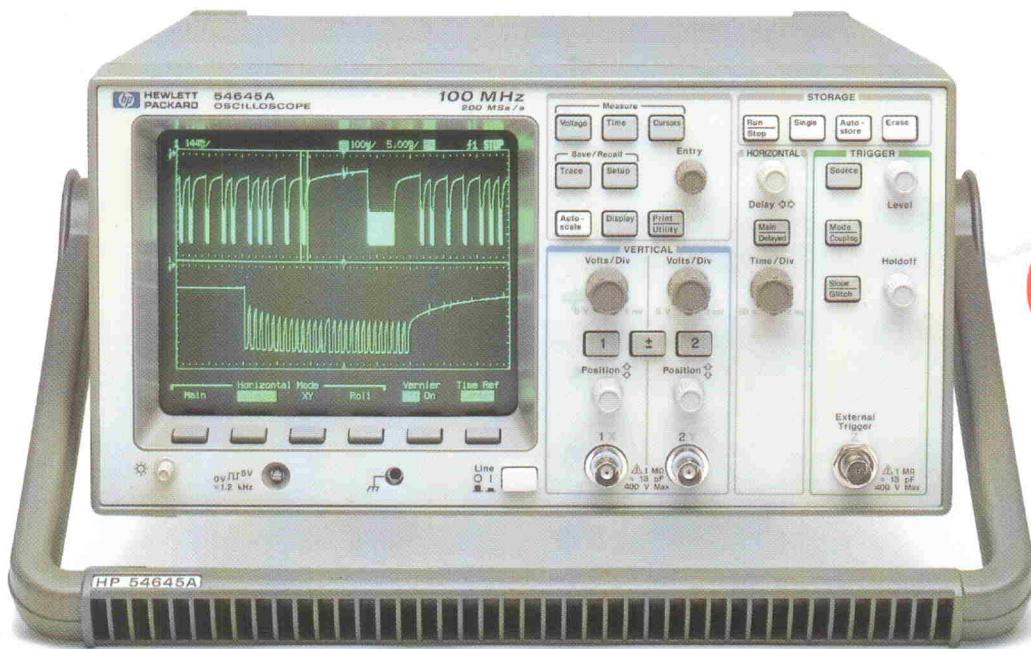
Wärmewiderstandswert pro ungehäustem Chip von 0,72 °C liefern. Durch die erweiterten Möglichkeiten des D61 bei der Verlustleistungsabführung sind zwei Schottky-Dioden in TO-247-Gehäusen oder vier Komponenten in D2-PAK-Gehäusen durch eine einzige Schottky-Diode zu ersetzen. Das D61 weist Abmessungen von 19,93 x 10 mm² bei einer Höhe von 6,10 mm auf. Das Gehäuse kann für die gesamte Bandbreite von Schottky-Dioden spezifiziert werden, wobei die Stromwerte zwischen 60 A und 80 A liegen.

International Rectifier
Saalburgstraße 157
61350 Bad Homburg
0 61 72/96 59-0
0 61 72/96 59-33
http://www.irf.com

... Der Faszination blauer LEDs ist nun auch Panasonic erlegen. Über den Vertrieb **CED Ditronic GmbH**, 70597 Stuttgart, sind die neuen Dioden in acht verschiedenen Bauformen erhältlich. Die neuen LEDs benötigen nur 20 mA Strom, in der SMD-Variante sogar nur 5 mA ... Zur Stromversorgung batteriebetriebener portabler Systeme bietet **National Semiconductor** aus 82256 Fürstenfeldbruck eine hochintegrierte Kombination aus Controller und MOSFET. Der synchrone Abwärts-Schaltregler LM2650 beherrscht einen Laststrombereich von 3 A mit einem Wirkungsgrad von 96 % bei einem Eingangsspannungsbereich von 4 bis 18 V ... Erkennung und Anzeige der Rufnummer sind über die Funktion Caller-ID auch im analogen Telefonnetz möglich. Einen digitalen Anruferkennung mit CID liefert **Zilog Europe** aus 81737 München in Form eines TAD-Demoboard. Es basiert auf dem Low-Cost-Controller Z89175, der Sprachkompression, Gerätesteuerung und Sprach-Codec auf einem Chip realisiert ...

„Ich seh' eine saftige Pizza ... und ein Oszilloskop ... digital ... mit 1 MB Speicher ..., das so leicht zu bedienen ist wie ein analoges...“

SAATCHI & SAATCHI



Sehen wir auch. Aber ohne Pizza.

Der Appetit kommt nicht immer beim Essen. Manchmal auch beim HP 54645A. Denn sein 1-MB-Speicher und die HP Mega-zoom-Technologie erfassen bis zu 1 Mio. Signalpunkte – bei einer Abtastrate von 200 MSa/s. Damit können selbst feine Signal-

stücke viel besser erkannt und analysiert werden. Und mit der „Pan & Zoom“-Funktion kann jeder beliebige Abschnitt angewählt und genüßlich aus der Nähe betrachtet werden. Zu einem mehr als bekömmlichen Preis. Greifen Sie zu.

Ihre direkte Verbindung zu HP
DIRECT. Deutschland:
Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36
Österreich:
Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05
Schweiz:
Tel. 01/735 72 00, Fax 735 72 90
Oder schicken Sie uns beiliegende
Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

 **HEWLETT®
PACKARD**

Radio und TV

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik für Februar 97



Jetzt, in den Babyjahren des digitalen Fernsehens, zeigt ein Beitrag von B1 (Berlin) den Blick in die Zukunft der Röhre – oder besser: des Flachdisplays. Fünf Sequenzen erklären Begriffe und hinterfragen Produktionsbedingungen. Die technische Innovation wird relativiert und auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt. Weiterhin dreht sich die Sendung um die Visionen der Macher, die Hoffnungen der Wissenschaftler und den Kampf um Marktanteile (Montag, 3. 2. um 21.15 Uhr).

Samstag, 1. 2.

TV VOX **13.00 Uhr**
Click – Das Multimedia-Magazin

Sonntag, 2. 2.

TV 3sat **16.00 Uhr**
HITEC – Das Media Lab unter der Leitung von N. Negroponte am MIT gehört zu den bedeutendsten Forschungseinrichtungen der neuen virtuellen Welt.

Montag, 3. 2.

TV DW-tv **15.30 Uhr**
Leonardo – Das Zukunfts magazin: Hoffnungsträger Biotechnologie?

TV B1 (Berlin) **21.15 Uhr**
Fernsehen der Zukunft – Digitales Fernsehen

Dienstag, 4. 2.

TV N3 **21.00 Uhr**
Ratgeber Medizin: Streitfall Elektrosmog – Krank durch Strom?

TV N3 **22.15 Uhr**
Prisma: Hölle unterm Wolkenschleier – Das wahre Gesicht der Venus

Mittwoch, 5. 2.

TV D. Radio Berlin **13.05 Uhr**
OrtsZeitLänder Report: Die Milliardenbüchse – Wie man in Bremen eine Raumstation baut. Columbus, das europäische Modul für die internationale Weltraumstation.

TV DW-tv **18.30 Uhr**
Feature: Computer trifft Trickfilm. Animation per Rechner

TV ARD **21.45 Uhr**
Globus – Forschung und Technik

Donnerstag, 6. 2.

TV Südwest 3 **9.30 Uhr**
Geschichte der Medien (1/3): Die Revolution der optischen Telegraphie

TV D. Radio Berlin **14.35 Uhr**
MerkMal: 'Unterwegs im Zeitlabyrinth' – Die Relativität der vierten Dimension

Freitag, 7. 2.

TV ARD **3.40 Uhr**
Skyrock – Die Multimedia-Schau: Datenklau und Virenplage – Computerkriminalität

Samstag, 8. 2.

TV D. Radio Berlin **11.00 Uhr**
Natur und Wissenschaft: u. a. Wieder hören – Elektronische Ohrrimplantate

Sonntag, 9. 2.

TV Pro Sieben **19.45 Uhr**
Welt der Wunder – Themen: 1. Ultraschall, 2. Virtuelle Welten

Montag, 10. 2.

TV S2 Kultur **8.30 Uhr**
Geschichte des Lichts – Werkstoff Licht

Dienstag, 11. 2.

TV Deutschlandfunk **9.05 Uhr**
Wir erinnern: Vor 150 Jahren wurde der amerikanische Ingenieur Thomas Alva Edison geboren.

TV arte **20.00 Uhr**

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin. Themen: 1. Spinnennetz, 2. Niepce enthüllt, 3. Auflösbarkeit, 4. Die Überraschung von Clottes, 5. Straßenverkehr

Mittwoch, 12. 2.

TV 3sat **21.15 Uhr**
Querdenker – Zukunftsmagazin mit Franz Alt: Arbeit für alle – Die Zukunft der Arbeit

Donnerstag, 13. 2.

TV DW-tv **17.00 Uhr**
Feature: Siemens – Made in Britain: Die Siemens AG hat im Nordwesten Englands einen großen Industrie- und Technologiepark angeregt und darin als eine von vielen Firmen investiert (in englischer Sprache!).

Samstag, 15. 2.

TV Bayer. Fernsehen **13.30 Uhr**
TM – Das BR-Technikmagazin

Wöchentliche Radiosendungen

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

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

Wöchentliche Sendungen

TV arte Dienstag, 20.00 Uhr

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

TV N3 Dienstag, 22.15 Uhr

Prisma-Magazin

Sonntag, 16. 2.

TV 3sat **16.00 Uhr**
HITEC – Ocean Cities, Städte im Meer: Japan

TV Deutschlandfunk **16.30 Uhr**
Forschung aktuell: Wissenschaft im Brennpunkt: Zivile Satellitennavigation – Fernerkundungsstation Neustrelitz

TV ARD **17.00 Uhr**
ARD-Ratgeber: Technik

TV Pro Sieben **19.45 Uhr**
Welt der Wunder – Themen: 1. Die Welt der Embryonen, 2. Großraumflugzeuge

Mittwoch, 19. 2.

TV ZDF **21.00 Uhr**
Abenteuer Forschung

Donnerstag, 20. 2.

TV DW-tv **17.00 Uhr**
Feature: A Place in the Sun – Freiburg und die Solarenergie (in englischer Sprache!)

TV DW-tv **17.30 Uhr**
Harbinger of Space Travel: Der Weltraumpionier Hermann Oberth (in englischer Sprache!)

Samstag, 22. 2.

TV VOX **13.00 Uhr**
Click – Das Multimedia-Magazin

Sonntag, 23. 2.

TV 3sat **16.00 Uhr**
HITEC – Ocean Cities, Städte im Meer: Europa und USA

Donnerstag, 27. 2.

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

TV N3 **13.00 Uhr**
DokZeit: Krieg der Buchstaben – Chiffriertechniken und ihre Bedeutung in den beiden Weltkriegen

Press-Release.

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

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

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

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

Das Produkt-Programm ist in folgende Baugruppen gegliedert:

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

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

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



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

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

Beratung durch Herrn Hasenkrug.
Telefon 05722- 203 136

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

Firma _____

Abt. _____

Name _____

Vorname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Telefon _____

Fax _____

Meine Tätigkeit _____

Bitte sofort faxen an: 01908-711 46

SENSOR 97

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



Medien



EMV-Messe im Web

Im letzten Dezember ging 'emv-online', ein Internetforum rund um Elektromagnetische Verträglichkeit und CE-Kennzeichnung, ans Netz. Als virtuelle Messe im WWW stellt emv-online bequem erreichbare Informationen für potentielle Nutzer EMV-relevanten technischer Produkte und Dienstleistungen sowie eine branchengerechte Publikationsmöglichkeit für deren Anbieter bereit. Das Angebot unterteilt sich in zwei Bereiche: Zum einen wird Allgemeines wie Veranstaltungstermine, Pressemitteilungen, Normeninformationen oder ein EMV-Begriffslexikon geboten. Zum anderen sind bereits mehr als 200 Anbieter aus der EMV-Branche vertreten, die sich jeweils nach Firmennamen oder aus über 200 verschiedenen Produktgruppen mit sechs Themenbereichen selektieren lassen. Für die virtuellen 'Messestände' sind neben Kontaktadressen und einer Beschreibung der Tätigkeitsfelder der Unternehmen vor allem Detailinformationen zu einzelnen Produkten vorgesehen – leider

der findet der Besucher hiervon derzeit noch eher wenig vor. Von der Idee her hinterlässt die EMV-Ausstellung via Internet aber schon in ihrer Startphase einen recht ansprechenden Eindruck.

KM Verlag & Kongress
 Postfach 15 11 23
 80047 München
 0 89/5 43 97 82
 0 89/5 43 98 58
 info@emv-online.de
<http://www.emv-online.de>

F&E-Info der EU

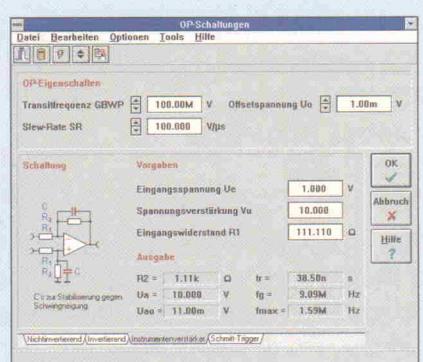
Cordis steht für 'Community Research and Development Information Service' und liefert seit gut sechs Jahren Infos über Forschungs- und Entwicklungsprojekte der Europäischen Union. Der Cordis-Zugang im WWW wurde im November '96 um acht neue Informationsdienste komplettiert, wodurch nun praktisch alle von Cordis gebotenen Informationen via Internet verfügbar sind. Neu ist dabei zum Beispiel eine Schlagwortsuche in allen Cordis-Projektdatenbanken. Zielgruppe der Website sind einerseits Geschäftsleute mit Interesse an Unternehmensförderung oder den Resultaten aktueller EU-Entwicklungsprogramme. Andererseits werden Entwickler und Forscher angesprochen, die beispielsweise Ergebnisse von EU-Projekten für ihre Arbeit verwenden wollen oder eigene Forschungen veröffentlichen möchten. Außerdem gibt es Informationen über relevante EU-Gesetzgebung, Projektbeteiligungen und Details der diversen F&E-Programme innerhalb der EU.

CORDIS-Kundendienst
 +03 52-4 01 16/22 40
 +03 52-4 01 16/22 48
 helpdesk@cordis.lu
<http://www.cordis.lu>

Elektronisches Werkbuch

Für die autodidaktische Einarbeitung in die Elektronikgrundlagen hat der Franzis-Verlag die Neuauflage seines 'großen Werkbuchs Elektronik' als CD-ROM herausgegeben. Hierarchisch strukturiert wird das 'elektronische Buch' in Dateien für Windows-Hilfesysteme dargestellt. Ausgehend von einem tabellarischen Inhaltsverzeichnis, lassen sich Themenbereiche über Hypertext-Links direkt per Maus anwählen.

Als Basis für die Schaltungsentwicklung finden sich zunächst Themen wie mathematische Grundlagen, Normungsdaten und mechanische Eigenschaften von Elektronikbaugruppen. Darauf folgen Kapitel zum Schaltungsentwurf mit elementaren Elektronikbauteilen und, als Schwerpunkt, eine recht vollständige Sammlung von Berechnungsbeispielen für Schwingkreise, Filter, Verstärker und weitere Basisschaltungen. Den Abschluß bilden Kapitel über Signalübertragung, Digital- und Meßtechnik. Für Praxisnähe

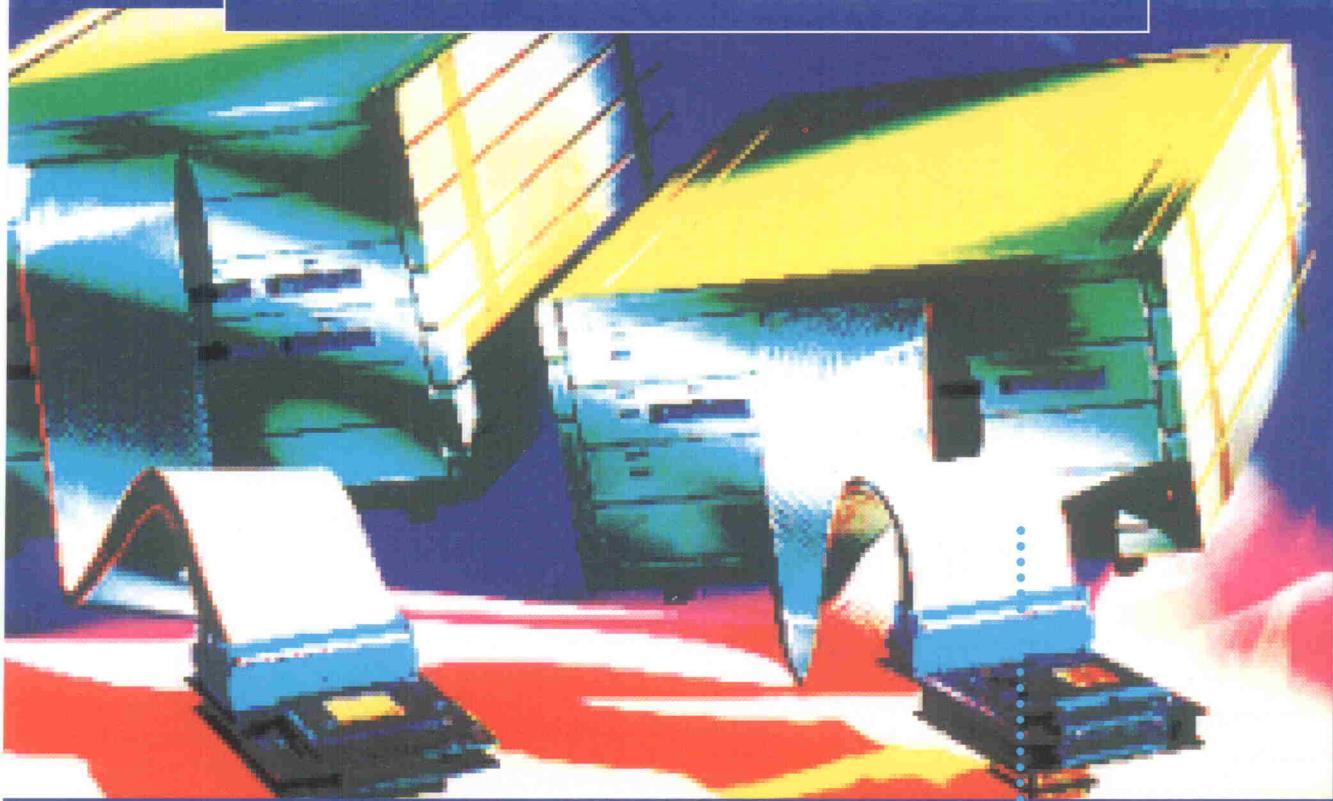


sollen an die 20 zusätzliche Softwaretools sorgen. Hiermit lassen sich beispielsweise Vierpolparameter und Transistorarbeitspunkte, OP-Amp-Schaltungen oder RCL-Ersatzschaltbilder berechnen.

Dieter Nührmann
Das große Werkbuch Elektronik
 Franzis-Verlag, München 1996
 ISBN 3-7723-9823-5
 248,- DM

TRACE 32[®] ICE COMPACT

DIE CLEVERE
COMPACT-LÖSUNG!



TRACE32-ICE COMPACT

- Die kostengünstige Alternative für 8 bis 32 bit-Projekte
- Vollständig kompatibel und aufrüstbar zur erfolgreichen TRACE32-ICE Familie
- Integrierter Echtzeit-Trace mit Performance-Analyse und Statistiken
- Dual-ported Emulationsspeicher in neuer ShadowRAM-Technik

UNTERSTÜTZT ÜBER 350 MIKROPROZESSOREN
UND -CONTROLLER VON

NEU!

AMD	National
ARM	NEC
Dallas	Oki
Hitachi	Philips
IBM	SGS-Thomson
Intel	Siemens
Mitsubishi	Toshiba
Motorola	Zilog

68HC12
68HC08-AZ0...32
68QH302/PH302
68376
80C51XA
MELPS 7733
196EA, CA, CB
C161

Besuchen Sie uns auf der
Embedded Systems, 19.- 21.2.97
in Sindelfingen: Stand K1

Gerne informieren
wir Sie ausführlich:

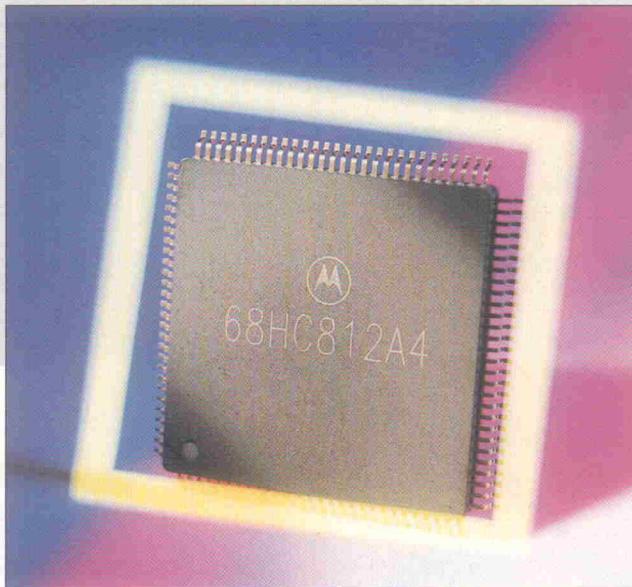
Lauterbach Datentechnik GmbH
Fichtenstraße 27
D - 85649 Hofolding
Fax: ++ 49-81 04-89 43-49
Tel.: ++ 49-81 04-89 43-0

Lauterbach, Inc.
5, Mount Royal Ave
Marlborough, MA 01752
Fax: 508-303-6813
Phone: 508-303-6812

LAUTERBACH

Ein wenig mehr ...

Designtool für PSDs – PSDsoft Lite von WSI



Detlef Stahl

Schaltungsdesigns mit Mikrocontrollern lassen sich in vielen Fällen mit PSD-Chips der Firma WSI wesentlich vereinfachen: Diese programmierbaren Peripheriebausteine stellen die am häufigsten benötigten Standardperipheriefunktionen bereit und lassen sich leicht an unterschiedlichste Controller anpassen. Um den (fast) Alleskönnern den Willen des Entwicklers aufzuzwingen, bedarf es aber neben eines geeigneten Programmiergeräts auch einer entsprechenden Software.

Bei PSDsoft Lite von Wafer Scale Integration handelt es sich um ein Paket zur Programmierung der komplexen Peripheriebausteine PSD3xx aus dem gleichen Hause. Neben dieser Software liefert der deutsche WSI-Distributor Scantec unter dem Namen 'PSDsoft' die Vollversion, die zur 3xx-Serie auch die Programmierung von 4er- und 5er-PSDs gestattet.

PSDsoft Lite deckt also nicht die gesamte PSD-Reihe von WSI ab, jedoch lassen sich die gebräuchlichsten Anwendungen wohl mit einem der unterstützten 3xx-Typen erschlagen. Die WSI-Chips bieten je nach Typ unterschiedlichen Funktionsausbau und sind dabei generell ohne zusätzliche Logik mit verschiedensten Controllern einsetzbar [1].

Programmprobe

Das Softwarepaket enthält drei Installationsdisketten, ein Microsoft-WIN32s-Installationsset sowie ein Handbuch. Die Programmierung bereitet keinerlei Probleme. Als Mindestanforderung in puncto Rechnerhardware reicht – kaum zu glauben – ein PC-AT aus. Zum Programmieren der

Die Handhabung eines Entwurfes gliedert sich in vier Hauptabschnitte. In PSDsoft ist dies entsprechend umgesetzt und statt eines überladenen Hauptmenüs bietet die Kopfleiste nur die jeweils benötigten Punkte. Die einzelnen Abschnitte betreffen das Chipdesign, die Konfiguration, die Kompilierung und schließlich die Programmierung des Zielbausteins.

Zunächst ist jedoch ein 'Projekt' anzulegen, wobei gleich ein zugehöriges Verzeichnis erstellt werden kann. Bereits an dieser Stelle wird der eingesetzte PSD-Zielbaustein festgelegt. Wesentliche Kriterien bei dessen Auswahl sind der verwendete Mikrocontroller sowie die Größe des benötigten EPROMs.

Chipdesign

Wie bei den anschließenden Entwicklungsschritten, stehen beim Design alle erforderlichen Werkzeuge zur Verfügung. Dies reicht von eingeschränkten aber zweckmäßigen Editorfunktionen über einen Design-Optimierer auf Basis des Espresso-Optimierers der Universität Berkley bis zum Import bereits erstellter Maple-Files. Dazu kommen die Deklaration von Signalen, Konstanten und Makros sowie Funktionen zur logischen Beschreibung der PADs. Logikdeklarationen sind mit Gleichungen in Form Boolescher Algebra, über Wahrheitstabellen oder als beliebige Mischung aus beidem definierbar. Auch lassen sich hierbei Testvektoren festlegen.

Vor der Übersetzung erfolgt bei Bedarf eine Fehlerprüfung, die ein entsprechendes Datenfile mit Meldungen der vorhandenen Fehler erzeugt.

Artenvielfalt – durch 3xx-PSDs unterstützte µCs

Hersteller	Typ	Hersteller	Typ
Motorola	M6805	Intel	80196/98
Motorola	M68HC11	Texas Instruments	SC80C451
Motorola	M68HC16	Texas Instruments	TMS320C14
Motorola	M68000	Philips Semiconductors	SC80C451
Motorola	M68010	Philips Semiconductors	SC80552
Motorola	M68020	Zilog	Z8
Motorola	M68008	Zilog	Z80
Motorola	M683xx	Zilog	Z180
Intel	8031/51	National	HPC16000
Intel	8096/98	National	HPC46400
Intel	80186/88	Echelon	Neuron 3150

Ausbaustufen – die Leistungsmerkmale der 3er-PSD-Bausteine

PSD	PLD-Eingänge	Produkt-Terme	I/Os	EPROM (Konfigurationen)	SRAM (Konfigurationen)
-301	14	40	19	256 MBit (32 K x 8/16 K x 16)	16 KBit (2 K x 8/1 K x 16)
-311	14	40	19	256 MBit (32 K x 8)	16 KBit (2 K x 8)
-302	18	40	19	512 MBit (64 K x 8/32 K x 16)	16 KBit (2 K x 8/1 K x 16)
-312	18	40	19	512 MBit (64 K x 8)	16 KBit (2 K x 8)
-303	18	40	19	1 MBit (128 K x 8/64 K x 16)	16 KBit (2 K x 8/1 K x 16)
-313	18	40	19	1 MBit (128 K x 8)	16 KBit (2 K x 8)
-304R	18	40	19	2 MBit (256 K x 8/128 K x 16)	–
-314R	18	40	19	2 MBit (256 K x 8)	–

Bei der Konfiguration legt man sich zunächst auf die Art der Kommunikation mit dem verwendeten Mikrocontroller fest. Dabei helfen Schablonen oder Templates, also vordefinierte 'Anschaltbeschreibungen' für verschiedene Controllertypen. Ferner werden in diesem Abschnitt die Funktionen der beiden verfügbaren PADs definiert. Hier stehen als Modi Chip-Select oder I/O und – bei gemultiplexten Bussen – 'reine' Adressen zur Wahl. Zudem lassen sich alle Ausgänge als CMOS- oder Open-Drain-Ausgang konfigurieren.

In den letzten beiden Stufen der Generierung müssen zunächst die Ergebnisse der vor-

angegangenen Schritte, also das PLA-Design und die Bausteinkonfiguration, zusammengefügt werden. Als erster Teil der eigentlichen Kompilierung übernimmt diese Aufgabe der Fitter von PSDsoft.

Schließlich muß im letzten Schritt dem soweit fertiggestellten Entwurf noch das eigentliche Assembler-Programm hinzugefügt werden. Dies erledigt ein sogenannter 'Address Translator', der sowohl Intel- als auch Motorola-kompatibel arbeiten kann.

Nun gilt es lediglich noch, die komplette Beschreibung in die eingangs gewählten Bausteine zu transferieren. An die entsprechenden Programmfunc-

tionen gelangt man über ein separates PSD-Programmer-Menü.

Fazit

Der skizzierte Weg zeigt nur die wesentlichen Elemente des Designs mit PSDsoft Lite auf.

Für die genannten vier grundlegenden Arbeitsschritte stehen diverse weitere Optionen und Hilfsmittel zur Verfügung, auf die hier mangels Raum nicht eingegangen wurde.

Alles in allem hinterläßt das Programm einen schlüssigen Eindruck. Schon in der Light-Version stellt PSDsoft ein komfortables und vor allem komplettes Werkzeug für die Programmierung der 3er-PSDs von WSI dar. kle

Literatur

[1] Ersatzteile, Mikrocontroller-Design mit PSD-Peripherieschaltkreisen von WSI, ELRAD 2/96, S. 92

Pin Layout for PLDCC/CLDCC Package Type									
1	1	psen	ad10	[27]	Address	Data	Bus	AD10_0	
v	2		ad11	[24]	Address	Data	Bus	AD10_1	
reset	3	reset	ad12	[25]	Address	Data	Bus	AD10_2	
out_pb7	4	pb7	ad13	[26]	Address	Data	Bus	AD10_3	
out_pb6	5	pb6	ad14	[27]	Address	Data	Bus	AD10_4	
out_pb5	6	pb5	ad15	[28]	Address	Data	Bus	AD10_5	
out_pb4	7	pb4	ad16	[29]	Address	Data	Bus	AD10_6	
PERPHCS1	8	pb3	ad17	[30]	Address	Data	Bus	AD10_7	
PERPHCS0	9	pb2	ad18	[31]	Address	Data	Bus	AD10_8	
READY	10	pb1	ad19	[32]	Address	Data	Bus	AD10_9	
WRTHH	11	pb0	ad10	[33]	Address	Data	Bus	AD10_10	
	12	GND		[34]					
	13	ale	ad11	[35]	Address	Data	Bus	AD10_11 (a11)	
	14	pa7	ad12	[36]	Address	Data	Bus	AD10_12 (a12)	
	15	pa6	ad13	[37]	Address	Data	Bus	AD10_13 (a13)	
	16	pa5	ad14	[38]	Address	Data	Bus	AD10_14 (a14)	
	17	pa4	ad15	[39]	Address	Data	Bus	AD10_15 (a15)	
Address Line A3	18	pa3	pc0	[40]					
Address Line A2	19	pa2	pc1	[41]					
Address Line A1	20	pa1	pc2	[42]					
Address Line A0	21	pa0	a19/ce1	[43]					
	22	rd	VCC	[44]					

Bild 1.
Teilansicht:
Ausgabe
des PSDsoft-
Fitters.



26. + 27. Februar 1997 • Messe Essen, Congress Center Süd

Fachmesse für:

- Messtechnik in der Produktion
- Messtechnik im Elektronik-Labor
- Kommunikations-Messtechnik
- industrielle Messtechnik
- Umwelt-Messtechnik
- Sensorik in der Anwendung
- Mikrowellen und Optronik
- EMV

Bitte setzen Sie sich mit uns in Verbindung, wenn Sie weitere Informationen benötigen:
Telefon: (050 33) 70 57, E-Mail: dehne@networkgmbh.de

NETWORK GmbH, Wilhelm-Suhr-Straße 28,
D-31558 Hagenburg
Internet: <http://www.networkgmbh.de>



The Leading Realtime OS for PCs

QNX ist führend in Echtzeit

Das Echtzeitbetriebssystem QNX wurde seit 1982 weltweit in über 350.000 Projekten in Industrie und Forschung eingesetzt.

QNX ist UNIX kompatibel

QNX ist konform zum UNIX-Standard POSIX sowie zu X11, TCP/IP, NFS, usw.

QNX ist preisgünstig

QNX bietet attraktive Runtimepreise für geringe bis zu sehr großen Stückzahlen.

QNX ist skalierbar

QNX ist dank seiner Modularität skalierbar vom "Embedded System" bis zum unternehmensweiten WAN-Netzwerk mit 1000 PCs. ®

QNX macht Embedded Systems grafikfähig

Mit **Photon**, dem neuen Microkernel-GUI für QNX, können grafische Echtzeitanwendungen im Motif-Stil sogar für Embedded Systems mit weniger als 512 KB RAM entwickelt werden.

SWD Autorisierter QNX Distributor seit 1986

SW Datentechnik GmbH
Raiffeisenstraße 2-4
D-25451 Quickborn
Tel: 04106 6109 0
Fax: 04106 6109 40
Email: info@swdqnx.ppp.de

Embedded Systems

in Sindelfingen

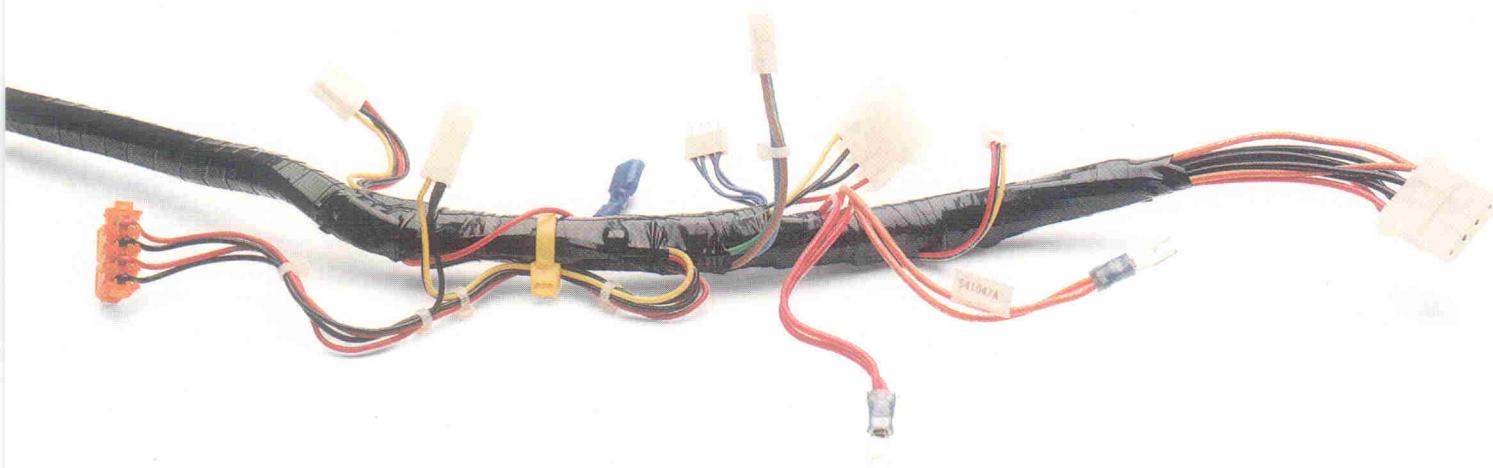
19.-21. Februar

Stand T 3

Internet: <http://ds2.etech.fh-hamburg.de/swd/swdhome.html>

SIEMENS

Hard Wired.



Machen Sie sich das Leben einfacher. Vernetzen Sie Ihre Applikationen mit Siemens Mikrocontrollern und CAN 2.0 B

Ingenieure rund um die Welt entdecken die Leistungsfähigkeit von Controller Area Network (CAN). Vereinfachte Verdrahtung in der Anwendung ist nur der Anfang. CAN bietet außerdem ein ganzes Bündel an Vorteilen: Übertragungsgeschwindigkeiten von 1Mb/s über standardmäßige „twisted pair“ Leitung mit sehr hoher Übertragungssicherheit auch

in EMV-kritischer Umgebung. Daten können sogar über Stromversorgungsleitungen übertragen werden, was vor allem in der Fabrikautomation von Vorteil ist. Angesichts so vieler Vorteile ist es kein Wunder, daß sich CAN auch außerhalb des Automobils sehr schnell verbreitet.

Kein anderer Mikrocontroller-Hersteller bietet mehr CAN 2.0 B Lösungen an als Siemens.

**COMPLETE
CAN
CAPABILITY™**

16-bit und 8-bit Mikrocontroller mit CAN 2.0 B und zusätzlich stand-alone Lösungen

Siemens bietet Ihnen aus einer Hand eine Vielzahl von CAN-Produkten in jedem Leistungsniveau. Bei 16-bit ist auf

Easy Wired.



einer der leistungsfähigsten Mikrocontroller-Architekturen, der C166-Familie, CAN 2.0 B auf dem SAB C167 integriert. In der C500-Familie bieten der SAB-C515C und der SAB C505C die volle CAN 2.0 B Funktionalität und somit eine Systemkapazität von bis zu 500 Millionen verschiedener Nachrichten. In unserem Angebot finden Sie auch drei stand-alone CAN 2.0 B Passiv-Produkte: SAE 81C90, SAE 81C91 und SAE 81C92, die Sie natürlich auch in Ihrem CAN 2.0 B Aktiv-Netz einsetzen können.

Erfahrung und Entwicklungswerkzeuge

Mit unseren Fabriken rund um die Welt bieten wir Ihnen die Kapazität, die Sie benötigen. Mit mehreren Millionen gefertigten CAN-Bauteilen haben wir die Erfahrung, die Sie erwarten.

Natürlich sind entsprechende Entwicklungswerkzeuge verfügbar. Das 16-bit Evaluation Kit macht Ihnen den Einstieg einfach.

Besuchen Sie uns auf der Embedded System Conference in Sindelfingen vom 19. bis 21. Februar 1997, Stand M1

Für weitere Informationen genügt ein Fax an (0911) 9 78 33 21 mit dem Hinweis „Info HL 9172“ oder besuchen Sie uns im Internet: <http://www.siemens.de/Semiconductor>

**Initiative for You
Siemens Semiconductors**

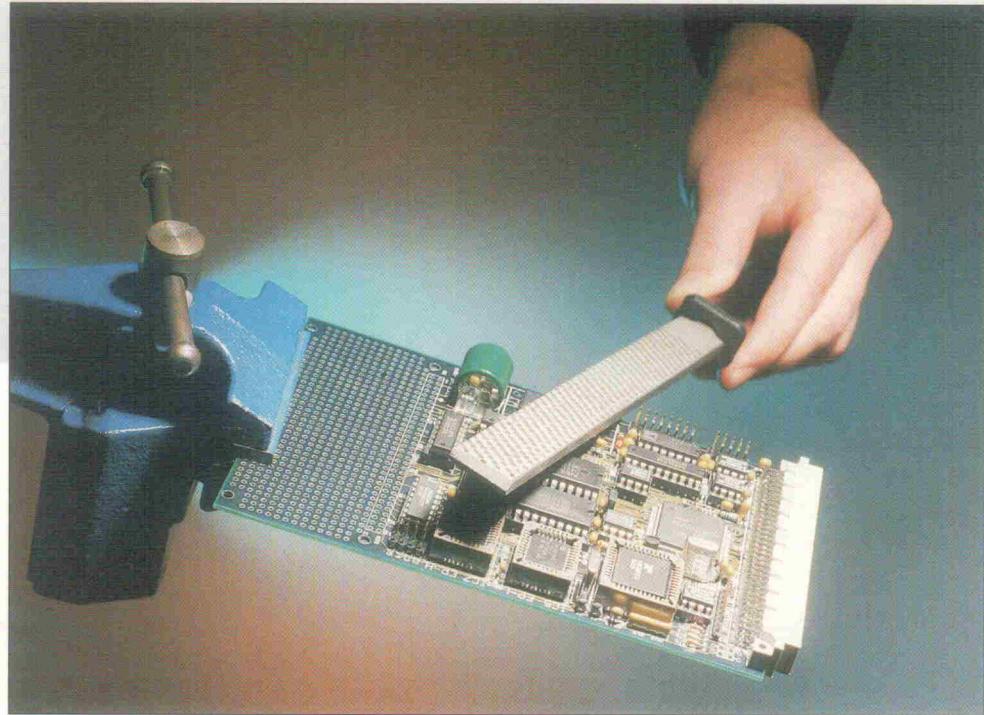
Mittelklasse

16-Bit-Mikrocontroller und Entwicklungswerkzeuge

Markt

Karlheinz Morgenroth

Wenn ein günstiger 8-Bitter nicht genug 'Dampf' hat, aber eine 32-Bit-RISC-MCU – nicht nur preislich – überdimensioniert ist, kommen die 16-Bit-Controller ins Spiel. Der Markt bietet ein breites Feld solcher Bausteine – sei es ein von der x86-Linie abgeleiteter Am18x oder Z80s Enkel namens TLCS-900. ELRAD liefert eine Bestandsaufnahme derzeit aktueller Chips nebst zugehörigen Entwicklungswerkzeugen.



Neu und immer leistungsfähigere Produkte im Konsumenten-, Kommunikations-, Automobil- und Industriemarkt stellen stetig steigende Anforderungen an Mikrocontroller. Reichte bislang noch die Leistung eines konventionellen 8-Bit-µC aus, so ist dieser mit neuen, zusätzlichen Funktionen häufig überfordert. Auch der steigende Zeit- und Kosten- druck in Entwurf und Fertigung zwingt Entwickler, von einem mit mehreren leistungsschwachen MCUs realisierten System auf einen leistungsstärkeren Controller zu wechseln.

Die Antwort der Halbleiterhersteller liegt, der jeweiligen Marketingphilosophie entsprechend, zwischen den Extremen 8 und 32 Bit. Während manche Unternehmen ein etabliertes 8-Bit-Konzept mit neuen Technologien – unter Beibehaltung der Abwärtskompatibilität – zu einer 16-Bit-Architektur aufgewertet haben, setzen andere konsequent auf neue Strukturen. Einzelne Firmen implementieren in ihre 16-Bitter zudem Fähigkeiten, wie

etwa DSP-Funktionalität, die bisher nur ausgewachsenen 32-Bit-MCUs vorbehalten waren.

Da der Erfolg eines Bausteins an die Verfügbarkeit von Entwicklungswerkzeugen gebunden ist, haben sich fast alle großen Hersteller um eine stattliche Anzahl Drittanbieter in entsprechenden Programmen oder Foren bemüht. Diese bieten von der Unterstützung bei Entwurf und Test der eigenen Hardware bis zur integrierten Entwicklungs- und Simulationsumgebung alles an, was die Arbeit des Entwicklers erleichtert.

Am18x

Advanced Micro Devices (AMD) setzt im 16-Bit-Segment mit den Am186- und Am188-Familien auf Kontinuität. Wenngleich die einst von Intel übernommene x86-Architektur schon in die Jahre gekommen ist, verhilft AMD ihr mit einem kräftigen Schuß an Peripherie und neuen Features zu einem zeitgemäßen Auftritt. Ein direkter Anschluß von Speicher- und Peripherie-

bausteinen, eine interne Übertragung des CPU-Kerns gegenüber dem Bus sowie verschiedene Stromsparmodi sind jetzt Standard wie auch Versionen für den Betrieb mit 3,3 Volt.

Bei vielen Entwicklern sind die Am186- und Am188-Controller nicht zuletzt wegen der schier unerschöpflichen Auswahl an Entwicklungswerkzeugen, teils auch aus dem PC-Sektor, beliebt. AMD unterstützt die Suche nach weiteren Anbietern zudem mit dem FusionE86-Katalog.

F²MC-16

Mit der F²MC-Reihe verfügt Fujitsu über eine Architektur sowohl für 8- als auch 16-Bit-Mikrocontroller [1]. Das 16bitige F²MC-16-Konzept stellt dem Programmierer neben einer 32 Bit breiten ALU mehrere 16bittige Stackpointer und bis zu 32 Registerbänke mit je acht 16-Bit-Registern bereit. Letztere lassen sich wahlweise auch zu acht 8 Bit oder vier 32 Bit breiten Registern kombinieren.

Unterschiede gibt es jedoch in der Busanbindung an den CPU-Kern: So ist das Bussystem rund um den Kern der F²MC-16F-Variante, der Anforderung nach hoher Leistung und Busdurchsatz entsprechend, in Harvard-Architektur (getrennte interne Datenbusse für ROM, RAM und Peripherie) ausgeführt. Bei der Realisierung der F²MC-16L-Ausführung stand dagegen ein niedriger Energieverbrauch vor einer höheren Leistung. So verfügt die L-Version 'nur' über einen gemeinsamen internen Datenbus. Variationen gibt es auch in der Größe des verfügbaren On-Chip-Speichers und der Peripherieausstattung, wo sich die Vertreter der F²MC-16L-Architektur mit jeweils etwas weniger gegenüber der F-Type zufrieden geben müssen.

Fujitsu bietet für die F²MC-16-Bausteine selbst ein Starterkit mit einem Evaluation-Board und einer integrierten Entwicklungsumgebung samt C-Compiler, Assembler als auch Simulator an. Ein In-Circuit-Emulator ist ebenfalls erhältlich.

H8

Mit der H8/300-Familie bewegt sich Hitachi heute fließend zwischen den 8- und 32-Bit-Marktsegmenten. Die erste CPU-Im-

plementierung enthielt zwar bereits acht universelle 16-Bit-Register, dennoch erinnert dieser Controllertyp mit seinem Befehlssatz eher an einen 8-Bitter [2]. Mit der Weiterentwicklung zur H8/300H-Architektur hin wurde die Registerbreite auf 32 Bit erhöht, wobei der Befehlssatz zwar einige Befehle zur Manipulation von 32-Bit-Daten enthält, aber wiederum eine Stufe darunter eher 16-Bit-orientiert ist.

Eine große Anzahl verschiedener Ausführungen mit unterschiedlichen On-Chip-Speichervarianten und Größen sowie ein weites Feld an Peripherieausstattung als auch der geringe Energieverbrauch machen Hitachis H8/300H-Serie nicht nur für portable Geräte interessant. Zusammen mit verschiedenen Partnern gelang Hitachi zudem der Aufbau einer größtenteils einheitlichen Kette von Entwicklungswerkzeugen für alle Hitachi-μCs. Dank der über die Segmente hinweg ähnlichen CPU-Architektur ist zudem eine leichte Migration in Abhängigkeit von der geforderten Leistung möglich.

MCS296

Intels jüngster und derzeit leistungsstärkster 16-Bit-Control-

ler ist der 80296SA. Damit verbunden führt Intel gleichzeitig die neue MCS296-Architektur ein. Hierbei handelt es sich um eine quellcode- und auch binär-kompatible Fortführung der bisherigen MCS96-Architektur. Wie gewohnt finden zwar alle Berechnungen im Akkumulator statt, allerdings steht diesem ein 232 Byte großes Registerfile zur Seite. Dank eines entsprechenden registerorientierten Befehlssatzes mit bis zu drei Operanden wirkt sich der Akkumulator nicht als Hemmschuh aus.

Neues Strukturmerkmal ist neben einer vierstufigen Befehlspipeline der auf 40 Bit erweiterte Akkumulator. In Zusammenhang mit beschleunigten und aus dem DSP-Bereich erweiterten arithmetischen Befehlen kann die MCU nun auch Signalverarbeitungsaufgaben übernehmen. Beispielsweise benötigt der 80296SA für den überaus DSP-typischen MAC-Befehl vier Taktzyklen (max. 12,5 MIPS bei 50 MHz).

Intel hält in gewohnter Manier ein komplettes Entwicklungssystem bereit. Der interaktive ApBUILDER (vgl. [3]) ist ebenfalls in einer 296er-Variante in Vorbereitung. Weitere Unterstützung von Seiten der bekannten Intel-Partner wurde ebenfalls bereits zugesagt.

M16

Schon länger im Rennen ist Mitsubishi's MELPS-7700-Reihe. Um einen leistungsfähigen 16-Bit-Kern gruppieren sich in einer Vielzahl von Varianten unterschiedliche Peripherieausstattungen und Größen sowie Typen der On-Chip-RAM- und ROM-Speicher.

Die neue 16-Bit-Architektur M16C wurde bewußt auf den Einsatz einer Hochsprache bei der Softwareentwicklung hin optimiert. Das Ergebnis ist eine Registerstruktur, die sich neben den üblichen Programm- und Stackpointern aus zwei Bänken von je sieben 16-Bit-Universalregistern – je vier Daten-, zwei Adreß- sowie ein Frame-Base-Register – zusammensetzen. An On-Chip-Peripherie mangelt es genauso wenig wie an Speicher: Mit bis zu 128 KByte ROM und 10 KByte RAM dürften sowohl im Programm- wie auch im Datenbereich umfangreiche Applikationen ohne zusätzliche Hardware realisierbar sein. Ein herausragendes Feature ist die Fähigkeit der M16C-Bausteine, bis zu zwei Fehler im maskenprogrammierten ROM durch Einträge in einem On-Chip-EEPROM zu beheben.

16-Bit-Mikrocontroller

Hersteller	AMD	Fujitsu	Hitachi	Intel	Mitsubishi	Mitsubishi	Motorola	NEC	OKI	Philips	SGS-Thomson	Siemens	TI	Toshiba
Familie	Am186/188	MB90000	H8/300H	80296	M30000	M37700	68HC16	784000	MSM66000	XA G1-G3	ST10	80C16x	MSP430	TLCS-900
Kern	x86/x88	FMC-16	H8/300	MCS296	M16C	MELPS 7700	CPU16	78K/4	OLMS-66K	XA	ST10	C166	MSP430	TLCS-900
max. Takt [MHz]	40	16	18	50	10	25	16	32	30	20	25	3,3	25	
Adreßraum	1 MB	16 MB	16 MB	6 MB	1 MB	16 MB	1 MB	16 MB	64 KB	16 MB	16 MB	16 MB	64 KB	16 MB
ext. Datenbus	8/16 Bit	16 Bit	8/16 Bit	16 Bit	–	16 Bit ¹	16 Bit	16 Bit	–	8/16 Bit	16 Bit	16 Bit	–	16 Bit
On-Chip-ROM	–	32...96 KB	max.	–	64/	max.	max.	max.	max.	8/16/32 KB	max.	max.	max.	max.
On-Chip-RAM	max.	1,64...	max.	512 Byte	10 KB	max.	2 KB	max.	max.	512 Byte	max.	max.	max.	max.
	32 KB	5 KB	4 KB	+ 2 KB	4 KB	2 KB	2 KB	2 KB	2 KB	4 KB	4 KB	4 KB	512 Byte	4 KB
Interrupts (int/ext.)	8/8	4	34/9	17/5		7/7	16/7	28/2	9/2	54/10	54/10	54/10	9/11	18/6
Timer	3	13	5	2	8	8	2	max. 16	max. 20	3	5	max. 9	2	max. 10
Capture Fähigkeit	○	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	○	✓	✓
PWM-Ausgänge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	○	○	✓	✓
Watchdog	✓/IO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IO-Ports	32/max. 32	max. 102	max. 78	32	max. 68	max. 84	max. 56	max. 67	max. 110	32	76, 110	max. 111	14	max. 99
ser. Schnittstellen	max. 2	max. 2 ²	1...2	1	2	2, 3	2	1	2	2	2	max. 2	1 ³	max. 3
A/D-Wandler	–	10 Bit	10 Bit	–	10 Bit	10 Bit	10 Bit	10 Bit	10 Bit	–	10 Bit, max.	10 Bit, max.	12 Bit, max.	10 Bit, max.
D/A-Wandler	–	–	4...16 Kan.	4...8 Kan.	8...10 Kan.	8 Kan.	8 Kan.	–	–	–	16 Kan.	16 Kan.	8 Kan.	12 Kan.
Versorgung	3,3V, 5V	2,7...5V	2,7...5V	2,7...5V	2,7...5V	2,7...5V	2,7...5V	2,7...5V	5V	2,7...5V	5V	3V, 5V	3...5V	2,7...5V
Gehäuse	QFP100/	QFP80...	FP80, 100	QFP100	QFP100	QFP80, 100	QFP160	QFP80,	DIP64,	PLCC44,	PQFP100,	QFP44	QFP44	QFP64...
	PLCC68,	120						100	QFP64...	128	144	144	68	120,
	QFP80...													MFP64...
	100													144
Besonderes	2 DMA-Kan., bis zu 13 Chip-Selects für externe Speicher und Peripherie	bis zu 4 DMA-Kanäle, Varianten mit Flash-ROM	2 DMA-Kanäle, 4 ex. Chip-Select-Signale	Varianten mit Flash-ROM	BDM	LCD-, FIP-Controller, LED-Treiber	Varianten mit Flash-ROM	C166-kompatibel	Varianten mit Flash-ROM, ex. Chip-Select-Signale	LCD-Controller	bis zu 4 DMA-Kanäle, teilw. DRAM-Controller, ex. Chip-Selects, optional Flash-ROM, I ² C-Schnittstelle			

O: teilweise

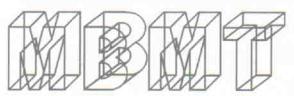
¹ nur ROMless

² max. 8 MBit/s

³ via Timer

⁴ 8 Bit, 2 Kanäle

Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

Wir halten ständig über 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller auf 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:



BIRD 8325

Leistungsabschwächer 30dB / 500WATT spezifiziert von DC - 50MHz, tauglich bis 1.5GHz, N-Buchsen am Ein- und Ausgang. 1.495,-DM

BRÜEL&KJAER

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



HEWLETT PACKARD

8754A/8502B/8750A
Netzwerkanalysator 4-1300MHz
beinhaltet Generator und Empfangsteil mit 3 HF-Eingängen, eingebauter Marker mit 1, 10 und 50MHz, auch für polare Darstellung, digitale Frequenzanzeige. Mitgeliefert werden die HP8502B Reflexionsmeßbrücke 1300MHz/75Ω und der HP8750A Storage-Normalizer zur digitalen Bildspeicherung sowie alle Spezialverbindungsleitungen. DM 13.740,-

Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

HEWLETT PACKARD

3312A	FUNKTIONSGEN. 0,1Hz-13MHz	1.890,-
3577A	NW-ANALYZER 5Hz-200MHz	28.600,-
3586A	SELEKT.VOLTMETER -32,5MHz	4.900,-
37201A	HP-IB-EXTENDER	2.200,-
3730A	DOWN-CONVERTER	3.330,-
5061A	CESIUM-FREQ.-STANDARD	29.950,-
8656B	SIGNAL-GEN. 0,1-990MHz	8.950,-

ROHDE&SCHWARZ

AMF2	TV-MESS-DEMODULATOR	28.000,-
MSC2	STEREO-MESSCODER	6.800,-
SPF2	VIDEO-TEST-SIGNAL-GEN.	15.500,-
SPN	GENERATOR 1Hz-1,3MHz	4.485,-



ROHDE & SCHWARZ ELT2

Handschallpegelmesser 10Hz-20kHz
misst Schallpegel von 55-120dB bewertet nach den Kurven A, B oder C. Er entspricht den Anforderungen nach DIN 45633 Bl.1 und IEC Publ.179, ist von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) als amtlich anerkanntes Prüfmittel zugelassen und kalibrierfähig. Das Meßmikrofon ist eine Kondensatormikrofonkapsel mit kugelförmiger Richtcharakteristik. Dient zur Ermittlung von Lärm in Wohngebieten, an Maschinen, in Werkhallen, Büros, Verkehrslärm, Baulärm, Nachbarschaftslärm usw.. Die ELT2 werden mit Tragriemen, Stativschraube und Batterie im Transportkoffer kalibriert geliefert. 675,-DM

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

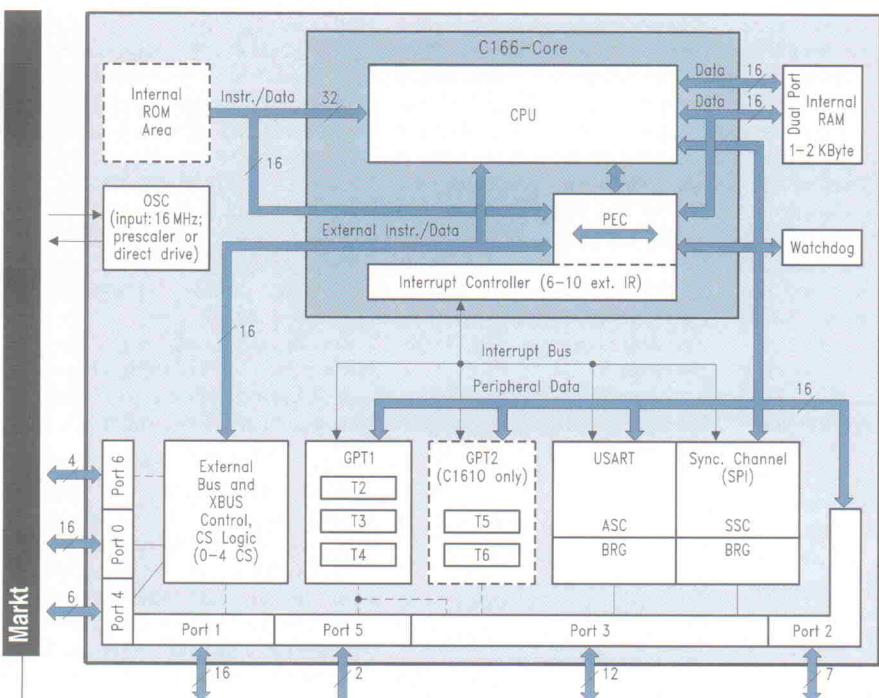


Bild 1.
Auf das interne RAM des C161, in dem unter anderem die Registersätze sowie der Stack liegen, können der CPU-Kern sowie der Peripheral Event Controller (PEC) simultan zugreifen.

Trotz des großen Speichers und der stattlichen Peripherie zeigen sich alle Mitglieder der M16C-Familie genügsam im Energieverbrauch, was vor allem die Entwickler tragbarer Geräte interessieren dürfte. Zur Softwareentwicklung steht für beide Mikrocontrollerfamilien ein komplettes Softwarepaket von IAR bereit. Ebenfalls für beide Familien sind In-Circuit-Emulatoren von Ashling, Lauertbach sowie HP erhältlich.

HC16

Im Quellcode zur HC11-Reihe aufwärtskompatibel ist die 68HC16-Familie. In die CPU hat Motorola zusätzliche Eigenschaften digitaler Signalprozessoren – wie etwa einen MAC-Befehl – integriert. Zudem wurden einige Funktionseinheiten, die es bisher nur bei den 32-Bit-Controllern der 6833x-Reihe gab, mit auf den Chip gepackt. So gruppieren sich um die CPU eine unabhängig von dieser arbeitende Time-Processing-Unit (TPU, [4]) sowie das System Integration Module (SIM), das sich um die einfache Ansteuerung verschiedener Speicherarten und externer Peripheriebausteine kümmert. Natürlich ist beim HC16 auch der Background-Debug-Mode (BDM, [5]) mit von der Partie.

Motorola bietet zwar selbst Evaluation- und Entwicklungskits an, die allerdings ihres relativ hohen Preises wegen bald von seiten Dritter Konkurrenz

bekommen sollten. Zumindest haben alle bisher bekannten Anbieter von Entwicklungswerkzeugen für Motorolas Produkte auch entsprechende Versionen für die jüngsten Spröllinge angekündigt oder schon zur Verfügung gestellt.

78K/4

Mit der Einführung der 16bittigen 78K/4-Serie setzt NEC zum einen die bisherige 8-Bit-respektive 16-Bit-Architekturen der 78K/0- [6] und 78K/3-Reihen [7] fort und ermöglicht so einen eleganten Umstieg auf die neuen Controllertypen. Andererseits kombiniert diese Reihe die Leistungsfähigkeit der 16-Bit-Familie 78K/3 mit dem niedrigen Energieverbrauch der 78K/0-Typen. Der CPU-Kern verfügt über acht Registerbänke mit jeweils acht Registern. Dieses Oktett beinhaltet neben einer Kopie des Akkumulatorinhaltes ein Zähl-, zwei Universal- sowie vier 24 Bit breite Adreßregister. Der Befehlssatz kennt neben einer schnellen 16-Bit-Multiplikation auch einen Multiply/Accumulate-Befehl (MAC).

Zur Softwareentwicklung bietet NEC sowohl einen Assembler wie einen ANSI-konformen C-Compiler an. Ein Fuzzy-Toolkit ermöglicht zudem den Entwurf entsprechender Applikationen oder Routinen. Erste Tests können mit dem unter Windows laufenden Simulator und Hochsprachendebugger laufen. Für

den Schritt hinüber zur Hardware steht zudem ein In-Circuit-Emulator bereit.

OLMS66K

OKIs Architektur OLMS66K ist mit einer zentralen 16-Bit-ALU, mehreren Indexregistern sowie einem aus entweder acht 8 Bit oder vier 16 Bit breiten Datenregistern bestehenden Register-File nicht gerade revolutionär, aber dennoch solide. Die insgesamt 64 KByte adressierbaren Speicher teilen sich in getrennte Programm- und Datenbereiche auf. Rund um den CPU-Kern gruppieren sich je nach Controllervariante verschiedene Timer sowie eine Vielzahl von analogen und digitalen Ports. OKI bietet selbst zu seinen Mikrocontrollern eine vollständige Kette von Werkzeugen für die Hard- und Softwareentwicklung an.

XA

Philips offeriert mit dem XA eine Mikrocontrollerfamilie, die als Aufsteiger aus der 8051-Welt zu sehen ist [8]. Im Vergleich zu anderen 'Upgrade-μCs' ist jedoch weder eine Binär- noch eine vollständige Quellcode-Kompatibilität auf Assemblerebene vorgesehen. Ein von Philips selbst angebeter Quellcode-Konverter hilft, dieses Hemmnis zu überbrücken. Dafür entschädigt der XA mit einer laut Hersteller um den Faktor 10 bis 100 höheren Leistung gegenüber seinem Urahn.

Embedded Systems'97

19.-21. Februar
in Stuttgart-Sindelfingen

für den

Entwickler

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

kostenlose
Gastkarten
bei den
Ausstellern

für den

Konstrukteur

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

das große Messe- und Kongreß-Ereignis das wird gezeigt

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

Top-Aussteller

Stand Nov. '96

330 FT Accelerated

Technology • ADVANTech Europe • AHLERS EDV • AK ELEKTRONIK • AMD • Applied Microsystems • Appli Ware • ARIZONA MICROCHIP • ARM • Ashling • ATEN • AT-Fachverlag • AWI Verlag • Beocom • Bernier & Matthier • CAD-UL • CC & I • CEBO • CENTRALP • COLOUR CONTROL • COSMIC • DIAB DATA • Diessner Daten-technik • DIGITAL-LOGIC • dIgital Logic Instruments • Dr. Krohn & Stiller • Dr. Rudolf Keil • dSPACE • EBV • EKF • elcotech • Electronic Tools • ELRAD Verlag H. Heise • ELTEC • ENEA OSE Systems • EPSON Europe • ETAS • Farnell • FORCE COMPUTERS • Franzis Verlag • FS FORTH-SYSTEME • Fujitsu Mikroelektronik • GEMAC • Glyn • Hewlett Packard • HighTec EDV • HI-LFI Microcomputer • Hitachi Europe • Hitex • HIWARE • HSP • Hüthig Fachverlage • hyperstone electronics • IAR Systems • IBDS • Integrated Systems • iSystem • Janz Computer • Jump • Kaneff, Dr. Ing.-Büro • Kleinhenz Elektronik • Kontron Elektronik • Lascar Electronics • LAUTERBACH • LIPPERT Automation • Logic Technology • MagnaMedia Verlag • MAZet • MCT Paul & Scherer • MEILHAUS • MEN mikro elektronik • MicroSys • Microtec Research • Microware Systems • Mitsubishi Electric • Mixed Mode • Motorola • MSC • National Semiconductor • nbn Systemkomponenten • NOHAU • N.A.T. • OMC • or Industrial Computers • PENTICA SYSTEMS • PEP Modular Computers • Philips Semiconductors • PHYTEC Meßtechnik • pls • RadiSys • REICHMANN microcomputer • REIN Components • ROTH • RUTRONIK/RSC-Halbleiter • Samsung • SCANTEC • Scientific Computers • SEI-Jermyn • SGS-THOMSON Microelectronic • Siemens AUT • Siemens HL • SOFTEC • Sorcus Computer • STEINHOFF • Sun Microelectronics • Sunrise Systems • SW Datentechnik • SYNATRON • SYSGO • SYSLOGIC • SYSTRIX • S&P Media • TASKING Software • taskit • TEKELEC AIRTRONIC • Tektronix • TEMIC • Texas Instruments • Toshiba Electronics • VSYSTEMS • Vogel Verlag • WHYRON • Willert Software Tools • Wind River Systems • ZILOG Europe

Infos:

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

Unter den Anbietern für Entwicklungswerzeuge finden sich überwiegend die Namen, die bereits aus dem 8051-Geschäft bekannt sind. Viele Hersteller bieten ihre bisherigen Produkte nun auch für die XA-Architektur an. Vom Assembler über den C-Compiler bis hin zu In-Circuit-Emulatoren ist ein breites Spektrum an Produkten von Dritter erhältlich.

C16x und ST10

Im Bereich der 16-Bit-μCs hat Siemens schon seit längerem mit der leistungsfähigen C16x-Familie einen Standard gesetzt. Eine registerorientierte CPU, die zudem über eine aus der RISC-Welt bekannte vierstufige Befehlspipeline verfügt, ermöglicht die Abarbeitung der meisten Befehle in zwei Taktzyklen. Mit verschiedenen binär-kompatiblen Varianten, aber unterschiedlicher Peripherieausstattung zielt Siemens dabei vor allem auf Einsatzgebiete ab, in denen ein Echtzeitverhalten gefordert und Multitasking-Betrieb gewünscht ist. Versionen mit integrierter CAN-Schnittstelle machen die C166-Familie überdies für Anwendungen im Automobil- und Steuerungssektor besonders interessant.

Neu in den Reihen der C16x-Welt ist der C161 (Bild 1):

Diese Low-Cost-Variante bietet sich vor allem für Applikationen an, in denen die Leistung eines etablierten 8-Bit-Controllers nicht mehr ausreicht, aus Kostengründen der Einsatz eines echten 16-Bitters bisher aber als unrentabel erschien. Mit mehr als 100 Partnerfirmen, die in einem von Siemens erhältlichen Katalog zusammengefaßt sind, dürfte die C166-Familie mit zu den am besten unterstützten Mikrocontrollern auf dem Markt gehören.

SGS-Thomsons ST10-Mikrocontrollerreihe entstammt einer strategischen Allianz mit S0iemens. Somit ist nicht nur der CPU-Kern mit der C166-CPU identisch, auch viele Varianten der Peripherieausstattungen ähneln sich bei beiden Herstellern. In der Ausprägung des ROM als Flash-Speicher zeigt sich SGS-Thomsons besondere Stärke. Auf der Suche nach geeigneten Entwicklungswerzeugen bietet zwar SGS auch ein eigenes Entwicklungspaket an, doch finden sich dank des C166-Kerns genügend Produkte weiterer Anbieter.

MSP430

Eine komplette Neuentwicklung liefert Texas Instruments (TI) mit der 16-Bit-RISC-Familie MSP430. Bei der Entwicklung wurde auf einen ex-

Entwicklungswerzeuge für 16-Bitter

Anbieter	Am18x	MB90000	H8/300H	MCS296	M30000	M37700	68HC16	78K4	MSM66K	XA	C166/ST10	MSP430	TLCS900
AK Elektronik	H												
Applied Microsystems	H												
AppliWare							H				S/H		
Ashling													
CAD-UL	S												
Ceibo										S/H			
Diessner		S											
Dr. Krohn & Stiller			H								H		
Glyn		S/H					S/H				S/H		
Hitex	H										H		
Hiware		S					S						
IAR Systems		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
iSYSTEM	H						H			H			
Keil Elektronik										S	S/H		
Kontron Elektronik		H									S/H		
Lauterbach		H	H	H	H	H							
Nohau Elektronik		H											
OSIP												S/H	
PENTICA Systems		H											
pls										S			
SMS											H		
Tasking		S								S			

H: Werkzeuge zum Hardwareentwurf (auch In-Circuit-Emulatoren)
S: Tools zur Softwareentwicklung

Tool-Anbieter

AK Elektronik Vertriebs GmbH
Eichenstraße 11
86567 Hilgertshausen
☎ 0 82 50/74 30

Applied Microsystems
Stahlgrubweg 11a
81829 München
☎ 0 89/42 74 03-0
✉ 0 89/42 74 03-33

AppliWare Elektronik GmbH
Westendstraße 4
83043 Bad Aibling
☎ 0 80 61/90 94-0
✉ 0 80 61/3 72 98

Ashling Mikrosysteme
Brunnenweg 4
86415 Mering
☎ 0 82 33/3 26 81
✉ 0 82 33/3 26 82

CAD-UL GmbH
Einsteinstraße 37
89077 Ulm
☎ 0 73 1/9 37 60-0
✉ 0 73 1/9 37 60-27

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

Diessner Datentechnik
Furtwanger Straße 9
71034 Böblingen
☎ 0 70 31/28 95 38
✉ 0 70 31/28 95 41

Glyn GmbH
Am Wörtzgarten 8
65510 Idstein/Taunus
☎ 0 61 26/5 90-2 22
✉ 0 61 26/5 90-1 11

Hitex Systementwicklung GmbH
Greschbachstraße 12
76229 Karlsruhe
☎ 0 71 29/96 28-0
✉ 0 71 29/96 28-1 89

Hiware AG
Gundelingerstraße 432
CH 4053 Basel
☎ 00 41-61/3 31-71 51
✉ 00 41-61/3 31-10 54

IAR Systems GmbH
Brucknerstraße 27
81677 München
☎ 0 89/4 70 60 22
✉ 0 89/4 70 95 65

iSYSTEM
Einsteinstraße 5
85221 Dachau
☎ 0 81 31/2 50 83
✉ 0 81 31/1 40 25

Keil Elektronik GmbH
Bretonischer Ring 15
85630 Grasbrunn
☎ 0 89/46 50 57
✉ 0 89/46 81 62

Kontron Elektronik GmbH
Oskar-von-Miller-Straße 1
85386 Eching
☎ 0 81 65/77-0
✉ 0 81 65/77-3 85

Dr. Krohn & Stiller GmbH
Ottobrunner Strasse 28
82008 Unterhaching
☎ 0 89/61 00 00-22
✉ 0 89/61 00 00.99

Lauterbach Datentechnik GmbH
Fichtenstraße 27
85649 Hofolding
☎ 0 81 04/89 43-0
✉ 0 81 04/89 43-49

Nohau Elektronik GmbH
Goethestraße 4
75433 Maulbronn
☎ 0 70 43/4 02 47
✉ 0 70 43/4 05 21

OSIP
Hollermorgenstraße 8
65199 Wiesbaden
☎ 0 61 1/84 20 67
✉ 0 61 1/84 20 68

PENTICA Systems GmbH
Besigheimer Weg 117
74343 Sachsenheim
☎ 0 71 47/30 85
✉ 0 71 47/1 24 99

pls Programmierbare Logik & Systeme
GmbH Lange Straße 28
02977 Hoyerswerda
☎ 0 35 71/48 38-0
✉ 0 35 71/48 38-31

Tasking Software GmbH
Brennerstraße 5
71229 Leonberg
☎ 0 71 52/9 79 91-0
✉ 0 71 52/9 79 91-20

Herstelleradressen

Advanced Micro Devices GmbH
Rosenheimer Straße 143b
81671 München
☎ 0 89/4 50 53-0
✉ 0 89/40 64 90
► http://www.amd.com/

Fujitsu Mikroelektronik GmbH
Am Siebenstein 6-10
63303 Dreieich-Buchschlag
☎ 0 61 03/6 90-0
✉ 0 61 03/6 90-1 22
► http://www.fujitsu-edc.com/

Hitachi Europe GmbH
Dornacher Straße 3
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/9 91 80-0
✉ 0 89/9 29 30 00
► http://www.hitachi.com/

Intel GmbH
Dornacher Straße 1
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/9 91 43-0
✉ 0 89/9 29 10 30
► http://developer.intel.com/

Mitsubishi Electric Europe
Gothaer Straße 8
40880 Ratingen
☎ 0 21 02/4 86-0
✉ 0 21 02/4 86-3 67
► http://www.mitsubishi.com/

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

NEC Electronics GmbH
Oberrather Straße 4
40472 Düsseldorf
☎ 02 11/65 03-01
✉ 02 11/65 03-327
► http://www.nec.com/

OKI Electric Europe GmbH
Hellersbergstraße 2
41460 Neuss
☎ 0 21 31/1 59 60
✉ 0 21 31/10 35 39
► http://www.oki.com/

Philips Semiconductors GmbH
Burchardstraße 19
20095 Hamburg
☎ 0 40/2 35 36-3 30
✉ 0 40/2 35 36-3 00
► http://www.semiconductors.philips.com/

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

Siemens AG Infoservice
Postfach 4848 90713 Fürth
✉ 09 11/9 78-33 21
► http://www.siemens.de/Semiconductor/

Texas Instruments GmbH
Haggertystraße 1
85350 Freising
☎ 0 81 61/80-0
✉ 0 81 61/80-45 16
► http://www.ti.com/

Toshiba Electronics Europe GmbH
Hansallee 181
40549 Düsseldorf
☎ 0 21 11/52 96-0
✉ 0 21 11/52 96-400
► http://www.toshiba.com/

trem niedrigen Stromverbrauch hingearbeitet [9]. Dank eines ausgeklügelten Power-Managements lassen sich ohne weiteres beispielsweise Meß- und Datenerfassungssystemen realisieren, die im Mittel mit wenigen Mikroampere Stromverbrauch auskommen. Dementsprechend möchte TI mit der MSP430-Familie den wachsenden Markt der digitalen Energieverbrauchsmessung angehen (vgl. Seite 50).

TI bietet selbst über seine Distributoren verschiedene preisgünstige Starter- und Evaluations-Kits an. In einem Third-Party-Programm haben sich zudem bisher drei Anbieter von C-Compilern und Hardware-Emulatoren zusammengefunden.

TLCS-900

Toshibas 16-Bit-Serie TLCS-900 bietet mit zwei Subfamilien über die Standardbausteine hinaus zwei vollständig binär-kompatible Produktzweige für Anwendungen, in denen entweder sparsamer Energieverbrauch oder hohe Leistung gefordert ist. Die Mitglieder der TLCS-900/L-Familie benötigen

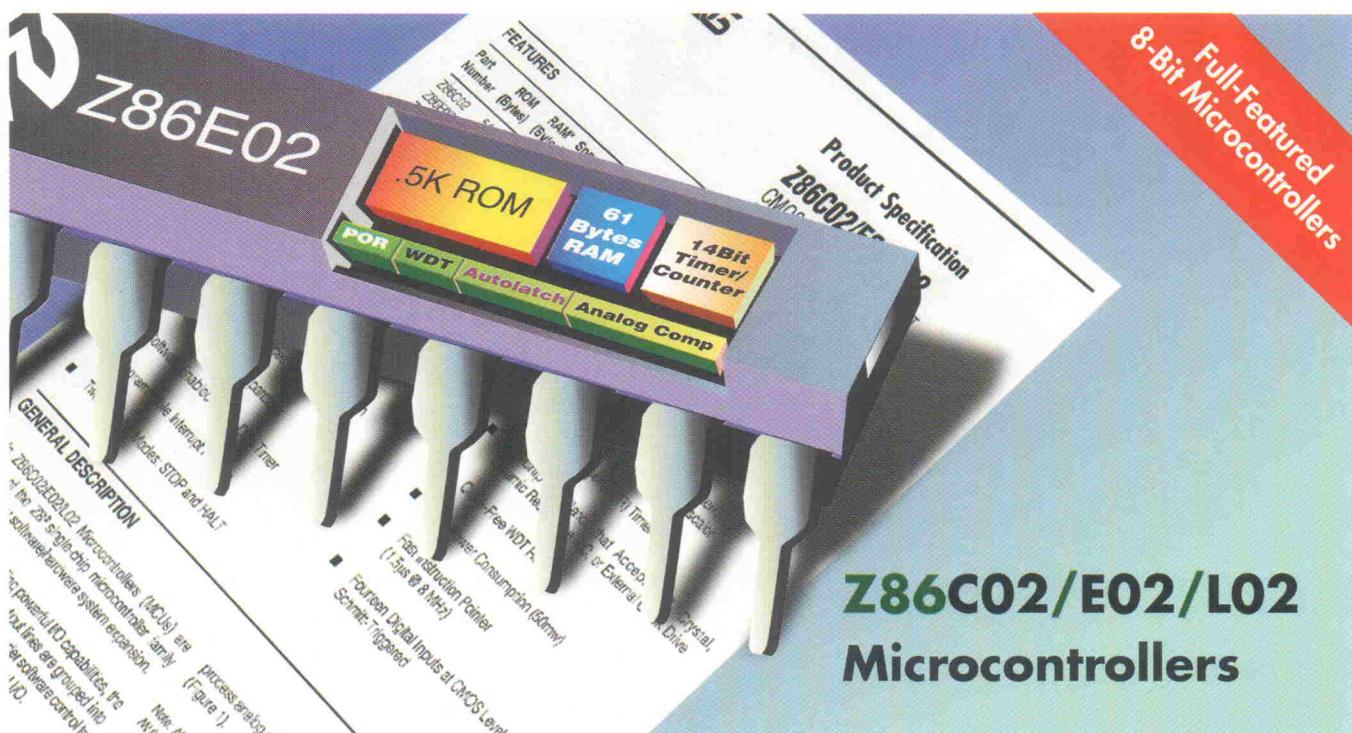
gen bei gleicher Taktfrequenz nur etwa die Hälfte der Energie, während der TLCS-900/H-Zweig doppelte Rechenleistung bietet. Darüber hinaus sind in den Familienzweigen dem jeweiligen Zielsegment entsprechende Peripherieausstattungen erhältlich.

Innerhalb des CPU-Core bietet die 900er-Familie ein besonderes Feature: Das neben dem 32 Bit breiten Stackpointer und den drei gleich breiten Adreßregistern vorhandene Register-File kann wahlweise in acht Bänke zu vier 16-Bit- oder vier Bänke zu vier 32-Bit-Universalregister unterteilt werden. In ersterem Fall lassen sich bis zu 64 KByte Programm- und 16 MByte Datenspeicher adressieren, im zweiten erhöht sich der adressierbare Programmspeicher ebenfalls auf 16 MByte [10].

Dank eines noch kleinen Fehlers von Drittanbietern kann auch Toshiba vom Assembler über verschiedene Hochsprachen bis hin zum In-Circuit-Emulator einen weiten Bereich an Entwicklungswerzeugen für seine Mikrocontroller vorweisen. ea

Literatur

- [1] Claus R. Wickinghoff, *Achter-C, Hochsprachen-Evaluation-Kit für Fujitsu F²MC-8L*, ELRAD 7/96
- [2] Carmen Diessner, *Oktagon, Evaluierungsboard für Hitachi H8/338*, ELRAD 2...4/96
- [3] Ernst Ahlers, *Faktor 15, Starter-Kit für Intels MCS-251-Controller*, ELRAD 8/96
- [4] Josef Fuchs, *Zeitschneider, Die Time Processing Unit des 68332*, ELRAD 10/95
- [5] Josef Fuchs, *Noteingang, Background-Debug-Modus des MC 68332*, ELRAD 7/95
- [6] Claus R. Wickinghoff, *Intro-K0, Einsteigerpaket für die Applikationsentwicklung mit 78K0-Mikrocontrollern*, ELRAD 6/94
- [7] Claus R. Wickinghoff, *Motortreiber, NECs 78366, 8/16-Bit-Controller für die Antriebstechnik*, ELRAD 10/95
- [8] Alfred Arnold, *Thronfolger gesucht, Architekturvergleich MCS-251 und 8051XA*, ELRAD 7/95
- [9] Karlheinz Morgenroth, *Leichtgewicht, Starterkit für TIs MSP430*, ELRAD 10/96
- [10] Peter Kriegelhöfer, *Z80s Enkel, Evaluationboard für TLCS-900*, ELRAD 8/93



Z86C02/E02/L02 Microcontrollers

Zilog's neuer Microcontroller für Low Cost Anwendungen: Z86C02/Z86E02/Z86L02

Preiswertes Entwicklungswerkzeug
Zilog's Z86CCP Emulator kann als echter Incircuit-Emulator als auch als Programmier-Board verwendet werden. Der Emulator arbeitet unter Windows-Software und erlaubt Echtzeit-Emulation und Debugging. Im Lieferumfang sind Z8 Assembler/Linker und eine C-Compiler Demoversion für max. 2K Code enthalten.

Z86E02. Die OTP Lösung

Der Z86E02 ist die OTP Variante des 18pin Bausteins, der über 512 Byte Programm-speicher und 61 Byte RAM, sowie über einen 8Bit Timer/Counter mit 6 Bit Prescaler verfügt. Zwei Komparatoren ermöglichen eine Reihe von Anwendungen die analoge Eingänge erfordern.

Z86E02/C02/L02 Family Matrix

Device	Pins Packages	ROM (KB)	RAM (bytes)	Type	V _{CC} Min	V _{CC} Max	Ext. Temp
E02	18 DIP/SOIC	.5	61	OTP	4.5	5.5	X
C02	18 DIP/SOIC	.5	61	Mask	3.0	5.5	X
L02	18 DIP/SOIC	.5	61	Mask	2.0	3.9	

Folgende Distributoren führen OTP's ab Lager

Avnet E2000 GmbH
München
Tel. 089/451 10-01

EBV Elektronik GmbH
München
Tel. 089/991 14-0

Future Electronics
München
Tel. 089/9 57 27-0

Z86C02. Z86L02. Die Masken Lösung

Für die Serienfertigung ist es möglich auf die noch preiswerteren Markenversionen umzustellen. Der Z86C02 ist die Standard 5Volt-Lösung und der Z86L02 arbeitet im Spannungsbereich von 2Volt bis 3,9 Volt.

Z8 Standard-Kern

Der Z8-Kern mit seiner Register-Register Struktur ist die Basis für die Z86E02, L02, C02 und eine ganze Reihe von Bausteinen aus der Z8-Familie von Zilog, die alle software-kompatibel sind. Die Bausteine verfügen über Watch Dog Timer, Power on Reset, Schmitt Trigger Eingänge und ROM Protect, was die Systemkosten zusätzlich reduziert.



Zilog Europe
Thomas-Dehler-Str. 18
D-81737 München
Tel. 089-67 20 45
Fax 089-6 70 61 88
Internet: <http://www.zilog.com>

AD96DZB0300

Embedded Systems '97

Seien Sie unser Guest.

Technischer Fortschritt verlangt nach neuen Ideen. Innovationen entstehen nur durch unkonventionelle Lösungen.

**Wir bieten Ihnen dafür
Ihr Forum:
Die Embedded Systems!**

Sie beschäftigen sich mit der Konstruktion oder Entwicklung von Steuerungen, Regelungen mit integrierten Mikroprozessoren.

Sie suchen neue Anregungen, Ideen und fachkompetente Gesprächspartner.

Besuchen Sie unsere Redaktion auf dem *ELRAD*-Gemeinschaftsstand in Halle 1, Stand K 4.

Wir freuen uns auf Sie!

Messe & Kongreß
19. – 21.02.1997
Stuttgart-Sindelfingen
Halle 1, Stand K 4



Elektronik hat einen Namen. *ELRAD*.

Wir laden ein:

SCHURTER

Bauteile für die Elektronik
Eingabesysteme nach Maß

- **Folientastaturen in anspruchsvollem Design**
- **Vandalensichere Metallictastaturen**
- **Vandalensichere Piezo-Einzeltaster mit...**
 - Ex-Schutz
 - Ring- bzw Punktbeleuchtung
 - Dauerfunktion

Schurter GmbH
Eisässerstraße 3
Postfach 1253
D-79346 Endingen

e-mail: 100710.1021@compuserve.com
Tel.: 07642-682-0
Fax: 07642-8820

<http://www.schurter.de>
NEU IM INTERNET

Wir präsentieren

Programmieren in Echtzeit

- Arbeiten am lebenden Programm
- Automatisches Austauschen von Code
- Unmittelbare Kontrolle
- Entwickeln in voller Konzentration

Dr. Wolf Wejgaard : Forth Engineering

Neuhöflrain 10 Tel. +41-41-377 3774
6045 Meggen Fax +41-41-377 4774
Schweiz wejgaard@acm.org

Dlouhy

Elektronik

Programmer PREPROM für (E)EPROMs, FLASHes, ser. EEPROMs, GAL's und diverse Mikrocontroller:
87C5X-DS87C520, AT89C1051 bis AT89C55, NEC78xx,
PIC16C54-622, P87C748-752
Adapter DIL/PLCC, DIL/SOIC und Löschergeräte
Programmer und Emulator S2051 für AT89C1051/2051
EPROM-Simulatoren SIMEPROM
Logikanalysatoren LOGAN
Starterkits, Prototypingboards
Feldbuskomponenten und Visualisierungssysteme
Wir freuen uns auf Ihren Besuch!



DLOUHY ELEKTRONIK LECHSTR. 7A 83026 Rosenheim

Telefon 08031/2690-71 Fax 08031/2690-72 Modem 08031/2690-73

Ihr kompetenter Partner für:

EDA-Software
Programmer
SIMM-Tester
Adapter / Konverter
UV-Löschergeräte
Entwicklungssysteme
Logikanalyse

Bitte besuchen Sie uns!



Systemtechnik GmbH
Software & Hardware
Postfach 60 05 11 • D-81205 München
Tel. 089/8343047 • Fax 089/8340448

baudisch

ELECTRONIC

OEM-Baugruppen
Industriesteuerungen
Hutschienen PCs
Kundenspezifische
Elektronik-Entwicklungen
CE-Beratung
EMV-Prüfungen

Baudisch Electronic GmbH
Hetzengasse 24 • D-73116 Wäschenebeuren
Tel. 07172/92613-0 • Fax 92613-30

BAYER●●● Ingenieurbüro für Digitale Signalverarbeitung

Kundenspezifische Systeme,
Entwicklungsunterstützung,
Tools und Consulting

DSP-Anwendungen mit

- TI TMS320C3x/4x
- Analog Devices ADSP21xx
- NEC µPD7701x
- Motorola DSP56xxx

Dietrichstraße 22 • 41468 Neuss

■ (02131) 16 94 50 • Fax 16 94 51



Wir zeigen auf
der Embedded
Systems:

den tragschienenmontierbaren
Mikrocomputer **T S M**
mit vielen neuen E/A-Modulen.

BITAD2 Meßdatenerfassung
im großräumigen Netz

BDETERM vernetzte
Industrieterminals BDE/MDE

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

ELEKTRONIK LADEN

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
Wilh.-Mellies-Str. 88, D-32758 Detmold
TEL: (05232) 8171 • FAX: (05232) 86197

Wir bieten Ihnen:

- Den neuen Katalog "Von EMUFs und EPACs" 1997
- Neue Zwerge, Mopse, KatCen und andere Einplatinenrechner
- Einen mobilen Roboter mit dem ST9 BASIC EMUF
- Das neue HC12 Welcome Kit!
- Bücher, Bücher, Bücher...

Am Stand signieren
ihrer Werke:

Oliver Thamm
Prof. M. Sturm
Prof. A. Auer
Dr. König + König

<http://members.aol.com/elmikro>

Real-Time Tools for Intel x86 Embedded Systems

RTKernel

Real-Time
Multitasking
System
for 16-bit
Embedded
Systems



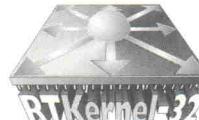
RTTarget-32

Cross
Development
System
for 32-bit
Embedded
Systems



RTKernel-32

Real-Time
Multitasking
System
for 32-bit
Embedded
Systems



On Time

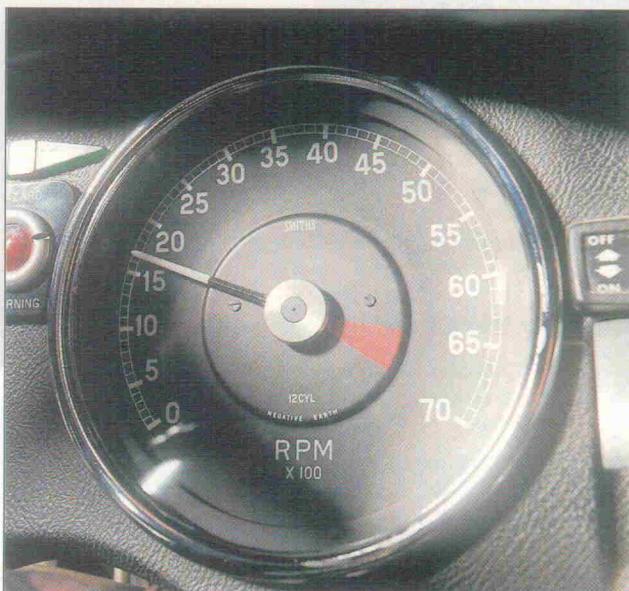
INFORMATIK GMBH

ECHTEIT- UND SYSTEMSOFTWARE

Hofweg 49 • 22085 Hamburg • Telefon 040 / 227 94 05 • Telefax 040 / 227 92 63

Auf Touren

μ C-Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren



**Marc Schneider,
Volker Grajewski**

Permanenterregte Gleichstrommotoren aus dem Automobilbereich sind zu einem hervorragenden Preis-Leistungsverhältnis erhältlich. Die neueren Varianten mit Impulsgeber eignen sich auch gut für kraftfahrzeugfremde Anwendungen. Die Ansteuerung und Drehzahlregelung per Mikrocontroller erfordert allerdings etwas Know-how.

Dipl. Ing. Volker Grajewski studierte bis 1996 Meß- und Regelungstechnik an der TU Braunschweig und schrieb seine Diplomarbeit über das hier vorgestellte Thema. Seitdem ist er als Softwareentwickler bei der Firma Dressler Automation in Schöppenstedt im Bereich der echtzeitfähigen Prozeßdatenerfassung und Automatisierung in der Automobilindustrie tätig. Dipl. Ing. Marc Schneider studierte bis 1991 Nachrichtentechnik an der Uni Hannover. Heute ist er im Bereich Verkehrstechnik der Siemens AG in der Echtzeitsoftwareentwicklung für sichere Rechner tätig.

Ausgerüstet mit Schneckengetrieben und ausgelegt für Betriebsspannungen zwischen 12...36 V mit Leistungen von bis zu 250 W haben sich permanenterregte Gleichstrommotoren auch außerhalb des Automobilsektors bewährt. Sie eignen sich als gestellte drehzahlveränderliche Antriebe in einem breiten Anwendungsspektrum, wie zum Beispiel in Papierverarbeitungsmaschinen. Neu ist die Ausstattung dieser Motoren mit optoelektronischen oder Hall-Impulsgebern, die auf der Rotorwelle montiert sind. Pro Umdrehung erzeugen diese Sensoren bis zu 16 Impulse. Die Frequenz ist proportional zur Drehzahl der Motorwelle und die Impulsinformation eignet sich zur inkrementalen Positionsmeßung. Aufgrund der geringen Auflösung und Teilungsgenauigkeit der Impulsgeber sind die Möglichkeiten solcher Regelungen allerdings eingeschränkt. Hinzu kommt eine starke Veränderung der Laufegenschaften aufgrund des verwendeten Dauerschmiermittels, das sich während des Betriebs erwärmt. Daher gilt es, einige Kriterien für die digitale Drehzahlregelung zu beachten.

Für eine analoge Drehzahlregelung lässt sich die Impulsfrequenz mit einem Frequenz/Spannungs-Umsetzer aufbereiten. Eine digitale Regelung sollte die Drehzahlinformation in digitaler Form, also als Zahl, erhalten. Hierfür kommen zwei Verfahren in Frage: Impulszählung und Periodendauermessung. Die Impulszählung verwendet eine Zeitbasis, die sich aus dem Takt eines Mikrocontrollers ableiten lässt. Ein Zähler registriert die während einer Torzeit am Impulsgeber auftretenden Impulse. Der Zählerstand ist zur Drehzahl proportional. Folgende Zusammenhänge gelten für die Impulszählung:

- Steigende Drehzahlen und höhere Impulsgeberauflösungen bewirken geringere Genauigkeit, höhere Quantisierungsfehler und größere Dynamik,
- steigende Normalfrequenzen resultieren in höherer Genauigkeit, geringerem Quantisierungsfehler und höherer Drehzahluntergrenze.

Niedrigauflösende Impulsgeber bedingen bei geringen Drehzahlen große Meßzeiten und damit große Zählerstände des Periodenzählers. Ein Überlauf dieses Zählers bedeutet, daß die Motorwelle stillsteht. Eine Drehzahl von 6000 U/min muß bei 1%iger Genauigkeit und einer Impulsgeberauflösung von 16 Impulsen pro Umdrehung mit einer Normalfrequenz von mindestens 160 kHz gemessen werden (Bild 2). Die Drehzahluntergrenze liegt in diesem Fall mit einem 16-Bit-Periodenzähler bei zirka 9 U/min. Es gilt folgende Mindestnormalfrequenz (F: Fehler durch Quantisierung, n: Dreh-

die Regelung eine geringe Dynamik auf: eine Drehzahl von 600 U/min muß bei 1%iger Genauigkeit und einer Impulsgeberauflösung von 16 Impulsen pro Umdrehung mit einer Torzeit von mindestens 625 ms gemessen werden (Bild 1). Für die Torzeit gilt eine Mindestgröße (F: Fehler durch Quantisierung, n: Drehzahl, m: Impulse pro Umdrehung):

$$t_{\text{Tor}} \geq \frac{1}{F \cdot (n/60) \cdot m}$$

Die Periodendauermessung benötigt eine Normalfrequenz, ebenfalls aus dem Takt eines Mikrocontrollers gewonnen. Ein Zähler registriert die zwischen zwei Impulsen des Impulsgebers auftretenden Perioden der Normalfrequenz. Der Zählerstand ist zur Drehzahl umgekehrt proportional. Für die Periodendauermessung gilt:

– Steigende Drehzahlen und höhere Impulsgeberauflösungen bewirken geringere Genauigkeit, höhere Quantisierungsfehler und größere Dynamik,

– steigende Normalfrequenzen resultieren in höherer Genauigkeit, geringerem Quantisierungsfehler und höherer Drehzahluntergrenze.

Niedrigauflösende Impulsgeber bedingen bei geringen Drehzahlen große Meßzeiten und damit große Zählerstände des Periodenzählers. Ein Überlauf dieses Zählers bedeutet, daß die Motorwelle stillsteht. Eine Drehzahl von 6000 U/min muß bei 1%iger Genauigkeit und einer Impulsgeberauflösung von 16 Impulsen pro Umdrehung mit einer Normalfrequenz von mindestens 160 kHz gemessen werden (Bild 2). Die Drehzahluntergrenze liegt in diesem Fall mit einem 16-Bit-Periodenzähler bei zirka 9 U/min. Es gilt folgende Mindestnormalfrequenz (F: Fehler durch Quantisierung, n: Dreh-

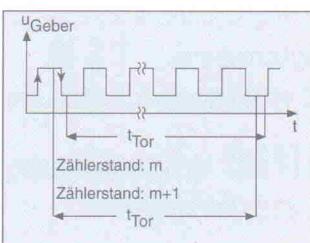


Bild 1. Quantisierungsfehler bei der Impulszählung.

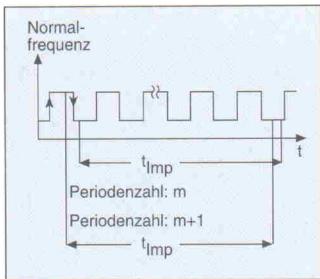


Bild 2. Quantisierungsfehler bei der Periodendauermessung.

zahl, m: Impulse pro Umdrehung):

$$f_{\text{Norm}} \geq \frac{1}{F} \cdot \frac{(n/60 \cdot m)}{t_{\text{Imp}}}$$

Die Periodendauermessung sollte für bestmögliche Dynamik jede Periode des Impulsgenerators ausmessen können. Das bedeutet, daß der Periodenzähler schon die nächste Messung beginnt, während der aktuelle Meßwert für den Drehzahlregler aufbereitet wird. Hier ist mit den Latenzzeiten eines Echtzeitssystems zu rechnen, die den Meßwert verfälschen, wenn der Periodenzählerstand nicht im Augenblick des Periodenendes zwischengespeichert wird. Diese Fähigkeit bieten Capture-Timer, die in verschiedenen Mikrocontrollern integriert sind.

Für eine dynamische Drehzahlregelung ist eine möglichst kurze Laufzeit des Regelalgorithmus wünschenswert, um schnell auf Änderungen des Istwertes reagieren zu können. Eingangsgröße des Drehzahlreglers ist die gemessene Drehzahl, seine Stellgröße ist die Betriebsspannung des Motors. Der Gleichstrommotor als Regelstrecke zeigt bezüglich seiner Spannungs-Drehzahlkennlinie P_{T2} -Verhalten.

Der digitale Regelalgorithmus muß in immer gleichen zeitlichen Abständen bearbeitet werden. Dieses Abtastintervall ist auf die Regelstrecke abzustimmen und wird aus ihrer Sprungantwort ermittelt, indem man die Hochlaufzeit des Motors mißt. Sie liegt bei den eingangs erwähnten Motoren im Leerlauf ohne Strombegrenzung bei etwa 100 ms. Die Abtastzeit sollte etwa 1/10 davon – also etwa 10 ms – betragen, um einen guten Kompromiß zwischen Regelgüte und verfügbarer Rechenzeit für den Regelalgorithmus zu erreichen.

Mit Strombegrenzung und belastetem Motor läßt sich diese Zeit verlängern, ohne die Regelgüte zu beeinträchtigen. Generell ist aber eine möglichst geringe Rechenzeit anzustreben: je kürzer nämlich die Totzeit zwischen Meßwertaufnahme und Stellgrößenausgabe ist, desto genauer entspricht das Zeitverhalten des digitalen Reglers dem des spontan reagierenden analogen Reglers. Dann lassen sich die gängigen Optimierungsverfahren [1] erfolgreich anwenden.

Der digitale Drehzahlregler berechnet die aktuelle Stellgröße aus dem aktuellen Drehzahlmeßwert (Istwert) und vorherigen Werten. Digitale Regelalgorithmen unterscheiden sich ganz wesentlich hinsichtlich ihres Ressourcenbedarfs, der sich aus dem Rechenaufwand und der Auflösung der benötigten Zwischengrößen zusammensetzt. Diese Ressourcen sind bei den meisten Mikrocontrollern stark eingeschränkt: sie verfügen vielfach nur über einfache Rechenfunktionen und wenig Speicherplatz. Hier sind hinsichtlich der Komplexität des Regelalgorithmus Kompromisse nötig, um Regelgüte und Dynamik miteinander zu vereinen.

Regel-Regeln

Fuzzy-Regler sind prinzipiell sehr robust. Eine hohe Regelgüte erkauft man allerdings durch eine große Anzahl von Zugehörigkeitsfunktionen und Regeln. Fuzzy-Algorithmen mit hoher Regelgüte weisen daher einen hohen Ressourcenbedarf und somit eine geringe Dynamik auf.

Der Dead-Beat-Regler ist ein Kompensationsregler und basiert auf dem Ausgleich der Pole und Nullstellen des geschlossenen Regelkreises. Er regelt eine Strecke 2. Ordnung wie den Gleichstrommotor in nur zwei Regelschritten aus, ist also sehr dynamisch. Meßfehler und Änderungen der Streckeneigenschaften bewirken eine Fehlkompensation der Pole und Nullstellen, so daß der Regelkreis aufgrund seiner hohen Dynamik schnell instabil wird. Mit diesem Problem ist bei den eingangs erwähnten Motoren zu rechnen, da sich ihre Laufeigenschaften im Betrieb verändern.

Den geringsten Ressourcenbedarf hat der PID-Regler [1]. Er kann aus der Sprungantwort der Regelstrecke mit dem Verfahren von Takahashi leicht parametrisiert und optimiert werden. Die optimierten Reglerparameter bilden die Koeffizienten des Proportional-, Integral- und Differentialanteils. Aufgrund des P_{T2} -Verhaltens des Gleichstrommotors ist der D-Anteil nicht erforderlich. Er verbessert jedoch die Reaktionsgeschwindigkeit des Regelkreises auf große Regelabweichungen, also die Dynamik. Als Folge ergibt sich ein Überschwingen der Regelgröße, das vielfach dem Wunsch nach aperiodischem Verhalten entgegensteht.

Leistungsteil

Das Stellglied setzt die vom Regler errechnete Stellgröße proportional in eine Betriebsspannung für den Motor um. Für möglichst geringe Verlustleistungen bietet sich die Pulsweitenmodulation an, die mit dem integrierten PWM-Generator vieler Mikrocontroller einfach zu realisieren ist. Die Induktivität des Motors integriert das PWM-Signal über eine PWM-Periode zur Motorbetriebsspannung auf. Als Schalter dienen Leistungsmosfets mit geringem Einschaltwiderstand. Die Verlustleistung entsteht hier durch das periodische Ein- und Ausschalten der MOSFETs. Um die Geräuschbelästigung so gering wie möglich zu halten, sollte die PWM-Frequenz oberhalb der menschlichen Hörschwelle von etwa 15 kHz liegen.

Für die korrekte Spannungsintegration ist eine lückenlose Stromführung erforderlich. Sie wird mit einer Halbbrücke realisiert, die den Motoranschluß während des Impulses an das obere und während der Pause an das untere Versorgungspotential schaltet. Der andere Motoranschluß liegt bei einem 2-Quadrantensteller ständig am unteren Versorgungspotential. Damit kann ein Gleichstrommotor in einer Drehrichtung beschleunigt und gebremst werden.

Soll der Motor auch in der anderen Drehrichtung betrieben werden, ist ein 4-Quadrantensteller (Vollbrücke) erforderlich: beide Motoranschlüsse werden von einer eigenen Halbbrücke angesteuert, der Motor kann in beiden Dreh-

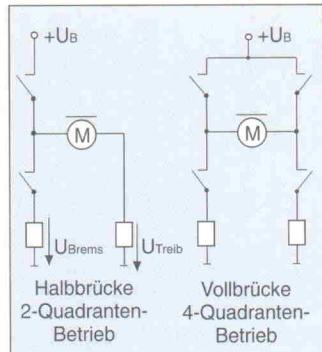


Bild 3. Brückenschaltungen.

richtungen beschleunigt und gebremst werden (Bild 3).

Der untere Zweig einer Halbbrücke läßt sich mit geringem Aufwand durch einen N-Kanal-MOSFET realisieren. Eine schnelle, steilflankige Änderung der Gate-Steuerspannung U_{GS} sorgt für eine geringe Verlustleistung. Die Steuerspannung entsteht durch die Ladung der Kapazität, die zwischen Gate und Source eines MOSFET vorhanden ist. Die Gate-Kapazität und der Innenwiderstand des Gate-Treibers bilden also einen Tiefpaß. Ein Gegentakttreiber kann die Gate-Steuerspannung schnell auf- und abbauen. Hohe Versorgungsspannung und damit ein großer Hub der Ausgangsspannung erzeugt allerdings eine breitbandig strahlende, energiereiche Störquelle – ein potentielles EMV-Problem. Die Störstrahlung läßt sich nur um den Preis einer höheren Verlustleistungsentwicklung reduzieren.

Den oberen Brückenzweig kann analog zum unteren ein P-Kanal-MOSFET steuern. Aus Kostengründen kommen im allgemeinen N-Kanal-MOSFETs zum Einsatz. Deren Source-Potential schwankt mit dem Motoranschluß der Halbbrücke. Um den MOSFET in jeder Situation steuern zu können, müssen sein Gate-Treiber und dessen Ladungsquelle ebenfalls floaten. Als Quellen kommen Bootstrap-Schaltungen und Ladungspumpen in Frage.

Zur Ansteuerung von Halb- und Vollbrücken empfiehlt sich der Einsatz integrierter Treiberschaltkreise, die gleich Schutzschaltungen und Timingkomponenten enthalten [2]. Eine Halbbrückenschaltung kann nämlich auch die Versorgungsspannung kurzschließen, falls die Treiber der

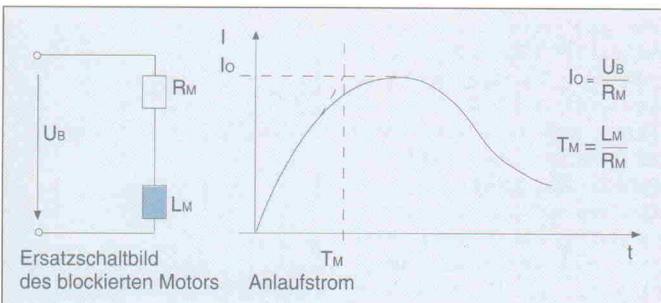


Bild 4. Stromanstiegsgeschwindigkeit während des Anlaufs.

beiden Leistungsschalter nicht zeitabhängig gegeneinander verriegelt werden. Für die kleinen Leistungen der erwähnten Motoren bietet sich Vollbrückenschaltungen mit integrierten Leistungsschaltern an, die der Mikrocontroller direkt ansteuern kann.

Zur Schonung von Treibern, Motor und Mechanik ist ein sanftes Beschleunigen und Bremsen erwünscht. Da das Drehmoment des Gleichstrommotors proportional zum Motorstrom ist, lässt sich das Drehmoment über den Strom begrenzen. Die auf den Motor ausgegebene Stellgröße erreicht dabei solange nicht den vom Drehzahlregler vorgegebenen Wert, wie die Stromgrenze überschritten wird. Bei großen Änderungen der Stellgröße wird der Motor mit maximalem Strom betrieben, damit die Änderung möglichst schnell wirksam wird. Üblicherweise wird hierfür dem Drehzahlregler eine Zweipunkt-Stromregelung unterla-

gert. Für die Ermittlung der Reglerparameter aus der Sprungantwort ist die Stromregelung natürlich zu berücksichtigen.

Der Motorstrom wird mit Shunts oder MOSFETs mit Stromsensor in den unteren Halbbrückenzweigen gemessen und für die Stromregelung verstärkt. Beschleunigungs- und Bremsströme einer Drehrichtung treten dabei nicht am gleichen Shunt auf. Ferner ist das Abtastintervall der Stromregelung so kurz zu wählen, daß zwischen zwei Strommessungen die Grenzwerte der Leistungsschalter nicht überschritten werden. Die Stromanstiegsgeschwindigkeit wird wesentlich durch den Motorspannungshub sowie Innenwiderstand und Induktivität des Motors bestimmt:

$$\frac{I_O}{T_M} = \frac{U_B}{L_M}$$

Bei den erwähnten Motoren ergeben sich Stromanstiegsge-

schwindigkeiten von etwa 40 A/ms. Damit werden Strommeßintervalle von etwa 100 μ s notwendig, wenn die Stromgrenze im Mittel um 2 A überschritten werden darf (Bild 4). Für die Stromanstiegsgeschwindigkeit gilt:

Ein vollintegrierter Treiberbaustein für den 4-Quadrantenbetrieb, der die genannten Aspekte berücksichtigt, ist beispielsweise der LMD18200 von National Semiconductor. Er treibt 3 A Dauerstrom und 6 A Spitzenstrom für 200 ms bei Versorgungsspannungen von bis zu 48 V.

µC-Ressourcen

Aus den bisherigen Ausführungen ergeben sich folgende Anforderungen an den Mikrocontroller:

- Capture-Timer für die Periodendauermessung,
 - Normalfrequenzgenerator für die Periodendauermessung,
 - Zeitbasis für den Regelalgorithmus,
 - PWM-Generator für die Stellgrößenausgabe,
 - A/D-Wandler für die Motorstrommessung,
 - Watchdog-Timer,
 - Eignung für Echtzeitsoftware, also Interruptfähigkeit.

Hier kommen bereits preiswerte 8-Bit-Controller wie der PIC16C73 oder der SAB80515

in Frage. Beide bieten zusätzlich noch weitere nützliche Features wie zum Beispiel eine asynchrone serielle Schnittstelle. Der Schaltungsvorschlag in Bild 5 fußt auf dem PIC16C73 (ein darauf basierendes Board bietet beispielsweise die Braunschweiger Firma Systech an). Es handelt sich um einen RISC-artig strukturierten Mikrocontroller, der mit einer Taktfrequenz von maximal 20 MHz betrieben werden kann. Ein Befehlszyklus hat vier Taktzyklen. Sprünge benötigen zwei Befehlszyklen, alle andern Befehle einen Befehlszyklus. Bei einer Taktfrequenz von 16 MHz dauert ein Befehlszyklus 250 ns.

Der PIC16C73 besitzt einen 8-Bit-Timer (Timer0) und zwei 16-Bit-Timer (Timer1 und Timer2). Als Timerfrequenz steht bei 16 MHz ein Befehlstakt von 4 MHz zur Verfügung. Die beiden 16-Bit-Timer werden dem zweikanaligen Capture/Compare/PWM-Modul (CCP-Modul) zugeschlagen.

Das CCP1-Modul wird im Capture-Modus von Timer 1 bedient, um die Periodendauermessung zu realisieren. Da der 16-Bit-Periodenzähler schon nach etwa 16 ms überläuft, wird für die Messung kleiner Drehzahlen ein Interrupt erzeugt, der in einem weiteren Register gezählt wird. Am Periodenende wird der Zählerstand eingefroren und mit einem weiteren IRQ als Drehzahlmeßwert für den Regler aufbereitet.

Als PWM-Generator arbeitet das CCP2-Modul in Verbindung mit dem Timer2. Bei einer PWM-Auflösung von 8 Bit ergibt sich eine PWM-Frequenz von 15,625 kHz. In jeder PWM-Periode wird ein IRQ erzeugt, der den A/D-Wandler startet. Alle 64 µs kann damit ein Analogkanal abgetastet werden. Der Meßwert steht 20 µs später zur Verfügung und wird mit einem weiteren IRQ verarbeitet. Bei Stromanstiegsgeschwindigkeiten von 40 A/ms braucht der Motorstrom nur in jeder zweiten PWM-Periode gemessen und gegebenfalls abgeregt zu werden. Es ergibt sich dann ein mittlerer Überstrom von etwa 2,5 A. Ist dieser noch zu hoch, kann in Betriebsphasen nahe der Stromgrenze in jeder PWM-Periode gemessen werden, womit sich der mittlere

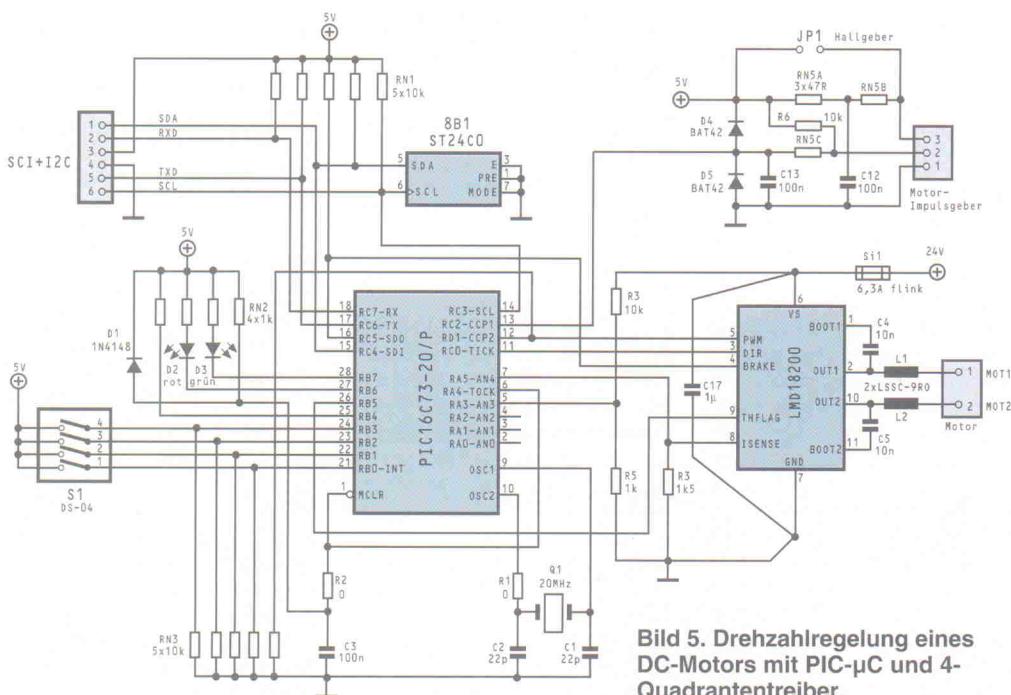


Bild 5. Drehzahlregelung eines DC-Motors mit PIC- μ C und 4-Quadrantentreiber.

Überstrom halbiert. In den verbleibenden PWM-Perioden können weitere analoge Größen im Multiplexverfahren ermittelt werden.

Der Timer0 arbeitet zusammen mit dem Prescaler als Zeitbasis für den Regelalgorithmus. Mit einer Prescaler-Rate von 1 zu 128 ergibt sich ein Reglerzyklus von etwa 8 ms. Der Regelalgorithmus läuft in der Softwaregrundebene und wird von den vorgenannten IRQs kurzzeitig unterbrochen. Hierbei tritt der CCP1-IRQ völlig asynchron in Abhängigkeit von der aktuellen Motordrehzahl auf. Der CCP2-IRQ und der ADU-IRQ treten in jedem Reglerzyklus 128 mal auf, da die Reglerzykluszeit ein Vielfaches der PWM-Zykluszeit ist.

Echtzeitsoftware

Bei der Realisierung müssen die Gestaltungsregeln für Echtzeitsoftware streng beachtet werden, damit das Gesamtsystem kontrolliert arbeitet. Die vorgeschlagene Ressourcenverteilung bietet den Vorteil, sehr übersichtlich realisierbar zu sein, da durch die On-Chip-Peripherie mit ihren Interruptquellen die einzelnen Tasks (IRQ-Serviceroutinen) klar voneinander abgegrenzt sind.

Generell gilt für Echtzeitsysteme, daß die Softwaregrundebene möglichst kurz durch die von Ereignissen ausgelösten IRQs unterbrochen werden sollen. IRQ-Serviceroutinen sind also kurz in ihrer Laufzeit und enthalten niemals Warteschleifen, die andere Tasks blockieren würden.

Die Prioritäten der IRQ-Serviceroutinen sind so zu vergeben, daß die am häufigsten ablaufende Task mit der höchsten Priorität versehen wird. Ihre Laufzeit bestimmt dann wesentlich die Rechenzeitbelastung des Gesamtsystems. Den anderen Tasks steht nur die Rechenzeit zur Verfügung, die von der höchspriorisierten Task übrig gelassen wird. Der CCP2-IRQ und der ADU-IRQ

treten am häufigsten auf (alle 64 µs). Entsprechend müssen ihre Serviceroutinen kurzgehalten werden.

Beim CCP2-IRQ ist das nicht schwer, hat er doch nur die Aufgabe, den ADU zu starten. Kritisch ist hingegen der ADU-IRQ, da hier anhand des Meßwertes das vom Drehzahlregler vorgegebene PWM-Verhältnis beeinflußt werden muß. Ferner wird der nächste Analogkanal am Multiplexer eingestellt, damit am ADU-Eingang beim Start der nächsten Messung stabile Verhältnisse herrschen. Hier bedeutet eine Laufzeit von 16 µs bereits eine Rechenzeitbelastung von 25 %. Bei 16 MHz Taktfrequenz können in dieser Zeit 64 Maschinenbefehle bearbeitet werden, genug für eine Zweipunktstromregelung.

Die Häufigkeit des CCP1-IRQ ist proportional zur Motordrehzahl. Bei 6000 U/min und 16 Impulsen pro Umdrehung tritt alle 625 µs ein neuer Periodendauermeßwert auf. Damit bekommt der CCP1-IRQ die zweithöchste Priorität. Für den Drehzahlregelalgorithmus muß dann der Kehrwert durch eine Division gebildet werden, die in Software realisiert werden muß und daher zeitaufwendig ist. Die Laufzeit einer Divisionsroutine wäre mit einigen 100 µs zu lang, um in der IRQ-Serviceroutine bearbeitet werden zu können. Daher wird der neue Periodendauermeßwert nur zwischengespeichert und erst vom Regelalgorithmus in einen Drehzahlmeßwert umgewandelt. Falls CCP1-IRQ und ADU-IRQ gleichzeitig auftreten, wird in dieser PWM-Periode erst der höherpriorisierte ADU-IRQ bearbeitet. Die Restzeit bis zum nächsten CCP2-IRQ, der den ADU startet, steht dann für die CCP1-Serviceroutine zur Verfügung.

Der Periodendauermeßwert wird durch die zwischenzeitlich im Abstand von 250 ns auftretenden Perioden der Normalfrequenz nicht verfälscht, da er durch die Capture-Funk-

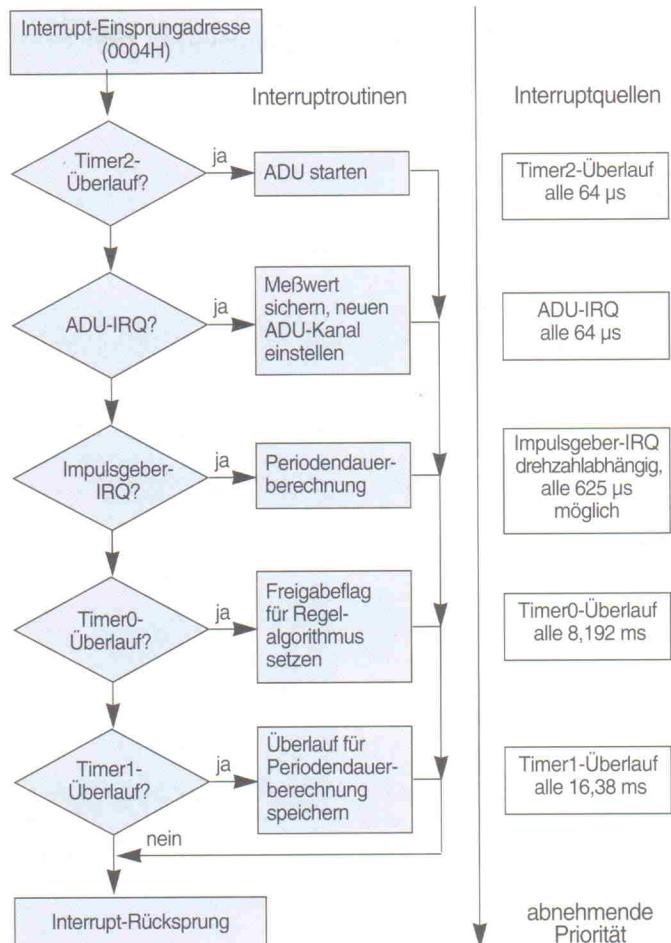


Bild 6. Struktur der PIC-Firmware.

tion im Augenblick des Impulsgeberereignisses eingefroren wurde.

Insgesamt bestimmt also die Laufzeit der Serviceroutine des ADU-IRQ die Rechenzeitbelastung des Gesamtsystems. Es stehen 75 % der Regelzykluszeit für den Drehzahlregelalgorithmus zur Verfügung, also etwa 6 ms. In dieser Zeit kann der PIC16C73 bei 16 MHz Taktfrequenz 24000 Maschinenbefehle bearbeiten, was auch für einen hochwertigen Fuzzy-Algorithmus ausreichend ist. Wird die Rechenzeit mit dem ökonomischen PID-Regler kurz gehalten, verhält sich der digitale Drehzahlregler nahezu wie ein spontan reagierender analoger Regler.

Nur der digitale Regler kann darüber hinaus in bestimmten

Situationen auch nichtlinear reagieren, beispielsweise bei starken Lastwechseln. Diese machen sich in einer starken Änderung des Motorstroms bemerkbar, auf die mit einer IxR-Kompensation reagiert werden kann. Ferner können einem digitalen Reglermodul ab Werk mehrere Regelalgorithmen mit optimierten Parametern für verschiedene Motor-/Impulsgeberkombinationen mitgegeben werden, die sich einfach umschalten lassen. cf

Literatur

- [1] Feindt, E.-G., *Regeln mit dem Rechner*, R. Oldenbourg Verlag, München 1990
- [2] MOSFET - Halbbrücken in SMT, Laborblätter, ELRAD 7...9/91

ULTIBOARD

SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

10 JAHRE

ULTIMATE TECHNOLOGY

Europa-zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345
E-mail: sales@ultiboard.com

JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

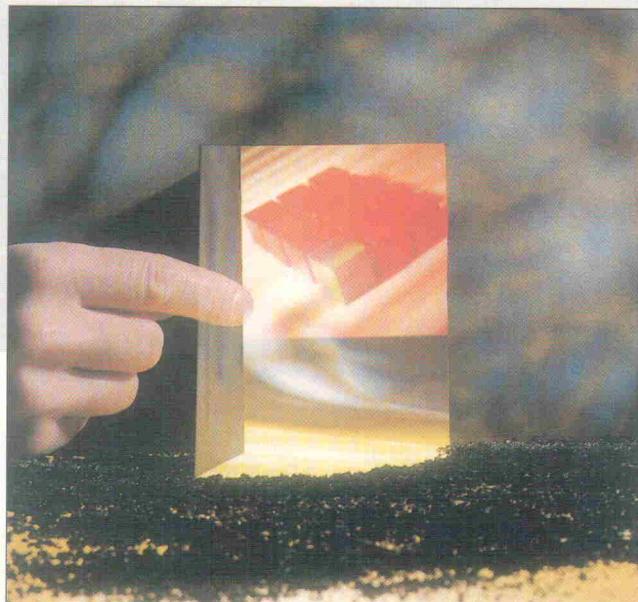
ULTiboard Challenger 700 besteht aus dem Schaltplanprogramm ULTcap, aus dem Layoutprogramm ULTboard sowie dem Ripup & Retry Autorouter ULTroute GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementenpins. Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 inkl. MwSt.). Sie können jederzeit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

Distributoren:
 Taube Electronic, tel. 030 - 8959280, fax 030 - 6942338
 Maxcom, tel. 03-16265230, fax 03-16279868

KOSTENLOS
 0131-5229411 D
 0660-7457 A
 0800-559738 CH

Türöffner

Scheckkartenboard und Monitor für den 68HC12



**Oliver Thamm,
Jim Sibigroth**

Neue Mikrocontroller haben nicht nur Vorzüge – mehr On-Chip-Ressourcen, höhere Leistung – sondern auch Nachteile: andere Software-Werkzeuge oder anspruchsvolle Gehäuse. Auch der erste Ableger von Motorolas HC12-Familie schmückt sich mit einem 112poligen TQF-Pack. Ein kompaktes Board ebnet den Weg zur 12er-Leistung.

Klassische Evaluation-Boards, wie das HC12EVB von Motorola [1], sind normalerweise bestens geeignet, Tuchfühlung mit einer neuen Bauteilgeneration aufzunehmen. Schließlich wurden sie vom Chiphersteller mit dem Ziel konzipiert, Interessenten einen möglichst einfachen Zugang zur neuen Technologie zu bereiten.

Kritisch bleibt anzumerken, daß Systeme wie das EVB dem Einsteiger durch die Vielzahl der gebotenen Optionen, Jumper, Konfigurations- und Anschlußmöglichkeiten zu Beginn einige Konzentration abverlangen, um nicht in eine der zahlreichen Inbetriebnahmefallen zu tappen. Sicher ist es günstig, wenn man beispielsweise die Freiheit hat, das Speicherinterface einem Dutzend verschiedener Konfigurationen anpassen zu können.

Die damit verbundenen potentiellen Fehlermöglichkeiten hinterlassen aber bei manchem Benutzer Zweifel, ob die gebotene Vielfalt nicht eher zur Orientierungslosigkeit führen kann. Letztlich

bleibt auch die Frage nach dem Preis der Freiheit: 400 US-Dollar für Motorolas EVB-Paket ist nicht gerade das, was man ein Schnäppchen nennt.

Mit dem HC11 gibt es, dank mechanisch unproblematischer PLCC-Gehäuse, kaum Schwierigkeiten bei der Verarbeitung. Das TQF-Package des HC12 stellt mit seinem Pinabstand von 0,65 mm diesbezüglich deutlich höhere Anforderungen. Deshalb geht es in erster Linie darum, den 112beinigen HC812A4 mittels einer Konverterplatine auf eine einfach handhabbare Dimension umzusetzen, am besten mittels Stiftleisten am Rande eines kleinen Trägerboards. Als Resultat erhält man einen HC12 im steckbaren SL-(Stiftleisten-)Gehäuse, der sich einfach einsetzen und schnell wechseln läßt. Ergänzt mit einigen wenigen Bauelementen kann er bereits Aufgaben im Singlechip-Modus verrichten.

Bei näherer Betrachtung stellt sich heraus, daß die als Außenbeschaltung notwendigen Elemente bei vielen Applikationen gleich und zudem wenig zahl-

reich sind. Was liegt also näher, als diese Schaltungsteile (Bild 1) gleich mit auf die Konverterplatine zu setzen. Die wenigen Ergänzungen rund um die MCU machen aus dem 'Türöffner' bereits einen Singleboard-Computer.

Mit 4 KByte EEPROM steht mehr Programmspeicher zur Verfügung, als je ein 68HC11 zu bieten hatte – abgesehen von den teuren EPROM- oder OTP-Typen. Das RAM ist mit 1 KByte ebenfalls üppiger bemessen als bei den meisten HC11ern. Kommt man mit diesen Speicherressourcen bereits aus, kann man auf eine Vielzahl universell nutzbarer I/O-Ports zurückgreifen. Andererseits ist es bei Verzicht auf I/O-Leitungen möglich, externe Speicherbausteine als Erweiterung anzuschließen. Je nach gewähltem Adressierungsschema können diese Typen mit 8-Bit- oder 16-Bit-Datenbus sein.

Neben dem Controller finden sich zwei weitere ICs auf der Platine. Um Fehlfunktionen und Datenverluste zu vermeiden, sollte man auf den Resetcontroller U2 keinesfalls verzichten. Der hier eingesetzte Typ setzt die MCU zurück, sobald die Betriebsspannung unter 2,8 V fällt. Die Schwelle ist bewußt niedrig gewählt, da der HC12 nicht nur mit der üblichen 5-V-Versorgung läuft, sondern auch im Low-Voltage-Betrieb um die 3 V funktioniert.

Die gleichen Überlegungen bestimmen die Wahl des passenden RS-232-Pegelwandlers für die beiden SCI-Kanäle des HC12. Der MAX3232 deckt, bei entsprechender Dimensionierung der Ladungspumpenkapazitäten, ebenfalls beide Spannungsbereiche ab. Der Türöffner ist somit ein Dual-Voltage-Board. Für den Systemtakt sorgt die vom HC11 bekannte Quarz/Kondensator-Gruppe an den Pins EXTAL und XTAL. Neu ist die Erhöhung der zulässigen Quarzfrequenz auf 16 MHz. Beim HC11 gab es nur wenige Typen, die mit mehr als 8 MHz liefen.

Der HC12 verfügt nun auch über eine PLL-Schaltung, um die Taktfrequenz je nach Bedarf – hohe Geschwindigkeit oder geringe Stromaufnahme – einzustellen. Bei den bisher verfügbaren Entwicklungsmustern (PC68HC812A4) ist die PLL noch nicht voll funkti-

Dem Entwickler Oliver Thamm können Sie auf der Embedded Systems in Sindelfingen persönlich Ihre Fragen stellen: Besuchen Sie ihn am Gemeinschaftsstand des Heise-Verlages.

Speicherbelegung

Start	Ende	Typ	Belegung
\$0800	\$0AFF	RAM	Frei für Anwenderprogramm
\$0B00	\$0B6F	RAM	Monitor-Variablen
\$0B70	\$0BB7	RAM	Monitor-Stack
\$0BB8	\$0BFF	RAM	Umgeleitete Interruptvektoren
\$F000	\$F7FF	EEPROM	Frei für Anwenderprogramm
\$F800	\$FFFF	EEPROM	Monitor-Code

onstüchtig und daher ab Werk abgeschaltet. Beim Serientyp (XC... bzw. MC...) besteht die Möglichkeit, die Taktfrequenz, ausgehend von einem 32-kHz-Quarz, einzustellen. Dann kommen auch die auf der Platine bislang unbestückten Bauelemente C4, C5 und R6 zum Einsatz, die am XFC-Pin einen Tiefpaß bilden. Die konkreten Werte der drei Bauteile sind von etlichen Faktoren abhängig. Zur Dimensionierung sollte Motorola in absehbarer Zeit eine Applikationsschrift nachreichen.

Herausgeführt

Um dem eingangs genannten Zweck zu dienen und die Schaltung des Türöffners einfach zu gestalten, wurden nur wenige Konfigurationsvarianten vorgegeben. Ohnehin stehen alle Signale des Controllers, ausgenommen XTAL und XFC, über zwei 50polige Stiftleisten zur Verfügung (siehe Tabellen 'Belegung ST5' bzw. 'ST6'). Mittels der Jumper JP1, JP2 und JP3 lässt sich die Betriebsart der MCU einstellen. Ein wichtiger Unterschied zum HC11 besteht im Wegfall des Special Bootstrap Mode. Dank des neuen Single-Wire-Background-Debug-Mode sind die Innereien des Controllers jetzt wesentlich leichter zugänglich [2].

Ein vermeintlicher Konflikt ergibt sich, wenn JP3 auf Position 1-2 steckt. Der Controllerpin BKGD erhält dann Low-Pegel. Dies steht scheinbar im Widerspruch zur Nutzung des Pins als BDM-Eingang – schließlich ist hierzu ein Pull-up (mithin H-Pegel) vonnöten.

Aber wie beim HC11 fragt die CPU die beiden MOD-Pins (und jetzt auch BKGD) nur beim Verlassen des Resetzustandes ab und speichert deren Zustand. Spätere Bezugnahmen auf diese Signale ergeben stets den gelatchten Wert. Daher kann man JP3 bei laufendem Betrieb getrost umstecken, um das Background-Debugging zu ermöglichen.

Besser als eine ständige Umsteckerei ist, den Jumper auf H-Stellung zu setzen und dem BDM-Interface die Kontrolle zu überlassen – schließlich kann sich das BDM-Pod darum kümmern, den BKGD-Pin während des Resets auf L-Pegel zu ziehen, soweit der Controller

in einem der Special-Modi anlaufen soll. JP4 stellt keinen Jumper im eigentlichen Sinne dar, sondern lediglich eine Anschlußmöglichkeit für einen Reset-Taster. Arbeitet man mit einem BDM-Pod, steuert dieses normalerweise gleich die Resetleitung. Dennoch ist es zuweilen hilfreich, manuell eingreifen zu können.

Kollision

BR1 und BR2 sind Lötbrücken auf der Unterseite der Platine (Bild 2). Normalerweise sind sie geschlossen und führen die Betriebsspannung an den Versorgungspin des Analogteils (VDDA) sowie den Eingang für die obere Referenzspannung des On-Chip-A/D-Wandlers (VRH). Da es zuweilen vorkommt, daß diese Spannungswerte in der Applikation anders ausgelegt werden müssen, kann man beide Brücken auftrennen (löten) und die Signale über ST6 extern einspeisen.

Zu ST1, dem eigentlichen BDM-Steckverbinder, gesellt sich auf dem Board noch ST2

mit offenbar gleicher Belegung. Dieser Anschluß beruht nicht auf einem eingebauten Feature des HC12. Es handelt sich um eine willkürlich gewählte Belegung zweier Portpins. Der Sinn dieser Erweiterung ist die Schaffung eines BDM-Ausgangs, um ein anderes HC12-Target zu steuern. Das Board fungiert also nicht nur als universell einsetzbare Minimalhardware, sondern bei Bedarf als Dolmetscher zwischen einem Host-PC und einem weiteren HC12-Target. Diese Option kann man mit dem Begriff BDM-Pod umschreiben. Die Software für eine solche Schnittstelle auf Basis der hier vorgestellten Hardware befindet sich derzeit im Test und wird Gegenstand eines kommenden Artikels sein.

VPP auf Pin 5 der BDM-Pfostenleisten stellt eine Erweiterung dar, die der Zuführung einer Programmierspannung dient. Bislang blieb dieser Anschluß unbeschaltet. Ob die Erweiterung von Motorola und anderen Herstellern

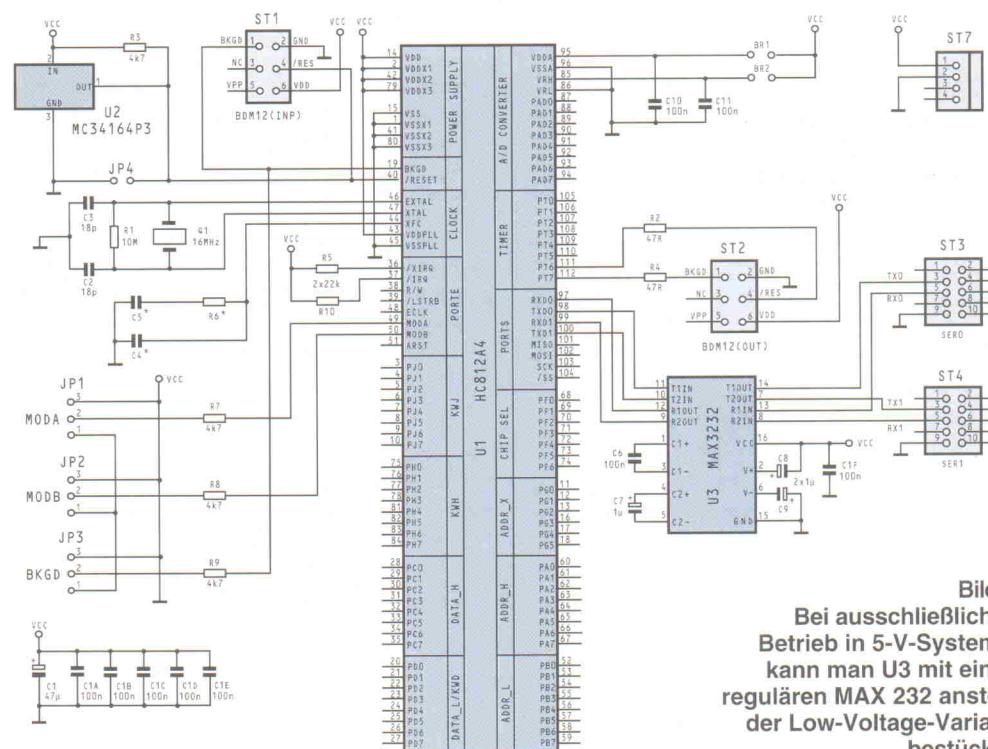


Bild 1.
Bei ausschließlichem Betrieb in 5-V-Systemen kann man U3 mit einem regulären MAX 232 anstelle der Low-Voltage-Variante bestücken.



ULTIBOARD
SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

ULTIMATE
TECHNOLOGY



JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

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

Distributoren:
 Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
 Maxxom, tel. 03-16265230, fax 03-16278586

KOSTENLOS
 0130-829411 B
 0660-7457 A
 0600-559738 CH

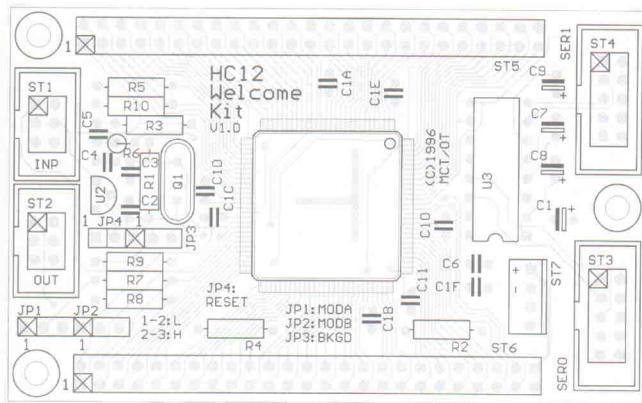


Bild 2. Soll das HC12-Board als Steckbaugruppe in größeren Projekten fungieren, dann bestückt man ST5 und ST6 'falsch herum', das heißt, auf der Lötseite.

lern in Zukunft beispielsweise für den '912B32 in der geschilderten Art benutzt wird, ist noch offen.

Überwacht

Bis der Türöffner als BDM-Pod läuft, soll ein Monitorprogramm der HC12-Hardware beim Betrieb am Host-PC via RS-232-Schnittstelle erste Lebenszeichen entlocken. Motorola umwirbt potentielle Umsteiger vom HC11 mit der Aussicht, man könne vorhandene HC11-Quelltexte einfach mit einem HC12-Assembler neu übersetzen. Das Monitorprogramm für das Board soll die Probe aufs Exempel werden. Die erste Hürde besteht in der Tatsache, daß sich kein geeigneter HC11-Monitorquelltext findet, die zweite ist die Suche nach einem passenden HC12-Assembler.

Beim ersten Problem geht es vorrangig darum, einen kompakten Quellcode aufzutreiben, der möglichst weniger als 2 KByte Programmspeicher belegt und außerdem ohne Verletzung von Urheberrechten weiterentwickelt werden kann. Motorolas 'Buffalo' kommt nicht in Frage, da er unter anderem zu groß ist. Die Neuentwicklung eines Monitorprogramms in Assembler auf einer bekannten Plattform (HC11) ist das kleinste Übel. Nach einigen spätabendlichen Debug-Sitzungen meldet sich TwinPEEKs zum erstenmal auf dem 'Zwerg plus', einem HC11-Board [3].

Eine beliebige vorhandene Applikation auf den HC12 umzusetzen, kann durchaus so viel Arbeit machen, daß es sich lohnt, ganz von vorn anzufangen. Eine wichtige Rolle spielt

hierbei der verwendete Assembler-Dialekt. Allein der Transfer eines Quelltextes von einem bestimmten HC11-Assembler auf einen anderen stellt oft eine ernsthafte Herausforderung dar. Auch wenn alle Mnemonics identisch sind, unterscheiden sich im ungünstigen Fall die Schreibweisen für Kommentare, Operanden und Pseudobefehle derart, daß immense Nacharbeit anfällt. Noch wesentlich geringer erscheinen die Erfolgsaussichten, wenn man zwischen den Prozessorwelten wechselt.

In jeder Hinsicht ideal erweist sich in dieser Situation der Universalassembler AS von Alfred Arnold [4]. Mit diesem Tool ist es auf einfachste Art möglich, durch Angabe eines Steuerbefehls einen der beiden Prozessoren HC11 oder HC12 als Ziel-CPU auszuwählen und den passenden Maschinencode zu erzeugen. CPU-spezifische Passagen in der Quelle lassen sich je nach Bedarf mittels bedingter Assemblierung einblenden. Die Unterschiede zwischen beiden Monitorvarianten betreffen im wesentlichen die folgenden Punkte:

- Lage und Größe von RAM- und EEPROM-Bereichen
- Registerbezeichnungen
- Initialisierungssequenz
- Zeitschleifen
- EEPROM-Programmierung
- SCI-Handling und
- zusätzliche HC12-Interrupts

Angepaßt

Unterm Strich unterscheiden sich weniger als hundert von insgesamt über 1200 Quell-

textzeilen. Interessanterweise bleibt die erwartete Einsparung beim erzeugten HC12-Code aus, er ist sogar 2% länger als bei der HC11-Version. Die Ursache hierfür ist schnell klar, schließlich liegen alle neuen HC12-Befehle brach, da sie im Monitorquelltext aus Kompatibilitätsgründen nicht vorkommen. Der HC12 kann also seine höhere Codeeffizienz innerhalb des Monitors nicht ausspielen.

Bei der Konzeption des Befehlsumfangs steht der Wunsch, HC12-Programme einfach laden und ausführen zu können, im Vordergrund. Hinzu kommen die üblichen Funktionen zur Anzeige und Manipulation von Speicherbereichen. Andere Zugaben fielen dem Verlangen nach minimaler Codegröße zum Opfer.

Dennoch ist TwinPEEKs (Bild 3) recht clever im Umgang mit EEPROM: Der Monitor selbst belegt die obere Hälfte des insgesamt 4 KByte großen internen EEPROM-Bereichs (vgl. Tabelle 'Speicherbelegung'). EEPROMs haben normalerweise die unangenehme Eigenschaft, bei Schreibzugriffen einige Millisekunden lang innezuhalten, ehe der Prozessor wieder lesend auf sie zugreifen kann. Der HC12 ist, wie auch der HC11 (siehe [5], Kapitel 8), von diesem Phänomen betroffen. Daher ist es notwendig, während des Schreibzyklus die Schreibroutine in das RAM auszulagern. Außerdem sollten die Interrupts gesperrt sein, da deren Vektoren ebenfalls im lahmgelegten Block liegen.

Um all diese Dinge kümmert sich TwinPEEKs automatisch,

der Benutzer muß sich keinerlei Gedanken machen, wenn beispielsweise Daten im EEPROM geändert werden sollen. Lediglich der Monitor selbst ist tabu – dafür sorgt die Block-Protect-Funktion des HC12. Hierzu wird in der Initialisierungssequenz zuerst das EEPROM-Register so gesetzt, daß nur der Bereich \$F000...F7FF beschreibbar bleibt. Anschließend setzt der Programmierer das PROTLCK-Bit im EEMCR-Register zurück, was wiederum Änderungen von EEPROM blockiert. Da PROTLCK selber in den normalen Betriebsarten nur einmal beschrieben werden kann, ist der ganze Vorgang irreversibel.

Beim Laden von S-Records direkt in das EEPROM muß man beachten, daß jeder Schreibzugriff bis zu 20 ms dauern kann (10 ms, wenn die Zelle zuvor bereits den 'Gelöscht'-Wert \$FF enthielt). Da der Monitor nur eine begrenzte Anzahl Zeichen puffern kann, darf die Geschwindigkeit der Datenübertragung im Mittel einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Dieser Wert ergibt sich aus der oben angeführten Programmierzeit und der Tatsache, daß die S-Record-Datei jedes Byte durch zwei Zeichen beschreibt. Daraus resultiert eine maximale Übertragungsrate von etwa 100 Zeichen pro Sekunde (das Doppelte, wenn zuvor alle Bytes gelöscht wurden).

Es gibt drei Möglichkeiten, diesen Anforderungen zu genügen: Die erste besteht im Vermindern der Datenrate auf unter 1000 Bit/s, also bei-

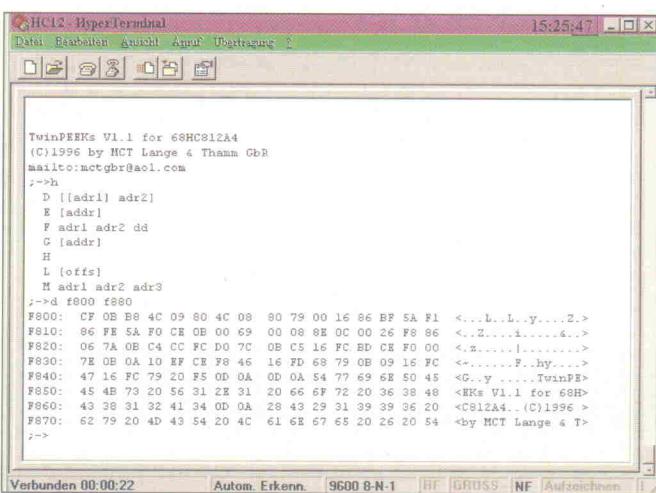


Bild 3. Zwei KByte des On-Chip-EEPROM beherbergen den Minimal-Monitor TwinPEEKs.

Belegung ST5

1	/RESET	26	PG2
2	LSTRB/PE3	27	PG1
3	RW/PE2	28	PG0
4	IRQ/PE1	29	PJ7
5	XIRQ/PE0	30	PJ6
6	PC7	31	PJ5
7	PC6	32	PJ4
8	PC5	33	PJ3
9	PC4	34	PJ2
10	PC3	35	PJ1
11	PC2	36	PJ0
12	PC1	37	PT7
13	PC0	38	PT6
14	PD7	39	PT5
15	PD6	40	PT4
16	PD5	41	PT3
17	PD4	42	PT2
18	PD3	43	PT1
19	PD2	44	PT0
20	PD1	45	PS7
21	PD0	46	PS6
22	BKGD	47	PS5
23	PG5	48	PS4
24	PG4	49	TXD1
25	PG3	50	RXD1

Belegung ST6

1	ECLK/PE4	26	PF3
2	EXTAL	27	PF6
3	MODB/PE6	28	PF5
4	MODA/PE5	29	PH1
5	PB0	30	PH0
6	ARST/PE7	31	PH3
7	PB2	32	PH2
8	PB1	33	PH5
9	PB4	34	PH4
10	PB3	35	PH7
11	PB6	36	PH6
12	PB5	37	PAD0
13	PA0	38	VRH
14	PB7	39	PAD2
15	PA2	40	PAD1
16	PA1	41	PAD4
17	PA4	42	PAD3
18	PA3	43	PAD6
19	PA6	44	PAD5
20	PA5	45	VDDA
21	PF0	46	PAD7
22	PA7	47	TXD0
23	PF2	48	RXD0
24	PF1	49	GND
25	PF4	50	VCC

spielsweise 600 Bit/s. PC-seitig ist das für die meisten Terminalprogramme kein Problem. Auf der Seite des Monitors steht zwar kein Kommando zur Verfügung, die Geschwindigkeit auf der seriellen Schnittstelle zu ändern, dies kann man aber mittels des Edit-Kommandos erreichen. Hierzu muß ein neuer Teilerwert in das 16 Bit breite Bitraten-Steuerregister SC0BD (\$00C0:\$00C1) geschrieben werden. Der zu setzende Wert ergibt sich als Quotient von 500 000 geteilt durch die gewünschte Bitrate.

Um eine Transferrate von 600 Bit/s einzustellen, trägt man die Werte \$03 und \$41 in die Adressen \$00C0 und \$00C1 ein. Mit Schreiben des zweiten, niederwertigen Bytes wird die Änderung im Controller wirksam. Aufgrund des Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen Host und HC12-Board ist es jetzt nicht mehr möglich, dem Monitorprogramm weitere Befehle zu senden. Erst nachdem die Datenrate des Terminalprogramms angepaßt wurde, kann man die Arbeit fortsetzen und

den Befehl zum Laden ausführen. Ist der Ladevorgang beendet, reicht ein Warmstart, ausgelöst durch die ESC-Taste, um die ursprüngliche Bitrate wiederherzustellen.

Die zweite Weise, einen ausreichend langsam Download durchzuführen, setzt voraus, daß das Terminalprogramm eine einstellbare Pause zwischen jedem gesendeten Zeichen einfügt. Damit kann man die Timingkriterien auch ohne Manipulation der Bitrate einhalten. Ein Blick in das Handbuch des Terminalprogramms sollte Auskunft darüber geben, ob eine solche Option zur Verfügung steht.

Mittels Zwischenpufferung arbeitet die dritte Variante: Paßt der zu ladende Programmcode komplett in das On-Chip-RAM (768 Bytes), so kann die S-Record-Datei mit der vollen Geschwindigkeit von 9600 Bit/s zuerst dorthin geladen werden. Zur Umleitung der Zieladressen in den RAM-Bereich nutzt man die Offset-Option des Ladenbefehls. Anschließend wird der Inhalt mit dem Move-Kommando in den EEPROM-

Bereich kopiert. Enthält beispielsweise eine S-Record-Datei Code für die Adressen \$F000...F1FF und das freie RAM beginnt bei \$0800, dann lauten die Monitorbefehle:

L 1800
M 0800 0A00 F000

Interrupts sind durch das Monitorprogramm grundsätzlich frei gegeben, da der Zeichenempfang ebenfalls unterbrechungsgesteuert abläuft. Als Problem erweist sich die Tatsache, daß die Interruptvektoren des HC12 am Ende des 64 KByte umfassenden Adreßraumes liegen – das heißt, innerhalb des schreibgeschützten Monitorcodes. Damit ein Anwenderprogramm trotzdem Interruptfunktionen nutzen kann, leitet der Monitor alle Vektoren (ausgenommen Reset) auf Adressen im internen RAM um. Das Verfahren entspricht der Vorgehensweise des HC11 im Special-Bootstrap-Mode: Das Anwenderprogramm setzt den benötigten Interruptvektor, indem es einen Sprungbefehl in den RAM-Pseudovektor einträgt.

Mit TwinPEEKs stehen die grundlegenden Funktionen (Laden, Starten, Speicheranzeige und Änderung) zur Verfügung, um erste kleine Programme auf dem HC12-Board zu testen. Eine komfortablere Inbetriebnahme wird die voraussichtlich in der April-Ausgabe der *ELRAD* erscheinende BDM-Applikation ermöglichen.

Die aktuelle Version des TwinPEEKs-Monitors steht als S-Record-Datei nebstd Handbuch im PDF-Format allen Interessenten in der *ELRAD*-Mailbox oder via <http://members.aol.com/elmikro/> zur Verfügung.

Literatur

- [1] Oliver Thamm, *Elf plus, Evaluation Board zu Motorolas 68HC12*, *ELRAD* 11/96
- [2] Jim Sibigroth, Oliver Thamm, *Nabelschnur, Single-wired BDM Interface des 68HC12*, *ELRAD* 11/96

[3] Von EMUFs und EPACs, Kleine Rechner mit großer Leistung, Firmenschrift Elektronikladen Mikrocomputer GmbH, Detmold, siehe <http://members.aol.com/elmikro/>

[4] AS14xx.ZIP in der *ELRAD*-Mailbox (05 11/93 52-4 01) oder per ftp auf ftp.uni-stuttgart.de im Verzeichnis /pub/systems/pc/programming/as

[5] Oliver Thamm (Hrsg.), *Hip Hop HC11, Das Praxisbuch zur 68HC11 Mikrocontrollerfamilie, Electronic Media, Detmold 1995, ISBN 3-9804331-2-9*

[6] CPU12 Reference Manual, Motorola, 1996

[7] MC68HC812A4, Technical Summary 16-Bit Microcontroller, Motorola, 1996

[6...7] sind erhältlich via <http://freeware.aus.sps.mot.com/hc12/home.html> oder in der *ELRAD*-Mailbox

Stückliste

Widerstände

R1	10M
R2, R4	47R
R3, R7...9	4,7k
R5, R10	22k

Kondensatoren

C1	47µ/10V, RM2,5
C2,3	18p, RM2,5
C6,10,11,1A...F	100n, RM2,5
C7...9	1µ/25V, RM2,5

Halbleiter

U1	68HC812A4, TQFP112
U2	MC34164P3, TO92
U3	MAX3232CPE, DIP16

Sonstiges

Q1	Quarz, 16 MHz, HC49U
JP1...3	Stiftleiste 1x3
JP4	Stiftleiste 1x2
ST1,2	PFW2x3, Wannenpfostenleiste 6polig
ST3,4	PFW2x5, Wannenpfostenleiste 10polig
ST5,6	PF2x25, Pfostenleiste 50polig
ST7	SV_F35M, Stromversorgungsstecker stehend
BR1,2	Lötbrücken auf der Lötseite
C4,C5,R6	optionale Bauelemente für PLL, siehe Text



ULTIBOARD
SONDERANGEBOT

Gültig bis 31. März 1997

ULTIMATE TECHNOLOGY

10 JAHRE

JETZT AUCH WINDOWS 95 & NT

ULTiboard Challenger 700 besteht aus dem Schaltplanprogramm ULTcap, aus dem Layoutprogramm ULTboard sowie dem Ripup & Retry Autorouter ULTroute GXR. Das Programm verfügt über eine Kapazität von 700 Bauelementepins. **Preis: DM. 849 zzgl. MwSt. und Versandkosten (DM. 976,35 inkl. MwSt.)**

incl. MwSt.). Sie können jederzeit Upgrades auf Systeme größerer Pinanzahlitäten erwerben, incl. solchen, die den Spectra v6.0 unterstützen.

Distributoren:

- © Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
- © Maxcom, tel. 03-16265230, fax 03-18279588

KOSTENLOS
0130-829411 D
0660-7457 A
0600-559738 CH



Unbestechlich

- Sie erwarten kritischen und unabhängigen Journalismus.
- Sie wollen echte Nachrichten statt aufgewärmter Banalitäten?
- Sie verlangen Fakten statt Geschichten?

c't magazin für computer technik

H 8752
DM 9,-

1

Gefälschte Chips

• Januar 1997

Wissen auf dem Silbertablett

Schlag nach auf CD

Enzyklopädien, Wörterbücher, Atlanten

Top-Adressen im Web
Modems mit 56 kBit/s

Intels MMX

Die neue Pentium-Generation

DVD - die Super-CD
ATX räumt auf im PC
K5 statt Pentium
Tintenstrahler

3D-Design

Vom Rendering zur Animation
PDA-...

c't. Die intelligente Art, sich umfassend zu informieren

Erhältlich am Kiosk oder im Zeitschriftenhandel

<http://www.heise.de>

magazin für computer technik

H 8752
DM 9,-

• September 1996

c't magazin für computer technik

NT in neuem Outfit
Das wahre Windows

OS/2, NetWare und Unix unter Druck
Wozu muss man alles? 3.2

Multi-News auf der CeBIT Home 96

98 30 30

• Oktober 1996

c't magazin für computer technik

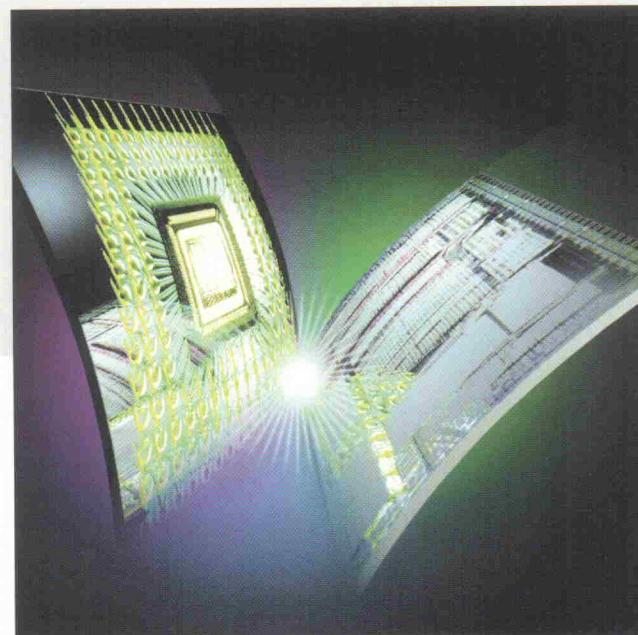
Desktop Imaging
Bild schöön

2s und Bytes für Auge
g ums Web
ebooks
Scanner

Internet

Zweiseiter

Entwicklungs-Kit zu hyperstones RISC/DSP-Kombiprozessor E1-32



Preview

**Andreas R. Bayer,
Karlheinz Morgenroth**

Telekommunikation und Multimedia, Büromaschinen und Industrieautomation stellen immer neue, höhere Anforderungen an moderne Mikrocontroller, besonders im Bereich digitaler Signalverarbeitung. Was liegt also näher, als μC- und DSP-Funktionen zu vereinen? Der deutsche Halbleiterdesigner hyperstone electronics hat 32-Bit-RISC und 16-Bit-DSP auf einen Die gesetzt.

Zunehmend gehen die Anwendungsfelder für Mikrocontroller und digitale Signalprozessoren ineinander über. So sollen μCs Signalverarbeitungsfunktionen mit übernehmen und DSPs gleichzeitig als Systemcontroller fungieren. Außerdem wünschen sich die Entwickler höhere Rechenleistungen bei gleichzeitig niedrigerem Energieverbrauch und geringerem Platzbedarf, um kompaktere Geräte mit langerer Batterielebensdauer zu schaffen.

Derartigen Forderungen kommen viele Halbleiterhersteller mit Kombibausteinen nach. Diese integrieren einen gängigen Controller mit einem DSP-Kern – beide sind oft auch als eigenständige Produkte verfügbar – auf einem Chip. Dabei gibt es verschiedene Formen der Koexistenz und Kooperation vorzufinden, meist ist jedoch der DSP als Coprozessor mit eigenem oder gemeinsam genutztem Speicher integriert.

Einen anderen Weg weist das deutsche Unternehmen hyperstone aus Konstanz. Ausgehend von dem 1990 zum ersten Mal

vorgestellten E1-RISC-Mikroprozessor entstand zunächst eine Controllervariante, die schließlich 1994 um zusätzliche DSP-Funktionalität erweitert wurde. Dies geschah in symbiotischer Weise, denn anders als bei den oben angedeuteten Produkten sind die DSP-Komponenten des E1-32 (mehr dazu im Kasten 'Signalmeister') – und seines Ablegers E1-16 mit 16 Bit breitem externen Bus – integraler Teil des Konzepts.

Zum Baustein ist ein Development-Kit (Bild 1) verfügbar, das auf dem E1-32 basiert. Bestandteile des Kits sind neben einer halblangen PC-Steckkarte für den ISA-Bus zwei Disketten

Bild 1.
Für Stand-alone-Betrieb lässt sich das Development-Kit mit einer aufsteckbaren seriellen Schnittstelle nachrüsten.

ten und mehrere Handbücher. Neben den Manuals zu Mikrocontroller und Board finden sich noch verschiedene Informationsbroschüren wie auch eine ausführliche Beschreibung der DSP-Funktionsbibliothek.

Auf dem PC-Board residieren neben dem E1-32, der mit 50 MHz läuft, je nach Konfiguration zwischen 1 MByte und 4 MByte dynamisches RAM, bis zu 512 KByte schneller statischer Speicher sowie ein Sockel für das optionale Boot-EPROM. Die Steckkarte kann wahlweise im Inneren eines PC oder auch mit externer Stromversorgung stand-alone arbeiten. In ersterem Fall vermag der PC direkt auf alle externen Speicherbereiche zu greifen. Ein 2 KByte großes Dual-Ported-RAM zwischen beiden Bussystemen ermöglicht zudem den reibungslosen Datenaustausch während des Betriebes.

Für die Anwendung außerhalb eines PC nutzt das Kit ein Boot-EPROM. Der Zugriff auf den Zielprozessor und dessen Speicher erfolgt über ein separat erhältliches Board, das einen UART nebst Pegelwandler birgt. Mit der PC-Einsteckkarte einerseits und der RS-232-Schnittstelle eines Hosts andererseits verbunden, gestattet es den Zugriff auf den E1-32. Für eigene Hardwareerweiterungen sind alle Signale des Mikrocontrollers auf zwei Steckleisten herausgeführt.

Die beiliegende Entwicklungssoftware läuft sowohl unter DOS wie auch in DOS-Boxen der verschiedenen Windows-Versionen. Sie besteht aus C-Compiler, Assembler und Debugger samt Zubehör, also allem, was für einen schnellen und reibungslosen Start mit dem Mikrocontroller notwendig ist. Der Übersetzer ist ein von hyperstone portierter GNU-C-Compiler, der sowohl



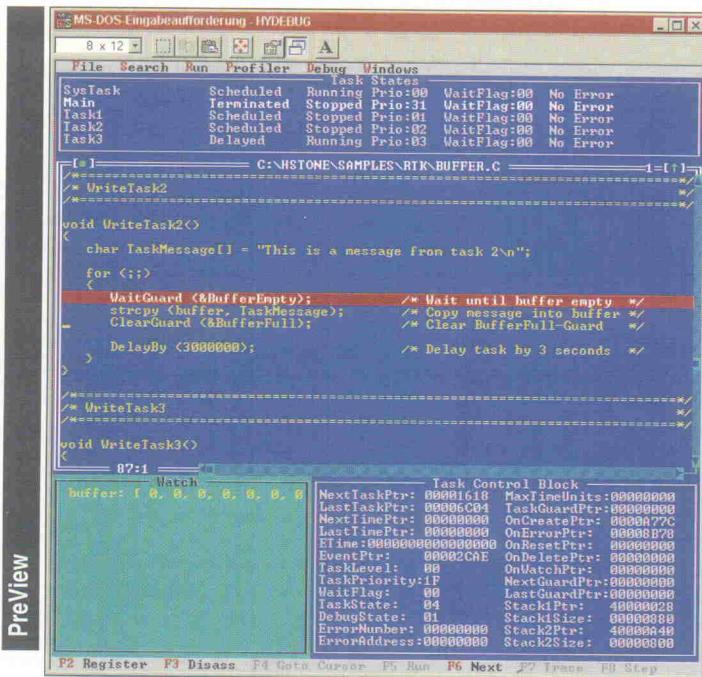


Bild 2. Der Debugger unterstützt die Inbetriebnahme von Echtzeitanwendungen mit hyperstones Realtime-Kernel.

ANSI-C wie auch die ältere K&R-Sprachdefinition verarbeitet. Rund um den C-Compiler scharen sich die gewohnten Werkzeuge wie Linker, Bibliotheksverwaltung und Makroassembler. Die enthaltenen Standardbibliotheken liegen zudem auch im Quellcode vor.

Der Source-Level-Debugger (Bild 2) lehnt sich in seiner Gestaltung und Bedienung an Borlands Turbo-Debugger an. Darüber hinaus gestattet er, einzelne oder mehrere Tasks unter dem ebenfalls mitgelieferten Echtzeitbetriebssystem hyRTK zu testen. Obwohl Teile des Debuggers als Software auf dem E1-32 ablaufen, erreicht er volle Echtzeitfähigkeit und determiniertes Timing, was sonst nur unter Einsatz eines wesentlich kostspieligeren In-circuit-Emulators möglich ist. Ein im Debugger integrierter Profiler kann außerdem rechenzeitintensive und damit optimierungswürdige Stellen in eigenen Programmen aufzeigen.

Ein für den E1-32 geschaffener, kompakter (<32 KByte) Echtzeitkern liegt dem Development-Kit ebenso bei wie eine Bibliothek mit verschiedenen High- und Low-Level-DSP-Funktionen. Der Kernel erlaubt präemptives Multitasking mit bis zu 32 Tasks. Er unterstützt verschiedene Prioritätsstufen genauso wie eine integrierte Power-Down-Funktion. Einen

Kontextwechsel vollzieht der Controller bei 50 MHz Takt innerhalb von 1 bis 3 µs. Auf externe Interrupts reagiert er mit einer Latenzzeit von 0,2...0,3 µs.

Die mitgelieferte DSP-Bibliothek umfasst alle 'einfachen' Standardanwendungen: also FIR-Filter (auch komplexe), IIR-Filter, adaptive Filter, Vektor- und Matrixarithmetik, (I)FFT und die diskrete Cosinusfunktion. Leider gibt es zu keiner DSP-Funktion den Quellcode. Diesen haben die Entwickler vermutlich so weit optimiert, daß er von einem E1-Novizen kaum nachvollzogen werden könnte. Dabei wäre er sicher gutes Anschauungsmaterial für Anwendungsspezialisten.

Tatsächlich wird die Möglichkeit, ALU- und DSP-Operationen parallel zu verarbeiten, massiv genutzt. Heraus kommen für einen Prozessor, der kein Lehrbuch-DSP ist, bemerkenswerte Benchmark-Ergebnisse: Eine komplexe 1024-Punkte-Radix-2-FFT erledigt die MCU in weniger als 1,2 ms (16-Bit-Daten, keine Fensterung, 50 MHz Prozessortakt). Damit braucht der E1 den Vergleich mit einem TMS320C50 oder ADSP2181 nicht zu scheuen. Ein reelles FIR-Filter benötigt 2 Takte je Tap, also gerade doppelt so viele wie moderne Nur-DSPs, die dann in den seltensten Fällen mit 50 MIPS laufen.

Signalmeister

Der hyperstone E1-32 kombiniert einen typischen RISC-Kern mit einer zusätzlichen DSP-Funktionseinheit. Zusammen mit dem vereinheitlichten Befehlssatz sollen sich die Vorteile eines RISC-Mikrocontrollers, dessen Stärken bei umfangreichen Operationen über eine vergleichbar geringe Datenmenge liegen, mit denen eines DSPs kombinieren, der regelmäßig die genau entgegengesetzte Aufgabenstellung zu bewältigen hat. Das 4 KByte große interne RAM, Peripherie und Busschnittstellen onchip unterstützen den Entwurf kleiner, leistungsfähiger und zudem kostengünstiger Systeme.

enthalten, sind 14 universell verwendbar. Dabei findet man eine von SUNs SPARC-Architektur bekannte Implementation der lokalen Register in Registerfenstern wieder.

Eine weitere Besonderheit stellt die Pipeline dar: Statt der bei RISC-Prozessoren üblichen vier (oder mehr) Pipelinestufen verwendet der E1-32 nur zwei. Dies vereinfacht die Programmierung und vermindert das Problem der Pipelinebrüche, beispielsweise bei bedingten Sprüngen. Im ersten Taktzyklus dekodiert die CPU einen neuen Befehl direkt aus dem Cache heraus. Befindet sich der Inhalt einer Speicherstelle noch

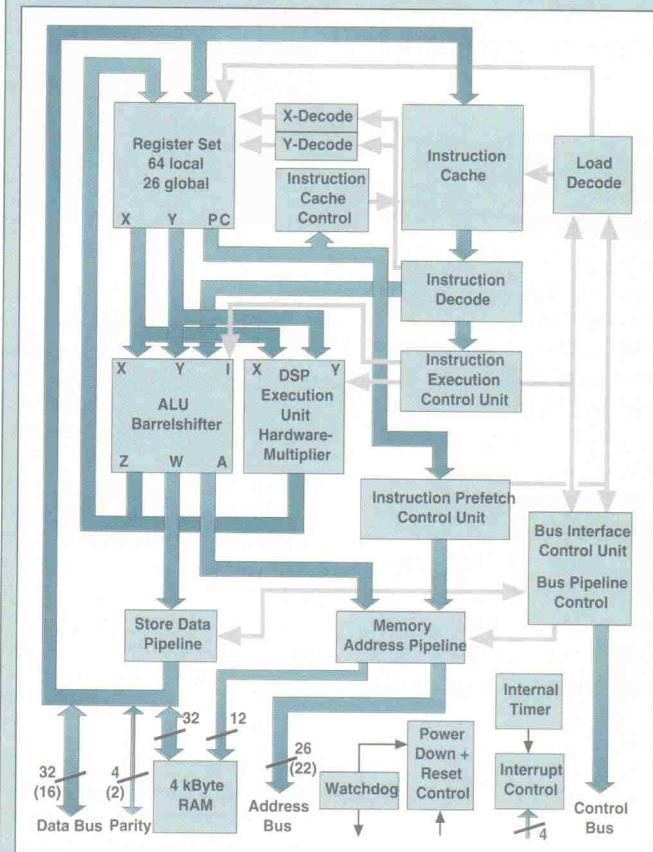


Bild 3. Teamwork: ALU und DSP-Block des E1 teilen sich Registersatz und Befehls-Cache.

Der Datenaustausch zwischen in- und externem Speicher sowie den Prozessorregistern läuft ausschließlich über Load/Store-Befehle ab. Von den 26 globalen Registern, die neben dem Programmzähler auch verschiedene Status-, Steuer- sowie Timerregister

nicht im Cache, wird der entsprechende Zugriff transparent durch den Cache hindurch auf den externen Bus weitergeleitet. Im zweiten Taktzyklus führt der E1 den dekodierten Befehl aus, wobei auch alle internen Registerzugriffe ablaufen.

Dank getrennter Realisierung der Execution-Units für ALU und DSP-Block können diese Einheiten zudem parallel arbeiten, wovon vor allem DSP-Operationen profitieren. Die DSP-Sektion des E1-32 besteht aus typischen Funktionsblöcken wie Hardwaremultiplizierer (16×16 Bit) und Akkumulator (bis zu 64-Bit-Operationen). Ein DSP-typischer Barrelshifter ist Bestandteil der ALU.

Entgegen dem klassischen RISC-Verständnis mit einem vollständig orthogonalen Befehlssatz ist die Breite eines Befehlswortes beim E1 variabel. Zwar überwiegen die Instruktionen mit Halbwortbreite (16 Bit), doch kann diese bei bestimmten Befehlen mit Wertangaben oder Sprungzielen auf 32 Bit oder 48 Bit anwachsen. Dieses Vorgehen wirkt sich nicht nur auf die Kompaktheit des resultierenden Maschinen-codes günstig aus. Dank der vorwiegend 16 Bit breiten Befehle können bei 32 Bit breiter Speicherauslegung pro Buszyklus oft zwei Befehle gleichzeitig in Pipeline wie auch Cache geladen werden. Neben einem kleineren Cache ist somit auch ein höherer Befehlsdurchsatz auf dem Bus möglich.

Sprachschatz

Der Befehlssatz teilt sich in einen konventionellen und einen DSP-bezogenen Teil auf. Für viele Instruktionen stehen neben direktem Registerzugriff oder einer Konstantenangabe bis zu sechs Adressierungsarten auf den Register-Stack mit möglichem Postinkrement oder Displacement bereit.

Anders als der Rest der Befehle, in denen das Ergebnis einer Operation in einem wählbaren Zielregister 'landet', haben die DSP-Instruktionen implizite Zielregister. Dies sind die General-Purpose-Register G14 und G15. Dank der impliziten Verwendung dieser Register als Ziel stehen drei Operanden zur Verfügung, die unter anderem beim Multiply-Accumulator benötigt werden – also etwa

$$Y_{\text{neu}} = Y_{\text{alt}} + A \times B$$

Spezielle Befehle ermöglichen die virtuelle Zerlegung von 32-Bit-Registern in zwei 16-Bit-Register (Subword Processing), um beispielsweise komplexe Daten darzustellen. So führt der Befehl **EHC MULD Ld, Ls** folgende arithmetische Operationen durch:

$$\begin{aligned} G14 &= LdH \times LsH - LdL \times LsL \\ G15 &= LdH \times LsL + LdL \times LsH \end{aligned}$$

Dabei steht LxH für die oberen 16 Bit des lokalen Registers Lx und LxL für das untere Wort. Mit diesem Befehl kann man exakt die Querzweige eines 'Butterfly' einer Radix-2-FFT ausführen, wenn die Quell- und Zielregister (Ls bzw. Ld) mit komplexen Daten ($y_r + jy_i$) beziehungsweise Twiddlefaktoren ($\cos \phi + j \sin \phi$) geladen werden (vgl. Bild 7 in [1]). Der Befehl **EHC FFTD Ld, Ls**, der die Operationen

$$\begin{aligned} G14H &= LdH + G14 \gg 15 \\ G14L &= LdL + G15 \gg 15 \\ G15H &= LdH - G14 \gg 15 \\ G15L &= LdL - G15 \gg 15 \end{aligned}$$

ausführt, komplettiert den Butterfly (Halfword Complex FFT). Voraussetzung hierfür ist, daß der komplexe Wert ($x_r + jx_i$) zuvor in LdH/LdL geladen wurde. Die komplexen Ergebnisse stehen anschließend richtig positioniert in G14/G15 und können ohne weitere Maßnahmen weiterverwendet werden.

Diese Möglichkeiten sind bei bisherigen General-Purpose-DSPs bisher nicht zu finden. Selbst der Umstand, daß die beiden Befehle vier respektive zwei Prozessorzyklen benötigen, kann die Begeisterung kaum schmälern, vermag doch die RISC-CPU parallel noch andere Aufgaben erledigen.

Zeitabteil

Für ein Echtzeitbetriebssystem sind Onchip-Zeitgeber unverzichtbar. Der E1-32 bietet hierzu zwei 32-Bit-Hardwaretimer mit einer Auflösung von $1 \mu\text{s}$ an. Den ersten nimmt hyperstones Echtzeitbetriebssystem hyRTK in Beschlag, der zweite ist frei verfügbar.

Zudem steht eine Watchdog-Funktion bereit, die nach Verstreichen eines vorgegebenen Intervalls einen Reset auslöst. Ebenfalls für echtzeitfähige Applikationen unverzichtbar sind direkte Interrupt-Signale. Der E1-32 verfügt von Haus aus über vier Eingänge, die mittels dreier umschaltbarer I/O-Pins auf insgesamt sieben erweiterbar sind.

Externe Speicher- oder Peripheriebausteine lassen sich ohne zusätzliche Dekodierlogik oder Puffer an den Bus des E1-32 koppeln. Für vier Adreßblöcke stellt der Prozessor alle nötigen Steuersignale bereit. Die unterstützte Datenbreite läßt sich dabei für jeden Bereich zwischen 8 Bit und 32 Bit wählen. So fungiert als Boot-ROM beispielsweise ein kostengünstiger 8- oder 16-Bit-Baustein, während der Arbeitsspeicher in voller 32-Bit-Breite ausgeführt ist. Letzterer kann zudem dank des im E1-32 enthaltenen Controllers mittels kostengünstiger DRAMs realisiert werden. Bei Einsatz der heute üblichen Fast-Page-Mode-Chips führt der RAM-Controller automatisch Burst-Zugriffe durch.

Der integrierte Oszillator erlaubt den direkten Anschluß eines Quarzes bis zu 50 MHz. Damit beträgt die maximal erreichbare Rechenleistung 50 MIPS. Noch in diesem Frühjahr soll in Zusammenarbeit mit LG Semicon (Lucky Goldstar) eine Version mit 80 MIPS und später in Kooperation mit UMC eine 100-MIPS-Ausgabe erscheinen. Auch ein größerer Onchip-Speicher ist geplant.

Das Fehlen einer synchronen seriellen Schnittstelle stellt ein kleines Manko dar. Es läßt den E1-32 nur eingeschränkt für Telecom-Anwendungen geeignet erscheinen, die sich eines PCM-Highways bedienen (beispielsweise A/μ-Law-Daten auf einem seriellen Datenbus mit 24 oder 32 Zeitschlitten). Auch moderne A/D- oder D/A-Wandler lassen sich daher nicht einfach 'glueless' an den E1 anschließen.

Beim FIR-Filter kommen Optimierungen zum Einsatz, die zwar der Geschwindigkeit nutzen, aber die Speicherressourcen verstärkt beanspruchen. Beispielsweise liegen Filterkoeffizienten viermal im Speicher, um die Adressierungsmöglichkeiten des E1-32 optimal zu nutzen. Dem Prozessor mangelt es nämlich an der bei DSPs üblichen Modulo-Adressierung.

Was in der Bibliothek fehlt, sind Funktionen, die stärker auf spezielle Anwendungsfälle zugeschnitten sind. So gibt es keine G.72x-Codecs, wie sie in der Telekommunikation Verwendung finden. Und auch so einfache Routinen wie A-Law- oder μ-Law-Comander (G.711) glänzen durch Abwesenheit. Einige Standards sollen jedoch nach Aussage von hyperstone in Kürze verfügbar sein.

Fazit

Mit dem E1-32 steht ein sehr interessantes Produkt für vielfältige Applikationen zur Verfügung. Das Development-Kit ist gelungen, wenn man von der stellenweise etwas dünn geratenen Dokumentation zum Mikrocontroller sowie zum Board (es gibt leider keinen Schaltplan als Referenz) einmal absieht. Der Preis von 3500 DM für das Kit sowie 600 DM für die RS-232-Debugger-Anbindung (beide Preise jeweils zuzüglich Mehrwertsteuer) sind in dem Umfeld, in dem sich der E1-32 bewegt, eher normal. TI, Analog Devices, Motorola und andere Konkurrenten beziehungsweise deren Third-Parties langen für ihre Tools genauso zu. Verwendet man das Kit als Basis für eigene Applikationen, dann fallen für Nutzung der mitgelieferten Komponenten keinerlei Lizenzgebühren an.

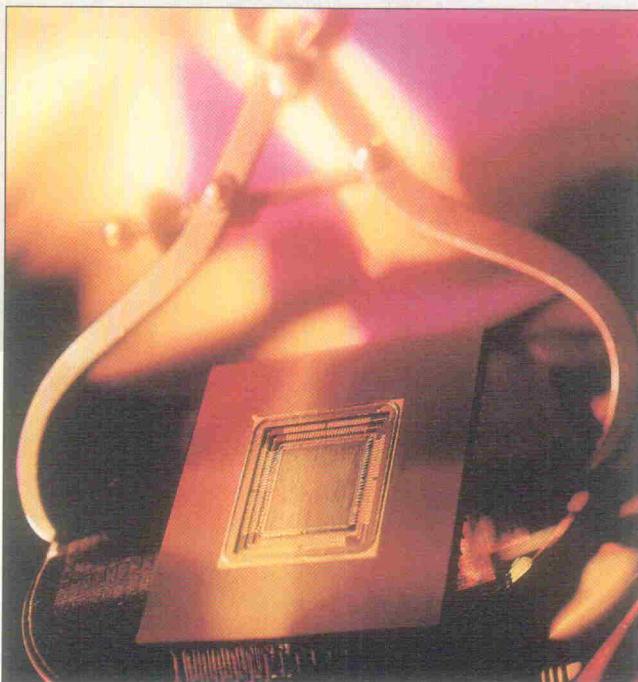
Zudem sind Software-Updates sowie kostenloser telefonischer Service und Beratung durch hyperstones Entwickler im Preis enthalten. Und das zählt im Zweifelsfall mehr als der ein oder andere Hunderter. Über diesen Service hinaus bekunden die Konstanzer den Willen, auch Kunden mit geringen Stückzahlen bei eigenen Designs zu unterstützen. ea

Literatur

- [1] Holger Strauss, *Signal Processing, Teil 14: Fast Fourier Transformation, ELRAD 1/97*

IC-Kalibrierung

Chipdesign im Jahr 2000



Vic R. Kulkarni

Je kleiner die Strukturbreiten eines integrierten Bausteins, um so dominanter die parasitären Effekte entlang der Chip-internen Verbindungsleitungen. Im Jahr 2000 rückt dieser Faktor bei der IC-Entwicklung immer stärker ins Rampenlicht.

Mit der 'deep submicron'-Technologie ($< 0.5 \mu\text{m}$) haben Systementwickler die Möglichkeit, ASICs und Full Custom ICs mit höherer Funktionalität und höherer Komplexität zu entwickeln als je zuvor. Designkapazitäten können heutzutage eine Millionen Gatter erreichen und Taktraten von bis zu 300 MHz erzielen. Komplette Systeme auf Silizium für Low-cost-Multimedianwendungen, Handys oder PDAs mit drahtloser Internetanbindung rücken damit immer näher.

Die Vereinigung der Halbleiterindustrie (Semiconductor Industry Association, SIA) prognostiziert für das Jahr 2001 Ultra-deep submicron-Strukturen ($< 0.18 \mu\text{m}$), die es ermöglichen, mehr als 64 Millionen Transistoren auf einem Chip zu integrieren und damit im 600-MHz-Bereich zu arbeiten. Diese hochgesteckten Ziele erfordern exakte HDL-Modellbibliotheken, die die Siliziuminformationen ohne Verzerrung darstellen und die Möglichkeiten der Ultra-deep-submicron-Technologie voll ausschöpfen.

Vic R. Kulkarni ist Vice President der Avant! Corporation.

Schrumpfende Siliziumgeometrien beeinflussen die elektrischen Eigenschaften der Verbindungsleitungen, was wiederum korrespondierende Effekte auf dem IC-Signal hervorruft. Faktoren, die bei Strukturgrößen von $1 \mu\text{m}$ und mehr noch unerheblich sind, besitzen deshalb einen entscheidenden Einfluß auf die Performance von $0,35\text{-}\mu\text{m}$ -Chips.

So dominieren die Verzögerungszeiten auf den Leitungen gegenüber den Gate-to-Gate-Delays. Liegen beispielsweise bei $2,0\text{-}\mu\text{m}$ -Prozessen 80 Prozent aller Verzögerungen an den Transistor- beziehungsweise Gatterlaufzeiten und nur 20 Prozent in den Verzögerungsleitungen, kehrt sich dieses Verhältnis bei Strukturbreiten von $0,25 \mu\text{m}$ bereits um. Die bestehende Praxis der Modellierung von Verbindungsleitungen mit diskreten Komponenten trägt diesen Verhältnissen jedoch nicht genügend Rechnung.

Zusätzlich zu den beschriebenen Problemen sehen sich Designer mit dem Marktdruck konfrontiert, immer komplexere Chips mit 'Killerapplikationen' herauszubringen. Sie werden zur Entwicklung auf höheren Abstraktionsebenen für das Handling größerer Komplexitäten getrieben. Allerdings haben sie kaum Zugriff auf detaillierte Prozeßinformationen, die sie zur Modellierung der einzelnen physikalischen Effekte in diesen Minidimensionen benötigen. Zudem müssen sie sich über eine größere Anzahl zeitkritischer Pfade für die Schaltungssimulation vor und nach dem Layout sowie vor dem endgültigen Sign-off Gedanken machen.

Hintergrund

Die Entwicklung der nächsten Generation von elektronischen Produkten wird getrieben von der steigenden Nachfrage nach höherer Funktionalität, höherer Performance und kürzeren Entwicklungs-zu-Fertigungszeiten. Die National Technology Roadmap for Semiconductor (NTRS) sagte 1994 voraus, daß die Strukturgrößen im Jahr '98 auf $0.25 \mu\text{m}$ und im Jahr 2001 auf $0.18 \mu\text{m}$ schrumpfen werden. Die kleinste tolerierte Größe liegt derzeit real bei $0,35 \mu\text{m}$. Tabelle 1 zeigt einige Schlüsselanforderungen der SIA Roadmap für die anvisierten Architekturen.

Modellbibliotheken

Der IC-Designprozeß durchläuft typischerweise vier Stadien: Es beginnt mit dem funktionalen Design und der anschließenden Logiksynthese. Dem Schaltungsentwurf folgt schließlich das physikalische Design. Während bei der Entwicklung von Logikchips normalerweise alle vier Stadien durchlaufen werden, sind beim Design von Speicher-ICs nur die Stadien Schaltungsentwurf und physikalisches Design involviert.

Für jedes Stadium im Prozeß benötigt man EDA-Tools, die das IC automatisch analysieren und verifizieren. Dabei kommen diverse Simulatorvarianten – Schaltungs-, Timing- und Logiksimulatoren – zum Einsatz. Sie alle basieren auf Modellen zur genauen Performancevorhersage auf den verschiedenen Abstraktionsebenen. Um die jeweiligen Siliziumeigenschaften korrekt widerzuspiegeln, müssen die eingesetzten Modellbibliotheken an das reale Silizium angepaßt (kali- briert) werden.

Simulatoren und Bibliotheken arbeiten dabei vom Beginn einer Entwicklung bis zur physikalischen Umsetzung ins IC Hand in Hand (Bild 1). Funktionales Design beinhaltet die Umsetzung von Funktions- und Leistungsspezifikationen in Hardwarebeschreibungs- sprachen wie Verilog HDL oder VHDL. Ein Logiksimulator verifiziert die Funktionalität des IC mit HDL-Bibliotheken. Logiksynthese und - optimierung reduzieren den verifizierten HDL-Code und die benutzten Synthesemodellbibliotheken auf eine Gate- Level-Beschreibung. Eine her- stellerspezifische Gate-Level- Logikbibliothek kommt für die

anschließende Optimierung und Logikverifikation zum Einsatz.

Während des Schaltungsdesign nutzen sowohl der Schaltungssimulator als auch der Timingsimulator die verifizierte Gate-Level-Beschreibung, die Transistor-Level-Bibliothek, die Prozeßbibliothek und eine Reihe von Testpattern. Einen Simulator wie Hspice nutzt man für die Validierung kritischer Pfade, die Störschwellen- analyse sowie für die Geschwindigkeits- und Leistungs- optimierung. Der Timingsimulator dient dagegen zur Überprüfung des kompletten Zeitverhaltens.

Im Laufe der physikalischen Umsetzung erfolgt das Plazieren und Verdrahten mit Hilfe physikalischer Zellbibliotheken. Beim Deep-submicron- Design ist hier insbesondere die Extraktion von parasitären R-C-Kombinationen entlang der Verbindungsleitungen entscheidend. Weil diese parasitären Effekte praktisch dominieren, werden neue Techniken zur Schaltungsreduktion immer wichtiger. Man muß die Komplexität der Daten weiterhin verwalten können, allerdings ohne sich Genauigkeits-

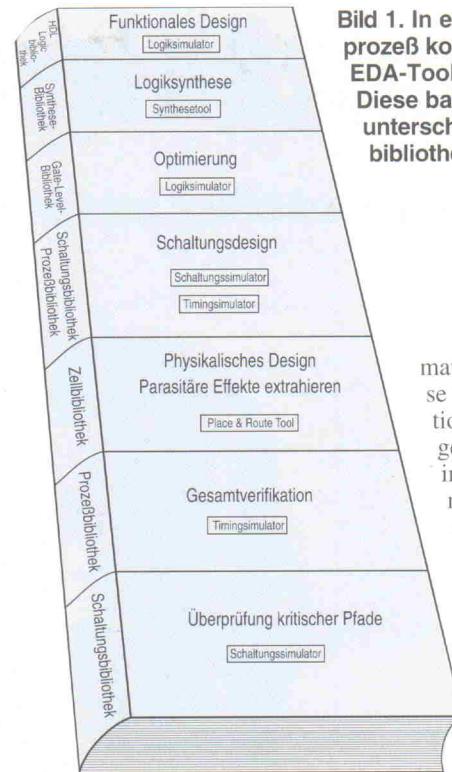


Bild 1. In einem IC-Design- prozeß kommen diverse EDA-Tools zum Einsatz. Diese basieren auf unterschiedlichen Modell- bibliotheken.

mationen bei der Synthese und der Logiksimulation ergeben haben. An- gesichts der Fortschritte in der Halbleiter- technologie wird die Er- zeugung von Bibliotheken, die eine ak- kurate Reflektion des Siliziumverhal- tens enthalten, immer schwieriger. Denn zusätzlich gilt es auch die Schwankungen bei der Siliziumfer- tigung sowohl von

seiten des Halbleiterherstellers als auch der Fab zu beachten.

Fazit

Zur Reduzierung der Time-to- Market für neue Deep-sub- micron-Produkte sollten EDA- Tools die Designschritte und Entwicklungskosten reduzieren, die IC-Performance stei- gern und die Validierung über mehrere Prozeßschritte ermög- lichen. Es besteht deshalb ein steigender Bedarf an extrem genauen Modellen für den gesamten Weg von der HDL bis zum Silizium. Denn jeder Top-down-Designprozeß muß zukünftig eine akkurate Schaltungs- und Timingsimulation in allen Pre- und Post-Layout- Stadien umfassen. *uk*

Bis zum Jahr 2000

Leistungsmerkmale	0,35 µm	0,25 µm	0,18 µm
Transistoren pro Chip	12M	28M	64M
Chipfrequenz	300 MHz	450 MHz	600 MHz
Verdrahtungsebenen	4–5	5	5–6
Spannungsversorgung	3,3 V	2,5 V	1,8 V
Bondabstand	0,7–1,05 mm	0,5–0,75 mm	0,36–0,54 mm
Metallisierung Höhe/Breite	1,5	2,0	2,5
max. interne Verbindungen (Meter pro Chip)	380	840	2100

Neu: Design-Tool-Katalog mit Gratis-CD

In der soeben erschienenen fünften Ausgabe präsentiert der neue Hoschar EDA-Katalog auf über 84 farbigen Seiten „De- sign-Tools für mehr Erfolg in der Elektronik-Entwicklung“. Für Elektronik-Entwickler und Entscheider ist das Werk zweifellos eine unver- zichtbare Hilfe bei der Auswahl kostengünstiger Entwicklungswerkzeuge für Windows, Windows 95 & NT. Der EDA-Katalog informiert über Low-Cost-Lösungen für Schalt- plan-Design, PLD-Synthese, Analog-/ Digitalsimulation, Timing-Design,

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



Abruf-Coupon

Ja, bitte senden Sie mir den Hoschar EDA-Katalog und die Gratis-Test-CD (mit über 450 MB zum Thema EDA). Meine Anschrift lautet:



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

Stromzähler

Elektrische Leistung und Energie messen mit dem MSP430P325



Heinrich Pinta

Digitale Leistungs- oder Energiemeßgeräte gibt es seit langem. Die Evolution der Elektronik zieht aber auch die Meßtechnik mit sich, und so ermöglichen Mikrocontroller mit hoher Integrationsdichte heute unter anderem immer kompaktere Meßgeräte. Zum Teil lassen sich diese sogar als Ein-Chip-Lösung mit nur wenigen zusätzlichen Bauelementen realisieren – wie dieser Beitrag am Beispiel eines µC-basierten 'Stromzählers' zeigt.

Die hier vorgestellte Controller-Applikation mit einem Texas-Baustein aus der RISC-Familie MSP430 gestattet die Erfassung der elektrischen Leistung eines Verbrauchers am 'normalen' Wechselspannungsnetz, also den üblichen 230 V/50 Hz, die sich hierzulande in jedem Haushalt finden.

Das Meßprinzip basiert im wesentlichen auf einfachen Spannungsmessungen über die A/D-Eingänge des Controllers, wobei Werte für den Strom über den Spannungsabfall an einem Shunt ermittelt werden. Die Rechenfähigkeiten des eingesetzten Bausteins gestatten aber auch die Ermittlung weitergehender Meßergebnisse. Mit den Momentanwerten von Spannung und Strom lässt sich somit nicht nur die elektrische Leistung erfassen, sondern – durch zusätzliche Verknüpfung mit der Zeit – auch die Energie. Die vorgestellte Schaltung ist dadurch als vollwertiger digitaler 'kWh-Zähler' mit Pulsausgang einsetzbar.

Der verwendete Metering Controller MSP430P325, auf den

das angewandte Meßprinzip abgestimmt wurde, eignet sich besonders gut für die Applikation. Zu den wesentlichen Merkmalen des Bausteins gehören eine 16-Bit-RISC-Architektur, 300 ns Instruction Cycle Time bei 3,3 MHz maximaler Taktfrequenz, ein 12+2-Bit-A/D-Umsetzer, ein integrierter LCD-Treiber sowie eine sehr geringe Stromaufnahme. Neben EPROM-Versionen sind auch ROM- und OTP-Varianten verfügbar.

Die MSP430-Familie von Texas Instruments wurde bereits in *ELRAD* 10/96 vorgestellt [1]. Deshalb soll an dieser Stelle auf eine weitergehende Beschreibung der Controller-Hardware verzichtet werden.

Prinzipien

Zur Energiemessung mit dem MSP430P325 sind zwei unterschiedliche Verfahren bei der Auswertung aufgenommener Samples für Spannung und Strom möglich.

Zunächst bietet sich die 'Spitze-Spitze-Methode' an, die auf

der Ermittlung von Minimal- und Maximalwerten und der anschließenden Berechnung von Effektivwerten basiert. Dabei werden sinusförmige Spannungs- oder Strom-Eingangssignale über eine oder mehrere Perioden in festen Intervallen Δt nach Min- und Max-Werten 'durchsucht' und diese Extrema zwischengespeichert. Danach lässt sich der Spitzenwert entweder direkt oder umgerechnet in einen Effektivwert an ein LC-Display ausgeben oder an ein externes Gerät weiterleiten.

Die Meßgenauigkeit bei diesem Verfahren ist direkt abhängig von der Anzahl der Abtastungen pro Periode: Bei einer Netzfrequenz von $f_{\text{Netz}} = 50 \text{ Hz}$ ist die Periodendauer des gemessenen Sinussignals $T = 20 \text{ ms}$. Betreibt man den MSP430 beispielsweise mit einer Taktfrequenz von 2 MHz (C_{clock}), arbeitet der interne A/D-Umsetzer im Controller mit 1 MHz Samplerate. Die Dauer einer kompletten Abtastung beträgt dann im Auto-Range-Modus 132 µs. Bei einem Intervall von zum Beispiel $\Delta t = 250 \mu\text{s}$ zwischen zwei aufeinanderfolgenden Samples sind jeweils 80 Abtastungen pro Signalperiode möglich ($80 \times 250 \mu\text{s} = 20 \text{ ms}$). Dies entspricht einem Abtastraster von $4,5^\circ$.

Im ungünstigsten Fall tritt hier also ein Fehler von $<0,1\%$ bei Abtastungen innerhalb von $\pm 2,25^\circ$ um einen Spannungs- oder Strom-Peak auf.

Als zweites Verfahren kann eine sogenannte 'Reduzierte Abtastung' herangezogen werden. Hierbei erfolgt eine Addition der Sinusteilflächen zu einer Gesamtleistung oder -energie. Diese Meßmethode ist ausführlich in [2] beschrieben und lässt sich – so wie im folgenden geschildert wird – nur in Verbindung mit TI-Mikrocontrollern anwenden.

Für die Leistungs- oder die Energieberechnung wird die hohe Rechenleistung des RISC Cores im MSP430 ausgenutzt. Sie steht übrigens auch bei laufender A/D-Wandlung, während der 132 µs langen Umsetzyklen zur Verfügung. Der A/D-Teil des Controllers bietet insgesamt sechs Analogeingänge, deren Signale über einen Multiplexer an den Umsetzer gelangen. Da für die Spannungs- und Stromabta-

Dipl.-Ing. Heinrich Pinta arbeitet als Applikationsingenieur bei Texas Instruments.

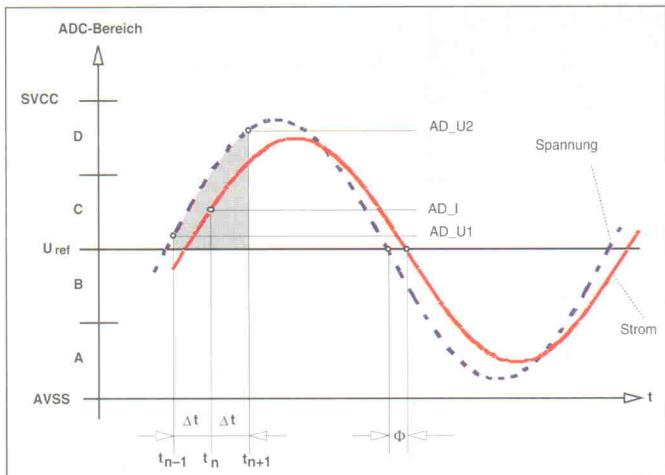


Bild 1. Reduzierte Abtastung – Energiemessung durch Flächenaddition.

stung jeweils ein separater A/D-Eingang verwendet wird, können sie nicht gleichzeitig erfolgen. Die Abtastungen werden deshalb abwechselnd mit einem konstanten Zeitabstand Δt durchgeführt.

Die elektrische Leistung P und die Energie E lassen sich aus dem Mittel von zwei Spannungsmessungen mit den Werten \bar{U}_{m-1} und \bar{U}_{m+1} sowie einem Stromwert I_m berechnen.

Die Energie E ergibt sich dabei nach

$$E = \frac{c \cdot 2 \cdot \Delta t \cdot \sum I_m (\bar{U}_{m-1} + \bar{U}_{m+1})}{2}$$

Für den hierin auftretenden Korrekturfaktor c gilt

$$c = \frac{1}{\cos(2\pi f \Delta t)}$$

Dabei ist Δt das Abtastintervall und f die jeweilige Frequenz des Meßsignals, also im gegebenen Beispiel die Netzfrequenz von 50 Hz. Die Abhängigkeiten der einzelnen Meßgrößen und der für die Berechnung relevanten Zeiten sind in Bild 1 nochmals zusammengefaßt.

Verbindungen

Der MSP430P325 ermöglicht mit seinem eingebauten 14-Bit-ADC eine einfache Lösung zur Einbindung des 'Stromzählers' in den Verbraucherkreis, für den die Energiemessung erfolgen soll. Wie in der gesamten Applikation reichen auch hier einige wenige zusätzliche Baulemente aus. In Bild 2 ist das Konzept des überschaubaren Spannungs- und Strom-Interfaces wiedergegeben. Eine stabilisierte Betriebsspannung am Pin SVCC, die nur während

des Samplings anliegt, wird für die Messung jeweils mit einem resistiven Spannungsteiler am Analogeingang A2 (Spannung) und A3 (Strom) halbiert. Dadurch ist mit dem Bezugspotential U_{ref} des A/D-Wandlers dessen Arbeitspunkt in der Mitte des erforderlichen Meßbereiches festgelegt (Kasten auf Seite 52 und Bild 3). Somit läßt sich eine A/D-Auflösung von 13 Bit für beide Halbwellen erreichen.

Die Ausgabe der Meßergebnisse für Spannung, Strom, Leistung und Energie erfolgt in der vorgestellten Schaltung direkt an ein LC-Display über den integrierten LCD-Treiber. Als 'Nutzsignal' für nachgeschaltete Geräte liefert ein digitaler Ausgang (TP0.4) über den Transistor T1 eine zusätzliche Information für die Energiemessung, wobei die Ausgabe mit 1 Impuls/Wh erfolgt.

Über weitere I/O-Ports könnte der registrierte Verbrauch natürlich zusätzlich auch direkt in einem externen Speicher, zum Beispiel einem EEPROM, festgehalten werden.

Kalibrierte Schaltung

Bauelemente mit engen Toleranzen sind teuer. Die Verwendung von Standardbauteilen

```

; Calibration parameters      E-Counter
; .sect "ROMVar", 0CF60h      ; set start address
; .word 056h ;Ufactor
; .word 01FEDh ;Uoffset
; .word 02h ;Ifactor
; .word 01FF9h ;Ioffset
; .word 0DDEh ;W(MSB)      = 1 / (dt * c * Ufactor * Ifactor)
; .word 02160h ;W(LSB)
; .word 0C3h ;kWh(MSB)
; .word 03B5h ;kWh(LSB)    = 3600/(dt * c * Ufactor * Ifactor * 2^16)

;addresses of the subroutines
power .equ 0C000h
energy .equ 0C100h
subrou .equ 0C200h
calibr .equ 0C400h
IntRou .equ 0C600h
UImeas .equ 0C850h
IntUI .equ 0C900h
LCD_Tab .equ 0CF00h
ROMtext .equ 0CF30h ;set start address for ROMtext table
ROMvar .equ 0CF60h ;set start address for calibration constants

;define Registers
;PC  .EQU R0      program counter
;SP  .EQU R1      stack pointer
;SR  .EQU R2      status register
;CG2  .EQU R3      constant generator
;    .EQU R4      MONITOR !!!
;VAR1 .EQU R5      Variable 1
;VAR2 .EQU R6      Variable 2
;VAR3 .EQU R7      Variable 3
;VAR4 .EQU R8      Variable 4
;VAR5 .EQU R9      Variable 5
;VAR6 .EQU R10     Variable 6
;VAR7 .EQU R11     Variable 7
;VAR8 .EQU R12     Variable 8
;POSI .EQU R13     position
;TXT  .EQU R14     Text table pointer
;count .EQU R15    1sec counter for output

```

Listing 1. Initialisierung – Kalibrierwerte, Adreß- und Registerkonfiguration für das Steuerprogramm.

und eine Kalibrierung der gesamten Schaltung bieten hier die günstigere Alternative.

Eine Software-Kalibrierung eliminiert die auftretenden Toleranzen von allen Bauteilen inklusive des A/D-Wandlers. Sehr effektiv ist hierbei ein Abgleich von Steigung und Offset, zumal dafür keine weiteren externen Abgleichelemente erforderlich sind. Aus zwei Meßpunkten, die etwa 1/8 über dem minimalen und unter dem maximalen Eingangswert (Kasten) liegen, werden dazu gerätespezifische Korrekturparameter für die Empfindlichkeit und den Offset aufgenommen. Diese können bei der späteren Berechnung von Meßergebnissen berücksichtigt werden.

Die gemessene Wechselspannung vom Netz wird zwischen den Meßpunkten L' und N' über den Widerstand R15 an den Meßbereich des A/D-Wandlers angeglichen. Bei einer Dimensionierung des Wi-

derstands R15 sind der Minimal- und Maximalwert der Sinusspannung sowie die Differenz zwischen der Analogmasse AVSS und der Spannung SVCC zu berücksichtigen (vgl. Kasten und Bild 3).

Der Strom durch den Lastwiderstand oder 'Verbraucher' (zwischen L' und N') wird als Spannungsabfall über den Shunt erfaßt. Die sinusförmige Spannung am Shunt wird zu der Gleichspannung $Vref$ addiert und mit dem A/D-Wandler aufgenommen. Der Widerstand des Shunt ist so zu wählen, daß der Spannungsabfall bei maximalem Stromfluß sicher innerhalb des Eingangsbereichs des A/D-Wandlers liegt.

Um die Applikation praktisch umzusetzen, wurde ein Testprogramm mit dem Simulator MSP-SIM430V200 und dem Starterkit MSP-STK430A320 entwickelt [1]. Das Monitor-Programm (im Softwarepaket zum Kit enthalten) wurde mit

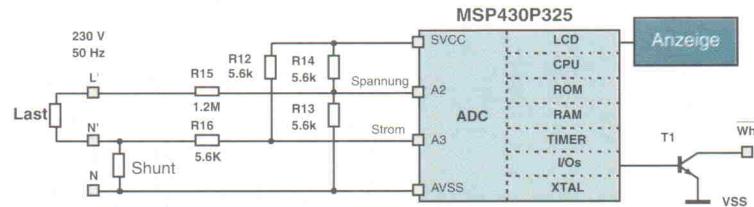


Bild 2. Minimalaufwand – die Eingangsschaltung für das Meßsignal.

Arbeitspunkt und Abgleichfaktoren für Spannungs- und Stromaufnahme

$$U_F = \frac{U_2 - U_1}{AD_U2 - AD_U1} \quad \left[\frac{V}{LSB} \right] \quad (3)$$

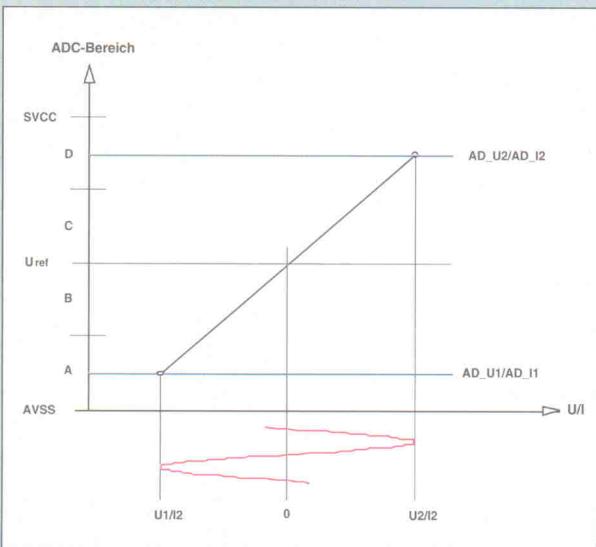
$$U_0 = \frac{AD_U1 + AD_U2}{2} \quad [LSB] \quad (4)$$

$$U_N = U_F (AD_U n - U_0) \quad [v] \quad (5)$$

$$I_F = \frac{I2 - I1}{AD_I2 - AD_I1} \quad \left[\frac{A}{LSB} \right] \quad (6)$$

$$I_0 = \frac{AD_I1 + AD_I2}{2} \quad [LSB] \quad (7)$$

$$I_N = I_F (AD_I_n - I_0) \quad [A] \quad (8)$$



dem Testprogramm assembled und über einen Programming Adapter vom Typ MSP-PRG430A in die OTP-Version eines MSP430P325 geladen.

Auf der Testplatine fanden dabei neben der Spannungs- und Strommessung die LC-Anzeige, der digitale Wh-Ausgang, der Spannungsstabilisator und zwei Optokoppler für eine vom Netz isolierte UART-

Kommunikation Platz (vgl. Schaltplan, Bild 3). Die Lampe L1 in der Schaltung signalisiert übrigens eine angeschlossene Netzspannung. L2 dient hingegen zur Warnung, wenn auf dem Anschluß für den Neutralleiter (N) versehentlich die Phase angeschlossen ist.

Wie die Funktionssteuerung der gesamten Schaltung kann auch deren Abgleich per Software von einem PC erfolgen.

Berechnete Kalibrierungsparameter für Spannung und Strom (vgl. Formeln im Kasten) wurden dazu als Standardwerte in der Datei: 'romvar.asm' gespeichert und nachträglich im EPROM-Bereich [`.sect 'ROM-var'`] nachgebrannt (Beispielwerte in Listing 1). Die Abgleichparameter werden nach dem Einschalten der Betriebsspannung vom EPROM in das RAM kopiert. Sie können natürlich auch nachträglich neu

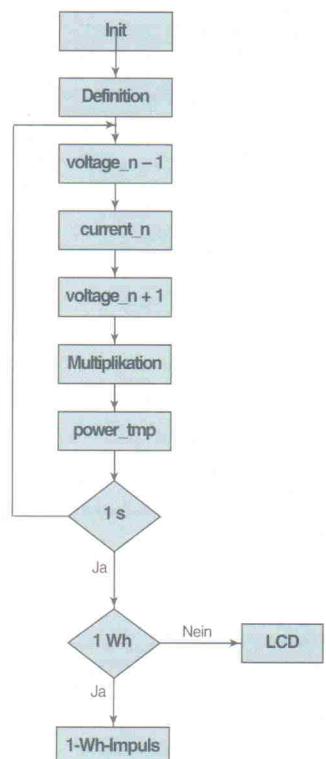


Bild 4. Ablauf – die Struktur des Meßprogramms.

erfaßt und im RAM überschrieben werden.

Programmierung

Dank der RISC-Architektur der MSP430-Familie stehen dem Programmierer 'nur' 27+24 Befehle zur Verfügung. Dadurch bereitet die Programmierung in Assembler keinen großen Aufwand. Alternativ ist aber auch ein C-Compiler von der 'Third party' IAR erhältlich.

Das Assemblerprogramm wurde in kleinen Teilen mit einzelnen Subroutinen innerhalb des RAM-Bereiches getestet und anschließend unter gezielten Adressen [.sect 'xxxx'] zusammen mit den Abgleichparametern im EPROM-Bereich platziert (Bild 5 und Listings).

Die Vorbereitung von Variablen, Kontrollbits, Speicherbereichen, Interruptvektoren und ähnlichem schafft eine bessere Übersicht im Programm. Alle Deklarationen werden nur einmal beim ersten Entwurf erstellt und lassen sich dann nach Bedarf immer wieder in neuen Programmen verwenden.

Die Benutzung aller 16 Arbeitsregister des MSP430 beschleunigt die Abarbeitung des

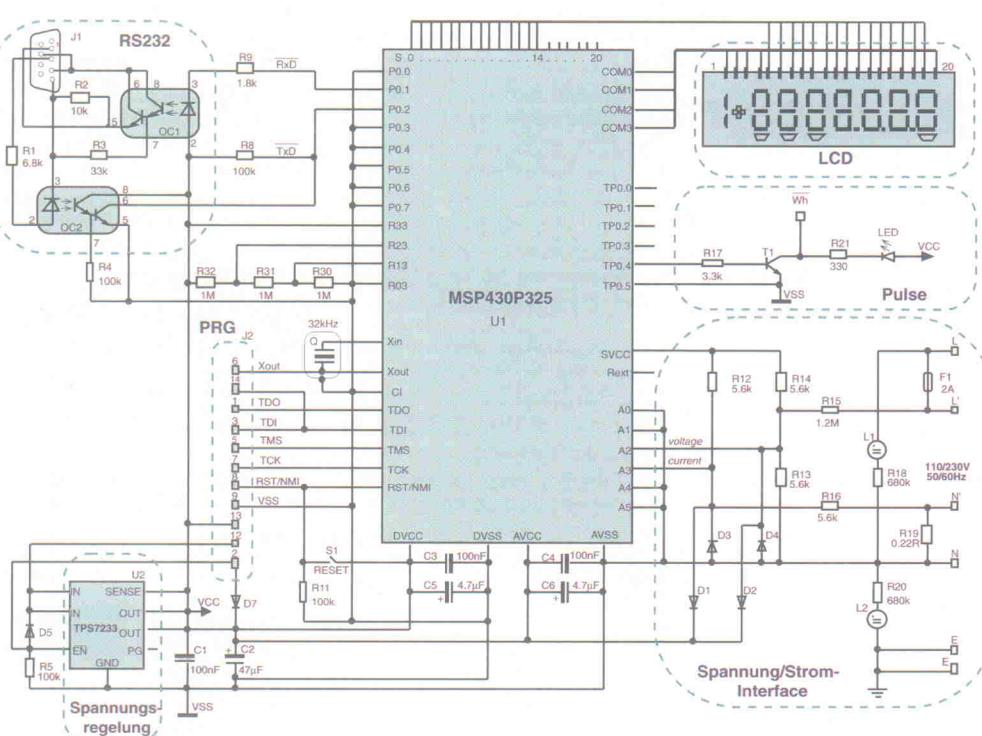


Bild 3. Gesamtaufbau – der 'kWh-Zähler' als Schaltung mit entkoppelter PC-Schnittstelle.

Programms (zum Beispiel 16 × 16 Multiplikationsroutine, siehe Flußdiagramm und Listing 2). Alle Registerbefehle werden vom MSP430 übrigens in einem Taktzyklus abgearbeitet.

Literatur

[1] Leichtgewicht, Starterkit für TI's Low-Power-Controller

MSP430, ELRAD 10/96, S. 24 ff.

[2] Metering Application Report MSP430 Family, SLAAE10A, Texas Instruments 1996

[3] Data Sheet MSP430x320 family, SLASE06, Texas Instruments 1996

[4] Assembly Language Tools MSP430 Family, SLAUE12, Texas Instruments 1994

```
.copy "INIT.ASM" ; copy declaration text file into source
.copy "ROMVAR.ASM" ; copy calibration const. into source
...
;general
STACK .EQU 03d0h ; stack start address
CPUoff .EQU 10h ; bit: low power modes (SR)
OSoff .EQU 20h ; bit: low power modes (SR)

;Analog-To-Digital-Converter
AIN .EQU 110h ; input register
AREN .EQU 112h ; input enable register
ADAT .EQU 118h ; data register
ACTL .EQU 114h ; control register
CS .EQU 1h ; bit: convert start
VREF .EQU 2h ; bit: controls Svcc
A2 .EQU 8h ; bit: input select (A2)
A3 .EQU 0Ch ; bit: input select (A3)
AUTO .EQU 800h ; bit: range select
PD .EQU 1000h ; bit: power down
...
;first U measurement
routine1 mov #02H,&rou
MOV #A2+VREF+AUTO+CS+ADCLK2,&ACTL ; start U measure
JMP tim$1

;I measurement
routine2 mov #04H,&rou
MOV &ADAT,&voltage
MOV #A3+VREF+AUTO+CS+ADCLK2,&ACTL ; start I measure
JMP tim$1

;second U measurement
routine3 mov #06H,&rou
MOV &ADAT,VAR1
MOV &Ioffset,VAR3
sub VAR3,VAR1
MOV VAR1,&current
MOV #A2+VREF+AUTO+CS+ADCLK2,&ACTL ; start U measure
JMP tim$1

;unsigned multiplication 16 x 16 bits
mpy CLR VAR2 [5] Metering Application Report
MOV #1,POSI
mpy$1 BIT POSI,VAR1
JZ mpy$2
ADD VAR3,VAR5
ADDC VAR2,VAR4
mpy$2 RLA VAR3
RLC VAR2
RLA POSI
JNC mpy$1
RET

;load 1 sec counter
MOV #0721h,count
MOV.b #0F7h,&TCDAT ; copy Pre-Load to Counter
MOV #0AA55h,&03DEh ; enable user interrupts (chip)
MOV.b #TCSEL0+TCISCTL,&TCCTL ; prepare 8-bit timer
MOV.b #08,IE1
EINT
BIS.b #TCENCNT,&TCCTL ; start Timer
JMP $

;output numbers on LCD
displayNr CLR POSI
dis$1 PUSH VAR3
BIC #0FFF0h,VAR3
MOV.B LCD_Tab(VAR3),LCD1+0(POSI)
POP VAR3
RRA VAR3
RRA VAR3
RRA VAR3
RRA VAR3
INC POSI
CMP #04h,POSI
JEQ dis$2
CMP #07h,POSI
JNZ dis$1
RET
dis$2
MOV VAR2,VAR3
JMP dis$1

;pulse via TP.x port
Wpulse MOV #01h,count
mov #08h,&countNr
cmp &save2,&save3 ; output pulse ?
JNE pulse ; yes, set TP0.4
JMP tim$1
pulse mov.B #010h,&TPD ; TP0.4 = "1"
mov &save2,&save3
JMP tim$1
```

Listing 2. RISC-Code – die Assembler-Routinen für die Messung und die Ergebnisausgabe.



Tektronix

... natürlich vom

ScopeShop
HAMBURG

Wolfgang Weiss
Albert-Einstein-Ring 21 · 22761 Hamburg
Telefon 040/895003 · Telefax 040/895439

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

Handheldoszilloskop 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 Universaloszilloskope

- 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

SCM · PCMCIA KOMPONENTEN

Modem PC Karten Data/Fax V32bis, V34bis

Dura Flash PC-Karten Swap FTL Filing Software

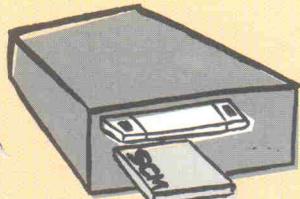
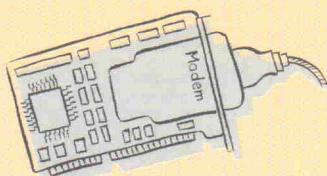
SRAM - PC Karten 264KB - 8MB

Flash PC Karten 256KB - 40MB

Lan PC Karten Ethernet/Token-Ring



Neuestes Produkt:
PCMCIA Chip Karten Adapter



SCM Combo-Laufwerk
3,5" Floppy und PCMCIA

PCMCIA - Hard- und Software-Module
PC-Spezialitäten Windows 95 Plug & Play

UNITRONIC

Elektronische Bauelemente
Geräte • Systeme • Peripherie

Hauptsitz, 40472 Düsseldorf, Mündelheimer Weg 9, Tel.: 0211/95 11-0, Fax: 0211/95 11-111
VK.-Büro Berlin, 13585 Berlin, Eiserwerderstraße 18/Gebäude 129, Telefon: 030/3 36 20 54
VK.-Büro Nord, 31785 Hameln, Kaiserstraße 59, Telefon: 0 51 51/87 07 10
VK.-Büro Mitte
VK.-Büro Südwest, 70794 Filderstadt, Echterdinger Straße 111, Telefon: 07 11/70 40 11
VK.-Büro Ost, 07551 Gera, Am Schafgraben 8, Telefon: 03 65/7 30 00 4-0

Test the FLASH

Teil 4: Fitting, Verifikation und Download

Projekt



Gerhard Stock

Der vierte und letzte Teil befaßt sich mit dem Fitten und dem Download des Tongenerators. Es muß eine sinnvolle Schaltungspartitionierung zur optimalen Ausnutzung der EPX-Bausteine gefunden werden. Die Verifikation mit Hilfe des Simulators und die Inbetriebnahme der Schaltung auf dem ELRAD-Evaluation-board schließen die Artikelserie ab.

Vor der finalen Schaltungsrеalisation im CPLD steht noch die Beschreibung der verbliebenen Module des Tongenerators aus. Im Modul ROM sind, wie schon im zweiten Teil der Artikelserie erläutert, die Teilstufen für den Teilerzähler und die zugehörigen Displaywerte für die Darstellung auf der Siebensegment-Anzeige abgelegt. Die Tabelle 'Frequenzteiler im Tongenerator' soll die Teilstufen-Einträge in der ROM-Tabelle näher erläutern. Die Spalten in der Tabelle haben folgende Bedeutung:

- 'Teilstufen High' gibt die beiden höchstwertigen Bits des Teilstufen als dezimalen Wert an. Diese Bits entsprechen dem Inhalt des Registers MAX_VALUE_HIGH, das in der Tabelle dem jeweiligen Bit W.11 und W.10 entspricht.
- 'Teilstufen Low' repräsentiert den Dezimalwert der unteren zehn Bits des Teilstufen; er entspricht den Bits W.9 bis W.0.
- 'Zählerfrequenz ist' gibt die tatsächlich vom Tongenerator vor dem Flipflop erzeugte Frequenz an. Da beim Teilen der Oszillatorkreis nur ganzzahlige Teilstufen Verwendung finden, kann bei einigen Teilstufen nicht die exakt gewünschte Frequenz erzeugt werden. Der entstehende prozentuale Fehler lässt sich leicht aus der gewünschten und der realen Zählerfrequenz errechnen.
- die Spalte 'Divisor Display' gibt an, durch welchen Faktor die Zählerfrequenz im Display-Modul geteilt werden muss, um die gewünschte Zählerfrequenz zu erhalten.

Das Listing 1 zeigt die Syntax zur Definition der ROM-Tabelle. Die Extension '.ADDR' legt die Adressen fest. Im Beispiel des Tongenerators sind dies sieben Adressen, die einen Adressraum von 128 Worten ansprechen können. Die eckige Klammer fasst einzelne Leitungen zu einem Vektor zusammen und schaltet sie auf die ROM-Adressen. Innerhalb der Klammern steht ganz links das MSB und rechts das LSB. Die Eingangsdaten werden über die Extension '.DATA' angesprochen. Da die Tabelle im Tongenerator als ROM (Read Only Memory) realisiert ist, bleibt ihr Inhalt unverändert. Deshalb sind alle Dateneingangsleitungen auf GND gelegt. Gleicher gilt für die Schreibleitung, die über die Extension '.WE' angesprochen wird. Anschließend definiert man den Inhalt des ROM, wobei Listing 1 nur Auszüge wiedergibt – die gesamte ROM-Tabelle würde den Rahmen des Artikels sprengen.

Freigeben

Die Register DISPLAY-LOW, DISPLAY-HIGH und MAX-VALUE-HIGH sind als En-

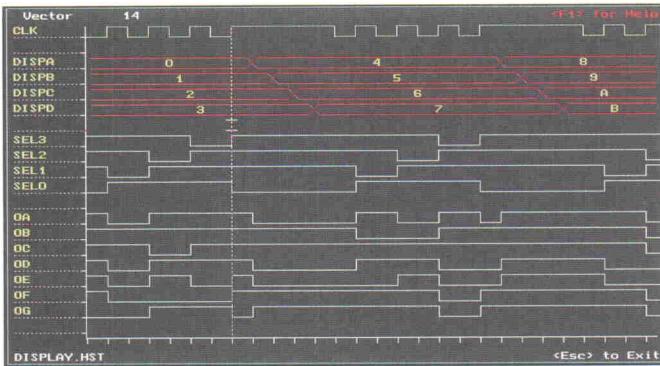


Bild 1. Die Simulationsergebnisse der Display-Einheit im Waveform Viewer der PLDshell.

able-Flipflops aufgebaut. Sie übernehmen einen neuen Wert nur bei aktiver Taktflanke, wenn gleichzeitig die Enable-Bedingung erfüllt ist. Ist der Enable-Eingang 'EN' auf logisch 0, wird der aktuelle Flipflop-Ausgangswert mit der steigenden Flanke in das Flipflop zurückgeschrieben – der logische Zustand des Flipflop bleibt unverändert. Liegt dagegen der Enable-Eingang auf logisch 1, übernimmt das Flipflop bei einer aktiven Taktflanke über den Multiplexer den neuen Wert.

Die Umsetzung der Enable-Funktion in die PLD-Shell-Syntax soll nun am Beispiel des DISPLAY-LOW-Registers beschrieben werden (Listing 2). Das Register besteht aus den beiden jeweils vier Bit breiten Registern A[3:0] und B[3:0]. Für die Funktionsbeschreibung

genügt es, ein Bit auszuwählen und die zugehörige Gleichung näher zu betrachten. Der erste Teil der Gleichung enthält die Funktionalität bei erfüllter Enable-Bedingung, also wenn 'CNTR1' auf logisch 1 und 'CNTR0' auf logisch 0 ist. In diesem Fall übernimmt das Flipflop das entsprechende Bit aus der ROM-Tabelle. Ist die Bedingung nicht erfüllt (zweiter Teil der Gleichung), wird einfach der aktuelle logische Zustand zurückgeschrieben und damit der alte Wert gehalten.

Vergleichen

Im Komparator wird der Wert des Teilerzählers mit dem aus dem ROM ausgelesenen Maximalwert verglichen.

Der Teilerzähler ist ein synchroner 12-Bit-Zähler, der mit jeder aktiven Taktflanke inkre-

```

; Definition der ROM-Tabelle
EQUATIONS
ROM[6:0].ADDR      = [CNTR1, ADR[4:0], CNTR0];
ROM[9:0].DATA       = GND;
ROM.WE             = VCC;
ROM.BE             = GND;

RAM_DEFAULTS ROM
0x00 : 928 ; Teilfaktor Low, Adresse 0
0x01 : 3 ; Teilfaktor High, Adresse 0
0x02 : 976 ; Teilfaktor Low, Adresse 1
0x03 : 1 ; Teilfaktor High, Adresse 1
...

```

Listing 1. Beschreibung der ROM-Tabelle.

mentiert wird. Sind die beiden Leitungen des Steuerbus 'CNTR0' und 'CNTR1' auf logisch 0, setzt die nächste aktive Flanke den Zähler zurück (Listing 3). Der erste Teil der Gleichung beschreibt die Rücksetzbedingung, wenn die beiden Steuerleitungen auf logisch 0 sind, der zweite Teil der Gleichung beschreibt die eigentliche Zählbedingung.

Da ein LAB (Logic Array Block des FLEX-ICs) über maximal 24 Eingänge verfügt, besteht der 12 Bit breite Komparator aus zwei Teilen. Ausgehend von dieser Eingangsgröße wäre zwar die Realisie-

itung des ganzen Komparators in einer einzigen Makrozelle des LAB möglich. Alle anderen Makrozellen innerhalb dieses LAB könnten dann aber nur noch Gleichungen aufnehmen, die die selben Eingangssignale benötigen, wie der Komparator. Nach einer näheren Analyse der in Frage kommenden Gleichungen gelangt man schnell zu der Erkenntnis, daß nicht allzu viele potentielle Gleichungen für eine solche Einbindung existieren. Der Block würde unter diesen Umständen nur sehr schlecht ausgenutzt, da man die verbleibenden Makrozellen nicht mehr verdrahten könnte. Wei-

Frequenzteiler im Tongenerator

Ausgabe-frequenz Soll	Zähler-frequenz Soll	Teil-faktor Zähler	Teil-faktor High	Teil-faktor Low	Zähler-frequenz Ist	Divisor	Display
500	1000	4000	3	928	1000	÷2	
1000	2000	2000	1	976	2000	÷4	
1500	3000	1333	1	309	3000,1	÷6	
2000	4000	1000	0	1000	4000	÷8	
2500	5000	800	0	800	5000	÷10	
3000	6000	667	0	12	5997	÷12	
3500	7000	571	0	571	7005	÷14	
4000	8000	500	0	500	8000	÷16	
4500	9000	444	0	444	9009	÷18	
5000	10000	400	0	400	10000	÷20	
5500	11000	364	0	364	10989	÷22	
6000	12000	333	0	333	12012	÷24	
6500	13000	308	0	308	12987	÷26	
7000	14000	286	0	286	12987	÷26	
7000	14000	286	0	286	13986	÷28	
7500	15000	267	0	267	14981	÷30	
8000	16000	250	0	250	16000	÷32	
8500	17000	235	0	235	17021	÷34	
9000	18000	222	0	222	18018	÷36	
9500	19000	211	0	211	18957	÷38	
10000	20000	200	0	200	20000	÷40	
10500	21000	190	0	190	21052	÷42	
11000	22000	182	0	182	21987	÷44	
11500	23000	174	0	174	22989	÷46	
12000	24000	167	0	167	23952	÷48	
12500	25000	160	0	160	25000	÷50	
13000	26000	154	0	154	25974	÷52	
13500	27000	148	0	148	27027	÷54	
14000	28000	143	0	143	27972	÷56	
14500	29000	138	0	138	28985	÷58	
15000	30000	133	0	133	30075	÷60	
15500	31000	129	0	129	31008	÷62	

Listing 2. Definition des DISPLAY_LOW-Registers.

```

COUNT11.T := COUNT11 * /CNTR1 * /CNTR0 +
              COUNT10 * COUNT9 * COUNT8 * COUNT7 *
              COUNT6 * COUNT5 * COUNT4 * COUNT3 *
              COUNT2 * COUNT1 * COUNT0 * /(/CNTR1 * /CNTR0);

...
COUNT2.T := COUNT2 * /CNTR1 * /CNTR0 +
              COUNT1 * COUNT0 * /(/CNTR1 * /CNTR0);

COUNT1.T := COUNT1 * /CNTR1 * /CNTR0 +
              COUNT0 * /(/CNTR1 * /CNTR0);

COUNT0.T := COUNT0 * /CNTR1 * /CNTR0 +
              /(/CNTR1 * /CNTR0);

```

Listing 3. Boolesche Gleichungen des Teilerzählers.

tergehende Informationen über die Aufteilung von Logikfunktionen gibt der Abschnitt 'Einsortieren'.

Listing 4 zeigt die Realisierung des in zwei Teile aufgespaltenen Komparators in der PLD-Shell-Syntax. Der untere Komparatoreteil 'EQ_LOW' vergleicht die niedrigerwertigen neun Bit des Teilerzählers mit den Daten aus der ROM-Tabelle. Hierfür kommen die in jedem LAB hardwaremäßig eingebauten Komparatorstruktur zum Einsatz. Der zweite Komparator 'EQ' vervollständigt den 12-Bit-Komparator. Er vergleicht die oberen drei Bits des Teilerzählers mit den beiden Datenbits des Registers

MAX_VALUE_HIGH und dem noch fehlenden neunten Bit aus der ROM-Tabelle. Hier muß man natürlich 'EQ_LOW' berücksichtigen, also seinen Zustand mit logisch 1 vergleichen. Nur wenn 'EQ_LOW' High ist und die höherwertigen drei Bits übereinstimmen, wird der Ausgang 'EQ' aktiv – die gewünschte Zählerfrequenz ist erreicht.

Der Block 'CONTROL' zeigt die Gleichheitsbedingung des Komparators durch Desaktivierungen der beiden Signale 'CNTR0' und 'CNTR1' an. Das T-Flipflop muß bei jeder Gleichheitsbedingung toggeln, um so an seinem Ausgang ein symmetrisches Rechtecksignal

```
EQ_LOW = GND;
EQ_LOW.CMP = [COUNT[8:0]] == [ROM[8:0]];
EQ = GND
EQ.CMP = [COUNT[11:9], VCC] == [CMP[1:0], ROM9, EQ_LOW];
```

Listing 4. Zweistufige Auslegung des Komparators.

```
EQUATIONS
SOUND_OUT.T : = /CNTR1 * /CNTR0;
SOUND_OUT.CLKF = CLK;
```

Listing 5. Die Leitungen CNTR1 und CNTR0 steuern das T-Flipflop.

mit der eingestellten Frequenz zu erzeugen. Listing 5 enthält die Gleichungen für das Flipflop.

Einsortieren

Zählt man alle für die Realisierung des Tongenerators notwendigen Makrozellen, kommt man auf insgesamt 77 Zellen. Bei einer im EPX880 verfügbaren Zahl von 80 Makrozellen bedeutet dies eine Ausnutzung von über 96 %. Dies läßt sich bei CPLDs in der Regel nur durch geschickte Vorgaben für den Fitter erreichen.

Was bedeutet nun genau 'Fitting' bei CPLDs? Es ist die Zuordnung der einzelnen Gleichungen auf bestimmte Makrozellen. Die acht Tabellen im Kasten 'Makrozellenbelegung' zeigen die Aufteilung des Tongenerators auf die einzelnen Makrozellen; lediglich die Zellen 26, 27 und 48 bleiben ungenutzt. Bei der Erstellung dieser Zuordnung mußten mehrere Faktoren beachtet werden:

- Das Evaluationboard gibt die Pins für die Siebensegmentanzeige, die beiden Taster und den Takteingang vor. Bei der Deklaration der jeweiligen Signale müssen diese also entsprechend festgelegt werden.
- Die maximale Eingangszahl in einen LAB ist auf 24 begrenzt. Alle innerhalb eines LAB realisierten Gleichungen müssen demnach mit den an seinen Eingängen anliegenden Signalen auskommen.
- Die Anzahl der Produktterme für jede Makrozelle ist beschränkt. So haben die oberste und unterste Makrozelle eines jeden LAB vierzehn, und alle anderen Makrozellen vier Produktterme. Durch Produktterm-Allokation (Zuweisung) können im einfach-

sten Fall von der obersten und untersten Makrozelle zwei Produktterme so verschoben werden, daß diese nur noch zwölf Produktterme besitzen. Zwei beliebigen anderen Makrozellen stehen dadurch sechs Terme, oder aber einer Makrozelle acht und den restlichen Makrozellen vier Terme zur Verfügung. Weitergehende Änderungen der Produkttermzuordnungen sind ebenfalls möglich. Allerdings geht dies auf Kosten der Produkttermgröße anderer Makrozellen, die dann nur noch zwei oder im schlimmsten Fall überhaupt keine Terme mehr haben. Eine aller Produktterme bebaute Makrozelle kann man aber immer noch als Ausgang für den hardwaremäßig eingebauten Komparator verwenden. Die im Tabellenkasten aufgelistete Produkttermanzahl (PT) der einzelnen Gleichungen zeigt, daß keine Verknüpfung mehr als vier Produktterme besitzt. Sie lassen sich also ohne Allokationsänderungen an den Makrozellen fitten.

Für eine optimale Fittingvorgabe müssen alle Signale in Gruppen zu maximal zehn Signalen zusammengefaßt werden, da jeder LAB zehn Makrozellen enthält. Bei der Gruppierung sollten möglichst viele Gleichungen auf identische Signale zurückgreifen. Ansonsten überschreitet man schnell die maximalen 24 Eingangssignale pro LAB. Am leichtesten ist diese Bedingung bei Verknüpfungen mit zusammengehörender Funktionalität zu erreichen. Dies ist bei allen Zählern, Zustandsmaschinen und dem Siebensegmentdecoder der Fall. Außerdem muß man darauf achten, daß sich die Produkttermanzahl der Signale innerhalb des LAB durch eine entsprechende Zuweisung (Allokation) realisieren läßt.

Makrozellenbelegung

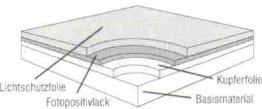
Signalname	PT	PIN	Signalname	PT	PIN
LAB 0					
0 CNT0	3	5	10 B2	2	1
1 CNT1	3	–	11 A2	2	84
2 CNT2	3	–	12 D3	2	83
3 CNT3	3	6	13 C3	2	82
4 CNT4	3	–	14 B3	2	81
5 CNT5	3	7	15 A3	2	79
6 CNT6	3	–	16 OUT3	4	78
7 CNT7	3	8	17 OUT2	4	77
8 CNT8	3	–	18 TASTER1	1	76
9 EQ_LOW	1	9	19 TASTER2	1	75
LAB 2					
20 CNT9	3	22	30 OA	4	69
21 CNT10	3	21	31 DISP4	2	–
22 CNT11	3	20	32 OUT1	4	–
23 EQ	1	19	33 OB	4	70
24 CNTR1	1	18	34 DISP5	2	–
25 CNTR0	2	16	35 SOUND_OUT	1	72
26 –	–	15	36 DISP3	2	–
27 –	–	14	37 DISP2	2	73
28 CMP11	2	13	38 DISP1	2	–
29 CMP10	2	12	39 DISPO	2	74
LAB 4					
40 COUNT_UP	1	27	50 OG	4	64
41 COUNT_DOWN	1	–	51 OF	4	63
42 HELP	4	–	52 OE	2	62
43 ADR4	2	28	53 OD	4	61
44 ADR3	2	–	54 OC	3	60
45 ADR2	2	30	55 TEIL	2	58
46 ADR1	2	–	56 SEL0	4	57
47 ADR0	2	31	57 SEL1	2	56
48 –	–	–	58 SEL2	2	55
49 D2	2	32	59 SEL3	2	54
LAB 6					
60 ROM9	43	70 OUT0	4	47	
61 ROM8	42	71 D0	2	–	
62 ROM7	41	72 C0	2	–	
63 ROM6	40	73 B0	2	48	
64 ROM5	39	74 A0	2	–	
65 ROM4	37	75 D1	2	49	
66 ROM3	36	76 C1	2	–	
67 ROM2	35	77 B1	2	50	
68 ROM1	34	78 A1	2	–	
69 ROM0	33	79 C2	2	51	
LAB 7					

isel® - Rund um die Leiterplatte

... ein bewährtes Konzept, ein komplettes Angebot

Leiterplatten

isel-Basismaterial



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

schneiden, belichten, entwickeln

isel-Hebelschere

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



ab **373.-** DM

isel-UV-Belichtungsgeräte

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

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

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

isel-Arbeitsmaterialien zum Herstellen gedruckter Schaltungen

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

NEU ! NEU ! NEU ! NEU !



**DM
1695.-**

isel- Durch- kontaktierungs-Station

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

Grundausrüstung

Durchkontaktierungs-
Station mit:

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

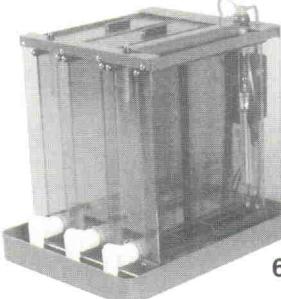
incl. Chemikalien

- Reinigungsbad
- Aktivierungsbad
- Kupferbad
- Vortauchbad

ätzen, bestücken, löten

isel-Ätzstation

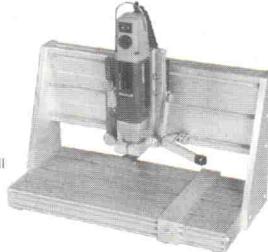
... Entwickeln, Spülen und Ätzen mit einem Gerät



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

688.- DM

isel-Bohr- und Fräsständer



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

268.- DM
(ohne Bohrmaschine)

isel-Lötanlagen



- Alu-Lötwanne mit Edelstahleinlage
- Heizung stufenlos regelbar
- Lötzinnbedarf nur ca. 4,5 kg / 5 kg
- für Platinen bis 180 x 180 / 350 x 180 mm, verstellbar

ab 659.- DM

ab **498.-** DM

Preise zuzüglich Versandkosten



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

iselautomation

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

e-mail: automation@isel.com

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

```

NODE [I015, I011, I078, I074] A[3:0] ; Display-Register A
NODE [I014, I010, I077, I073] B[3:0] ; Display-Register B
NODE [I013, I079, I076, I072] C[3:0] ; Display-Register C
NODE [I012, I049, I075, I071] D[3:0] ; Display-Register D

NODE [I016, I017, I032, I070] OUT[3:0] ; Multiplexer Ausgaenge
PIN [54:57] SEL[3:0] ; Select-Erzeugung
PIN 69 OA ; Segment Ausgang OA

```

Listing 6. Deklarationsbeispiel von Pins und Nodes.

Die eigentliche Fitting-Vorgabe erfolgt durch Festlegung der Pins für jedes einzelne Signal. Im Kasten 'Makrozellenbelegung' ist jede Makrozelle innerhalb eines LAB mit einer durchlaufenden Numerierung in der linken Tabellenspalte gekennzeichnet. Die rechte Spalte des LAB-Blocks enthält die zugehörige Pin-Nummer. Will man ein Signal in eine bestimmte Makrozelle fitten, ist nur die Angabe der zugehörigen Pin-Nummer bei der Deklaration erforderlich.

Listing 6 zeigt dazu einen kleinen Ausschnitt aus dem Sourcecode des Tongenerators: Das Schlüsselwort 'PIN' deklariert einen oder mehrere Pins mit ihren jeweiligen Pinpositionen. Im Beispiel liegen also an Pin 54 bis 57 die Select-Ausgänge SEL[3...0] und an Pin 69 der Segmentausgang OA des Segments A. Ist keine Pinnummer angegeben, entscheidet der Fitter selbst über die Lage des Pin. Das Schlüsselwort 'NODE' deklariert einen oder mehrere interne Knoten. Interne Knoten sind Signale, die nur innerhalb des CPLD Verwendung finden und nicht nach außen gelegt werden. Für Nodes, die auf bestimmten Makrozellen mit Pin liegen sollen, kann man wie bei Pins die entsprechende Pinnummer angeben. Für Makrozellen, die keinen physikalischen Pin besitzen, wird die entsprechende LAB-Nummer mit vorangestellten IO bei der Deklaration verwendet. Im Listing 6 liegt beispielsweise das Display-Register A3 in der Makrozelle 15 des LAB 1 (NODE [I015, ...] A[3...]).

Das gezeigte Makrozellschema mit Pinangaben bezieht sich auf einen EPX780 im 84poligen PLCC-Gehäuse des Evaluationboards. Die Datenblätter der EPX-Bausteine liegen in der *ELRAD-Mailbox* und auf dem Heise-ftp-server zum Abruf bereit. Mit diesen Informationen sind dann auch die entsprechenden Fittingvor-

gaben für andere EPXler möglich.

Das Fitting gestaltet sich bei der FLASHlogic-Serie im Vergleich zu vielen anderen CPLDs relativ einfach, weil jeder Makrozellenausgang über den PIA (Programable Interconnect Array) wieder in jeden beliebigen LAB geschaltet werden kann. Die Anzahl der Verbindungen zwischen LABs scheint nicht limitiert zu sein. Allerdings beruhen diese Annahmen nicht auf Informationen aus dem Datenbuch, sondern basieren alleine auf den Erfahrungen des Autors mit den Bausteinen!

Abschließend ist zu bemerken, daß es im allgemeinen gefährlich ist, mit Fittingvorgaben eine quasi hundertprozentige Ausnutzung eines Bausteins zu erzielen. Wird nämlich zu einem späteren Zeitpunkt – wenn die Platine bereits gefertigt wurde – ein Redesign der Schaltung notwendig, sind unter Umständen nur noch so wenig Ressourcen des CPLD frei, daß das Designs nicht mehr in den verwendeten Baustein paßt. Auf der anderen Seite sprechen natürlich die doch gravierenden Preisunterschiede zum nächst größeren Baustein typ für einen möglichst hohen Ausnutzungsgrad.

Verifizieren

Nach der Definition einer Schaltung erfolgt im allgemeinen die Verifikation des beschriebenen Verhaltens. Bei den FLASHlogic-CPLD ergeben sich durch die Im-System-Programmierbarkeit zwei Verifikationsmöglichkeiten:

- Download der Schaltung auf die Zielhardware, im vorliegenden Fall das *ELRAD*-Evaluationboard, oder
- die Verifikation mit dem in der PLD-Shell eingebauten Simulator.

Beim Download der Schaltung auf die Zielhardware kann die

Funktionalität unter realen Betriebsbedingungen ausgetestet werden. Treten beim Testen jedoch Fehler auf – was bei der ersten Inbetriebnahme eigentlich die Regel ist – gestaltet sich das Auffinden von Fehlern bei dieser Art Verifikation sehr problematisch. Läßt sich das Feherverhalten auf Mängel innerhalb des CPLD zurückführen, sind die Möglichkeiten, interne Knoten des CPLD zu beobachten, sehr stark beschränkt. Aus diesem Grund ist es meist sinnvoller, zuerst die wichtigsten Funktionen des Bausteins mit dem Simulator der PLD-Shell auszutesten und bei Bedarf zu korrigieren. Erst wenn sichergestellt ist, daß der Baustein relativ sicher funktioniert, sollte in der Zielhardware ein weiteres Debuggen erfolgen.

Die Testmuster für den eingebauten Simulator gibt man direkt im Sourcecode der Schaltung mit dem Schlüsselwort 'SIMULATION' ein. Bei komplexen Schaltungen macht es durchaus Sinn, einzelne Funktionsmodule getrennt auszutesten. Dazu müssen diese in getrennten PDS-Dateien liegen, weil es nicht möglich ist, interne Schaltungssignale auf einen festen logischen Wert zu klemmen (im Fachjargon: 'foren').

Für die beispielhafte Beschreibung der Verifikation soll das Austesten des Displaymoduls dienen. Die Multiplexer, der Siebensegmentdecoder, der 1-aus-4-Zähler und der Testmuster-Bereich sind dazu in eine eigene Datei geschrieben und im Anschluß simuliert. Listing 7 zeigt die angelegten Testmuster.

Zu Beginn faßt das Schlüsselwort 'VECTOR' einzelne Signale zu Vektoren zusammen.

```

SIMULATION

VECTOR DISPA := [A3 A2 A1 A0]
VECTOR DISPB := [B3 B2 B1 B0]
VECTOR DISPC := [C3 C2 C1 C0]
VECTOR DISPD := [D3 D2 D1 D0]

; Initialize Displayregisters
SETF /CLK TSEL
PRLDF /SEL3 SEL2 SEL1 SEL0
SETF CLK

SETF /A3 /A2 /A1 /A0
SETF /B3 /B2 /B1 /B0
SETF /C3 /C2 /C1 /C0
SETF /D3 /D2 /D1 /D0

FOR LOOPINDEX := 0 TO 3 DO
BEGIN
  CLOCKF CLK;
END

```

Dadurch können diese Vektoren im Simulationsergebnis als Dezimal- oder Hexadezimalwerte betrachtet werden. 'SETF' setzt ein oder mehrere Eingangssignale auf logisch 0 oder 1, wobei ein dem Signallnamen vorangestellter Schrägstrich das Signal auf logisch 0 zieht, sonst auf logisch 1. Jede Zeile mit einem vorangestelltem 'SETF' erkennt der Simulator als einen Testvektor. Vor der Simulation muß man alle Signale auf einen definierten logischen Pegel bringen. Das Taktsignal sollte den Anfang bilden, da sonst die im Design verwendeten Flipflops nicht auf einen gültigen logischen Pegel gesetzt werden können. Es gibt zwei Möglichkeiten, Flipflops in einen definierten Zustand zu bringen: Ist das Flipflop an ein RESET-Signal angeschlossen, genügt eine Aktivierung dieser Leitung. Ohne RESET-Leitung können die Flipflops über das Schlüsselwort 'PRLDF' mit einem Wert geladen werden. In der vorliegenden Simulation ist dies beim 1-aus-4-Zähler realisiert.

Die zur Verfügung stehenden Befehlwörter erlauben den Aufbau einzelner und verschachtelter Schleifen. Im Beispiel sind die Eingänge des Multiplexers mit verschiedenen Werten belegt. Im Anschluß daran wird zur Aktivierung des 1-aus-4-Zählers mit Hilfe einer Schleife viermal ein Taktsignal erzeugt. Bild 1 zeigt das Ergebnis der Simulation als Waveform-Diagramm. Es wurde mit dem in der PLD-Shell eingebauten Waveform-Viewer erzeugt. Dieser analysiert die Simulations-Historie und stellt alle Signale grafisch dar. Über Maus und Tastatur können leicht Signale entfernt

Listing 7. Testmuster für das Displaymodul.

oder verschoben werden, um die gewünschte Darstellung zu erzielen.

Die Simulation der PLD-Shell geschieht rein funktional. Alle Signale werden gemäß der Beschreibung nacheinander angelegt und die Reaktion der Schaltung berechnet. Zeitvorgaben sind nicht möglich. Das zeitliche Verhalten einer Schaltung lässt sich jedoch mit Hilfe der Datenblätter und der Information, wie oft bestimmte Signale durch PIA und Makrozellen laufen, leicht berechnen.

Los geht's

Nach der vollständigen Schaltungsbeschreibung und Verifikation kann nun die Inbetriebnahme auf dem *ELRAD*-Evaluationboard erfolgen. Prinzipiell lässt sich entweder für jedes CPLD auf dem Kit ein getrenntes Design eingeben, oder man nutzt beide Bausteine im Zusammenspiel zur Implementierung größerer Schaltungen. Für den Tongenerator ist die Aufnahmekapazität des EPX780/880 ausreichend.

Beide EPXler sind auf der Platine von Pfostensteckern umgeben, an die sämtliche Signale zum leichten Abgreifen herangeführt sind. Über Jumper lassen sich die vier 7-Segment-Anzeigen mit den Ausgangssignalen der Bausteine verbinden. Dabei dürfen niemals beide Bausteine ein und dieselbe 7-Segment-Anzeige treiben. Ansonsten könnte beispielsweise ein high-führendes Signal am 780 über das Display mit einem low-führenden Pin des 740 kurzgeschlossen werden – beide Bausteine wären im schlimmsten Fall zerstört.

Weiterhin enthält die Platine eine eigene Spannungsregelung. Diese erzeugt aus einem angeschlossenen Gleichspannungssteckernetzteil (zum Beispiel 16 V) über einen Spannungsregler (7805) die 5-V-Versorgungsspannung für die gesamte Schaltung. Ist die Versorgungsspannung korrekt angelegt, leuchtet die grüne LED D1.

Ein programmierbarer Low Dropout Voltage Regulator (MAX 667) generiert die Programmierspannung V_{pp} für das endgültige Beschreiben der EPROM-Zellen. Zwei Widerstände parametrieren den Regulator so, dass an seinem Ausgang eine Spannung von

12,75 V liegt. Über den Eingang SHDN (Shut Down) kann diese Spannung an- oder ausgeschaltet werden. Während der Evaluierungsphase (V_{pp} low) liegen die Konfigurationsdaten im bausteinenternalen SRAM. Bei aktivem V_{pp} werden die Daten anschließend 'fest' ins EPROM (EPX740, EPX780) beziehungsweise FLASH-EPROM (EPX880) geschrieben. Das Evaluationboard beinhaltet die komplette Programmierschnittstelle mit Interface (Stecker P5) zum Parallelport des PC. Alle Programmiersignale sind an einen eigenen Stecker (P8) geführt. Als Leitungstreiber mit TRI-STATE-Ausgang fungiert ein SN74LS244 von Texas Instruments. Über die Pfostenstecker P2 und P4 beziehungsweise P6 und P7 verbindet man immer einen der EPXler mit dem Programmierport P8, um ihn vom PC aus mit der PLDshell zu konfigurieren. Im Programmiermodus leuchtet die mit dem Signal TMS verbundene rote Diode D2.

Vor dem Download des Tongenerators in den EPX780 müssen demgemäß einige Vorbereiten durchgeführt werden:

- Entfernen aller Jumper rund um den EPX740; der Baustein sollte vollständig isoliert sein.
- Setzen der in der Tabelle 'Jumpersettings' aufgelisteten Jumper am EPX780; sie verbinden die Display-Einheit (über die Stiftleiste P3), die Taster (über P4) und die Programmepins (über P2 und P4) mit der Programmierschnittstelle.
- Anschluß eines passenden Netzteils an's Evaluationboard.
- Verbinden des Evaluationboards mit dem Parallelport des PC (über P5), auf dem die PLD-Shell installiert ist.

Auffädeln

Die PLD-Shell erzeugt nach erfolgreicher Kompilierung, Optimierung und dem Fittingvorgang eine JEDEC-Datei, in der alle Programmierinformationen abgelegt sind. Für den Download auf das Evaluationboard ist ein zusätzliches Utility-Programm notwendig. Dieses Programm heißt 'peng'. Die eigentliche Pro-

grammierung erfolgt über das JTAG Interface nach IEEE 1149.1 BST. Für das Verständnis des Download-Vorgangs sind deshalb einige Kenntnisse über Boundary-Scan-Testverfahren notwendig.

JTAG steht als Abkürzung für Joint Test Action Group, und BST bedeutet Boundary Scan Test. Ersteres ist eine Standardisierungsgruppe, deren Aufgabe die Entwicklung einheitlicher Testverfahren ist; BST beschreibt ein solches Testverfahren. Boundary Scan ist ursprünglich für den Platinentest entwickelt worden. Aus diesem Grund besitzen Bausteine mit BST ihre Scan-Flipflops nur in den I/O-Zellen. Damit ist zwar auch ein Test der internen Strukturen möglich, nur erfordert dies einen höheren Testaufwand.

Wollte man beispielsweise einen 16-Bit-Zähler auf hundertprozentig korrekte Funktion testen, müsste er durch insgesamt $2^{16} = 65\,536$ Zustände laufen. Allein diese Zahl verdeutlicht, daß eine solche Testprozedur real nicht machbar ist

Jumpersettings

Signal	Stiftleiste	Jumper
SEL3	P3	1 <=> 2
SEL2	P3	3 <=> 4
SEL1	P3	5 <=> 6
SEL0	P3	7 <=> 8
OA	P3	33 <=> 34
OB	P3	35 <=> 36
OC	P3	15 <=> 16
OD	P3	17 <=> 18
OE	P3	19 <=> 20
OF	P3	23 <=> 24
OG	P3	21 <=> 22
CLK	P4	25 <=> 26
T1	P4	3 <=> 4
T2	P4	1 <=> 2
TDI	P4	39 <=> 40
TDO	P4	37 <=> 38
TMS	P2	37 <=> 38
TCK	P2	39 <=> 40

– sie kostet viel zu viel Zeit. Also hat man sich verschiedene Verfahren überlegt, um den zeitlichen Aufwand für einen Test zu verringern. Tiefe sequentielle Strukturen werden beispielsweise zu Testzwecken

Mikrocontroller Kompetenz

DIESSNER

Software Entwicklungs-
werkzeuge für Hitachi und
Motorola Mikrocontroller

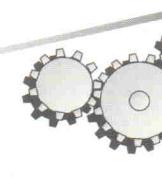
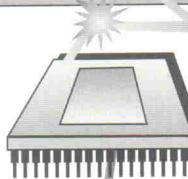
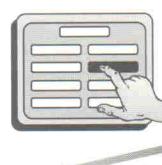
Assembler, C, Forth

Mikrocontroller Boards

Schulungen

Touch Panels

Infoterminale



Information und Demosoftware erhalten Sie bei:
DIESSNER
DatenTechnik

Goldbergstr. 7 · 71065 Sindelfingen
Telefon: 070 31 - 87 99 93 · Fax: 070 31 - 87 99 44

in kleinere Teilstrukturen zerlegt – ein 16-Bit-Zähler also in zwei 8-Bit-Zähler. Das Carrybit des unteren Zählers muß dann über zusätzliche Testlogik entweder im normalen Betrieb auf den oberen Zähler durchgeschaltet oder für den Testbetrieb von außen zugänglich gemacht werden. Auf diese Weise kann man beide Zähler mit nur $2^8 = 256$ Testzuständen getrennt testen, was die Anzahl der Testschritte deutlich reduziert.

Bei komplexen Schaltungen wird dagegen nicht jeder Testpunkt auf einen äußeren Pin gelegt. Hier greift das Scan-Path-Verfahren: Sämtliche interne Flipflops des Bausteins sind im Testbetrieb zu einem Schieberegister verschaltet. Während des Tests liegen die Testmuster seriell am Eingang des Schieberegisters. Die Daten werden solange in den Baustein getaktet, bis alle Scan-Flipflops geladen sind. Anschließend arbeitet die Schaltung einen Systemtakt normal weiter, die Werte der Flipflops werden seriell ausgeleren und die Ergebnisse verifiziert.

Flash-Test

Der 'Test Access Port' (TAP) der FLASHlogic-ICs besitzt insgesamt vier Pins. Über 'Test Data Input' (TDI) lädt man die Testdaten mit dem am 'Test

JTAG-Befehle für EPXler

Name	Opcode binär (MSB...LSB)	Beschreibung
EXTEST	00000	Legt die im Boundary-Schieberegister eingelesenen Werte an die Ausgangspins
HIZ	01000	Schaltet alle I/O-Pins hochohmig
UESCODE	10110	Verbindet das Signatur-Register mit TDI und TDO. Dieses kann dann seriell über die JTAG-Ports ausgelesen werden

Clock Input' (TCI) anliegenden Takt in den Baustein. An 'Test Data Out' (TDO) kann der TDI eines weiteren CPLD angeschlossen werden, um so eine Verkettung (Daisy Chain) mehrerer Bausteine durchzuführen. 'Test Mode Select' (TMS) schaltet den Testbetrieb ein.

Innerhalb des TAP-Interface existieren ein 5 Bit breites Instruction-Register (IR), ein Datenregister (DR) und die zugehörige Steuerlogik. Das IR kann mit sogenannten Opcodes geladen werden. Ein Opcode legt fest, welche Testfunktion das JTAG-Interface als nächstes durchführen soll. Die JTAG-Spezifikation unterscheidet bei diesen Befehlen zwischen Standardoperationen, die jedes Interface bearbeiten kann, und erweiterten Befehlen. Letztere legt jeder Bausteinhersteller individuell fest, um damit spezielle Verifikationen seines Bausteins durchzuführen. Solche erweiterten Be-

fehle verwendet Altera bei der In-Circuit-Programmierung der FLASH-Bausteine über das Testinterface. Die obenstehende Tabelle 'JTAG-Befehle für EPXler' zeigt einige Befehle, die von den Altera-Bausteinen unterstützt werden.

Über das TAP-Interface ist sowohl das Konfigurieren eines einzelnen CPLD als auch die Umprogrammierung einer gesamten FLASHlogic-Gruppe möglich. Dabei kann nicht nur der Baustein selbst, sondern auch eine ganze Platine während der Produktion oder im Wartungsfall überprüft werden.

Liegen beispielsweise mehrere Komponenten, die JTAG unterstützen, auf einem Board in einer Scan-Kette, muß der TDO-Ausgang eines Bausteins jeweils mit dem TDI-Eingang des nachfolgenden Bausteins verbunden werden. Der Scan-Takt (TCK) und das Scan-Enable (TMS) liegen parallel an den entsprechenden Eingängen. Da das Scan-Testverfahren ursprünglich für den Boardtest gedacht ist, können neben den FLASHlogic-CPLDs auch andere, nicht programmierbare Bausteine innerhalb der Kette liegen.

der sogenannte 'String description file' (mit der Endung .SDL) notwendig. Dieser beschreibt, in welcher Reihenfolge die Bausteine zusammenge stellt sind. Listing 8 zeigt eine solche Datei mit einem Eintrag für zwei FLASH-Bausteine und einem Pentium-Prozessor. Bei den FLASHlogic-Bausteinen kann man optional auch die einzuprogrammierende JEDEC-Datei mit angeben. Basierend auf diesen Informationen kann das Programm 'pengn' die CPLDs programmieren. Listing 9 enthält die Aufrufparameter des Programms.

Die für das Evaluationsboard erzeugte SDL-Datei zum Download des Tongenerators enthält nur einen Baustein eintrag, nämlich das CPLD EPX780LC84. Heruntergeladen werden die Programmierinformationen mit folgendem Aufruf:

pengn -part EPX780LC84 -loc 0 -port 1 -ps elrad.pds

Der Aufruf programmiert die Datei 'ELRAD.PDS' in das SRAM des EPX780. Eine Programmierung in den EPROM-Bereich (V_{pp} aktiv) sollte nur erfolgen, wenn man absolut sicher ist, daß keine Änderungen mehr an dem funktionalen Verhalten des Bausteins notwendig sind. Denn dann liegen die Daten *fest* im CPLD, sind also nicht mehr isp-überschreibbar. uk

Flash im Web

Die Firma Altera hält auf ihren Web-Seiten einige Informationen zum Thema FLASHlogic bereit. Dort findet man auch Hinweise zur PLDshell und die Möglichkeit, selbige in der Version 5.1 herunterzuladen. Dieses Update integriert jetzt zwar auch die bislang fehlende Programmierdatei für den Flash-EPROM-Baustein EPX880. Die Software unterstützt allerdings nicht mehr Alters Classic-Serie. Wer den Support für diese ICs weiterhin wünscht beziehungsweise braucht, muß auf die 'alte' PLDshell 5.0 zurückgreifen (die beispielsweise auf der PLD!start enthalten ist). Alters Internet-Adresse lautet: <http://www.altera.com>.

```
File: example.sdl      -- Simple prototype board, Hex file
{
  Port_Num      Port_Type
STRING      3          HEX_FILE
  |

  Loc.  Ref   Device   JEDEC File
DEVICE    0    U1    EPX740LC44  right.jed
DEVICE    1    U2    EPX880LC84  left.jed
DEVICE    2    U3    PENTIUM
} | NOTE: the braces are important!  Do not forget them!
```

Listing 8. Die SDL-Datei definiert die IC-Reihenfolge einer Scan-Kette.

```
PENGN [options] file[.jed]
Option      Action
-part P    Zielbaustein ist P
-port N    Evaluationsboard ist verbunden mit
           LPT1 oder LPT2
-loc N     Zielbaustein ist in der Kette an
           Position 0, 1, 2, ... N
-p[e|s]    Programmier den Baustein in das
           [EPROM|SRAM]
-r[e|s]    Lese den Baustein aus dem
           [EPROM|SRAM]
-v        Verifiziere die Programmierung
-sp S     Programmiere das Security Bits;
           S ist 'on' oder 'off'
-jd file[.dvc] JTAG device file ist [file.dvc]
-js file[.sdl] JTAG string file ist [file.sdl]
-e elog   Produziert einen error trace log
-s path   Zusätzliche Suchpfade bis zu 16
           erlaubt
```

Listing 9. Aufrufparameter für den Download.

Messen, Steuern und Regeln mit PCs

MODULAR-4®

- Intelligente Multi-Funktionskarte
- Tausendfach bewährt im rauen Industrie Einsatz
- Echte Parallelverarbeitung durch eigene 486- oder 586-CPU (bis 133 MHz)
- Echtzeit-Multitasking on-board
- 4 Modul-Stekplätz, auf 9 erweiterbar
- Ca. 50 verschiedene I/O-Module: Analog-I/O, Digital-I/O, Zähler, Inkrementalgeber, RS-232, RS-422, RS-485, 20 mA, LWL, Profibus
- Treiber für DOS, Windows (3.1., 95 und NT) und OS/2 incl.
- Einfache Entwicklung eigener Programme für PC und on-board in Pascal, C++ und ASM

Multi-LAB®/2

- Intelligente PC-Meßdatenerfassungs- und Steuerungskarte
- Komplett incl. Analog-I/O (16 Ein- und 2 Ausgänge, 12 Bit) und Digital-I/O (16 Ein- und 8 Leistungs ausgänge)
- Timer, Zähler für Pulsbreiten-, Periodendauer- und Frequenzmessung, Inkrementalgeber-interface
- Eigene CPU (x86-kompatibel), RAM und Multi-Tasking on-board
- Software wie bei MODULAR-4® (s.o.)
- Tausendfach bewährt im rauen Industrie Einsatz
- Low Cost-Alternative zu MODULAR-4®, ab DM 795,- zzgl. MwSt., incl. Betriebssystem, Bibliotheken und Treiber

Multi-COM

- Intelligente Kommunikationskarte, = MODULAR-4 ohne Module (kurze Karte)
- 6 konfigurierbare serielle Schnittstellen: RS-232, RS-422, RS-485 oder 20 mA etc. (auch galvan. getrennt)

Wir stellen aus...

Embedded Systems, Sindelfingen
19.02. - 21.02.1997, Halle 1, Stand E5

CeBit 97, Hannover
13.03. - 19.03.1997, Halle 020, Stand A33

Hannover Messe Industrie, Hannover
14.04. - 19.04.1997, Halle 16, Stand F02

...und freuen uns auf Ihren Besuch!



SORCUS

Digitaler Vorverstärker

Design-Studie für einen fernsteuerbaren HiFi-Vorverstärker Teil 3: Audio-Board, Bedienung, Software und Realisierung

Steffen Schmid

Ein Gerät wie dieser Vorverstärker kommt nicht ohne eine gehörige Portion Software aus, von der man heute eine ansprechende Benutzerführung erwarten darf. Die dazu nötigen 12 000 Zeilen Assemblercode können nur ansatzweise besprochen werden; der komplette Source-Code befindet sich in der *ELRAD-Mailbox*. Zum Abschluß dürfen natürlich einige Hinweise zur Realisierung des ganzen Projekts nicht fehlen.



Die Steuerung des Audio-Boards (Bild 8) erfolgt über einen Vierdrahtbus aus den Signalen AUDADR0, AUDADR1, AUDDTA und AUDCLK. Zusammen mit den Signalleitungspaaren XIN/XOUT und YIN/YOUT bildet er ein universelles Erweiterungsinterface, das auf den Namen AudioXport getauft wurde und den Einsatz unterschiedlicher Audio-Boards gestattet. Dazu ist lediglich eine Anpassung der Steuersoftware erforderlich.

Über die AUDADR-Leitungen lassen sich bis zu vier Funktionen eines Audio-Boards trennt steuern. Wie das Anlegen einer bestimmten Adresse von der angesprochenen Hardware interpretiert wird – welche Funktion dies anspricht, ob die Funktion lediglich für weitere Zugriffe selektiert wird oder ob die Adresse gleich einen Schreibzugriff bewirkt – ist zunächst nicht festgelegt und hängt somit von der Hardware des jeweiligen Boards ab. Die Datenübertragung selbst erfolgt seriell über die Daten-

leitung AUDDTA, wobei AUDCLK das Taktsignal bildet. Die Länge eines Datenworts sowie die aktive Flanke des Taktsignals hängen ebenso vom adressierten Baustein ab. Die AUDDTA-Leitung kann bidirektional genutzt werden, so daß auch das Einlesen von Daten aus dem Audio-Board möglich ist.

Unter dem Gesichtspunkt der Modularität wird nun auch klar, weshalb der im ersten Teil des Artikels beschriebene Ausgangsmultiplexer in Form des GALs IC312 Schaltmöglichkeiten besitzt, die augenscheinlich im Moment nicht genutzt werden: Hiermit ist es beispielsweise möglich, jeden der beiden Kanäle eines zukünftigen Audio-Boards separat in den Signalweg einzuschleifen oder aber ihn zu überbrücken.

Kommen wir nun zurück zu dem bisher vorgestellten Audio-Board. Es besitzt die in der (im letzten Heft abgedruckten) Tabelle dargestellten Adressen. Für die Pegelsteller wird aus der Adresse ein

Write-Enable-Signal (WE) erzeugt, das während der gesamten Datenübertragung aktiv sein muß. Die Pegeldaten bestehen aus einem 8-Bit-Wert. Der Antikopierschutz benötigt ein 3-Bit-Datenwort, bestehend aus den bereits beschriebenen Signalen BMOD0, BMOD1 und LBIT. Da dieses Wort parallel anliegen muß, ist zwischen Bus und GAL das Schieberegister IC609 geschaltet, das mit seinen integrierten Ausgangsregistern einen hervorragenden Seriell-Parallel-Wandler abgibt. Aus der Adresse des Antikopierschutzes wird der Taktimpuls für die Ausgangsregister von IC609 abgeleitet, der erst am Ende der Übertragung erscheinen darf. Dies bedeutet, daß im Falle des Antikopierschutzes zunächst die Daten versandt werden und erst anschließend die Adressierung der Baugruppe erfolgt.

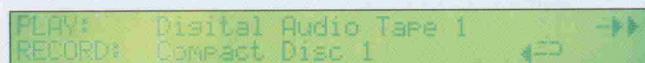
Stromversorgung

Der Vorverstärker besitzt ein integriertes Netzteil aus Printtransformator und Dreibeinsta-

Bedienungsoberfläche

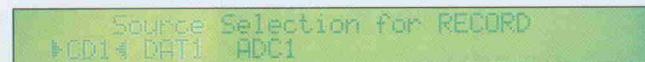
Menüsteuerung

Bei der Inbetriebnahme des Vorverstärkers erscheint nach einer Einschaltmeldung eine Anzeige ähnlich der folgenden:



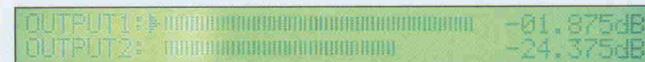
Die erste Zeile ist dem ersten Ausgang zugeordnet – dem hier der benutzerdefinierte Name PLAY gegeben wurde –, während die zweite Zeile mit dem zweiten Ausgang – hier RECORD – verknüpft ist. Standardmäßig heißen die beiden Ausgänge OUTPUT1 und OUTPUT2. Neben der Bezeichnung des Ausgangs wird die momentan durchgeschaltete Quelle angezeigt, bestehend aus dem Namen der Quellenart und einer laufenden Nummer. Wie im ersten Teil dieses Artikels erläutert, gewinnt das Programm den Quellennamen aus dem Kategoriecode des S/P-DIF-Signals. Die laufende Nummer wird in der Reihenfolge vergeben, in der Vorverstärker beim Scannen der Eingänge auf die Quellen stößt. Ein Sternchen vor einem Quellennamen bedeutet übrigens, daß das Gerät selbsttätig auf diese Quelle umgeschaltet hat, weil die zuvor aktive Quelle nicht mehr verfügbar war. Das in der ersten Zeile ganz rechts dargestellte Symbol zeigt den aktiven Antikopierschutz an, während das in der zweiten Zeile sichtbare Symbol darauf hinweist, daß das Signal des zweiten Ausgangs ein eingeschleiftes externes Gerät passiert.

Durch Drücken der Taste SOURCE 1 gelangt man in das Menü zur Quellenauswahl des Ausgangs 1, das sich – abhängig von der Zahl und Art der angeschlossenen Quellen – ähnlich dem nachfolgenden Bild präsentiert.



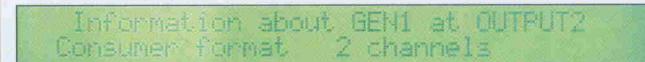
Mit dem Encoder wählen Sie die gewünschte Quelle aus, die durch eine Kurzbezeichnung und eine laufende Nummer kenntlich ist, und bestätigen durch erneutes Drücken der Taste SOURCE 1. Die Software kehrt dann zur ausführlichen Quellenanzeige zurück. Wollen Sie die Quelle doch nicht wechseln, drücken Sie entweder eine andere oder fünf Sekunden lang gar keine Taste. Die gleiche Vorgehensweise zusammen mit der Taste SOURCE 2 wechselt die Quelle für Ausgang 2.

Zur Pegeleinstellung dienen die Tasten LEVEL 1 und LEVEL 2. Sie führen beide zu der nachfolgenden Anzeige, mit dem Unterschied, daß der Pfeilcursor einmal auf dem Balken von Ausgang 1 und einmal auf dem von Ausgang 2 steht.



Mit dem Encoder läßt sich nun der Pegel des ausgewählten Ausgangs einstellen – in einem Bereich zwischen 0 dB und -96 dB bei einer Auflösung von 0,375 dB. Der Encoder verfügt über eine ballistische Kennlinie, die ihn bei rascher Betätigung auf eine Auflösung von 3 dB übergehen läßt, um den Einstellbereich schneller durchfahren zu können.

Das digitale Audiosignal trägt eine Reihe von Zusatzinformationen betreffend Kanalzahl, Abtastfrequenz, Emphasis, Kopierschutz und mehr. Diese Informationen lassen sich in der Informationsanzeige sichtbar machen, zu der man durch die Tasten INFO 1 bzw. INFO 2 gelangt. Sie besteht aus mehreren Bildschirmen.

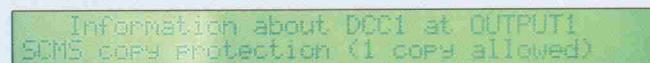


Im ersten Bild erhält man darüber Auskunft, ob die Steuerdaten des Signals dem Allgemeingebräuchs-(Consumer-) oder dem Rundfunkstudio-(Professional-)Format entsprechen und wie

viele Tonkanäle das Signal enthält. Da Consumer-Signale der häufigere Fall sein dürften, beziehen sich die nachfolgenden Ausführungen auf dieses Format, obwohl die Software auch Professional-Signale auswerten kann.

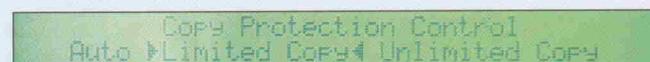


Der zweite Bildschirm der Informationsanzeige, den man durch Betätigung des Encoders in Aufwärtsrichtung erreicht, enthält Auskunft über Abtastfrequenz und Emphasis des Signals. Im dritten Bildschirm wird schließlich der Kopierschutzstatus angezeigt.



Kopierschutz

Der Antikopierschutz wird mit Hilfe des Kopierschutzmenüs konfiguriert. Man erreicht es über die Taste SCMS links vom Encoder:



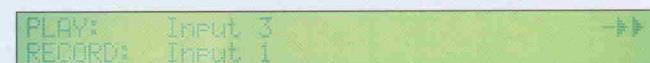
Die drei Betriebsarten korrespondieren direkt mit den Modi des Antikopierschutz-GALs, die in der entsprechenden Tabelle im zweiten Teil dieses Artikels aufgeführt sind. Die Auswahl einer neuen Betriebsart wird durch abermaliges Drücken der SCMS-Taste bestätigt. Damit ist der Antikopierschutz zwar konfiguriert, aber noch nicht aktiviert. Letzteres erfolgt über die SCMS-Taste in der LOOP-Sektion der Tastatur – das bereits erwähnte Symbol in der Quellenanzeige gibt Aufschluß über die Aktivierung. Es sei daran erinnert, daß sich der Antikopierschutz nur in Ausgang 1 einschleifen läßt.

Betriebsarten

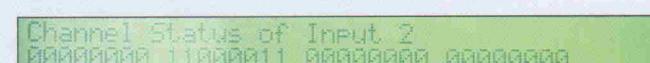
Von einer bestimmten Taste – der einzigen roten – war bisher nicht die Rede. Sie setzt den Vorverstärker in eine von vier Betriebsarten, von denen bisher lediglich der Intelligent Mode vorgestellt wurde. Ein Druck auf diese MODE-Taste bringt das Betriebsartmenü zum Vorschein:



Wenden wir uns zunächst dem Direct Mode zu. Dabei handelt es sich um eine Betriebsart, bei der die automatische Quellenerkennung deaktiviert ist und alle Quellen wie gewohnt anhand der Nummer ihrer Eingangsbuchsen ausgewählt werden. Die Quellenanzeige besitzt im Direct Mode die folgende Form:



Die Funktionalität der Pegel- und Informationsanzeige ist unverändert. Die dritte Betriebsart, der Snoop Mode, dient einerseits zur Diagnose von Problemen, die bei der Verbindung verschiedener Geräte aufgrund inkompatibler Steuerdaten entstehen können. Aufgrund seiner Möglichkeiten, die Steuerdaten undekodiert anzeigen zu können, ist er jedoch auch für all diejenigen interessant, die einen tieferen Einblick in die Kodierung der Steuerdaten erhalten wollen. Im Snoop Mode werden zwei Bildschirme angezeigt, zwischen denen mittels Encoder umgeschaltet werden kann.



Der erste enthält die ersten 32 Channel Status Bits, während der zweite die ersten 32 User Data Bits enthält. Da die User Data Bits jedoch nicht statisch sind, kann diese Anzeige lediglich einen periodischen Snapshot der UDBs darstellen.

User Data of Input 6
00000000 00000000 00000000 00000000

Mittels der Tasten SOURCE 1 oder SOURCE 2, die in diesem Modus gleichbedeutend sind, kann der Eingang ausgewählt werden, dessen Steuerdaten angezeigt werden. Die Einstellung erfolgt analog dem Direct Mode. Die so ausgewählte Quelle bezieht sich lediglich auf die Steuerdatenanzeige, nicht jedoch auf die zu den Ausgängen durchgeschalteten Quellen. Dort bleiben sämtliche Einstellungen gültig, die zuletzt im Intelligent Mode oder Direct Mode getroffen wurden. Während sich der Verstärker im Snoop Mode befindet, können Pegel, Kopierschutz und Einschleif-Modus nicht verändert werden.

Konfiguration

Der vierte Modus ist der Configuration Mode. Nach der Auswahl dieses Menüeintrags öffnet sich ein zweites Menü:

Configuration Menu
Display Sources Remote

Durch Auswahl des Eintrags Display (Bestätigung mittels MODE-Taste) können die Namen der beiden Ausgänge verändert werden:

Custom name for OUTPUT1: SV-DA10
Custom name for OUTPUT2: TRIPLE

Die LEVEL- und SOURCE-Tasten erhalten nun die Funktion von Cursortasten, mit deren Hilfe Sie den zu ändernden Buchstaben festlegen können. Mit dem Encoder wählen Sie das anzuzeigende Zeichen aus. Haben Sie alle Änderungen ausgeführt, drücken Sie die INFO-1-Taste, deren Zweitbedeutung die Speicherfunktion ist, so lange, bis das Gerät die Speicherung der Konfiguration bestätigt. Sie befinden sich dann wieder im Konfigurationsmenü, das Sie durch Drücken einer beliebigen Taste außer MODE verlassen.

Wählen Sie im Konfigurationsmenü den Eintrag Sources, dann können Sie die Fähigkeiten des Gerätes zur automatischen Quellenerkennung erweitern. Es kann dann die Kategoriecodes von bis dato nicht genormten Quellen lernen und anschließend beim Anschluß einer solchen Quelle den zugehörigen Quellennamen anzeigen. Diese Funktion kann außerdem dazu benutzt werden, die Namen von bereits gespeicherten Quellenarten abzuändern. Sobald Sie den Eintrag Sources aus dem Menü ausgewählt haben, antwortet das Programm:

Please connect source to be learnt
to one of the inputs...

Wenn Sie nun an einen beliebigen Eingang eine weitere Quelle anschließen oder das dort angeschlossene Gerät einschalten (bereits zuvor aktive Quellen stören diesen Vorgang nicht), liest die Software die Steuerdaten des neuen Geräts ein. Nachdem dieser Vorgang abgeschlossen ist, fragt sie den Namen der Quelle ab, der zukünftig mit dem eingelesenen Kategoriecode assoziiert werden soll:

Describe SOURCE MEM 2 Category 1000000
LONG: _
SHORT: _

Sie müssen eine Kurzbezeichnung vergeben (SHORT), die beim Aufruf der Quellenauswahl angezeigt wird, sowie eine ausführliche Bezeichnung (LONG), die im Rahmen der stationären Quellenanzeige erscheint. Insgesamt stehen sechs Speicherplätze für neue Quellen zur Verfügung. Falls die Software

erkennt, daß Sie die Bezeichnung einer Quelle verändern wollen, die bereits zuvor gelernt wurde, ruft sie selbstständig die bisher vorhandenen Daten in die Anzeige zurück. In diesem Fall können Sie die Nummer des Speicherplatzes, unter der Sie die Daten ablegen wollen, nicht verändern.

Sie navigieren in der Anzeige mit den Cursortasten, mit dem Encoder geben Sie die Zeichen ein. Durch langes Drücken der INFO-1-Taste speichern Sie Ihre Eingaben, durch Drücken einer beliebigen anderen Taste brechen Sie den Vorgang ab. In beiden Fällen gelangen Sie in das Konfigurationsmenü zurück. Der dritte Eintrag im Konfigurationsmenü – Remote – dient zur Konfiguration des lernfähigen Fernbedienungsempfängers. Der Vorverstärker kann so programmiert werden, daß er mit den meisten RC5-Fernbedienungen reichtkommt. Dazu muß einerseits die RC5-Adresse festgelegt werden, auf die der Vorverstärker reagieren soll, und zum anderen müssen den einzelnen Gerät-Funktionen RC5-Befehle zugeordnet werden.

Nach Auswahl der Fernbedienungskonfiguration im Menü erscheint ein Bildschirm ähnlich dem folgenden:

Remote Control Configuration
System Address: 19 <Up/Down> Command: 16

Der gesamte Konfigurationsvorgang spielt sich in mehreren solcher Bildschirme ab, die jeweils die RC5-Adresse und den Code einer bestimmten Verstärker-Funktion anzeigen und durch die Sie mittels Cursortasten blättern. Die enthaltenen Daten können entweder durch Anwählen mit dem Cursor und anschließender numerischer Eingabe per Encoder festgelegt werden, oder aber – viel bequemer – durch Drücken der entsprechenden Taste der Fernbedienung. In beiden Fällen ist zu beachten, daß die RC5-Adresse nur im ersten dieser Bildschirme verändert werden kann. Steht der Cursor auf der Adresse, liest das Gerät von einem eingehenden RC5-Code nur den Adreßteil aus, so daß zur Einstellung der Adresse jede beliebige Taste der Fernsteuersenders gedrückt werden kann. In allen anderen Fällen wertet der Verstärker den Adreß- und den Datenteil aus.

Durch langes Drücken der MODE-Taste beim Einschalten des Geräts lassen sich sämtliche benutzerdefinierten Konfigurationsdaten löschen. Eine Displaymeldung bestätigt diesen Vorgang.

Einschleifung

Der LOOP-Teil der Tastatur dient der Einschleifung von Zusatzfunktionen. Die mit SCMS bezeichnete Taste haben Sie ja bereits kennengelernt. Die EXT-Taste aktiviert die Einschleifung eines externen Geräts, das an die Buchsen EXT LOOP SEND/RETURN angeschlossen ist. Durch wiederholte Betätigung der Taste läßt sich bestimmen, in welchen Signalpfad – Ausgang 1 oder 2 – die Einschleifung erfolgt. Eine aktivierte Einschleifung ist an einem Symbol in der Quellenanzeige kenntlich. Liefert das eingeschleifte Gerät kein Signal, hebt die Software die Einschleifung selbstständig auf.

Benutzerspeicher

Das Gerät verfügt über drei Benutzerspeicher, die über die drei MEMORY-Tasten aktiviert werden können. Jeder Speicher kann eine komplette Gerätekonfiguration aufnehmen. Durch kurzen Tastendruck wird der Speicherinhalt abgerufen, während durch langen Druck (bis zum Erscheinen einer Meldung) die Gerätekonfiguration in dem betreffenden Speicher abgelegt wird. Der aktive Speicher wird durch das Leuchten der LED unterhalb der Taste angezeigt. Die Software rettet übrigens die aktuellen Einstellungen auch dann über das Ausschalten hinweg, wenn sie nicht explizit in einem Benutzerspeicher abgelegt wurden.

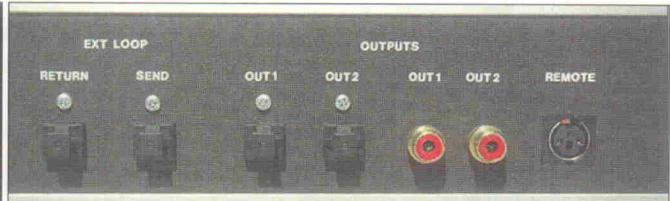


Bild 10. Ein Ausschnitt von der Rückseite des Vorverstärkers.

Träger eingespeist werden – also in der Form, wie sie ein integrierter IR-Empfänger von der Art des SFH506 liefert. Dieser Eingang ist durch einen Optokoppler galvanisch getrennt.

Struktur des Quelltextes

Die Software für das Gerät ist vollständig in Assembler geschrieben – insgesamt etwa 12 000 Zeilen. Für diejenigen, die sich für die Funktionen der Software näher interessieren, ist der vollständige Quelltext über die *ELRAD*-Mailbox erhältlich. Damit dieser Brocken nicht allzu schwer verdaulich ist, sollen nachfolgend einige Erläuterungen gegeben wer-

den. Die Software besteht aus 14 Modulen in sieben Blöcken, deren Funktion und Zusammenhang in Bild 11 dargestellt ist.

Das Hauptmodul MAIN.ASM baut auf die Definitionen der Ports und Adressen in HARDWARE.ASM auf. Es enthält die Betriebsart-Menüsteuerung und die gemeinsamen Funktionen aller Betriebsarten. Für jede Betriebsart steht ein eigenes Modul zur Verfügung: INTELLIG.ASM für den Intelligent Mode, DIRECT.ASM für den Direct Mode, SNOOP.ASM für den Snoop Mode und CONFIG.ASM für den Configuration Mode. In allen Betriebsarten, in denen eine Informationsanzeige existiert, werden

Funktionen aus dem Modul INFO.ASM verwendet. Die Ansteuerung des EEPROMs erfolgt mittels EEPROM.ASM, das die Low-Level-Routinen enthält und mit dessen Hilfe MEMORY.ASM die Benutzer- und Konfigurationsspeicher implementiert.

Das Einlesen und die Auswertung der Steuerdaten wird vom Modul CTL DATA.ASM übernommen. Dieses bedient sich seinerseits der im Modul MEMORY.ASM verwalteten Konfigurationsdaten. Das Audio-Board wird von Routinen aus AUDIO.ASM angesteuert. Lediglich dieses Modul muß beim Einsatz eines anderen Audio-Boards angepaßt werden. Zur Ansteuerung des Displays dienen Low-Level-Routinen aus dem Modul LCD.ASM, die mit den Eigenheiten des Display-Controllers umgehen können. Auf sie setzen High-Level-Routinen aus DISPLAY.ASM auf. Last, but not least sorgt REMOTE.ASM für die Fernbedienbarkeit des Vorverstärkers. Die dort enthaltenen Routinen wurden in [6] bereits vorgestellt.

legbar und damit für einen Mu-steraufbau sehr leicht zu bearbeiten. Es ist so beschaffen, daß die an der Frontplatte sichtbaren Kantenprofile eine Aussparung exakt von der Höhe des LC-Displays bilden, wodurch dieses einfach befestigt werden kann. Die Tastaturplatine besitzt Befestigungsbohrungen im Abstand der Schraubkanäle dieser Profile, weshalb auch sie sich problemlos montieren läßt. Platinensätze, programmierte GALs und EPROMs sind beim Autor erhältlich (stschmid@compuser.com).

Erweiterungen

Das Gehäuse bietet ausreichend Platz für zukünftige Erweiterungen, sei es in Form eines DSP-gestützten Audio-Boards oder zum Einbau eines D/A-Wandlers, wie er beispielsweise in [7] oder [8] beschrieben ist. Die Integration eines D/A-Wandlers wird dadurch vereinfacht, daß das vorliegende Audio-Board die benötigten Bit- und Worttakte intern ohnehin zur Verfügung stellt und dadurch auf das übliche S/P-DIF-Interface der Wandlerbaugruppe verzichtet werden kann.

roe

Aufbauhinweise

Das Innenleben besteht aus drei einseitig kupferkaschierten, teilweise SMD-bestückten Platinen. Die Hauptplatine nimmt Ein-/Ausgänge, Multiplexer, Steuerdateninterface, Mikrocontroller und Netzteil auf. Das huckepack montierte Audio-Board umfaßt sämtliche Bauelemente zur Audiodatenverarbeitung, und eine Tastaturplatine beherbergt schließlich Tasten, Encoder, LEDs und Fernsteuer-Empfänger.

Das gewählte Profil-Langgehäuse der Firma elcal ist vollständig in ebene Teile zer-

Literatur

- [6] Steffen Schmid, *IR-Autamatik: Software-Algorithmen zur Dekodierung von IR-Fernsteuersignalen*, *ELRAD* 7/96, S. 61ff.
- [7] Martin Kirst, Uwe Kirst, Crystal-Klar: *D/A-Wandler mit 18 Bit Auflösung*, *ELRAD* 5/95, S. 66ff.
- [8] Matthias Carstens, *Im Rausch der Bits: Crystals D/A-Wandler mit 20 Bit Auflösung*, *ELRAD* 11/96, S. 34ff.

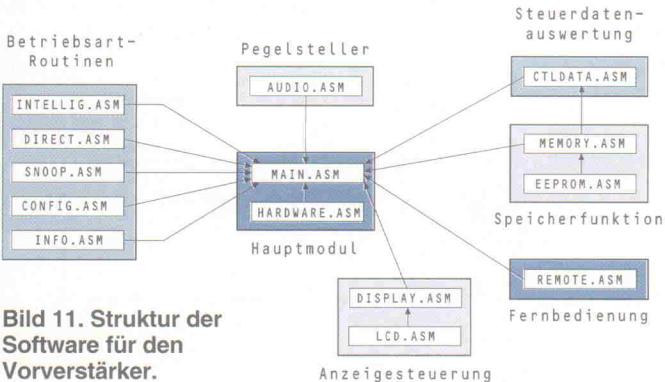
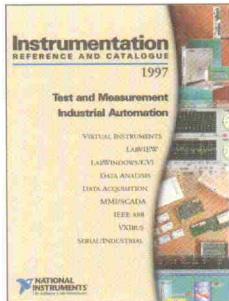


Bild 11. Struktur der Software für den Vorverstärker.

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.



Um einen **kostenlosen** Katalog und Referenz '97 zu erhalten senden Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an unter: **089/741 31 30**



National Instruments Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
nig.cs@natinst.com • www.natinst.com/german

Wir stellen aus: Messtechnik Essen, 26. + 27.2.1997, Stand 105 u. 106

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

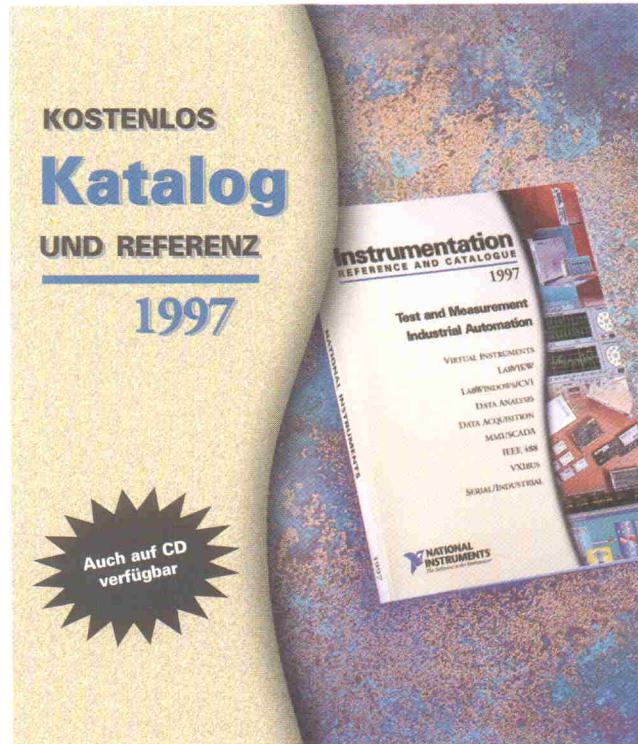
Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



Virtuelle Instrumente für die Meß- und Prüftechnik und für die Industrieautomatisierung

- Software Entwicklungsumgebungen LabVIEW, LabWindows/CVI, Visual Basic, VirtualBench
- Datenerfassung – Hard- und Software
- Datenanalyse
- IEEE 488
- VXIbus, MXI, VXIplug&play
- Serielle Schnittstellen

und vieles mehr

Um einen **kostenlosen** Katalog zu erhalten senden Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an unter: **089/741 31 30**



Pay more ?



NO !

INFO:
FAX-ABRUF: 06120 - 907015
INTERNET: <http://www.pcb-pool.com>



Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.



Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Name _____
 Vorname _____
 Firma _____
 Abteilung _____
 Straße/Postfach _____
 PLZ/Ort _____
 PLZ/PF _____
 Telefon _____
 Fax _____

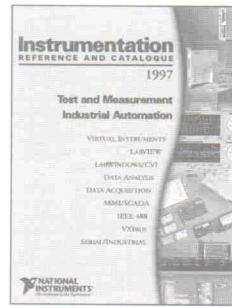
© Copyright 1996 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
 Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.



National Instruments Germany GmbH
 Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München

elr 2/97



Um einen **kostenlosen**
 Katalog und Referenz '97 zu
 erhalten senden Sie uns diese
 Karte oder rufen Sie uns an
 unter: **089/741 31 30**



National Instruments Germany GmbH
 Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
 Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
 nig.cs@natinst.com • www.natinst.com/german

Meine Adresse / Fax-Nummer:



Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL
 Teilnahmebedingungen!



Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC
 kostenlos zu!

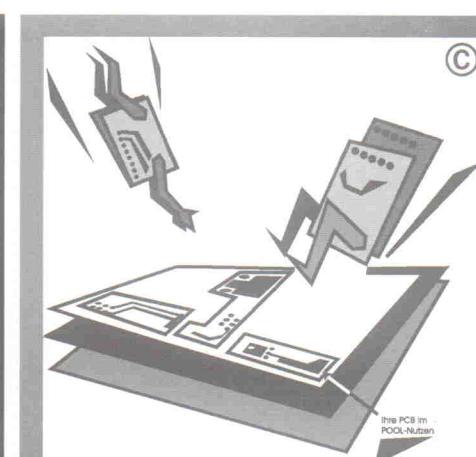


Die PREVUE Software kann ich aus
 der BETA MAILBOX downloaden!



Beta
L A Y O U T

GmbH
 Feldstraße 2
 65326 Aarbergen



PCB-POOL®

Telefon ++49 (0)6120 90701.0
 Telefax 90701.4
 Fax-Info-Abruf 90701.5
 BBS analog 90701.6
 BBS isdn 90701.8
 beta-layout@pcb-pool.com
 http://www.pcb-pool.com

Leser werben Leser

- Sie erhalten als Dankeschön für Ihre Vermittlung ein Buch „Motorola“ nach Wahl. (Bitte umseitig ankreuzen).
- Der neue Abonent 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-Abonent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenkabonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).
- Um einen neuen Abonenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonent 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 Abonenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

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

X

Datum _____ 2. Unterschrift des neuen Abonenten (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) 1862

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 Abonent bezahlt hat:

Vorname/Zuname _____

Straße/Nr. _____

PLZ/Wohnort _____

Der neue ELRAD-Abonent 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!**



Bestellung

7961

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr. _____ BLZ _____

Eurocard

Visa

American Express

Bank _____

Scheck liegt bei.

Card-Nr. _____
Gültigkeitszeitraum von _____ / _____ bis _____ / _____
Monat/Jahr Monat/Jahr

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Absender nicht vergessen!

X

Datum _____ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

ELRAD- Leser werben Leser

2 Bücher „Motorola“
stehen zur Auswahl !
Eins für Sie...
(bitte ankreuzen)



① ②

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise
Zeitschriften-Vertrieb
Helstorfer Straße 7
30625 Hannover

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto-Nr. 000-019 968
Postgiro Hannover, BLZ 250 520 99, Kto. Nr. 9305-308

Scheck liegt bei.

X

Datum Unterschrift
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

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

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Bitte
ausreichend
frankieren.

Antwortkarte

eMedia GmbH
Postfach 61 01 06
30601 Hannover

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

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

Beihefteter

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.

Microprozessorgesteuertes Ultra-Schnell-Ladegerät



mit ΔU Abschaltung und Temperaturüberwachung.
Zum Laden und Entladen von NiCd und NiMH Akkus

Weitere Ausstattung:

- Entladefunktion, - beugt dem Memory-Effekt vor
- automatische Ladestromanpassung für die verschiedenen Akkugrößen
- leistungsstarke Impuls-Erhaltungsladung
- exakte Ladestatus-Anzeige durch LED
- mech. Verpolschutz, Kurzschlußüberwachung

Lade-/ Entlademöglichkeit für		
Akku-Typ	Kapazität	Ladezeit
1-4 Micro NiCd/NiMH	180- 360 mAh	0,45-1,5 h
1-4 Mignon NiCd/NiMH	500-1200 mAh	1-2 h
1-2 Baby NiCd/NiMH	1200-3200 mAh	1-3 h
1-2 Mono NiCd/NiMH	1200-6000 mAh	1-6 h
1-2 präzistisch	600-1200 mAh	1-2 h

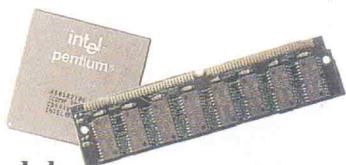
Bestellnummer:

Ultra Box **86.00**

!!!! Tagespreise !!!

Simm-Module

Simm 1Mx9-70	17,-
Simm 4Mx9-70	49,-



PS/2-Module

ohne Parity, 60nS

PS/2 4MB OP-60	(1x32)	28,-
PS/2 8MB OP-60	(2x32)	57,-
PS/2 16MB OP-60	(4x32)	132,-

mit Parity, 60nS

PS/2 4MB MP-60	(1Mx36)	56,-
PS/2 8MB MP-60	(2Mx36)	96,-
PS/2 16MB MP-60	(4Mx36)	167,-

EDO-Module, 60nS

PS/2 4MB EDO-60	(1M32)	28,-
PS/2 8MB EDO-60	(2M32)	56,-
PS/2 16MB EDO-60	(4M32)	132,-

EAD-Dosen

EAD AP	22,90
EAD UP	22,90

EAD-Kabel

EAD 2m	13,30
EAD 3m	14,90
EAD 5m	19,50

TAE-Dosen

TAE 6F-AP	2,85
TAE 6F-UP	3,85
TAE 3x6NFF-AP	3,75
TAE 3x6NFF-UP	4,85
TAE 3x6NFN-AP	3,45
TAE 3x6NFN-UP	4,45
TAE 6F-S Stecker	0,87
TAE 6N-S Stecker	0,87

SUB-D-Stecker/Buchse

Mind-Stift 09	0,22
Mind-Stift 15	0,30
Mind-Stift 25	0,30
Mind-Buchse 09	0,24
Mind-Buchse 15	0,30
Mind-Buchse 25	0,30

BNC-Crimp-Stecker/Ku

UG 88U-C58	Stecker	0,68
UG 88U-C59	Stecker	0,82
UG 89U-C58	Kuppl.	1,25
UG 88U/50	Abschluß	1,00
BNCT-58	Tülle	0,18
Crimpzange		29,50

CD-ROM
RUESS
electronic only



Über 230 der besten PD-/ Shareware-/ Demo-Programme.
(DOS/Windows) für Elektronik und Mikrocontroller inkl. Windows-Menüprogramm. Zusammengestellt von einem Elektronik-Ingenieur. Die derzeit mit Abstand beste CD dieser Art.

CD-RUESS **39.80**

Tintenstrahldrucker

EPSON

PC-Stylus 500	720 x 720dpi	519,-
PC-Stylus Pro	Netz-Option	663,-

Katalog 1/96 kostenlos

Versand per Nachnahme oder Bankeinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)

Versandkostenpauschale:

NN 7,- // UPS 9,- //

ab 10kg nach Aufwand

Stand: 20.12.96

REICHELT
ELEKTRONIK



TEL: 0 44 22 / 955 - 0

FAX: 955 - 111

ELEKTRONIKRING 1

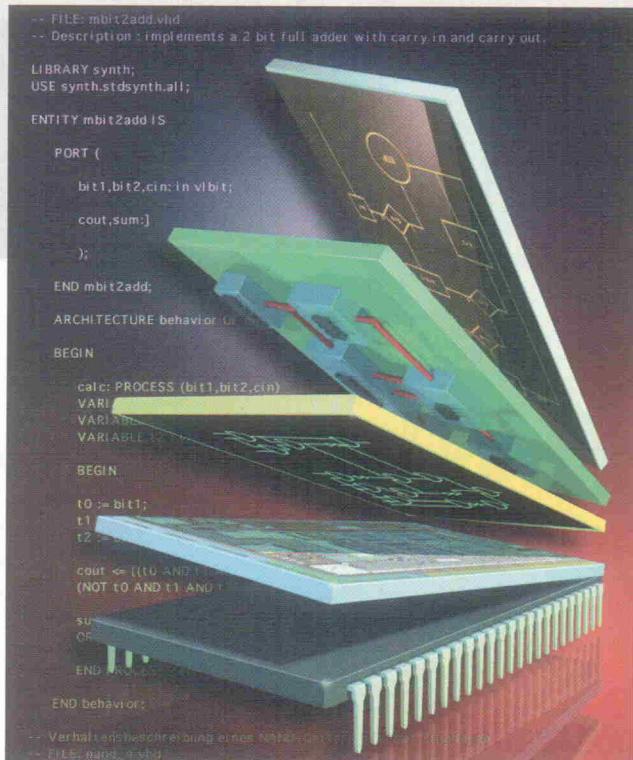
26452 SANDE

Schaltungsentwicklung mit VHDL

Teil 4: Bibliotheken und Pakete

Michael Koch

Bei komplexen Schaltungsentwürfen ist eine Strukturierung mit Hilfe von Bibliothekselementen notwendig. In VHDL bedient man sich dabei sogenannter Pakete, die Beschreibungsteile für mehrere Modelle enthalten können.



Nachdem sich die ersten Beiträge der Serie mit den grundlegenden Beschreibungsformen in VHDL befaßten, gibt dieser Artikel einen Einblick in die Strukturierung von komplexeren VHDL-Entwürfen und zeigt Möglichkeiten der Modellgenerierung auf.

Die VHDL-Beschreibung einer Schaltung wird normalerweise zur Simulation und/oder zur Synthese der entsprechenden Hardware verwendet. Dabei sind zwei vorbereitende Schritte notwendig: eine *Analyse* und eine *Elaboration*. Die Analyse wird im folgenden erläutert, die Elaboration im nächsten Artikel.

Analyse

Als Analyse bezeichnet man die Überprüfung einer VHDL-Beschreibung im Hinblick auf eine

korrekte Syntax und Semantik, das entsprechende Werkzeug als *VHDL-Analysator*. Verletzt die Beschreibung eine Sprachregel, erzeugt der Analysator eine Meldung, die die Fehlerstelle und die verletzte Regel anzeigt. Sämtliche Fehler im VHDL-Modell müssen korrigiert und die Analyse muß so lange wiederholt werden, bis die Beschreibung fehlerfrei ist. Anschließend erfolgt die Übersetzung des VHDL-Codes in eine interne Repräsentation. Auch diesen Schritt führt in den meisten Systemen der Analysatoren durch. Die Repräsentation kann von den nachfolgenden Werkzeugen einfacher verarbeitet werden, als die ursprüngliche VHDL-Beschreibung. Eine erfolgreich analysierte Beschreibung wird in einer sogenannten *Designbibliothek* (*design library*) gespeichert.

Eine komplette VHDL-Beschreibung besteht in der Regel aus einer Anzahl von Baustein-deklarationen und den dazu gehörigen Architekturrümpfen. Jede dieser Einheiten wird *design unit* genannt. Baustein-deklarationen sind dabei primäre Entwurfseinheiten (*primary design units*), während man Architekturrümpfe als sekundäre Entwurfseinheiten (*secondary design units*) bezeichnet. Jeder Klasse gehören weitere Elemente an, die im Laufe der Serie noch beschrieben werden (vgl. Kasten 'Units').

Eine primäre Entwurfseinheit definiert die externe Sicht oder das Interface eines Moduls, während eine sekundäre Entwurfseinheit die Implementierung des Moduls beschreibt. Die sekundäre Einheit ist also von der primären Einheit abhängig, weshalb man zunächst diese analysieren muß. Treten dabei keine Fehler auf, erfolgt die Analyse der sekundären Einheit.

Instantiiert eine Komponente weitere Komponenten, gibt es eine Reihe von Abhängigkeiten zwischen Baustein-deklarationen und Architekturrümpfen, die es bei der Analyse zu beachten gilt. Die Auflösung der Abhängigkeiten kann bei großen Entwürfen eine komplexe Angelegenheit sein. Deshalb enthalten die meisten VHDL-Entwurfssysteme Tools, die solche Abhängigkeiten verwalten. Sie analysieren automatisch die betroffenen Einheiten neu und sorgen so dafür, daß keine 'veralteten' Einheiten verwendet werden. Bild 1 zeigt, wie die Einheiten des 8-Bit-Addierers aus Teil 3 [1] voneinander abhängen. In jeder Zeile ist zunächst eine Baustein-deklaration angegeben, in den Klammern der zugehörige Architekturrumpf. Man erkennt, daß der Addierer *adder_8* aus den acht Komponenten *fa1:full_add(full_add_structure)* bis *fa8* besteht, die sich wiederum aus zwei Halbaddierern (*ha1, ha2*) und einem OR-Gatter (*or1*) zusammensetzen.

Eine mögliche Reihenfolge bei der Analyse dieser VHDL-Komponenten zeigt das Listing:

```
entity or_2
architecture behaviour of or_2
entity half_add
architecture behaviour of half_add
entity full_add
architecture full_add_struct of full_add
entity adder_8
architecture adder_structure of adder_8
```

Units

Jeder VHDL-Entwurf besteht aus einzelnen 'design units', wobei man zwischen primären und sekundären Entwurfseinheiten unterscheidet. Erstere definieren die externe Sicht beziehungsweise die Schnittstelle eines VHDL-Moduls, während letztere die (interne) Realisierung des Moduls beschreiben.

Primäre Entwurfseinheiten:

- Bausteindeklarationen
- Paketdeklarationen
- Konfigurationsdeklarationen

Sekundäre Entwurfseinheiten:

- Architekturrümpfe
- Paketrümpfe

In diesem Fall wird jede primäre Einheit (entity) vor der korrespondierenden sekundären Einheit (architecture) analysiert. Dies ist nur eine der möglichen Reihenfolgen. Ebenso könnte man zunächst die Bausteindeklarationen analysieren und anschließend die zugehörigen Architekturrümpfe.

Bibliotheken

Die VHDL-Spezifikation legt nur fest, wie Designbibliotheken zu behandeln sind, nicht, wie sie realisiert oder ins Betriebssystem eingebunden werden sollen. Daher ist es je nach Entwurfssystem möglich, eine solche Bibliothek zur Speicherung der Einheiten sowohl als Datenbank als auch als einfachen Verzeichnisbaum aufzubauen. Genaueres ist der Dokumentation des jeweiligen Tools zu entnehmen.

Vor der Analyse eines Designs muß man bestimmen, in welcher Bibliothek das analysierte Design abgelegt werden soll. Dieses ist die *Arbeitsbibliothek* (*working library*). Der Name *work* stellt dabei immer den direkten Bezug auf die augenblickliche Arbeitsbibliothek her. Demgegenüber werden Libraries, die als Speicher für andere Einheiten (Bausteine als auch Pakete) dienen, als *Ressourcenbibliotheken* (*resource library*) bezeichnet (beispielsweise die VHDL-Standard-Bibliothek).

Will man Bibliotheken beziehungsweise Bibliothekselementen

te in einem Design verwenden, muß man sie über die Anweisung *library* für das Design sichtbar machen:

```
library Bibliotheksname {...};
```

Die Anweisung erlaubt auch die Einbindung mehrerer Bibliotheken. Nach der Modellierung verschiedener Komponenten (zum Beispiel die des Addierers) werden diese beispielsweise in der Bibliothek *meine_Bibliothek* abgelegt. Zusätzlich stehen weitere Komponenten in einer Herstellerbibliothek (*fpga_Komponenten*) zur Verfügung. Um nun beide Bibliotheken verwenden zu können, muß man die folgende Zeile vor die entsprechende entity in den Quelltext einfügen:

```
library meine_Bibliothek,  
      fpga_Komponenten;
```

Im VHDL-Modell – bestehend aus entity und architectures – kann man jetzt auf alle Elemente dieser Bibliotheken zugreifen. Im folgenden Listing wird die direkte Instantiierung einer entity verwendet (VHDL'93). Zu erkennen ist eine solche Instantiierung am Schlüsselwort *entity* vor dem Komponentennamen. Die Instantiierung über eine Komponentendeklaration kann demgegenüber durch das Schlüsselwort *component* an gleicher Stelle eingeleitet werden. Dies verdeutlicht den Unterschied zwischen der direkten Instantiierung einer entity und der Instantiierung einer Komponente. In VHDL'87 ist ersteres nicht möglich.

```
architecture test of adder_8 is  
...  
begin  
...  
HA: entity eine_Bibliothek.Half_Add  
-- VHDL'93  
generic map (Verzoegerung => 5 ns)  
port map (cmy_in, intem1, sum, intem3);  
...  
end architecture test; -- VHDL'93
```

Statt in komplexen Modellen bei jeder instantiierten Komponente den Bibliotheksnamen anzugeben, kann man auch die *use-Anweisung* verwenden. Sie macht alle beziehungsweise einige ausgewählte Komponenten einer Bibliothek für das Design sichtbar.

```
use Bibliotheksname. (Elementname  
| all) {...};
```

So kann beispielsweise der Halbaddierer *Half_Add* direkt für das nachfolgende Modell zugänglich gemacht werden:

```
use meine_Bibliothek.Half_Add;  
...  
HA: entity Half_Add  
generic map (Verzoegerung => 5 ns)  
port map (cmy_in, intem1, sum, intem3);  
...
```

Mit dem reservierten Wort *all* in der *use*-Anweisung werden alle Komponenten einer Bibliothek sichtbar gemacht:

```
use meine_Bibliothek.all;
```

Um häufig verwendete Bibliotheken nicht dauernd angeben zu müssen, sind alle Komponenten der Arbeitsbibliothek *work* und die Deklarationen des VHDL-Standard-Pakets aus der Bibliothek *std* immer sichtbar. Dazu werden am Anfang jedes Modells implizit folgende Anweisungen aufgenommen:

```
library std, work;  
use std.standard.all;
```

Pakete

VHDL-Pakete (*packages*) sind eine einfache Möglichkeit, Deklarationen von allgemeinem Interesse zu gruppieren. Dies können zum Beispiel Komponentendeklarationen sein, die für mehrere Designs benötigt werden, oder eine Reihe von Unterprogrammen, die Operationen für einen bestimmten Datentyp zur Verfügung stellen. Der entscheidende Punkt ist, daß sie in einer separaten Entwurfseinheit zusammengefaßt und daher für verschiedene Modelle wiederverwendbar sind.

Das zweite wichtige Kriterium von *packages* ist die Aufteilung in eine externe Sicht, spezifiziert in der sogenannten *Paketdeklaration* (*package declaration*), und in die eigentliche Implementierung im sogenannten *Pakettrumpf* (*package body*). Auf diese Weise lassen sich Detailinformationen verbergen

(*information hiding*), denn für die Verwendung der Paketelemente benötigt man nur die ('externe') Paketdeklaration. Eine Paketdeklaration ist folgendermaßen aufgebaut:

```
package Paketname is  
-- Deklarationen  
end [package] [Paketname];
```

In VHDL'87 darf das Schlüsselwort *package* am Ende der Paketdeklaration nicht verwendet werden.

Durch den Paketnamen wird das Paket eindeutig identifiziert. Die wichtigsten Deklarationen, die innerhalb eines Pakets stehen dürfen, sind:

- type declarations
- subtype declarations
- attribute declarations
- constant declarations
- signal declarations
- subprogram declarations
- alias declarations
- component declarations

Diese können von unterschiedlichen Modellen genutzt werden, ohne daß man sie jedesmal neu schreiben muß. Ein einfaches Beispiel eines Pakets zeigt das folgende Listing. Es enthält verschiedene Konstanten- und Typdeklarationen:

```
package controller_types is  
constant data_size: positive := 8;  
constant addr_size: positive := 24;  
subtype data is bit_vector  
  (data_size - 1 downto 0);  
subtype addr is bit_vector  
  (addr_size - 1 downto 0);  
type controller_status is (idle, fetch,  
  decode, load, store, exec);  
end package controller_types;
```

Unterprogramme

In Paketen verwendet man Unterprogramme dazu, nützliche Operationen zu implementieren, die von unterschiedlichen Modulen aus auf-

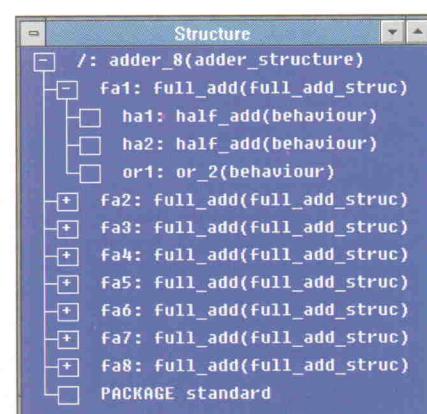


Bild 1.
Abhängigkeiten
zwischen den
Entwurfseinheiten
eines 8-Bit-
Addierers.

gerufen werden können. Ein wichtiger Punkt sind dabei Unterprogramme, die Werte verarbeiten, die ebenfalls im Paket definiert wurden. VHDL kann so um neue Typen und Operationen, sogenannte *abstrakte Datentypen*, erweitert werden. Die Unterprogramme werden dabei innerhalb eines Pakets in die zwei Teile Paketdeklaration und Paketrumpf zerlegt. In der Paketdeklaration wird der Header des Unterprogramms angegeben. Er enthält nur den Namen des Unterprogramms und die Übergabeparameter:

```
function addr2int (address: in addr)
    return integer;
procedure add (a, b: in data; y: out data;
    carry: out bit);
```

Das Schlüsselwort *is* und sämtliche lokale Deklarationen und Anweisungen fehlen. Die eigentliche Implementierung der Unterprogramme wird in den Pakettrumpf verschoben. Als Benutzer eines Unterprogramms muß man sich auf diese Weise nicht darum kümmern, wie es sein Ergebnis berechnet.

Genauso, wie man die Implementierung von Unterprogrammen im Pakettrumpf verstecken kann, lässt sich auch die Deklaration von Konstantenwerten

verbergen. In diesem Fall enthält die Paketdeklaration nur den Namen und den Typ der Konstanten:

constant max FIFO size: positive:

Erst der zugehörige Paketrumpf enthält die komplette Konstantendeklaration. Dies bezeichnet man auch als *verschobene Konstantendeklaration*.

```
constant max_FIFO_size:  
    positive := 1024;
```

Pakettrumpf

Nach der Definition des Interface zu einem Paket geht es nun um den Paketrumpf selbst. Zu jeder Paketdeklaration, die Unterprogrammdeklarationen und verschobene Konstantendeklarationen enthält, muß ein entsprechender Paketrumpf existieren, der die fehlenden Details angibt. Die Syntax des Paketrumpfs ähnelt der einer Paketdeklaration:

```
package body Paketname is
  -- Deklarationen
end [package body] [Paketname];
```

In VHDL'87 darf das Schlüsselwort *package body* am Ende der Paketdeklaration nicht verwendet werden, in VHDL'93 ist dies optional.

Die im Pakettrumpf implementierten Elemente müssen die vollständigen Deklarationen des zugehörigen Pakets enthalten. Außerdem muß die Schreibweise in der Paketdeklaration und im Pakettrumpf exakt übereinstimmen – was man am einfachsten durch das Kopieren dieser Elemente mit einem Texteditor sicherstellt. Darüber hinaus darf der Pakettrumpf keine weiteren Deklarationen enthalten. Diese müssen grundsätzlich in der Paketdeklaration stehen und sind dann automatisch für den Rumpf sichtbar.

Hätte man beispielsweise die Funktion `addr2int` in die Paketdeklaration `controller_types` aufgenommen, könnte der zugehörige Pakettrumpf folgendermaßen aussehen:

```

package body controller_types is
  function addr2int (address: in addr) return integer is
    variable result: integer;
    begin
      result := 0;
      for i in address'range loop
        if address(i) = '1' then
          result := result + 21;
        end if;
      end loop;
      return result;
    end function addr2int;
  end package body controller_types;

```

Paketdeklarationen und Paketrümpfe sind genau wie Bau-

steindeklarationen und Architekturrümpfe Entwurfseinheiten. Sie werden separat analysiert und ebenfalls als Bibliothekselemente in der Arbeitsbibliothek gespeichert. Da eine Paketdeklaration eine selbständige Einheit darstellt, die auch ohne Paketrumpf verwendet werden kann (wenn sie keine Unterprogramme und verschiedenen Konstanten enthält), wird sie den primären Entwurfseinheiten zugeordnet. Der Paketrumpf ist dagegen als abhängiges Element den sekundären Entwurfseinheiten zugeordnet (siehe Kasten 'Units'). Pakete muß man ebenso wie andere Bibliothekselemente über *library*- und *use*-Anweisungen für andere Modelle sichtbar machen.

Konfigurationen

Verwendet man innerhalb eines Entwurfs Komponenten, für die unterschiedliche Implementierungen existieren, ist eine Zuordnung zum gewünschten Bibliothekselement erforderlich. Dies betrifft sowohl die Bausteindeklarationen als auch die zugehörigen Architekturrümpfe. Für diese Zuordnung werden die sogenannten *Konfigurationen (configurations)* ver-



VHDL-Werkstatt

Als Beispiel für Pakete und Bibliotheken ist hier ein Ausschnitt aus dem VHDL-Standard-Paket dargestellt, das in der Bibliothek 'std' abgelegt ist.

Das VHDL-Standard-Paket enthält Deklarationen, die allen VHDL-Modellen zur Verfügung stehen. Dabei handelt es sich um grundlegende Definitionen sowohl skalarer als auch zusammengesetzter Datentypen. Zu den skalaren Datentypen gehören Aufzählungstypen wie boolean, bit, character und severity_level. Die Typdefinition geschieht in diesem Fall durch das Aufzählen der Elemente des Typs. Anschließend folgt der ganzzahlige Datentyp integer und der Fließkommatyp real. Der letzte im Standardpaket vorkommende skalare Datentyp ist der physikalische Typ time. Solche Typen dienen zur Beschreibung physikalischer Größen in VHDL (zum Beispiel Spannung oder Temperatur).

Die beiden subtype-Anweisungen legen Unterbereichstypen fest. Ein Unterbereichstyp definiert einen Teilbereich von Werten eines Typs durch die Angabe von Einschränkungen. Da alle Unterbereichstypen eines Typs den gleichen Ursprung besitzen (in diesem Fall integer), sind sie untereinander kompatibel, solange sich ihre Bereiche überdecken. Im Standardpaket sind die Unterbereichstypen natural und positive deklariert.

Anschließend folgen zwei Deklarationen für zusammengesetzte Datentypen. In diesem Fall handelt es sich um Feldertypen, also Felder oder Arrays eines Datentyps. Auf die Elemente des Feldes wird über Indizes zugegriffen. Im Standardpaket sind Feldertypen vom Typ `bit` (`bit_vector`) und `character` (`string`) definiert.

```

package standard is
    type boolean is (false,true);
    type bit is ('0', '1');
    type character is (
        ' ', '!', '\"', '#', '$', '%', '&', '/',
        '(', ')', '+', ',', '-', '=', '/',
        '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7',
        '8', '9', '*', '<', '=', '>', '?',
        '!', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G',
        'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O',
        'P', 'Q', 'R', 'S', 'T', 'U', 'V', 'W',
        'X', 'Y', 'Z', '{', '}', '\', '|', '^', '_',
        '_');
    type severity_level is (note, warning, error, failure);
    type integer is range -2147483648 to 2147483647;
    type real is range -1.0E308 to 1.0E308;
    type time is range -2147483647 to 2147483647;
    units
        fs;
        ps = 1000 fs;
        ns = 1000 ps;
        us = 1000 ns;
        ms = 1000 us;
        sec = 1000 ms;
        min = 60 sec;
        hr = 60 min;
    end units;
    subtype natural is
        integer range 0 to integer'high;
    subtype positive is
        integer range 1 to integer'high;
    type string is
        array (positive range <>) of character;
    type bit_vector is
        array (natural range <>) of bit;
    end standard;

```

Glossar

Analyse: Überprüfung einer VHDL-Beschreibung im Hinblick auf eine korrekte Syntax und Semantik. Die fehlerfreie Beschreibung wird in einer Bibliothek gespeichert.

Assoziationsliste: Assoziationslisten stellen die Verbindungen zwischen den Parametern und Signalen innerhalb eines Architekturrumpfs (aktuelle Werte) und denen einer instantiierten Komponente (formale Werte) her.

Bibliothek (library): Eine VHDL-Bibliothek enthält bereits analysierte Komponenten und Deklarationen, die auf diese Weise von anderen Modellen genutzt werden können. Alle Bibliotheken außer 'work' und 'std' müssen über die library-Anweisung für das aufrufende Modell sichtbar gemacht werden.

Block: Die block-Anweisung faßt nebenläufige Anweisungen zusammen. Innerhalb eines Blocks können diese zusätzlich von einer Bedingung abhängig gemacht werden.

wendet. Sie geben an, welche Bausteindekleration und welcher Architekturrumpf für eine instantiierte Komponente letztlich verwendet wird.

Da es eine Fülle von Konfigurationsmöglichkeiten in VHDL gibt, sollen an dieser Stelle nur zwei Möglichkeiten herausgegriffen werden: die Konfiguration innerhalb eines Architekturrumpfs (*configuration specification*) und die separate Deklaration von Konfigurationen in einer eigenen Entwurfseinheit (*configuration declaration*).

Die einfachste Konfiguration ist die Angabe der zu verwendenden Bibliothekselemente direkt in der instantiiierenden Architektur. Angenommen, es stünde ein Volladdierer in der Bibliothek adder_lib mit Namen full_add_std zur Verfügung:

```
entity full_add_std is
  port (summand1, summand2,
        carry_in: in Bit; sum, carry_out: out Bit);
end entity full_add_std;
```

In einer Strukturbeschreibung des 8-Bit-Addierers sähe die Konfiguration dann folgendermaßen aus:

Elaboration: Die Elaboration ist ein Vorverarbeitungsschritt für die Simulation. Sie entfernt die Hierarchie aus einem Modell und erzeugt so eine flache Netzliste, die sämtliche Verbindungssignale des Modells enthält. Diese Netzliste bildet die Datenstrukturbasis für die Simulation.

Entwurfseinheiten: Jedes VHDL-Modell setzt sich aus primären und sekundären Entwurfseinheiten zusammen. Primäre Einheiten sind Baustein-, Paket- und Konfigurationsdeklarationen. Sie lassen sich separat analysieren. Sekundäre Einheiten sind Architektur- und Paketrümpfe. Zu diesen muß eine zugehörige primäre Entwurfseinheit existieren.

generate-Anweisung: Die generate-Anweisung dient zum Replizieren von Teilmodellen, um zum Beispiel reguläre Strukturen zu erzeugen.

Komponentendeklaration: Eine Komponentendeklaration beschreibt das externe In-

terface einer Komponente in Form generischer Konstanten und Schnittstellen. Mit ihr läßt sich bei der Komponenteninstantiierung überprüfen, ob die Anzahl und der Typ aller übergebenen Parameter und Signale korrekt ist.

Komponenteninstantiierung: Die Komponenteninstantiierung gibt an, wie eine Bibliothekskomponente in einem Design verwendet wird. Sie ermöglicht die Strukturbeschreibung einer Schaltung mit vorhandenen Komponenten und den Verbindungen zwischen diesen.

Konfiguration: Die Konfiguration stellt die Verbindung zwischen einer Komponenteninstantiierung und der realen Komponente in einer Bibliothek her. Der Technologiebezug kann somit weitgehend aus dem Architekturrumpf in eine selbständige primäre Entwurfseinheit (die Konfiguration) verlagert werden.

Paket (package): Ein Paket faßt Deklarationen zusammen,

die von mehreren Modellen genutzt werden sollen. Pakete stellen als Bibliotheks-elemente die einzelnen definierten Elemente anderen VHDL-Modellen zur Verfügung.

VHDL-Standard-Bibliothek (std): Die Standardbibliothek 'std' ist eine sogenannte resource library, die allen Entwürfen zur Verfügung steht. Sie enthält grundlegende Definitionen skalarer und zusammengesetzter Typen (zum Beispiel: bit, boolean, bit_vector).

use-Anweisung: Die use-Anweisung macht Bibliotheks-elemente für ein VHDL-Modell sichtbar, ohne daß jeweils der komplette Bibliotheksname angeben werden muß.

Arbeitsbibliothek (work): In der Arbeitsbibliothek 'work' befinden sich alle analysierten Entwurfseinheiten eines Designs, für die keine spezielle Zielbibliothek angegeben wurde. Sie ist für alle Entwürfe sichtbar.

```
library adder_lib;
architecture konfiguriert of adder_8 is
  component full_add is
    port (carry_in, in_0, in_1 : in Bit;
          carry_out, sum : out Bit);
  end component full_add;
  for all: full_add
  use entity adder_lib.full_add_std
    (behavioral)
  port map (summand1 => in_0,
            summand2 => in_1,
            carry_in => carry_in,
            sum => sum,
            carry_out => carry_out);
  end for;
  signal intern_carry: Bit_vector
    (6 downto 0);
begin
  ...
end architecture konfiguriert;
```

Hier ist die Konfiguration direkt in der Architektur enthalten, man muß also nicht lange nach ihr suchen. Allerdings muß beim Einsatz anderer Bibliothekselemente immer der Architekturrumpf editiert werden, was einer einfachen Wiederverwendung bereits kompilierter Entwurfseinheiten im Wege steht. Deshalb ist es bei komplexen VHDL-Modellen günstiger, die Konfigurationen in einer eigenen Entwurfseinheit, der *Konfigurationsdeklaration*, zusammenzufassen. Die Konfigurationsdeklaration ist eine primäre Entwurfseinheit und kann daher

separat analysiert werden. Sie hat die folgende Syntax:

```
configuration Konfigurationsname of
  Bausteinname is
  for Architekturname
  -- hier steht die eigentliche Konfiguration
  end for;
  end [configuration] [Konfigurationsname];
  Das obige Beispiel sähe dann folgendermaßen aus:
library adder_lib;
configuration structure_gate_level of
  adder_8 is
  for extern_konfiguriert
  for all: full_add
  use entity adder_lib.full_add_std
    (behavioral)
  port map (summand1 => in_0,
            summand2 => in_1,
            carry_in => carry_in,
            sum => sum,
            carry_out => carry_out);
  end for;
  end for;
  end configuration structure_gate_level;
```

Auf diese Weise reicht die Änderung der Konfiguration aus, um eine neue Zuordnung zwischen Bibliothekselementen und instantiierten Komponenten zu erreichen. Weitere Details der Konfiguration enthält [2].

Ausblick

In diesem Artikel wurden Konzepte zur Strukturierung kom-

plexer Entwürfe vorgestellt. Bibliotheken und Pakete erlauben es, wiederverwendbare Module zu erstellen, die den Entwurf vereinfachen und insbesondere bei Teamarbeit für einheitliche Schnittstellen sorgen. Mit Hilfe der Konfigurationen lassen sich Modelle, die Standardkomponenten enthalten, an die benötigte Technologie angepassen, ohne das eigentliche VHDL-Modell ändern zu müssen. Die Analyse der Modelle ist ein vorbereitender Schritt für Simulation und Synthese. Den Kern des folgenden Artikels bildet die Modellierung der Zeit in VHDL sowie die Simulation selbst. Es soll außerdem geklärt werden, welche zusätzlichen Daten für eine Simulation notwendig sind. uk

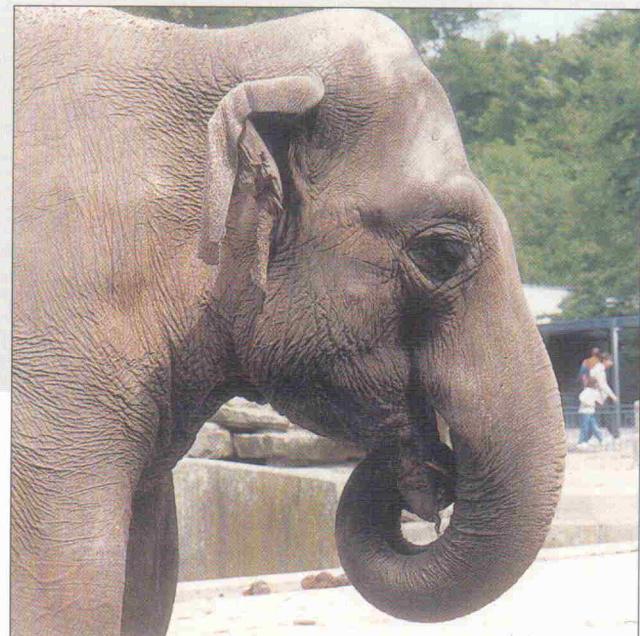
Literatur

- [1] H. Dicken, M. Koch, *Schaltungsentwicklung mit VHDL, Teil 3: Strukturbeschreibung*, ELRAD 1/97, S.78 ff.
- [2] IEEE Standard VHDL Language Reference Manual 1993, New York 1993



Michael Wöstenfeld

Elefanten sind ihre Vorbilder, denn die vergessen bekanntlich nie. Die neuen FRAM-Speicherbausteine von Ramtron und Hitachi behalten sämtliche Daten eines Mikrocontrollers – auch im ausgeschalteten Zustand.



Bei plötzlichem Netzausfall auf einer prozessorgesteuerten Baugruppe lautet das Gebot der Stunde: schnell die Daten fürs nächste Einschalten sichern. Die Auswahl der dann in Frage kommenden Speicherbausteine – EEPROMs, akkubetriebungsweise batteriegestützte SRAMs oder Flash-EPROMs – ist zwar groß, diese sind jedoch nicht immer optimal geeignet (Kasten 'Speichertecnologien im Vergleich').

So müssen EEPROMs, die nur eine Lebensdauer von Tausend bis eine Million Zyklen haben, bei häufig wechselnden Datensätzen während des Power-down beschrieben werden. Da die Schreibzeiten zwischen 1 ms und 10 ms liegen, muß der Prozessor noch eine ganze Zeit sicher in Betrieb sein, um die korrekte Datensicherung zu gewährleisten.

Batteriegestützte SRAMs erfordern immer noch einen schaltungstechnischen Aufwand, obwohl dieser in den letzten Jahren durch speziell zugeschnittene ICs merklich verringert wurde. Als weiterer Schwachpunkt ist hier der notwendige Akku beziehungswei-

se die Batterie zu nennen. Diese müssen ausgetauscht werden, erfordern also Wartungsaufwand und sind zudem aus ökologischer Sicht kritisch. Flash-EPROMs sind bis auf wenige Typen nicht wahlfrei beschreibbar und müssen zuvor sektorweise gelöscht werden. Auch hier ist die Schreibzeit und die maximale Zyklenanzahl zu berücksichtigen, die ein kontinuierliches Sichern von Daten erschweren.

Hitachi und Ramtron beschreiten mit ihren FRAMs (Ferroelectric Random Access Memory) neue Wege. Ferroelektrische RAMs kombinieren die Schreib-Lese-Charakteristik von Halbleiter-RAMs mit den Vorteilen nichtflüchtiger Speicher. Die ferroelektrischen Zellen des FRAM werden bei (beziehungsweise direkt nach) jedem Schreib- oder Lesezyklus automatisch polarisiert. Das bedeutet wiederum, daß keine spezielle Sequenz zum Rückschreiben notwendig ist.

Ladeautomatik

Das Write-Enable-Signal (/WE) entscheidet bei diesen FRAMs,

ob ein Zugriff auf den Speicher erfolgt: Geht /WE auf Low, während Chip Enable (/CE) Low ist (oder /CE fällt, während /WE Low ist), erfolgt ein Schreibzyklus. Ist /WE dagegen High und /CE Low, erfolgt mit /OE ein Lesevorgang. Nach dem Lesen muß /CE mindestens 85 ns auf High gehen. In dieser Zeit erfolgt automatisch ein Rückschreiben der Daten in den Speicher (Precharge). Das gleiche Zeitintervall für /CE muß auch nach jedem Schreibzugriff eingehalten werden, damit der Chip für die folgenden Zugriffe bereit ist. Im Anschluß an die Precharge Time kann der Baustein von der Spannungsversorgung abhängen werden – die Daten sind nichtflüchtig im FRAM gespeichert.

Die Polarisierung des Speichers mit der Chip-Enable-Sequenz /CE nach jedem Zugriff hat allerdings einen unangenehmen Nebeneffekt. Sie bedeutet nämlich, daß das FRAM mit jedem Toggeln von /CE unabhängig vom Steuersignal /WE automatisch aufgefrischt wird. Jede Signaländerung an /CE geht also auf die Lebensdauer (10^{12} Zyklen) des FRAM. Die Auswirkungen dieses Umstands werden in der nachfolgenden Schaltungsbeschreibung deutlich.

Sparstein

Der erste Baustein der Reihe ist der HM71V832, ein 32768×8 Bit FRAM; erhältlich in den Gehäuseformen 450 Mil SO28 mit einem Pinout wie die üblichen JEDEC-Standard-Bytewide-SRAMs oder als 28poliges TSOP. Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des 71V832. Das komplette Datenblatt zum Hitachi-FRAM liegt in der ELRAD-Mailbox und auf dem Heise-ftp-Server als PDF-Datei zum Abruf bereit.

Das FRAM benötigt eine typische Versorgungsspannung von 3 Volt (2,7 V bis 3,6 V) bei einer Stromaufnahme von 20 mA. Im Standby werden nur 15 μ A verbraucht. Die Zugriffszeit beträgt 150 ns für einen einzelnen Zugriff, die Zykluszeit ist mit 235 ns um die Precharge Time von 85 ns länger. Dies muß man beim Einsatz des FRAM berücksichtigen. Der Datenerhalt

wird für zehn Jahre garantiert. Per Assemblerprogrammierung kann man gewährleisten, daß nie zwei Zugriffe direkt nacheinander erfolgen (wenn dies auch etwas mühselig ist). Das Verhalten von Compilern – zum Beispiel bei 16-Bit-Zugriffen – ist aber selten vorhersehbar.

Schutzschild

Eine Besonderheit im Vergleich zu statischen RAMs sind die Write-protect-Modi des HM71V832. Die Chancen, daß ein 'amoklaufender' Prozessor in einem seriellen EEPROM Daten ändert, sind relativ gering. Bei parallelen Bausteinen reicht jedoch ein einziger Schreibzyklus zum Überschreiben der Daten – ein Nachteil, der sich bei akkugepufferten SRAMs des öfteren bemerkbar macht.

Das gesamte FRAM ist schreibschützbar nach JEDEC-Standard. Nach dem Einschalten ist der Schreibschutz für das FRAM gesetzt, man muß es deshalb zuerst mit der Disable-Sequenz freigeben. Die Enable-Sequenz setzt anschließend den erneuten Schreibschutz für das ganze FRAM. Sämtliche Zugriffe bestehen

Speichertechnologien im Vergleich

	FRAM	SRAM	EEPROM	Flash	DRAM
nichtflüchtig	+	– (Batterie)	+	+	– (Batterie, Refresh)
Wiederbeschreib- geschwindigkeit	235 ns (150 ns)	5 ns–100 ns	1 ms–10 ms	10 s–10 ms (plus Zeit zum Löschen)	50 ns–100 ns
Schreibzyklen	$10^{10}–10^{13}$	∞	max. 10^6	max. 10^6	∞
Lesezyklen	$10^{10}–10^{13}$	∞	∞	∞	∞
Vorteil	nichtflüchtig wahlfreier Zugriff geringe Leistungs- aufnahme	wahlfreier Zugriff geringe Leistungs- aufnahme	nichtflüchtig	nichtflüchtig	wahlfreier Zugriff
Nachteil	Nur 3,3 V-Typen	Batterie, Power- Down-Controller	langsam beim Schreiben	langsam beim Schreiben	Batterie, Power- Down-Controller, (Refresh)

hierbei nur aus Lese-Zyklen, es werden also keine Daten im FRAM geändert.

Interessanter ist der erweiterte Modus, in dem man acht 4-K-Blöcke einzeln sperren oder freigeben kann. Hiermit ist beispielsweise eine saubere Trennung von Setup-, System- und Benutzerdaten möglich. Der Schreibschutz wird durch Schreiben eines zusätzlichen Byte eingeschaltet (Kasten: 'Blockwart'). Jedes Bit in diesem Byte gehört zu einem 4-K-Block, wobei eine '1' den Schreibschutz setzt und eine '0' das Schreiben freigibt. Das

Steuerbyte 10000001b sperrt beispielsweise die Bereiche 0000h–0fffh und 7000h–7fffh. Der Zugriff erfolgt nicht auf die Adresse 040fh des FRAM, sondern auf das Block-Protect-Register. Über die 'Extended Restore Protect Sequence' kann statt der Speicherstelle 040fh das zusätzliche Byte aus dem Block-Protect-Register zurückgelesen werden.

Umwege

Innerhalb der 8051er-Serie gibt es inzwischen eine Reihe von Low-Voltage-Controllern wie

beispielsweise den AT89LV51 von Atmel. Dieser hat 4 KByte Flash-EPROM internen Programspeicher, ist aber wie die 'Ur-51er' sparsam mit RAM ausgerüstet. Deshalb bietet er sich geradezu für die Anschaltung eines FRAM an.

Die klassische gatterlose Methode, ein RAM an einen 51er anzuschließen – Lesen mit /RD, Schreiben mit /WR und das RAM immer freigeben (/CE auf Masse) – führt bei den FRAMs allerdings nicht zum Erfolg, denn /CE muß toggeln und nach jedem Zugriff für 85 ns (Precharge-Time) inaktiv werden.

Auch der Versuch, auf das obligatorische externe Latch für A0 bis A7 zu verzichten und statt dessen die internen Latches des FRAM zu benutzen, schlägt fehl. Man kann zwar mit ALE an /CE bei jedem

Elektrismus

Der sogenannte ferroelektrische Effekt bezeichnet die Fähigkeit eines Werkstoffes, eine elektrische Polarisierung aufrechtzuerhalten, obwohl kein elektrisches Feld vorhanden ist – so wie dies ferromagnetische Materialien bezüglich eines Magnetfeldes vermögen. Die stabile Polarisierung ergibt sich aus der Dipolausrichtung innerhalb der Perowskit-Kristalle eines ferroelektrischen Werkstoffes. Eine solche Ausrichtung findet statt, wenn eine elektrische Spannung anliegt, die die Koerzitivfeldstärke des Werkstoffes übersteigt. Man kann dabei ein System mit zwei stabilen und zwei instabilen Punkten beobachten, wobei der Ladungstransport im internen Kondensator je nach angelegter Spannung quasi entlang einer Hysteresekurve verläuft. Bei Umkehrung des elektrischen Feldes richten sich die Dipole entge-

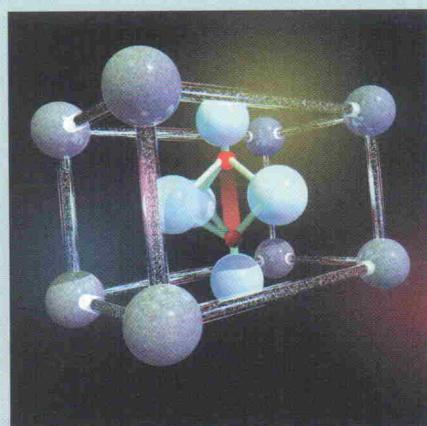


Bild 2. Vereinfachtes Gittermodell eines ferroelektrischen Kristalls. Abhängig vom angelegten elektrischen Feld nimmt das innere Atom eine der beiden skizzierten stabilen Lagen ein und behält diese auch nach dem Abschalten des externen Feldes.

gesetzt aus und erlauben so eine eindeutige Zuordnung von '0' (Low) und '1' (High).

Bild 2 zeigt das vereinfachte Modell eines ferroelektrischen Kristalls. Wird von außen eine Spannung angelegt, nimmt das Atom in der Mitte je nach der Richtung des elektrischen Feldes eine der beiden hier gezeigten stabilen Lagen ein.

Entfernt man nun das elektrische Feld, verbleibt das Atom in seiner stabilen Lage. Da zur dauerhaften Polarisierung ferroelektrischer Dünnschichtwerkstoffe kein äußeres elektrisches Feld notwendig ist, lassen sich somit Speicherbausteine fertigen, die Informationen ohne elektrischen Strom in Form von digitalen (binären) Daten speichern können.

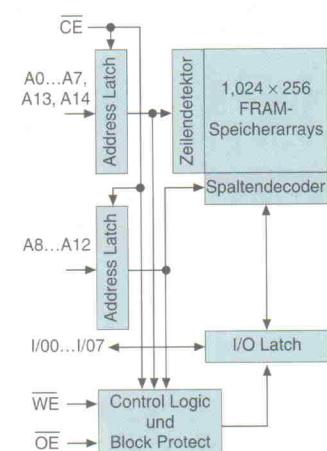
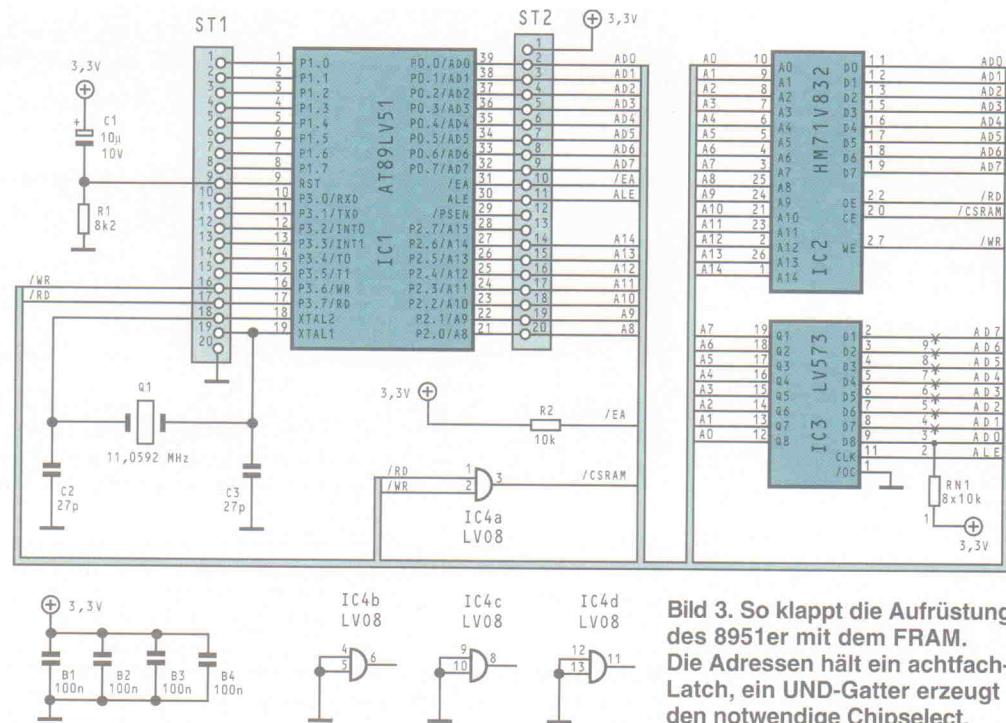


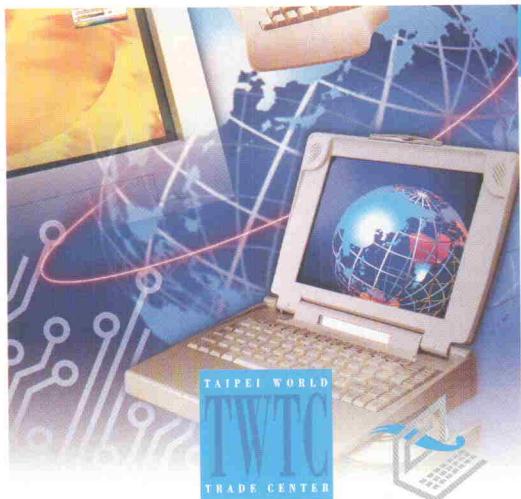
Bild 1. Die internen Adressregister für die Zeilen- und Spaltenansteuerung des FRAM-Array liegen an einem gemeinsamen Chip Enable.

Zugriff die Adressen latches. Die Lebensdauer des FRAM beträgt hierbei allerdings nur circa 11,5 Tage, weil jeder Chip-Enable in die Lebensdauer von 10^{12} Zyklen ein geht. Sollte Hitachi die Absicht verwirklichen, FRAMs mit 10^{15} Zyklen herzustellen, sähe die Bilanz besser aus. Bei einem 8051 wäre erst nach circa 31 Jahren Dauerbetrieb die maximale Zyklusanzahl überschritten. Allerdings muß man bei dieser Variante berücksichtigen, daß das FRAM dann selten in den Stand-by-Modus geht. In Low-Power-Lösungen wäre also mit einer erhöhten Stromaufnahme zu rechnen.

Ankopplung

Was bleibt, ist die Variante aus Bild 3. A0 - A7 werden mit einem externen 74LV573 aus den gemultiplexten Adressen beziehungsweise Daten gelatcht, die Schreib- Lesesteuerung des FRAM geschieht mit /RD und /WR. Den Chipselect erzeugt ein UND-Gatter (IC4a) aus /RD und /WR. Man kann natürlich statt des AT89LV51 ebenso-





Die 17te Internationale
Computer Show Taipei
COMPUTEX TAIPEI



3-7 Juni, 1997

Asiens größte 3C-Messe erwartet Sie. Überzeugen Sie sich auf der COMPUTEX TAIPEI '97, warum Taiwan eines der wichtigsten Zentren für IT-Technologie und Produktion geworden ist.

Taiwans Exportvolumen von Hauptplatten und Notebooks sowie 3C Produkten von Maus bis Multimedia wird 1996 25 Milliar-den US\$ betragen und Rang 3 weltweit bei der IT-Produktion.

Planen Sie eine Reise auf die Insel, Taiwan erwartet Sie warm und herzlich. Partnerschaft und Vertrauen garantieren eine erfolgreiche Zukunft, die Sie persönlich begründen können: vom 3.-7. Juni COMPUTEX TAIPEI '97 Taiwan.



Organisatoren:
China External Trade Development Council (CETRA)
5 Hsinyi Rd., Sec. 5, Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-725-1111, Fax: 886-2-725-1314
<http://www.computextaipei.org>



Taipei Computer Association (TCA)
<http://www.computex.com.tw>

Ort:
Taipei World Trade Center Exhibition Hall
Taipei Int'l Convention Center (TICC)



Sponsoren:
Taipei World Trade Center

Für mehr Information über Ausstellungen setzen Sie sich bitte mit CETRA oder seinem örtlichen Büro in Verbindung:
Taiwan Trade Service, Düsseldorf Tel: 49-211-78180, Fax: 49-211-781839
Welcome to visit Taiwan Pavilion Booth No: A28 B20 (East Hall 6)

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

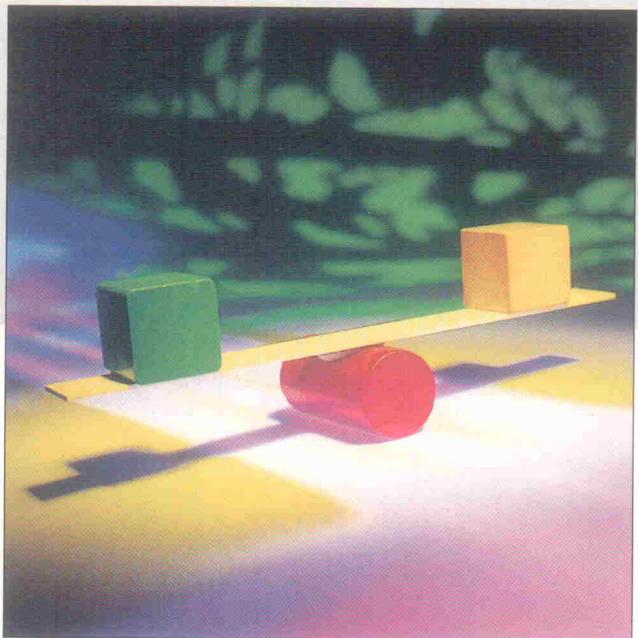
INFO FAX 49-(0) 21 31-34 99 11

CTX

PROLINK	JOYTECH	JOYTECH
FAX NO.: 886-2-2181065	FAX NO.: 886-2-2187268	FAX NO.: 886-2-2187268
http://www.prolink.com.tw	E-mail: joytech@tpsl1.seed.net.tw	E-mail: joytech@tpsl1.seed.net.tw
CHAINTECH	BEST UNION	BEST UNION
FAX NO.: 886-2-66694848	FAX NO.: 886-2-2304-7727	FAX NO.: 886-2-2304-7727
http://www.chaintech.com.tw	http://www.bestunion.com.hk	http://www.bestunion.com.tw
ASKEY	AOPEN	CIRRUS LOGIC
FAX NO.: 886-2-2187255	FAX NO.: 886-2-71979385	FAX NO.: 886-2-7184526
http://www.askey.com.tw	http://www.aopen.com.tw	http://www.cirrus.com.tw

Stabil oder nicht stabil

Teil 1: Stabilitätskriterien von OP-Schaltungen



Bodo Schakols

Eine Operationsverstärkerschaltung stellt ein dynamisches System mit meist negativer Rückkopplung dar. Wenn bei solchen Systemen trotz Gegenkopplung Instabilitäten auftreten und die Standardverfahren zur Stabilisierung versagen, ist guter Rat teuer.

Bodo Schakols ist seit 3 1/2 Jahren als Assistent des Fachbereichs Nachrichtentechnik an der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik, tätig. Seine Aufgaben umfassen den Aufbau und die Betreuung des Labors für Meßdatenerfassung, Halbleiterschaltungstechnik und computergestützten Schaltungsentwurf. Nebenberuflich ist er seit 2 Jahren als Lehrbeauftragter für die wissenschaftlich orientierte Fachausbildung der Deutschen Bahn AG tätig.

Alle Vorgänge in der Natur sind analoger Art und Schnittstellen zur Natur müssen folglich analoge Signale verarbeiten, deshalb kommen auch im Zeitalter der digitalen Signalverarbeitung Operationsverstärkerschaltungen zum Einsatz. Bei solchen dynamischen Systemen kann trotz Gegenkopplung Instabilität auftreten. Die angestrebte Funktion der Schaltung ist dann durch eine Neigung zum Schwingen gestört.

Wenn 'Standardlösungen' für eine Stabilitätsverbesserung versagen, müssen gezielte Maßnahmen zur Stabilisierung einer Applikation durchgeführt werden. Dazu ist eine Kenntnis der Methoden für die Beschreibung des Schaltungsverhaltens unabdingbar. Eine der wesentlichen ist die Darstellung im Frequenzbereich mit Hilfe des Bode-Diagramms [1].

Dieser Beitrag analysiert das Verhalten eines nichtinvertierenden Verstärkers mit einem Operationsverstärker (OP) bei kapazitiver Last sowie einer

parasitären Kapazität am Eingang und zeigt daran die Anwendung des Bode-Diagramms zur Stabilitätsbestimmung auf. Kapazitive Lasten sind dabei zum Beispiel durch längere Koaxkabel oder aber Eingangskapazitäten nachfolgender Verstärker gegeben, parasitäre Kapazitäten ergeben sich dagegen hauptsächlich durch die Eingangskapazität des OP und in geringerem Maße durch die Leiterbahnbeziehungswise Kabelführung. Im ersten Teil geht es um die Konstruktion des Bode-Diagramms für die Schleifen-Übertragungsfunktion, aus der eine Aussage über die Stabilität der Applikation gewonnen werden kann.

Stabil à la Bode

Eine nichtinvertierende Operationsverstärkerschaltung (Bild 1 oben) lässt sich in gleicher Weise auch als regelungstechnisches System beschreiben (Bild 1 unten). Die Übertragungsfunktion (ÜF) des Operationsverstärkers wird im weite-

ren Verlauf mit $A^*(j\omega)$, die des Rückkopplungsnetzwerks mit $\beta(j\omega)$ bezeichnet (siehe auch Kasten 'Übertragungsfunktion').

Der μ A741 ist ein Operationsverstärker mit intern kompensiertem Frequenzgang. Er gehört in die Sparte der OPs mit Spannungsrückkopplung (engl. Voltage Feedback Amplifier, VFA). Die offene ÜF eines μ A741 besitzt einen Pol, dessen Grenzfrequenz f_{g1} deutlich kleiner als die Transitfrequenz f_T ist. Diesen Pol bezeichnet man auch als dominanten Pol. Läßt man weitere, nicht dominante Pole außer acht, entspricht die Charakteristik der offenen ÜF dem Verhalten eines Tiefpasses 1. Ordnung.

Der zweite Pol besitzt eine Grenzfrequenz f_{g4} , die im Bereich der Transitfrequenz oder höher liegt. Er kann eine zusätzliche Phasenverschiebung von maximal -90° erzeugen. Bild 2 zeigt den Phasengang $\Delta(A^*(j\omega))$ der offenen ÜF des μ A741. (Der erste Pol hat bei der Frequenz von 50 Hz bereits zu einer Phasenverschiebung von -90° geführt.)

Liegt die Grenzfrequenz f_{g4} des zweiten Pols im Bereich der Transitfrequenz f_T , ist der Betrag der offenen ÜF bei $f_{g4} \approx f_T$ bereits auf ungefähr eins abgesunken. Die durch den zweiten Pol verursachte Phasenverschiebung ist aber gerade $\approx -45^\circ$. Somit bleibt bei totaler Rückkopplung ($R_1 = \infty$, $R_2 \neq \infty$, also $\beta = 1$) ein Phasenrand von $180^\circ - 90^\circ - 45^\circ = +45^\circ$.

Solange das Rückkopplungsnetzwerk eine reelle ÜF besitzt, ist eine Applikation mit

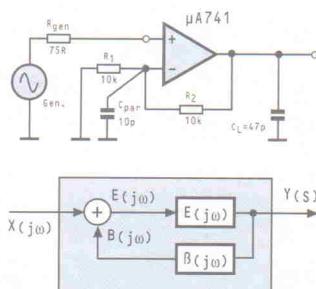


Bild 1. Typische nicht-invertierende OP-Schaltung mit kapazitiver Last, unten dieselbe Schaltung als Regelkreismodell.

$$A(j\omega) = \underbrace{\frac{A_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_{g1}}} \cdot \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_{g4}}} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \cdot \tau_2}}_{A^*(j\omega)} \quad (1)$$

$$\tau_2 = R_0 \cdot C_L$$

$$\beta(j\omega) = \frac{U_{R1}}{U_A} = k \cdot \frac{1}{1 + j\omega \cdot \tau_3} \quad (2)$$

$$k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\tau_3 = (R_1 \parallel R_2) \cdot C_{par}$$

$$L(j\omega) = \frac{B(j\omega)}{E(j\omega)} = A(j\omega) \cdot \beta(j\omega) \quad (3)$$

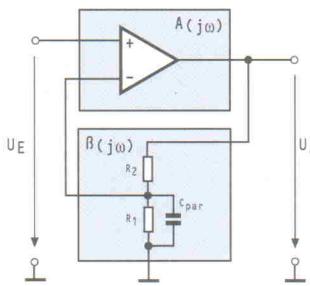


Bild 3.
Der nichtinvertierende
Verstärker
als Regelkreis.

solch einem gegengekoppelten OP immer stabil. Ein Rückkopplungsnetzwerk mit reeller ÜF verhindert die Entstehung weiterer Pole, die zu einer Verringerung des Phasenrandes führen.

Tritt eine kapazitive Last C_L am OP-Ausgang auf, entsteht ein zusätzlicher Pol (Tiefpaß 1. Ordnung). Dieser wird im folgenden der Operationsverstärker-ÜF zugeschrieben, da der OP-Ausgangswiderstand R_0 mit der Lastkapazität C_L einen Tiefpaß 1. Ordnung bildet

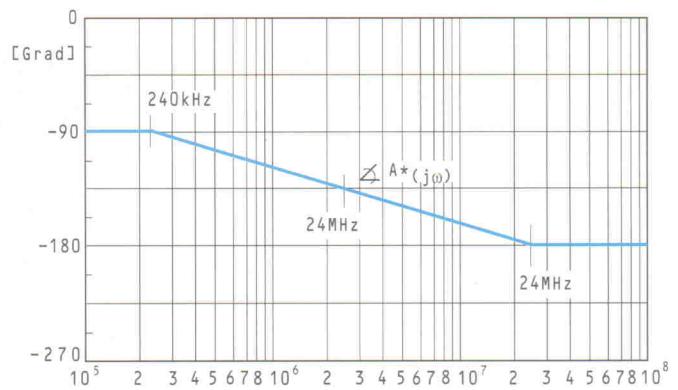


Bild 2. Phasengang $\angle(A^*(j\omega))$ der offenen Übertragungsfunktion beim $\mu A741$.

($R_0 \approx 50 \Omega$). Die ÜF $A(j\omega)$ dieses 'neuen OP' zeigt Gleichung 1 (siehe Formelkasten).

Auf die parasitäre Kapazität C_{par} zwischen dem inverterenden Eingang des Operationsverstärkers und Masse wird bei der Konstruktion des Bode-Diagramms näher eingegangen.

Bei einem vorausgesetzten Ausgangswiderstand von 50Ω ($\ll R_2 = 10 \text{ k}\Omega$) und einem OP-Eingangswiderstand von typisch $1 \text{ M}\Omega$ kann das Rückkopplungsnetzwerk mit der ÜF $\beta(j\omega)$ so betrachtet werden, als ob es von einem Generator mit einem Innenwiderstand von 0Ω gespeist wird und nicht be-

lastet ist. Die ÜF des Rückkopplungsnetzwerkes errechnet sich nach Gleichung 2.

Die Darstellung der Schaltung aus Bild 1 entsprechend Bild 3 verdeutlicht noch einmal die Parallelität zum Modell eines einschleifigen Regelkreises. Da sich die gegenseitige Beeinflussung der Teilschaltungen vernachlässigen lässt, ist die Schleifen-ÜF $L(j\omega)$ der Applikation durch das Produkt der beiden ÜF $A(j\omega)$ und $\beta(j\omega)$ gegeben (Gleichung 3).

Für die Applikation nach Bild 1 soll nun das Bode-Diagramm für den konkreten Fall konstruiert werden, daß $R_1 = \infty$ und $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ist.

Übertragungsfunktion

Bild 4 erläutert die unterschiedlichen Bezeichnungen wichtiger Übertragungsfunktionen $U_a(j\omega)/U_e(j\omega)$ in Abhängigkeit von den Abgriffspunkten von $U_e(j\omega)$ und $U_a(j\omega)$ an verschiedenen Stellen der Applikation.

Die englischen Bezeichnungen sind ebenfalls mit ange-

geben, wobei die Abkürzung TF für Transfer Function steht.

Die untenstehende Tabelle beschreibt die einzelnen Übertragungsfunktionen aus Bild 4 näher und veranschaulicht den Zusammenhang zwischen den Größen der Operationsverstärkerschaltung nach Bild 3 und

Nomen est omen

Eingangsspannung $U_e(j\omega) =$	Ausgangsspannung $U_a(j\omega) =$	Bedeutung
a) $E(j\omega)$	$Y(j\omega)$	ÜF des unbeschalteten OP
b) $Y(j\omega)$	$B(j\omega)$	ÜF des Rückkopplungsnetzwerkes
c) $E(j\omega)$	$B(j\omega)$	Produkt der ÜF aus a) und b)
d) $X(j\omega)$	$Y(j\omega)$	Resultierende ÜF des geschlossenen Systems

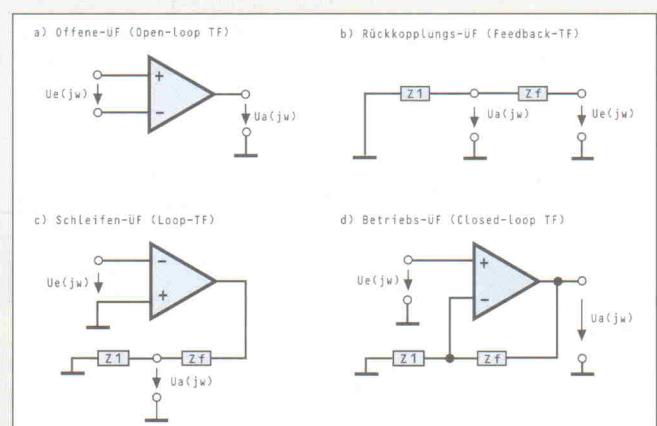


Bild 4. Regelungstechnische Bezeichnungen bezogen auf OP-Schaltungen.

den Größen des zugehörigen Regelkreismodells nach Bild 1 unten. In der Praxis besteht das Rückkopplungsnetzwerk meist aus einem reellen Spannungsteiler. Für die Beispiel-

schaltung nach Bild 1 gibt die resultierende Übertragungsfunktion des geschlossenen Systems den Frequenzgang des nichtinvertierenden Verstärkers an.

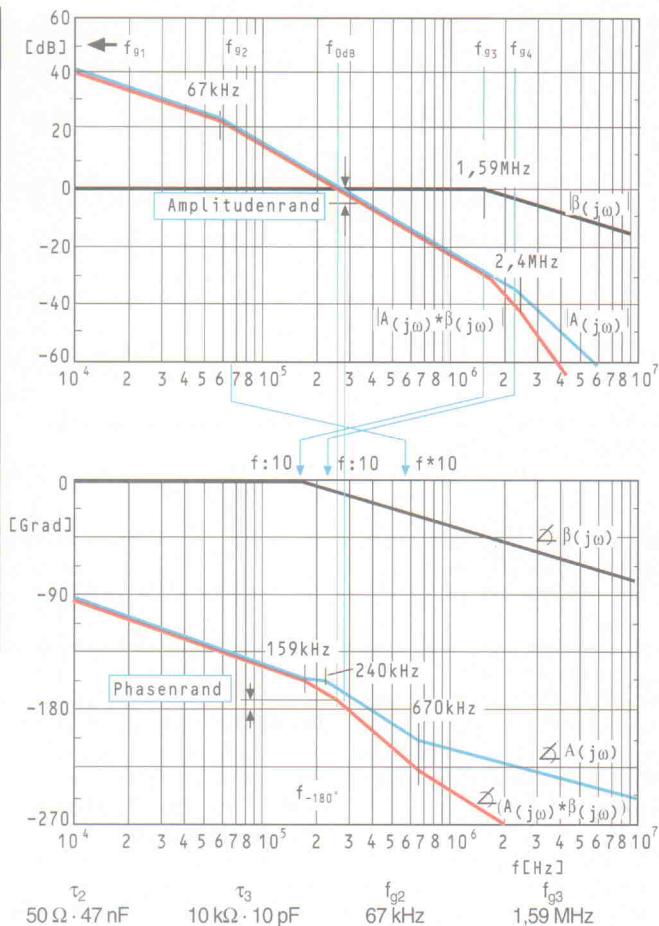


Bild 5. Konstruktion der Schleifen-Übertragungsfunktion bei $R_1 = \infty \Omega$ und $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.

der 0-dB-Achse ergibt sich bei $f_{0dB} \approx 270 \text{ kHz}$.

$\Delta(A(j\omega) \cdot \beta(j\omega))$: Die geometrische Addition der Phasengänge $\Delta A(j\omega)$ und $\Delta \beta(j\omega)$ ergibt den Phasengang der Schleifenverstärkung ($\Delta(A(j\omega) \beta(j\omega))$).

Die Pfeile zwischen den zwei Diagrammen in Bild 5 zeigen die Frequenzen der einzelnen Phasengänge, bei denen eine Änderung der Phasenverschiebung beginnt beziehungsweise endet. Bei der Frequenz $f_{0dB} \approx 270 \text{ kHz}$ ergibt sich ein Phasenrand von $\varphi \approx +5^\circ$. Demnach sollte die geschlossene Schleife gerade noch stabil sein. Eine Phasenverschiebung von -180° tritt bei der Frequenz $f_{-180^\circ} \approx 300 \text{ kHz}$ auf. Dies ist die Frequenz, mit welcher die geschlossene Schleife schwingen würde, wenn zudem ein positiver Amplitudenrand existierte.

Während bei der Berechnung von Übertragungsfunktionen im Komplexen üblicherweise die Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$ benutzt wird, erfolgt die Darstellung von Amplituden- und Phasengängen praxisgerecht über der Frequenz f . Bild 5 zeigt das entsprechende Bode-Diagramm zusammen mit den ermittelten charakteristischen Frequenzen.

Konstruktiv

Für die Konstruktion des Bode-Diagramms sind die nachfolgend beschriebenen Kriterien zu beachten.

$\beta(j\omega)$: für Frequenzen weit unter f_{g3} ist $|\beta(j\omega)| = 0 \text{ dB} = \text{const}$; das Rückkopplungsnetzwerk führt die Ausgangsspannung direkt auf den invertierenden Eingang zurück. Ab der Grenzfrequenz $f_{g3} = 1,59 \text{ MHz}$ wird der Amplitudengang durch eine Asymptote mit einer Steigung von -20 dB/Dekade (dB/Dek) angenähert.

$A(j\omega)$: Ab der oberen Grenzfrequenz des OP ($f_{g1} \approx 5 \text{ Hz}$) sinkt die Verstärkung um 20 dB/Dek . Oberhalb der Grenzfrequenz $f_{g2} = 67 \text{ kHz}$ nimmt die Verstärkung nochmals um 20 dB/Dek ab, insgesamt also um 40 dB/Dek . Ab der Grenzfrequenz $f_{g4} = 2,4 \text{ MHz}$ sinkt die Verstärkung um weitere 20 dB/Dek , entsprechend 60 dB/Dek für den Gesamtabfall. Diese Grenzfrequenz entsteht durch den zweiten Pol des OP, der wiederum wie ein Tiefpaß 1. Ordnung wirkt [2].

Die geometrische Addition der beiden Amplitudengänge ergibt den Amplitudengang der Schleifenverstärkung $|A(j\omega) \cdot \beta(j\omega)|$ (Betrag der Schleifen-ÜF). Der Schnittpunkt des Amplitudengangs der Schleifenverstärkung mit

Nun wird die Wirkung einer parasitären Kapazität, wie sie C_{par} darstellt, deutlich. Ohne sie verschwindet der Pol 1. Ordnung mit der Grenzfrequenz f_{g3} , gebildet aus $R_1 \parallel R_2$ und C_{par} ($C_{\text{par}} = 10 \text{ pF}$, $R_1 \parallel R_2 = 10 \text{ k}\Omega$). Hierdurch ergibt sich, dann ebenfalls bei einer Frequenz $f_{0dB} \approx 270 \text{ kHz}$ ein Phasenrand von $\varphi \approx +20^\circ$, der eine Verbesserung der Stabilität anzeigt (siehe Kurve $\Delta A(j\omega)$ in Bild 5).

Eine Operationsverstärkerschaltung, die bedingt durch eine kapazitive Last nur einen geringen Phasenrand aufweist, kann schnell durch eine solche parasitäre Kapazität instabil werden.

So geht's weiter

Aus dem Bode-Diagramm lässt sich neben der Stabilitätsbestimmung näherungsweise auch die Betriebsübertragungsfunktion $A_{\text{cl}}(j\omega)$ ermitteln. Der Folgeartikel befasst sich mit eben dieser Übertragungsfunktion. Außerdem erfolgt dort die Simulation der Schleifen-ÜF mit PSpice.

Literatur

- [1] Katsuhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, Prentice Hall
- [2] Philips Data Handbook, Linear Products 1989

BRENDES
8051
Profi-Emulator
Real-Time In-Circuit-Emulator "BICEPS51"
komplett mit BICEPS-Debugging-Software, 32k x 72 Bit Traceboard und POD nach Wahl
DM 3990,-
Service und Support direkt vom Hersteller:
BRENDES
Datentechnik GmbH
Lebacher Str. 12
38116 Braunschweig
Tel. 0531/506499 Fax 0531/506462

Universelle Programmer

SPRINT Plus 48

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

SYNONYM FÜR INNOVATION

25 Jahre

SE Spezial-Electronic KG

Beratung durch Herrn Bruns. Telefon 0130-7367

Unsere Fax Hot Line: 01908-711 46-53

Embedded Intelligence '97

Der Kongreß »Embedded Intelligence '97« zur Embedded Systems '97 findet vom 19. bis 21. Februar 1997 auf dem Messegelände in Stuttgart-Sindelfingen statt. Zielgruppe sind Entwickler, die sich mit den unten genannten Themen aus dem Sektor Embedded Control befassen und entsprechend fundierte Informationen benötigen.

Mittwoch, 19. Februar

Kurs 1: Mikrocontroller-Grundlagen

(Preis: 280,- DM incl. Mittagessen und Software)

09.00 Seminar für Einsteiger - am Beispiel des MC68HC11;
bis incl. Handouts, kompletter, von **Motorola** gestifteter
17.00 **Entwicklungsumgebung** (Editor, Assembler, Simulator,
Debugger) Prof. Matthias Sturm, HTWK Leipzig

Kurs 2: Aktuelle Controllerbausteine

(Preis: 160,- DM ohne Mittagessen)

09.00 Powermanagement für C16X, Siemens
09.30 8-Bit-Controller mit A/D-Wandler, National Semiconductor
10.30 Flash in 8-, 16- und 32-Bit-Controllern, Hitachi
11.00 HC12-Architektur, Tools, Roadmap, Motorola
11.45 DSP-Controller, Texas Instruments

Kurs 3: Hardware-Software-Integration

(Nur 99,- DM statt 160,- DM - sponsored by **Hewlett Packard**)

13.30 C++ für Echtzeitsysteme?, Colin Walls, MRI
14.40 Emulator für 68302, Hewlett Packard
15.30 Bridging von PCI zum PowerQUICC, Tundra Microsystems
16.40 Adaption komplexer Gehäuseformen, HP

Donnerstag, 20. Februar

Kurs 4: Internet erobert Embedded Systeme

(190,- DM ohne Mittagessen)

09.00 Internet-Fähigkeit von Embedded Systemen, WRS
09.45 Warten über die Homepage, 3SOFT
11.00 Bedienen und Beobachten mit Java, 3SOFT
11.45 Java - die Embedded Sprache, Uni Erlangen

Kurs 5: EMV von Mikrocontrollern

(190,- DM ohne Mittagessen)

14.00 EMV-Probleme und Lösungsansätze für die
bis Entwicklungspraxis, Prof. Christian Dirks
17.30 (spezielles Handout)

Kurs 6: Embedded-PC und X86-Lösungen

(190,- DM ohne Mittagessen)

09.00 386EX and 486 based Embedded PCs, RadiSys
09.30 Steckbare PC-Module, Epson
10.30 PC löst Steuerung ab, Syslogic Datentechnik

Kopieren, ausfüllen, faxen!!!

Fax 089/4613-139

Anmeldung zur »Embedded Intelligence '97«

- Ich möchte den Kongreß besuchen und folgende Kurse buchen: ➡ ➡ ➡
 Ich möchte nur die Messe besuchen, bitte reservieren Sie mir eine kostenlose Eintrittskarte.
 (Die Karte wird am Messeeingang in Sindelfingen hinterlegt!)

Kurs 1, 280,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 7, 160,-	<input type="checkbox"/>
Kurs 2, 160,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 8, 160,-	<input type="checkbox"/>
Kurs 3, 99,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 9, 160,-	<input type="checkbox"/>
Kurs 4, 190,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 8+9 280,-	<input type="checkbox"/>
Kurs 5, 190,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 10, 190,-	<input type="checkbox"/>
Kurs 6, 190,-	<input type="checkbox"/>	Kurs 11, 99,-	<input type="checkbox"/>

Name, Vorname

Abteilung

Firma

Straße

PLZ/Ort

Tel.

FAX

Branche

Position im Unternehmen

Bitte vollständig ausfüllen!

Datum und Unterschrift

Die Preise für den Kongreß verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer. In diesem Betrag enthalten sind ein Forumsband, freier Messeeingang und Kaffee (Studenten erhalten 50% Rabatt, Immatrikulationsbescheinigung bitte beilegen). Die Rechnungsstellung erfolgt mit der Anmeldebestätigung. Bei Stornierung der Anmeldung bis 10 Tage vor Veranstaltungsbeginn erheben wir eine Bearbeitungsgebühr von 100,- Mark (zzgl. MwSt.). Bei späterer Absage wird die gesamte Tagungsgebühr fällig.

Faxen Sie diese Anmeldung bitte an Design & Elektronik, Frau Buchner/Frau Steiner Fax 089/4613-139 oder senden Sie sie an: Design & Elektronik, Hans-Pinsel-Str. 2, 85540 Haar, für Fragen stehen wir unter Tel. 089/4613-629 gerne zur Verfügung.

Signal Processing

Digitale Signalverarbeitung, Teil 15: Fast Fourier Transformation

im weiteren Verlauf erreicht wird. Der LUA-Befehl ähnelt dabei dem MOVE-Befehl; der linke Ausdruck wird dem Adreß- beziehungsweise Offset-Register auf der rechten Seite zugewiesen.

Am Anfang jeder Gruppe wird R6 auf die Startadresse der Koeffiziententabelle zurückgesetzt. Der Offset zwischen den benötigten Koeffizienten ist in der ersten Stufe N/2 und halbiert sich in jeder weiteren Stufe. Mit Kenntnis der Funktion aller Adreßregister ist es nun möglich, die Berechnung des Butterflies anhand der Kommentare im Listing nachzuvollziehen. Über die Adreßregister werden die benötigten Daten in die ALU-Register geladen, dort arithmetisch verknüpft und anschließend mit Hilfe der Adreßregister wieder zurückgeschrieben.

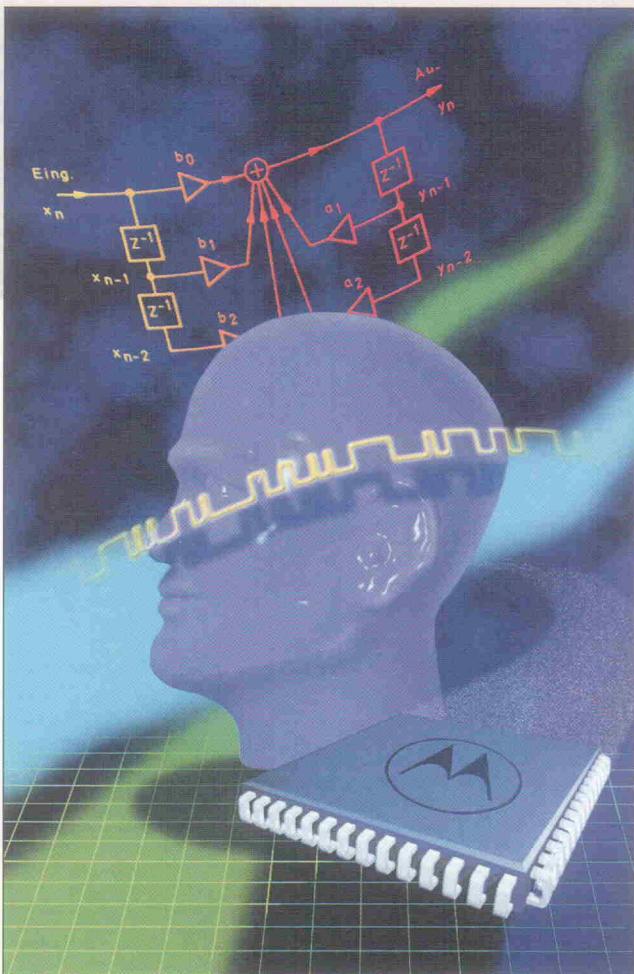
Besondere Unterstützung durch den Befehlssatz des DSP erfährt der Butterfly durch den SUBL-Befehl. Er entspricht dem bekannten SUB-Befehl zur Subtraktion, mit dem Unterschied, daß vor der eigentlichen Operation die Bits des Zielregisters um eins nach links verschoben werden, was einer Verdoppelung entspricht. Da zur Berechnung eines Butterflies sechs Additionen/Subtraktionen benötigt werden und der DSP56002 pro Befehl immer nur eine dieser Operationen durchführen kann, ist der Programmcode zur Berechnung eines Butterflies nicht mehr weiter optimierbar. Lediglich für die ersten zwei FFT-Stufen kann man die Butterflies zu Lasten eines längeren Programmcodes weiter vereinfachen, da die Imaginärteile der Eingangsdaten stets Null sind. Außerdem werden in der ersten Stufe prinzipiell nur Additionen und Subtraktionen benötigt, so daß hier auf Multiplikationen verzichtet werden kann.

Dynamikspiele

Ein Problem bei der praktischen Implementierung der FFT besteht in der Kontrolle des Dynamikbereichs. Dazu gibt es prinzipiell drei verschiedene Methoden, die unterschiedlich gut und aufwendig sind. Die einfachste und im Listing gezeigte Möglichkeit besteht darin, die Eingangsdaten vor der Berechnung der FFT geeignet zu skalieren, was

Dipl.-Ing. Holger Strauss

Mit diesem Teil zum Thema FFT (Fast Fourier Transformation) schließt die DSP-Serie ab; der letzte Beitrag zeigte die Grundlagen des Verfahrens und wie man von der DFT zur FFT gelangt. Zuletzt wurde die Implementierung des FFT-Algorithmus in das EVM besprochen.



Zum Verständnis wichtig sind noch die Bedeutungen und Veränderungen der Adreßregister; diese sollen nun nacheinander untersucht werden. Hierfür ist es empfehlenswert, jeweils das Listing und das Blockdiagramm aus Bild 6 im letzten Heft genau zu vergleichen. R0 dient jeweils als Zeiger auf den 'oberen' Eingang eines Butterflies im Speicher. Zu Beginn jeder Stufe wird R0 daher wieder auf den Speicheranfang gesetzt. Innerhalb jeder Gruppe wird R0 von einem Butterfly zum nächsten um jeweils 1 inkrementiert und am Ende jeder Gruppe nochmals um N0, um zum Anfang der nächsten Gruppe zu gelangen.

lua (r0)+n0,r1

zu Beginn jeder Stufe und zum anderen durch synchrone Veränderung der beiden Register

jedoch bei langen FFTs zu Lasten der Genauigkeit geht. Eine weitere Lösung besteht darin, die Daten während der FFT zu skalieren, indem die Daten bei jeder zweiten Stufe zusätzlich durch zwei geteilt werden.

Dies kann der DSP56002 sogar automatisch beim Zurückschreiben durchführen, indem zuvor die Scaling-Mode-Bits S1:S0 im Status-Register auf 0:1 gesetzt werden (ori #4, mr). Die komplizierteste, aber auch beste Methode zur Skalierung besteht schließlich darin, bei jedem Durchgang erneut zu entscheiden, ob eine Skalierung notwendig ist und diese nur in diesen Fällen durchzuführen. In diesem Fall muß man natürlich mitzählen (z. B. in einem Adreßregister), wie oft die Daten insgesamt bei der FFT skaliert wurden. Diese Technik wird oft als *Block-Floating-Point* bezeichnet, da durch die Skalierung ein Exponent für den kompletten Datenblock mitberechnet wird. Die Abfrage auf Notwendigkeit der Skalierung ist dabei gar nicht so aufwendig, denn der DSP greift dem Programmierer mit einem weiteren Feature, dem *Scaling Bit* im Status Register, unter die Arme. Dieses Bit wird nämlich automatisch immer dann gesetzt, wenn bei der nächsten Stufe der FFT ohne Skalierung ein Überlauf auftreten könnte. In diesen Fällen kann man dann eine geeignete Skalierung mit Hilfe der Scaling-Mode-Bits durchführen. Das Scaling Bit muß dabei explizit durch einen Befehl gelöscht werden (z. B. mit andi #7f, ccr), da es ansonsten immer im gesetzten Zustand verweilt. Die bedingte Skalierung kann zu Beginn von jedem FFT-Pass mit folgender Sequenz geschehen:

```
jclr #7,sr,kein_scale
andi #7f,ccr
ori #4,mr
move (r3)+ ; zählen
kein_scale
```

Nach Beendigung der FFT-Stufe muß die automatische Skalierung beispielsweise mit 'andi #\$fb, mr' wieder ausgeschaltet werden.

Logarithmieren ...

Der Ausgabeteil besteht im wesentlichen aus der Bildung des Betragsquadrates der FFT und anschließender Logarithmierung. Die Logarithmus-

Operation wird vom DSP nicht direkt unterstützt, denn dieser beherrscht bekanntermaßen nur die Grundoperationen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. Um andere Funktionen zu berechnen, muß man diese entweder aus den Grundfunktionen zusammensetzen oder Tabellen – eventuell mit Interpolation – benutzen. Letzteres wurde bereits bei der Synthese einer Sinusfunktion gezeigt, weshalb hier die erstgenannte Lösungsmöglichkeit aufgezeigt werden soll.

Welcher Methode in der Praxis der Vorzug gegeben wird, muß jeweils in jedem konkreten Fall speziell untersucht werden. Die Tabellenmethode benötigt in der Regel relativ viel Speicher, während zur Berechnung mit Hilfe von Grundoperationen mehr Rechenzeit erforderlich ist.

Zur Rückführung einer Funktion auf die Grundoperationen muß man diese in eine sogenannte *Reihe* entwickeln. Entsprechende Formeln hierzu findet man in Mathematikbüchern (z. B. [4]) unter dem Stichwort *Taylorsche Reihe* oder *Mac Laurinsche Reihe*. Die Reihenentwicklungen für alle gebräuchlichen Funktionen kann man am einfachsten fertigen Tabellen entnehmen. So findet man zum natürlichen Logarithmus.

$$\ln(1-x) = -\sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^k}{k} \quad (7)$$

$$= -x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{4}x^4 - \dots$$

Allerdings gilt diese Formel nur für $-1 \leq x < 1$. Für $x > 1$ ist der Logarithmus nicht definiert, und für $x < -1$ werden die Terme der Reihe mit wachsender Potenz immer größer – die Reihe *divergiert*. Die Einschränkungen sind jedoch nicht von Bedeutung, da der Wertebereich der Festkommazahlen im DSP56002 sowieso auf obigen Bereich beschränkt ist.

Aus der Formel für $\ln(1-x)$ läßt sich die Formel für $\ln(x)$ einfach ableiten (Formel 8, unten).

Hier gilt die Einschränkung $0 < x \leq 2$. Da die Reihe unendlich lang ist, müßte zur exakten Berechnung unendlich viel Rechenzeit zur Verfügung stehen. In der Praxis muß man daher die Berechnung nach einer bestimmten Anzahl von Termen abbrechen, wodurch zwangsläufig ein Fehler entsteht. Die Terme werden mit steigender Potenz vom Betrag immer kleiner, so daß der Fehler immer kleiner wird, je mehr Terme berechnet werden. Für besonders kleine Argumente des Logarithmus konvergiert die Reihe jedoch nur sehr langsam, der Betrag der einzelnen Terme nimmt also mit steigendem Exponenten nur sehr langsam ab, so daß zur Berechnung relativ viel Rechenzeit benötigt würde, um eine ausreichende Genauigkeit zu erreichen. Dies kann mit einem kleinen Trick verhindert werden, denn das Argument des Logarithmus läßt sich vor der Berechnung normieren. Mit den bekannten Logarithmengesetzen gilt nämlich

$$\begin{aligned} \ln(x) &= \ln\left(x \frac{2^n}{2^n}\right) \\ &= \ln(x \cdot 2^n) - \ln(2^n) \\ &= \ln(x \cdot 2^n) - n \ln(2) \quad (9) \end{aligned}$$

Die Formel sagt aus, daß man das Argument des Logarithmus mit einer beliebigen Potenz n von 2 multiplizieren kann, wenn man vom Ergebnis n mal $\ln(2)$ subtrahiert. Hierdurch ist es möglich, das Argument des Logarithmus auf

das Intervall zwischen 0,5 und 1 zu normieren, in dem die Reihe schnell konvergiert. Der Befehlssatz des DSP56002 unterstützt diese Normierung durch den NORM-Befehl und das *Unnormalized Bit* U im Statusregister. In Abhängigkeit von der letzten arithmetischen Operation wird das U-Bit immer dann gesetzt, wenn das Resultat der Operation nicht normalisiert ist, eben nicht im

$$\begin{aligned} \ln(x) &= \ln(1-(1-x)) \quad (8) \\ &= -\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(1-x)^k}{k} \\ &= -(1-x) - \frac{1}{2}(1-x)^2 - \frac{1}{3}(1-x)^3 - \frac{1}{4}(1-x)^4 - \dots \end{aligned}$$

Intervall von 0,5 bis 1 liegt. Der NORM-Befehl verlangt als Argumente ein Adreßregister und einen der Akkumulatoren A oder B. Wenn der Extensionsteil A2 oder B2 des Akkumulators benutzt ist, das heißt, wenn im Akkumulator ein Wert steht, dessen Betrag größer als 1 ist, dann wird ein ASR-Befehl ausgeführt, der den Inhalt des Akkumulators durch 2 teilt. Weiterhin wird der Inhalt des gegebenen Adreßregisters um 1 erhöht. Ist das Unnormalized Bit gesetzt und der Akkuinhalt nicht 0, wird ansonsten ein ASL-Befehl ausgeführt, der den Inhalt des Akkumulators mit 2 multipliziert, und der Inhalt des gegebenen Adreßregisters wird um 1 reduziert.

Trifft keiner der beiden Fälle zu, dann wirkt der NORM-Befehl als NOP, es wird keine Operation ausgeführt. Da immer nur um ein Bit verschoben wird, sind im Extremfall bis zu 47 Aufrufe des NORM-Befehls notwendig, um einen 56 Bit breiten Akkuinhalt sicher zu normieren. Die eigentliche Berechnung der \ln -Reihe ist mit dem bekannten MAC-Befehl möglich, wobei die Koeffizienten der Reihe über ein Adreßregister aus einer Tabelle gelesen werden. Das Ergebnis wird abschließend bezüglich der Normierung korrigiert, indem entsprechend oft $\ln(2)$ subtrahiert wird. Abschließend sei bemerkt, daß die hier gezeigte Implementierung des Logarithmus für diese Anwendung genauer ist, als eigentlich notwendig. Wenn man auf Genauigkeit verzichten kann, so lassen sich noch einige Teile der Berechnung optimieren.

Mit der vorliegenden Folge ist das Ende der *ELRAD-Signal-Processing*-Reihe erreicht. Redaktion und Autor hoffen, daß diese Serie vielen Lesern beim Einstieg in die Materie geholfen hat und daß auch Leser mit vorhandenen Grundkenntnissen dieser Serie interessante Aspekte abgewinnen konnten. Die Möglichkeiten der digitalen Signalverarbeitung sind mit den hier gezeigten Grundlagen noch bei weitem nicht erschöpft, und viele Algorithmen warten nur darauf, entdeckt und/oder implementiert zu werden. Versuchen Sie doch einmal, einen einfachen Synthesizer auf dem EVM56002 zu programmieren!

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 1/97.

Analogtechnik

**Schaltungen verstehen,
dimensionieren, selbst entwickeln**

Teil 10: Transistorkennlinien

Dr. Stephan Weber

Um festzustellen, welcher Transistor für welche Zwecke am besten geeignet ist, muß man die jeweiligen Datenblätter studieren. Welche Kennlinien besonders wichtig sind und wie mit wenig Aufwand praktisch alle Transistoren einheitlich zu berechnen sind, davon handelt diese Folge.

Das besondere an einem Transistor ist in fast allen Einsatzgebieten seine Verstärkung. Je nach Einsatzart ist es möglich, eine Stromverstärkung V_i oder eine Spannungsverstärkung V_u oder beides zu erzielen. Um die Leistungsverstärkung $V_p = V_i \cdot V_u$ zu ermitteln, müssen sowohl die Transistorgrößen als auch die Spannungen betrachtet werden. Alle folgenden Ausführungen gelten für einen Betrieb außerhalb der Sättigung und mit der Basis als Eingang sowie dem Kollektor als Ausgang.

Eine wichtige Beziehung, die Stromverstärkung $B = I_C/I_B$ mit $B \approx 50 \dots 500$ (im optimalen Arbeitspunkt), ist bereits bekannt. Diese Beziehung ist dann am aussagekräftigsten, wenn man als Eingangsgröße einen Strom zur Verfügung hat und den Ausgangstrom weiterverarbeitet. Doch bei realen Systemen werden eher Spannungen betrachtet, so daß man eine zweite, ebenfalls sehr

grundlegende Beziehung kennen muß – nämlich die Steilheit S eines Transistors.

Transistorsteilheit :

$$S = dI_C/dU_{BE} \mid U_{CE}=\text{const} = I_C/U_T$$

mit

$$q = \text{Elementarladung} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$T = \text{absolute Temperatur}$

$$k = \text{Boltzmannkonstante} = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}$$

Der erste Teil der Gleichung gibt lediglich die allgemeingültige Definition wieder, während der Term I_C/U_T gleich die Berechnung liefert. Dabei ist $U_T = kT/q$ die sogenannte Temperaturspannung, welche bei Zimmertemperatur etwa 26 mV beträgt. Aus der Physik kann man die Beziehung

Kollektorstrom :

$$I_C = I_S \cdot (e^{U_{BE}/U_T} - 1)$$

ableiten, wobei der sogenannte Sperrsättigungsstrom I_S typ. 1 fA...1 pA beträgt und mit der Temperatur stark ansteigt. Bild 1 zeigt, daß reale Transistoren diese Formel über einen sehr großen Bereich mit hoher Genauigkeit erfüllen. Bei heutzutage kaum noch verwendeten Germanium-Transistoren war I_S wesentlich höher, so daß man mit kleineren U_{BE} (typ. 0,2...0,4V) ausgekommen ist. Wird diese Formel nach U_{BE} differenziert, so erhält man die oben angegebene Gleichung für die Steilheit. Die Steilheit hängt dabei nur vom Kollektorstrom ab und wächst mit I_C linear an. Obwohl Transistoren sehr unterschiedlich aufgebaut sein können, spielen Exemplarstreuungen im Gegensatz zur Stromverstärkung B bei der Steilheit keine Rolle (wenigstens bei nicht zu hohen Strömen).

Stromverstärkung B (siehe Bild 5) unmittelbar den Eingangswiderstand r_{BE} zu berechnen.

$$r_{BE} = dU_{BE}/dI_B = B \cdot dU_{BE}/dI_C = B/S$$

Je höher also die Stromverstärkung, desto hochohmiger der Transistoreingang. Die konkreten Formeln für die Stromverstärkung B sehen in der Realität recht kompliziert aus, so daß man sagen kann, daß eigentlich die exponentielle Übertragungskennlinie (und damit die stromproportionale Steilheit) das Essentielle beim Bipolartransistor ist. Der Rest ist eigentlich schon 'Abfallprodukt'. Über den Ausgangswiderstand wurde aus dem selben Grund noch nichts gesagt, da man in vielen Fällen annehmen kann, daß der Transistorausgang (am Kollektor) eine Stromquelle darstellt. Erst bei genaueren Betrachtungen lohnt es sich, den Ausgangswiderstand $r_a = r_{CE}$ oder den Ausgangsleitwert $g_a = 1/r_a$ genauer zu berücksichtigen. Bild 2 zeigt, daß sich bei Änderungen von U_{CE} der Kollektorstrom I_C nur wenig ändert. Anders ausgedrückt: Erst bei sehr großen U_{CE} -Variationen tritt eine merkliche Änderung von I_C auf. Bei idealer Betrachtungsweise würden, wenn man alle Kennlinien nach hinten (in Richtung negativer Kollektorspannung) verlängerte, sich die Kennlinien in einem Punkt – der sogenannten Early-Spannung V_{AF} – schneiden.

Verschiedene Perspektiven

Sicher kann man auch andere Transistorgrößen betrachten, beispielsweise den Eingangswiderstand $r_{in} = r_{BE} = dU_{BE}/dI_B$, doch hier würden sich beim Bipolartransistor viel kompliziertere Formeln ergeben, und beim Feldeffekttransistor wären die Größen B und r_{in} wegen des praktisch ideal hochohmigen Eingangs sogar unsinnig! Ist die Steilheit S bekannt, so ist es möglich, über die differentielle

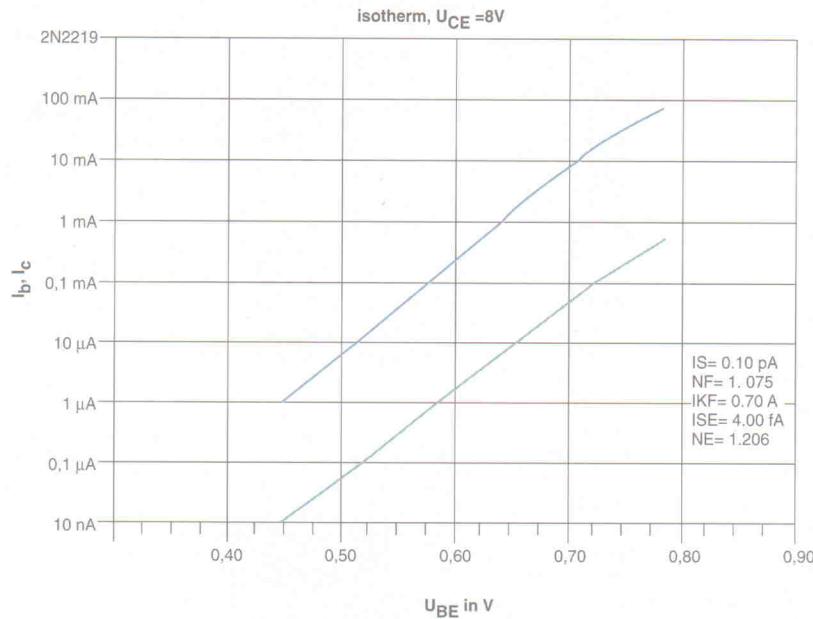
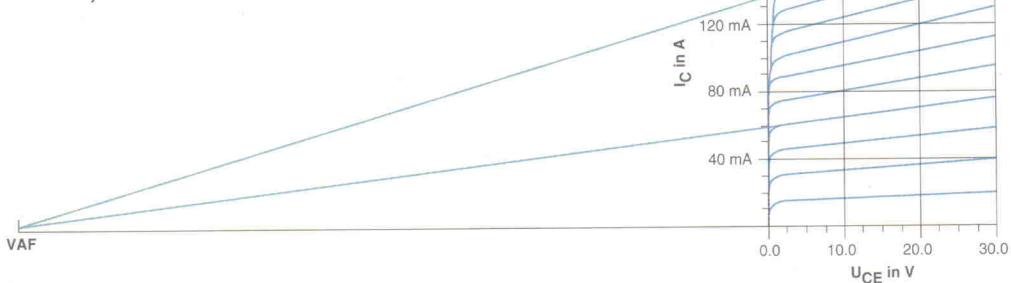


Bild 1.
Übertragungskennlinie eines Bipolartransistors. Man erkennt, daß die Näherung $U_{BE} \approx 0,5 \dots 0,7 \text{ V}$ zwar im mittleren Strombereich recht gut gilt, jedoch diese 'Schwellspannung' keinesfalls auch einen Kennlinienknick bedeutet.

Bild 2.
Ausgangskennlinien eines Bipolartransistors mit der Vorwärts-Early-Spannung V_{AF} (F für forward, engl. vorwärts).



Kombiniert man diese Aussage mit der exponentiellen Übertragungskennlinie und der Stromverstärkung, so lassen sich zwei Formeln angeben, mit denen das

Gleichstromverhalten aller Bipolartransistoren ziemlich genau (außerhalb der Sättigung und bei nicht extrem hohen Strömen) beschreibbar ist:

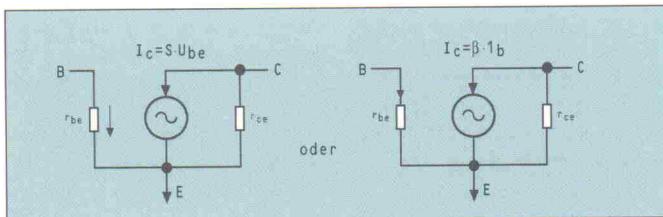


Bild 4. Ersatzschaltbild eines Bipolartransistors bei tiefen Frequenzen.

$$I_C = I_S \cdot (1 + U_{CE}/V_{AF}) \cdot (e^{U_{BE}/U_T} - 1)$$

$$\text{und } I_B = I_C/B$$

Um einen speziellen Transistor für Gleichspannungen individuell zu charakterisieren, muß also lediglich seine Stromverstärkung B (20...600), seine Earlyspannung V_{AF} (10...300V) und sein Sperrsättigungsstrom I_S (0,1 fA...1 pA bei integrierten Transistoren auch kleiner) bekannt sein. Wenn man nur in einem Arbeitspunkt die Eigenschaften kennen möchte, werden die Gleichungen noch einfacher:

$$I_C = I_S \cdot (1 + U_{CE}/V_{AF}) \cdot e^{U_{BE}/U_T} - 1$$

oder

$$I_C = B \cdot I_B + g_{CE} \cdot U_{CE}$$

mit $g_{CE} = dI_C/dU_{CE} = I_C/V_{AF}$ und $I_B = I_C/B$

mit der Kleinsignalstromverstärkung $\beta \approx B$, der Steilheit S und dem Ausgangsleitwert g_{CE} .

Ersatzteile

Die Formeln lassen sich übersichtlich in einem sogenannten Ersatzbild darstellen. Aus dem realen

WAS MAN SO BRAUCHT...

... BEKOMMEN SIE BEI UNS. DIE EVERGREENS.

HELLAS

Unser Kontaktbelichtungsgerät arbeitet doppelseitig mit einer Belichtungsfläche von 570x300 mm. Dazu gehören natürlich Vakuumrahmen und Pumpe. Eine strukturierte Polyesterfolie ermöglicht blasenfreien Kontakt auf der ganzen Fläche. Ein digitaler Timer und eine integrierte Lichtemissionsanzeige sind genauso selbstverständlich wie 1 Jahr Garantie.



SPLASH

Bei unserer neuen doppelseitigen Laborätzmaschine haben wir ein innovatives Konzept verwirklicht. Sie ätzt im Sprühverfahren und ermöglicht ein sauberes und spülwasserarmes Arbeiten. Robuste Bauweise und Bedienungskomfort lassen dabei keine Wünsche offen. Thermostatische Heizungsregelung, Überhitzungsschutz und elektronischer Timer lassen jedes „Aquarium“ alt aussehen.



NE-CUT

So heißt die stabile Plattschere, die Leiterplatten, Aluminium, Stahl, Nylon-Klisches und Vorlagenmaterial schneidet. Und das bei einer Zuschnittoleranz von nur 0,1 mm! Die hohe Qualität des Messers erlaubt je nach Schnittgut 20.000 bis 50.000 Schnitte. Von diesem Gerät können sich andere Plattscheren eine Scheibe abschneiden.



FAVORIT

Die Durchkontaktierungs presse Favorit ist für das mechanische Bearbeiten von Leiterplatten in Kleinserien optimal. Kein aufwendiges Arbeiten mit Chemikalien. Einwandfreie, gegen Biegemomente unempfindliche Verbindungen ohne Löten. Kontaktieren Sie uns!



DAS ORIGINAL

Unser fotobeschichtetes Basismaterial gibt es, seit wir es erfunden haben. Wir wissen, worauf es ankommt: konstante Qualität und Sicherheit in der Verarbeitung. Gleichmäßiger und staubfreier Lackauftrag. Saubere Schnittkannten. Großer Belichtungsspielraum. Hohe Entwicklerbeständigkeit. Lagerfähigkeit mind. 1 Jahr.



BUNGARD
BEZ

Bungard Elektronik Rilke Straße 1 · 51570 Windeck

Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax (0 22 92) 61 75

Ihr Weg zur Leiterplatte...

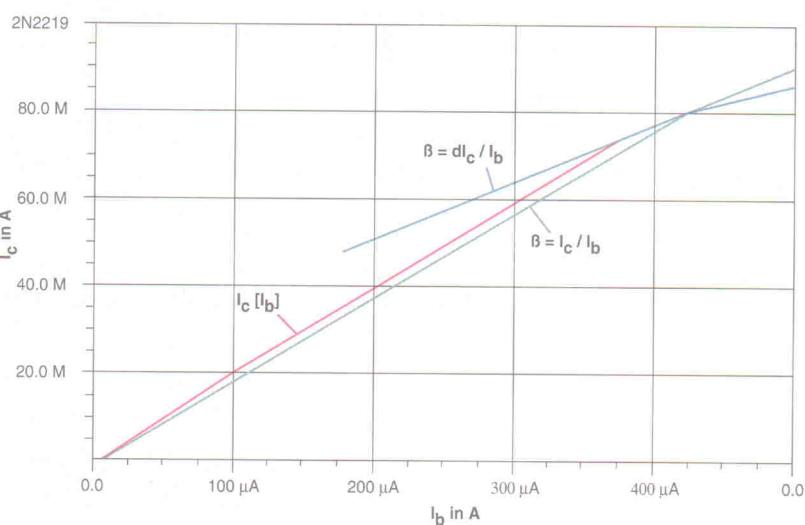
Schaltbild mit dem Transistorssymbol muß man lediglich den Transistor herausschneiden und statt dessen zu Berechnungszwecken sein Ersatzschaltbild einsetzen.

Spiel mit Grenzen

Wie bereits eingangs erwähnt, gelten die genannten Beziehungen nur für den mittleren Strombereich und außerhalb der Sättigung. Außerdem bleiben damit spezielle Betriebspunkte bei extrem kleinen Strömen (unter 1 nA...1 µA je nach Transistorgröße), solche bei hohen Spannungen ($>U_{CEmax} = 5\text{ V}...1\text{ kV}$ je nach Typ) und die Sättigung (U_{CE} kleiner etwa 200 mV...500 mV je nach Kollektorstrom).

Natürlich möchte man für einen Transistor nicht für U_{BE} und U_{CE} getrennte Spannungsquellen zur Verfügung stellen. Einfacher ist es natürlich mit einer einzigen. Bild 3 zeigt die einfachste Möglichkeit, für einen Transistor bei gegebener

Bild 5.
Strom-
übertragungs-
kennlinie eines
Bipolar-
transistors.



Betriebsspannung einen Arbeitspunkt einzustellen.

Wegen der Exemplarstreuungen und Temperaturschwankungen ist diese Methode nur in unkritischen Fällen brauchbar. Bei einem Exemplar mit hoher Stromverstärkung B fließt bei gleichem Basisstrom ein

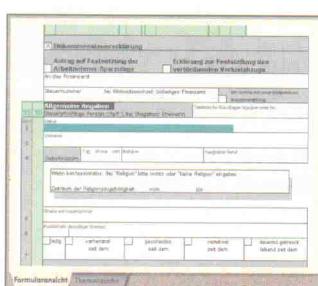
höherer Kollektorstrom, so daß hier leicht Abweichungen von 30 % und mehr auftreten können. Kompliziertere Arbeitspunktschaltungen arbeiten wesentlich unabhängiger von Exemplarstreuungen, Versorgungsspannungs- und Temperaturschwankungen und werden in einer späteren Folge erläutert.

Für diese Folge befindet sich in der *ELRAD*-Mailbox ein Windows-Programm MBJT für die Modellierung von Bipolartransistoren. Es extrahiert anhand von wenigen Datenblattangaben einen Modellparametersatz mit I_S , B_F , V_{AF} mit dem man direkt in SPICE/PSpice simuieren kann.

roe

Das bringen

Änderungen vorbehalten



Elektronische Steuerberater: Mehr als nur Hilfe beim Ausfüllen der Formulare

Data Warehouses: Datenschätzte im Unternehmen entdecken und heben

PentiumPro-Boards: Die PC-Königsklasse auf dem Prüfstand

Professionelle Internet-Präsenz: Hilfe bei Provider-Wahl und Server-Aufbau

Network Computer: Kommen sie jetzt wirklich, die Netz-Computer?



Workgroup-Computing: Arbeitsgruppen besser ausgelastet

Kabelnetze: TV-Decoder mit Netzwerkanschluß

Corporate Network: Handys nutzen preiswerte Verbindungen

Leistungsmerkmale: Die Chancen der Intelligenten Netze

Switching: Schnelleres Netzwerk für eine Klinik



ActiveX: Einschätzung, Technologie, Zukunft dieser Microsoft-Technologie

Web-Publishing: Komplettangebote für Publishing und Präsentation im Internet

Jahr 2000: Naht die Software-Apokalypse?

Web-Server: kostenlose Beigabe für NT 4.0

Metamodellierung: Grenzen beim Einsatz von C++ und Java

Heft 2/97 am 23. Januar am Kiosk

Heft 3/97 am 13. Februar am Kiosk

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir unsere Einplatinencomputer mit
ware vorstellen. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80
68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen M
und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in der
gen.

Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor
erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlerkarten, Multif
optokoppler oder über Relais. Darüberhinaus auch Buserw
Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Kata

Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen in unserer Broschüre „Für PALs und GALs“ eine weite Auswahl
ingenieurwerkzeugen. Neben EPROM-Simulatoren und Logic-Analysatoren finden Sie eine weite Auswahl an Programmierern. Wir bieten Ihnen neben dem kleinen GAL-/EPROM-/MPU-Pro
grammierer GALEP III die bekannten und bewährten Universalprogrammierer ALL-07A und ALL-07A/PC, die mittlerweile an die 4000
verschiedene Bausteine programmieren.

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u
komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler).
Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version
2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

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

ICC11

Optimierender low-cost ANSI-C Compiler für HC11 incl. Pre
prozessor, Linker, Librarian, Headerfiles, Standardlibrary, Cross
sembler und Shell. Mit umfangreichen deutschen Handbuch
ICC11 ANSI-C Compiler für HC11 348,— DM

HC11-Welcome-Kit

Der einfache Einstieg in die Controllertechnik mit dem Motorola
68HC11. Enthält: IDE11-Entwicklungsumgebung, original Buch
Dr. Sturm, Mikrorechentechnik, Aufgaben 3 mit Simulator
TESTE68, original MOTOROLA Datenbuch HC11 Technical
Data, HC11-Entwicklungs-board zum Anschluß an PC incl.
Kabel und Anleitung.

HC11-Welcome Kit Komplett zum Einstieg 276,— DM

ZWERG 11

Unser allerkleinstes Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der
Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den
Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in
„Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgebung. ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab 1 St. 91,— DM

ZSLIC-11

41mm x 54mm kleines HC11E1-Modul mit 8K EEPROM reali
siert über XICOR SLIC-Baustein. Entwicklungspaket mit
ZSLIC11, IF232LC, Kabel, Handbücher und IDE11-Software
(Editor, Assembler, Download, Monitor).

ZSLIC11/ENT Entwicklungspaket ZSLIC11 429,— DM
ZSLIC11/FB ZSLIC11-Karte, mit Manual 215,— DM

Hip Hop HC11

Das von Oliver Thamm herausgegebene Praxisbuch zur
68HC11 Microcontrollerfamilie
HipHopHC11 Das Praxisbuch zum HC11 59,— DM

CONTROLBOY/2

Die etwas andere Art mit Controllertechnik umzugehen. Ideal
für Einsteiger: HC11-Karte mit 8KB EEPROM, Relais. Applikati
onserstellung erfolgt über Windows!

CONTR/2 Controlboy/2 HC11-Karte mit
8KB EEPROM mit der Entwicklungs
software unter Windows 299,— DM

Der Neuner! ST9 + BASIC

Jens Altenburg (bekannter HipHopHC11-Mitautor) stellte in
ELRAD 12/96 den „NEUNER“ vor, eine halbe Europa-Karte mit
ST9-Controller von STM und nützlichen BASIC im ROM. So
wurde der „NEUNER“ ein moderner Urenkel des bekannten
und weit verbreiteten BASIC-EMUF.

ST9BE/LP	Leerplatine	64,— DM
ST9BE/BASIC	ST9-Controller mit BASIC (im ROM)	169,— DM
ST9BE/FB	komplett aufgebaut, inkl. BASIC	359,— DM
ST9BE/Kit	ST9BE/FB, RTC + Batt., STM-Daten CD und Kabel	398,— DM
ST9BE/OPT	RTC + Batt.	35,— DM



DSP-Evaluation Kits

Der original MOTOROLA Evaluation-Kit für den MOTOROLA
DSP 56002, mit sämtlichen Unterlagen und Software.

56002-EVM Der Original MOTOROLA-Kit
56002-EVM 349,— DM

Ausbausätze aus ELRAD 6/96 und ELRAD 7/96

Turbo-Talk Leerplatine und GAL 39,— DM

Bausatz mit LP und GAL 55,— DM

Zeitspeicher Leerplatine (MultiL.) 49,— DM

Bausatz mit LP 94,— DM

Der EZ-Kit-Lite mit ADSP2181 original von ANALOG DEVICE
(AD). Wie besprochen in ELRAD 1/96, jedoch mit englischem
2181-User Manual zusätzlich. Der schnelle Einstieg in die DSPs
von AD. Neu: Das PC-Hostinterface, beschrieben in ELRAD
8/96 von Andreas R. Bayer, als Bausatz.

EZ-Kit-Lite Der einfache Einstieg in die ADSPs 189,— DM

EZ-Hostflash Die schnelle Verbindung zum
PC./Bausatz 139,— DM

C3x-DSK, der neue DSP-Kit von TEXAS INSTRUMENTS.
„DSP-Design ein Kinderspiel“ schreibt IT, „...ein Starterkit, das
preislich und hinsichtlich Performance Maßstäbe setzt“
schreibt Andreas R. Bayer. „...ein optimaler
Gegenwert für's Geld.“ Ausbaufähig mit der Baugruppe „Sig
nallager“, 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 Speichererweiterung, getestet, incl. RAM 149,— DM

Meßtechnik für PCs

ADIODA-12LAP

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr.
Eingangsverstärker), 1 Stück D/A-Eingang 12Bit, 24 Stück I/O
TTL und Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in
Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LAP 598,— DM

ADIODA-12LC

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr.
Eingangsverstärker), Beispield-SW in Basic, Pas
cal und C.

ADIODA-12LC 379,50 DM

ADIODA-12EXT

PC-Karte mit 32 A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr.
Eingangsverstärker), 4 Stück D/A Ausgänge, 24 Stück I/O TTL
und Timer. Incl. DC/DC Wandler. Deutsches Handbuch mit
Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12EXT 1127,— DM

... oder PCI-Bus!

PAD12LC

PC-Karte/PCI-Bus mit 16 Stück A/D-Eingängen 12Bit (bis
maximal 100KHz), incl. Treiber und Demos in C-Sourcecode.
PAD12LC 398,— DM

PDAC4

PC-Karte/PCI-Bus mit 4 Stück D/A-Eingängen 12Bit. Ausgänge
maximal +/- 10V, incl. Treiber und Demos in C-Sourcecode.
PDA4 598,— DM

PAD12DAC4

PC-Karte/PCI-Bus mit 16 Stück A/D-Eingängen 12Bit (max.
100KHz) und 4 Stück D/A-Ausgängen 12Bit, incl. SW.
PAD12DAC4 998,— DM

Weitere Infos zu diesen u. vielen anderen Karten finden Sie
in unseren Katalogen die wir Ihnen kostenlos zusenden.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold

Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

oder BERLIN 0 30/4 63 10 67

HAMBURG 0 40/38 61 01 00

FRANKFURT 0 61 96/4 59 50

STUTTGART 0 71 41/45 11 70

MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20

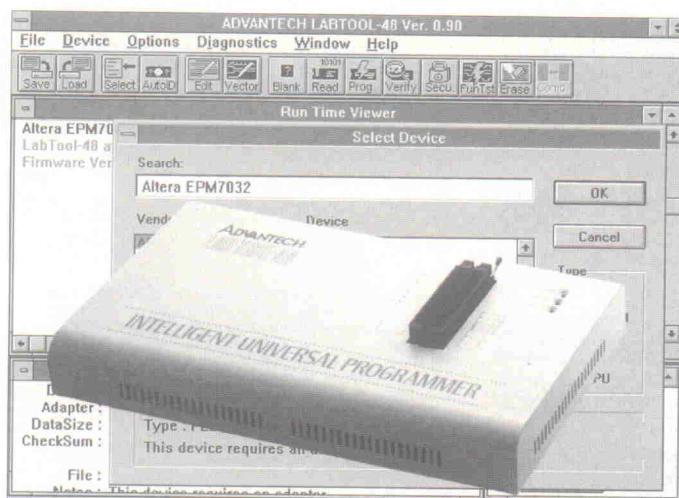
LEIPZIG 0 3 41/2 11 83 54

SCHWEIZ 0 62/7 71 69 44

ÖSTERREICH 0 22 36/4 31 79

NIEDERLANDE 0 30 68/8 38 39

oder
<http://members.aol.com/elmikro>



Die neue Klasse

Ein gebaute Intelligenz durch CPU, SRAM und FPGA-Schaltkreise für extrem hohe Programmier-Geschwindigkeit und Ausbeute.

Testet auf Kontakt, Position, Fehler und ID des Bauteiles vor jeder Aktion für effiziente Massenproduktion ohne Tastatureingabe.

LABTOOL-48



Programmiert alle Bauteile bis DIL48 ohne Adapter - garantiert! Multiple Device Support auf universellen SMT-Adaptoren. Mobil durch Anschluß an LPT-Port und integriertes Schaltnetzteil.

ELECTRONIC
ELS
D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • Service-BBS 991714-2

ADVANTECH

PC - Meßtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD12C 16 Kanal, 12 Bit A/D, <40µs, 8 TTL-I/O 269,-
HYPER I/O 16 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais 20 TT 1298,-
ADGVT12 16ch.12Bit AD, galv. getr. ±3.5/10V, 10µS 789,-
AD16Bit 8ch. 25µS, DA12Bit, 3 Timer, 20 TTL, 2 Relais 1998,-
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4µS 529,-
A/D-MESS 2.0 A/D-Messungen für Windows ab 230,-
24 TTL I/O Karte mit 1 PPI 8255 99,-
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/399,-
OPTO-3 Optokopplerkarte mit 16 IN, 16 OUT, IRQ 429,-
TIMER-1/2 9/16 Bit Timer, 8 TTL, IRQ, max. 4/8 MHz ab 298,-
UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2 ICA's 598,-
RS422/485 DUAL 2*RS422/RS485 jeweils galv. getr. 698,-
3*24Bit U/D-Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-
IEEE-488 Karte mit NEC 7210, mit DEVICE-Treiber 298,-
Watchdog 1/2/PCI für autom. PC-Reset, 1/2 Relais 99,-/230,-
Extender f. PCI Karten, Tauschen bei laufendem System 899,-

NEU:

Meßkarten für den PCI-BUS

○ Automatische I/O-Adressevergabe
○ Windows-NT-Treiber im Lieferumfang
PROTO-1/PCI Prototypenplatine mit Lochrasterfeld f. PCI 298,-
Relais1/PCI 8*Relais für den PCI-BUS 298,-
Relais2/PCI 16*Relais für den PCI-BUS 398,-
UNIREL/PCI 16*Relais, 8*Opto-IN, 24 TTL-I/O für PCI 449,-
OPTO16IN/PCI 16*OPTO-IN für den PCI-BUS 398,-
OPTOREL/PCI 16*Relais, 8*Opto-In für den PCI-BUS 498,-
Watchdog 1/2/PCI für autom. PC-Reset, 1/2 Relais 99,-/230,-
Extender f. PCI Karten, Tauschen bei laufendem System 899,-

Logikanalysatoren

LOG50 50MS/sec-32 Kanäle 698,-
LOG50/100 zusätzlich 100MS-16 Kanäle 898,-
LOG100 100MS/sec-32 Kanäle 1248,-
LOG100/200 zusätzlich 200MS-16 Kan. 1498,-
32 Kanäle 32KBit Tiefe * Windows-Software

DCF-77 Funkuhren für LPT/ISA/PCI
CLOCK-77/LPT, Atomzähler für den PC, DOS, Windows 99,-
CLOCK-77/ISA mit 8-Bit Einstekkarte, DOS, Windows 129,-
CLOCK-77/NLM für Novell 3.xx und 4.xx (ohne UHR) 198,-

QUANCOM
ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl
Tel.: 02232/9462-20 * Fax.: 9462-99
www.quancom.de * Mailbox: 9462-98

Warum immer
hinterherlaufen?

ELRAD gibts
auch im Abo.
Bequem und
preiswert.

Nutzen Sie
die Abo-
Bestellkarte
in der
Heftmitte.

ELRAD

Seminare

Fernstudium

Staatl.
geprüft

Computer-Techniker Fernseh-Techniker Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. Info-Mappe kostenlos.

FERN SCHULE WEBER

Abt. 504

D-26192 Großenkneten - PF 21 61

Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

Ihre Platinen in hoher Qualität? Kein Problem!

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...
+ 1000 DPI-Plotter oder Reprofil von uns
+ CNC bohren und fräsen
+ hohe Auflösung durch Sprühätzen
+ Röhrzimm

Layout Service Oldenburg

Kostenlose Preisliste anfordern

Layout Service Oldenburg Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145

IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

ALCRON®

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 100231 Telefon 05121/512017
D-31102 Hildesheim Telefax 05121/512019
Steuerwalder Straße 93 516686
D-31137 Hildesheim

TOP-SERIE



DT-60



DT-64



DT-68

- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platinen- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikel
- Kopfhörer/Ohrhörer
- Lade- u. Netzgeräte
- Meßgeräte (analog + digital)
- Einbaumeßinstrumente
- Gehäuse (Plastik + Metall)
- Kabel (Audio/Video/Netz-)
- TV/RF Antennen-Rotore
- Telefondosen, -Stecker, -Kabel

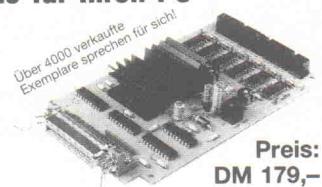
BITTE FORDERN SIE UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN KATALOG AN!
- NUR HÄNDLERANFRAGEN -

Schrittmotor-Steuerkarte für Ihren PC

Diese universelle Schrittmotor-Karte dient zur 3-Achsen-Steuerung von Schrittmotoren. Die Einstellmöglichkeit der Phasenströme und eine variable externe Stromversorgung der Endstufen garantieren eine einfache Adaption an viele Motortypen. Mit Hilfe der mitgelieferten Software ist der Anwender sehr schnell in der Lage, eigene Ideen umzusetzen (z. B. Positioniersysteme, Robot- oder Plottersteuerungen).

Technische Daten: Steuerkarte wird mit Standarddruckerkabel an der Centronicschnittstelle Ihres PCs angeschlossen. Bis zu 3 Referenzschalter können beim Booten des Systems abgefragt werden. Stromchoperendstufen für Voll- und Halbschritt-Betrieb. Der Phasenstrom ist von 100 bis 800 mA einstellbar. Geeignet für 2- und 4-Phasen-Schrittmotoren mit entsprechender Beschaltung. Versorgungsspannung: 15-28 V, max. 2,5 A.

Lieferumfang: Schrittmotor-Steuerkarte, Treibersoftware u. dt. Anleitung. Auf Kundenwünsche kann eingegangen werden. Weitere Schrittmotor-Steuerkarten auf Anfrage.



Preis:
DM 179,-

Gesellschaft für Electronic und Microprozessorsysteme mbH

Zur Drehscheibe 4, 92637 Weiden i. d. Opf.
Telefon 09 61/3 20 40, Fax 09 61/3 75 42



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 30 Tabellen für Atmel, Dallas, Intel, Philips, Siemens...
kostenloses Lieferprogramm anfordern bei
IÖHLTRONIK Dipl. Ing. Sven Pohl
Schlehenweg 6
31812 Bad Pyrmont
Fax 052 81 / 60 75 71

- * Schaltungsentwicklung
- * PCB - Entflechtung
- * Leiterplattenbestückung
- * Baugruppentest

Bures & Koch Gm
bh
Entwicklung elektronischer Systeme

Otto-Lilienthal-Str. 20 Tel: 05032/94536
31535 Neustadt a. Rbge. Fax: 05032/94537

Immer eine pfiffige Lösung!

Multi-I/O-Karten

CIO-DAS1600/12 nur: 1116,- DM*
16-Kanal, 160 kHz, 12 Bit-A/D, 4uS Burst Modus, prog.
Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 3 Zähler
CIO-DAS1600/16 nur: 1302,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 16 Bit-A/D, 10uS Burst Modus, prog.
Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 3 Zähler
CIO-DAS08 nur: 371,- DM*
8-Kanal, 12 Bit-A/D, max. 40 kHz, 3 Zähler, 31 DIO
CIO-DAS48 nur: 743,- DM*
48-Kanal, 12 Bit-A/D, 20 kHz, Spg. od. Strom-Eingänge
CIO-DDA06/16 nur: 1488,- DM*
6-Kanal, 16 Bit-D/A, uni-/bipolar, 24 DIO

PCMCIA



PCM-DAS16/330 nur: 870,- DM*
16-Kanal se. 330 kHz, 12 Bit-A/D, je 3 digt. Ein-/Ausgänge
PCM-DAS16 ab: 836,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 12 od. 16 Bit-A/D, je 3 digt. Ein-/Aus.

Signalkonditionierung

CIO-EXP-GP nur: 1116,- DM*
8-Kanal Erweiterungs-Multiplexer mit Signalaufbereitung
CIO-EXP-RTD16 nur: 1302,- DM*
16-Kanal Erweiterungs-Multiplexer mit RTD-Signalaufbereitung

Treiber für HP YEE, DASYLab, LabTech
Notebook, LabView, LabWindows CVI,
TestPoint u. v. m. lieferbar! *zzgl. ges. MwSt.



ADES analoge & digitale
elektronische Systeme
Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

Hardwareentwicklung

Softwareentwicklung

Serienfertigung

EMV-Prüfungen

Rufen Sie uns an:
Tel: 02174/64043, Fax: 02174/64045

ADES GmbH
Dahlenweg 12
D - 51399 Burscheid

PC • CAN • PC

Low-Cost PC-CAN

CAN-Protokoll nach 2.0A und 2.0B
(11- bzw. 29 Bit Identifier)
ab DM 324,-

Intelligente PC-CAN (ISA und SMP)

+
Treiber für BPW 7.0, VSC++,
Visual-Basic, C, Pascal,
LabView® und WinLab®

CAN-MONITOR / ANALYZER für WINDOWS

Sol-E

Sontheim Industrie Elektronik GmbH
Mittlere Eicher Straße 49 · 87435 Kempten Allgäu
Tel. (08 31) 1 82 30 · Fax (08 31) 2 29 21

VS Electronic Messe OHG Bunge & Kaiser

Am Floßhafen 1-3 * 63739 Aschaffenburg
Tel: 06021/3046-0 * Fax: 06021/3046-26

- Lötfreie Steckverbindungen mit und ohne Isolation
- Kabelbinder und Zubehör
- Schrumpfschlauch
- Lötstifte, Kontaktfedern, Aderendhülsen
- Kabel und Audio-/Video-Verbindungen
- Werkzeug
- Restposten (z.B. Motoren, Kabel, Relais, Bauteile, Trafos, Schalter, Steckernetzteile etc.)

IHR LIEFERANT FÜR ELEKTRONIK, ZUBEHÖR UND SONDERPOSTEN

Bitte fordern Sie unseren Katalog 96/97 und
unsere aktuelle Restpostenliste an!

Nur Händleranfragen mit Gewerbeanmeldung!

Einschalt-Stoßstrombegrenzer

Einfache Montage Wenig Platzbedarf

Kostengünstig Geringe Verluste

Zuverlässig

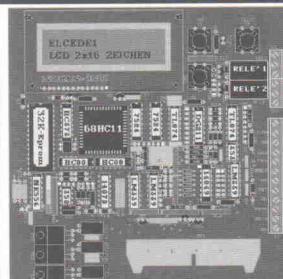
Neuen Prospekt anfordern!
In Schalt- netzteilen
Überlastschutz von Sicherungen
An niedrigen Lampen
Verbesserung von EMV
Vor Ringkern- transformatoren

Thomatronik

Brückenstraße 1 · 83022 Rosenheim

Telefon 08031/2175-0 · Fax - 2175-30

CONTROLLERKARTEN MIT 68HC11



- 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 Urt.St-Ident.-Nr. Rech. 30 Tage abz. Mwst.

Unser Fax: 0039/471/272010

Wir beraten Sie gerne, Infos kostenlos

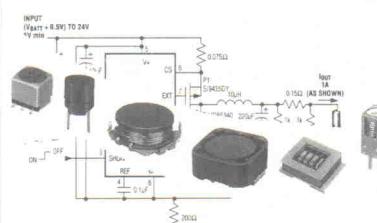
Aus unserem Lieferprogramm:

- Hardware auch kundenspezifisch
- Software-Projekte
- Entwicklungswerzeuge
- Komplettlösungen mit dem 68HC11

ORGLER Electronic

sumida Induktivitäten

für Stromversorgungen, DC-DC Converter, Störspannungsunterdrückung..... mit hoher Zuverlässigkeit, hoher Sättigung, hohem Wirkungsgrad und magnetischer Abschirmung. SMD und bedrahtet, in Standard-Ausführungen und kundenspezifisch. Neue Ausführungen mit direkter Verbindung Fertikern und Abschirmung.



Weitere Produkte:
Audio/Video Filter
AC/DC Line Filter
AM Keramik Filter
Helical Filter
Transformer
für DC-DC Converter
Inverter Transformer
IFT-/RF-/Molded-Coils

Elektronische Bauelemente GmbH+Co.
Eschenbrünnlestr.16 * D-71065 Sindelfingen * Telefon 07031/7970-0 * Fax 07031/797070

MECHATRONIC

The Total Development Solution

- SAB 80C166/167, ST10
- 8051, 251, XA51
- 196 Kx, Nx, CA, EA
- 68HC08/11/16
- 680x0, 683xx
- DSP56xxx
- R3000/R4000
- SMC88

Contact us now for your
free demo kit

Compiler ● Debugger ● Real Time Kernel ● Boards

TASKING
Quality Development Tools Worldwide

Internet: <http://www.tasking.com> ● CompuServe: GO TASKING

magnadata

NEU ... NEU ... NEU ... NEU ... NEU ... NEU

**AUTONOM GAL/PLD
KOPIER-
MODUL für S4**

- großes Bauteinspektrum 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 Adaptores gegen Aufpreis

Magnadata Elektronik GmbH
Hauptstraße 1 · D-61389 Schmitten
Tel. (06082) 742-1615, Fax (06082) 3448

GAL-Development System GDS 3.5

das komplette PLD-Entwicklungs paket

NEU!
Programmiergerät für GALs, PALCE, EPROMs, EEPROMs, FLASH EPROMs im Taschenformat.

mit GDS 3.5 nur 598,- DM

GAL-Entwicklungs paket GDS 3.5
für ALL-03, ALL-07, GALEP-II usw. 178,- DM

GAL-PALCE-Programmer GDS-Prog²
komplett anschlußfertig mit GDS 3.5 378,- DM

EP LC-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
Marthastr.8 24114 Kiel
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109
Internet: www.she.comcity.de



Unseren 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 GdbR 90403 Nürnberg
Fax (09 11) 58 13 41

BASISTA
CAD-Design · Leiterplatten · Prototyping

**Leiterplatten
Prototypen
in 1-3 AT ?
Serien
in 10 AT ?
Haben
Sie
Interesse ?**

Technik auf den Punkt gebracht
Kardinal-Hengsbach-Str. 4 · 46236 Bottrop
Tel: 02041/263641 · Fax: 263542 · Modem: 263846

AMV
Tools für Embedded Control

- Emulatoren
- Compiler
- Assembler
- Eval Boards

68HC05
68HC08
68HC11
68HC12
683XX AMV GmbH
PIC Spitalplatz 1
8051 78199 Bräunlingen
80196 Tel.: 0771/973110
Z80 FAX 0771/973111

omv Kirchstraße 23
33178 Borchum / Etteln
Tel.: 052 92/93 02 25
Fax: 052 92/93 02 26

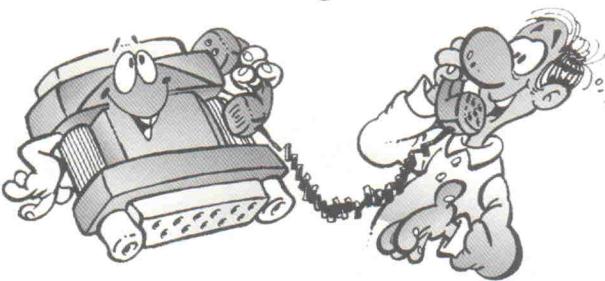
Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Eeprom-DIP	Preis/Stück
8031	2,50 DM	68040-40	70,00 DM	4 Mbit	ab 4,50 DM
8032	2,50 DM	68000-xx	2,40 DM		
8051	2,60 DM	68030-25	12,00 DM	S-RAM	Preis/Stück
8052	1,50 DM	68030-33	15,00 DM	2k x 8	0,70 DM
8155	1,50 DM	68030-50	18,00 DM	8k x 8	1,50 DM
8254	1,50 DM	Eeprom-DIP	Preis/Stück	32k x 8	3,30 DM
8748	4,20 DM	27(C)32	ab 0,40 DM	128k x 8	8,50 DM
8749	5,90 DM	27(C)64	ab 0,80 DM		
8751	8,20 DM	27(C)128	ab 1,00 DM	DRAM	Preis/Stück
Z 80 A/B CPU DIP	1,90 DM	27(C)256	ab 1,60 DM	256 Kbit	Preis a. A.
80C535	5,00 DM	27(C)512	ab 1,80 DM	1 Mbit	Preis a. A.
68040-25	45,00 DM	1 Mbit	ab 2,00 DM	4 Mbit	Preis a. A.
68040-33	60,00 DM	2 Mbit	ab 3,00 DM	16 Mbit	Preis a. A.

Auch in DIP, ZIP, SOJ, TSOP, und PLCC lieferbar

Andere Bauteile auf Anfrage

Die angegebenen Preise sind Nettopreise und gelten ab Lager Etteln.
Sie können die jeweils aktuellen Preise jederzeit telefonisch oder per Fax anfragen.

Remote Programming



Fordern Sie noch heute
Ihr Test-Kit an: 0721/93172-0

WIBU-KEY im Web:
<http://www.wibu.de>

- ✓ Der Kopierschutz – sicher gegen systematisches Knacken.
- ✓ Neu: Protokollbasierender Netzwerkschutz (TCP/IP) WLAN. 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.

WIBU-KEY

High Quality in Software Protection



WIBU-SYSTEMS AG
Rüppurrer Straße 54
D-76137 Karlsruhe

Tel. 0721/93172-0
FAX 0721/93172-22
email info@wibu.de

Universal-Programmier-Gerät ALL-07

Für E(E)PROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-Test, µPU 8748/51-, Z8-Serie, IC-Test u.v.m. - über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH-Serie, ICCARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

auch mit 48-Pin-Sockel lieferbar

ALL07-DR40 DM 1736,50

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netzteil 110...240V~
- inkl. Zusatzkarte für LPT



ALL07-PC40 DM 1552,50

- Anschluß über Spezial-Buskarte
- Spannungsvers. über Buskarte
- inkl. Buskarte

Echte Universalität durch PACS -
Sockeleinsätze mit breitem Chip-
spektrum und GANG-Möglichkeiten

LILIPUT Eprom-Emulator

Serieller Hightech Miniatu-EPROM-Emulator

Ein Eprom-Emulator in der Größe eines 32-poligen Eproms!

- Emulation aller gängigen 8-Bit-Epoms bis 27040
- 16-Bit-Systeme mit zwei Liliputs emulierbar
- serieller Highspeed-Download, bis 115200 Baud
- optoelektronisch entkoppelter Anschluß

LILIPUT1 (1 MB) DM 630,-

LILIPUT4 (4 MB) DM 977,50

NEU: Jetzt gibt es einen LILIPUT für PROMs mit 70ns!

LILIPUTS (1 MB) DM 1140,-



Wir akzeptieren:



Lieferung ab Lager
alle Geräte getestet
kostenloser Update-Service über Mailbox

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
D 08761 / 4245
FAX 08761 / 1485
e-mail to: 100270.1035@compuserve.com



Kartenwechsel
ohne PC-
Abschaltung!

Besuchen Sie uns auf der
Embedded Systems '97
in Sindelfingen
19.-21. Februar 1997



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötzopfplast versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten 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 Belebung; 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-Wandlerkarte inkl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutine) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
Uni-KV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
PC-SCOPE PC-Speicherzilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hotline PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Messfolio Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatten, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendungssoftware	023-970	398,00
Interbus-S-Chauffeur		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
PC-CAN		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
PC-LA. PC-Logikanalyse		
— 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-Transistorenrecorder		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm 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 Kartenkritik Chipkartenleser		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
Crystal-Klar		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
HomeInterface inkl. Software	065-1046/ds	78,00
DIM-Gute-Platine		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTE11, Testprogramm DTEST inkl. GAL	065-1054	178,00
ROMulator		
1 MByte EPROM/Flash/DRAM-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 Knoxi 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, Programmardiskette, Hardwaredokumentation	105-1070	320,00
MotorMaster PC-Servo-Karte		
— Multilayer-Platine, GALs, Software-Bibliothek	115-1071	328,00
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HPGL-Interpreter)	115-1072	98,00
Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port		
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00
SafePort Optoentkoppelkarte PC-Parallel Schnittstelle		
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt	056-1089	98,00
— GAL	S056-1090	6,00
Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorolas DSP56002EV		
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00
CAN-Dongle Flexible Drucker-Port-Adapter für CAN		
— Platine, programmiertes iSPLSI für Standard und EPP, Diskette mit CAN-Monitor, Beispielprogramme in C und Pascal sowie Handbuch als WinWord-Datei	076-1092	138,00
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
MOPSlight Miniboard f. 68 HC 11		
— Platine und Software	024-1007	149,00
MOPS Talk		
— Platine und Betriebssoftware EPROM	074-1024	85,00
IE²-IF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00
Von 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 Z80		
— 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		
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
Centronics-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.

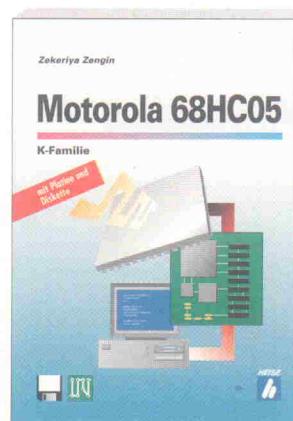
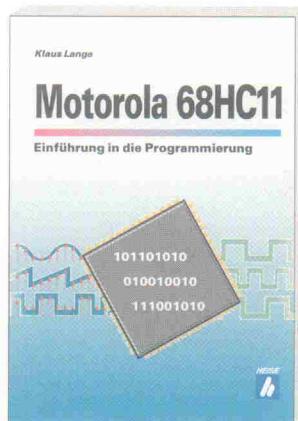
Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

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

Mikroprozessoren!



Mikroprozessoren haben eine große Bedeutung, auch wenn sie meist im Verborgenen arbeiten. Sie befinden sich in Radios, Waschmaschinen und Kameras. In Kraftfahrzeugen steuern sie das Motormanagement. Dem Bedarf nach Information über diesen Bereich trägt Klaus Lange Rechnung. Er wendet sich an Studenten und Ingenieure, die sich in die Programmierung von Mikrokontrollern allgemein und speziell in die des 68HC11 von Motorola einarbeiten wollen. Er behandelt u. a. Register, Speicher, Schnittstellen und Timersystem. Ein Blick auf Reset, Interrupt und Assembler fehlt nicht. Am Ende steht ein kleines Entwicklungssystem, mit dem sich Hard- und Software entwickeln und prüfen lässt.

1. Auflage 1995

Gebunden, 240 Seiten

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Platine und Diskette

DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-053-6

1/1
C.53-34-56

Im Buch- und Fachhandel erhältlich

Die Entwicklung im MCU-Markt zeigt, daß eine MCU nicht allein über Preis und Funktion Zugang zu Applikationen findet. Eine entscheidende Rolle im Entwicklungsvorgang spielt der Faktor Zeit. Dabei stehen die Fragen nach Entwicklungswerkzeugen und bereits existierenden Applikationen im Vordergrund. Diesem Informationsbedürfnis trägt Zekeriya Zengin Rechnung: Neben Hard- und Softwarebeispielen setzt er u. a. folgende Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Peripherie;
- ausführliche Beschreibung eines Crossassemblers (IBM PC) für Einsteiger und semiprofessionelle Anwender;
- Erläuterung zum Bau eines Low-Cost-Programmiergerätes.

1. Auflage 1994

Gebunden, 269 Seiten

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Diskette

DM 68,-/sfr 68,-/öS 530,-

ISBN 3.88229-034-X

Der ideale Einstieg in die Programmierung der MC68HC(7)05K1-Familie. Es werden alle Hilfsmittel und Informationen geliefert, die eine optimale Entwicklung von Anwendungen zulassen. Der Autor setzt die folgenden Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Befehlssatz;
- Beschreibung der Funktionsblöcke;
- Erklärung der Entwicklungstools;
- Aufbau des Simulators;
- ausgewählte Softwarebeispiele.

Die nötige Software (Assembler, Simulator) befindet sich auf der Diskette. Ein Emulator läßt sich mittels der beigelegten Platine leicht realisieren.

1. Auflage 1995

Gebunden, 281 Seiten

mit Platine und Diskette

DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-056-0



Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
D-30604 Hannover

JANTSCH-Electronic
87600 Kauferbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 083 41/142 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

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
Freebelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702
Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

263280 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
74072 Heilbronn

408538 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

balü 
20095 Hamburg
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –
040/33 03 96
24103 Kiel
Schülerbaum 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) 168 63

KATALOG KOSTENLOS
REICHELT
ELEKTRONIK-VERTRIEB
26452 SANDE
ELEKTRONIKRING 1
SAMMELTEL: 0 44 22 - 9 55-0
SAMMELFAX: 0 44 22 - 9 55 11
24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 9 55 22

920 **Radio-TAUBMANN**
Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

MCT
Einplatinencomputer
natürlich von MCT
Embedded Systems'97
Wir stellen aus:

- PIC16C84 mit 10 MHz
- Maße: 40x18 mm (DIL32)
- Stromsparmodi
- 1K Prog. EEPROM
- Programmierbar in C
- Optionen:
- 2KByte serielles EEPROM
- 11 analoge Eingänge 12 Bit
- 2 analoge Ausgänge 12 Bit
- Realtimeclock RTC4553

ab DM 166,75

MCT Paul & Scherer GmbH
Wattstraße 10, 13355 Berlin
Tel.: 030/464 99 320
FAX: 030/463 85 07
<http://www.mct.net>

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	0 3 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

BLECH
verarbeitung
CAD/CNC Konstruieren
Stanzen Biegen
Siebdruck Lackieren
97424 Schweinfurt Tel. 09721/7665-0
Carl-Zeiss-Str. 10-14 FAX 09721/7665-18

Mäuse machen ... mit Online-Werbung

heise 
online
DEUTSCHE
MAI

Kontakt:
Sascha Ditgens
Tel. (05 11) 53 52-582
Fax. (05 11) 53 52-540
EMail: online-marketing@heise.de

http://www.heise.de/mediadaten/online

PIC16C84-04 (DIL) ab 6 Stck.: **DM 9,80/Stck.**
16C84-SMARTCARD ab 1 Stck.: **DM 39,-/Stck.**
 (incl. MwSt.+NN DM 10,-) Tel./Fax 02226/62919

***** Software- und Hardwareentwicklung *****
 für µController und PC (DOS/Windows), vor allem
 Meßwert erfassung, -verarbeitung und DFÜ. Ing.-
 Büro W. Unsöld, Kirchstr. 15, 96163 Gundels-
 heim/Ofr., Tel. 0951/43238, Fax 420597

*** DC- und SCHRITTOMOTOR - Antriebe ***

Endstufe 2-Phasen 36V/4A ab 179,-; w.o. mit Mi-
 kroschritt 195,-; Endstufe 2-Phasen 70V/6A 370,-;
 w.o. mit Mikroschritt 398,-; 3-Achs-Endstufe 2-
 Phasen 36V/2A 325,-; Endstufe 5-Phasen
 36V/2,8A 333,- DC-Motorsteuerung, 50V/8A- PC-
 kompatibel 189,-. Preise zzgl. MwSt. und Porto.
 Ingenieurbüro Schörlin, 79429 Eschbach, Bel-
 chenstr. 18A, Tel./Fax 07634/1468

Hameg Oszi HM1007, 100MHz, 40Ms, 2k Speicher
 pro Kanal, 2 Ref.-Kan., noch 3 Monate Garantie,
 2100 DM, Tel. abends: 08171/76112, R. Weiss

Fluke 99B ScopeMeter Serie II Neugerät mit 3 J.
 Garantie für 3498 DM, Tel. 05203/7939

EPSON CARD PC Evaluation Kit + Software + Li-
 teratur DM 2000,- + M, NP > 6000,- Tel. 06081/
 15199, Fax 687422

Entwicklungskit kompletter HandheldPC m. PC
104, Epson Card PC Basis, DIN a4, Ultra low power! / Accu, 2*RS232, HD, VGA LCD, etc. inkl.
 aller Entwicklungslayouten (Layout PADS) VB
 15.000,- + M, (Prototyp 5000,- + M) Tel. 06081/
 15199, Fax 687422

Supereinstieg Embedded Control 8051 Familie
Entwicklungsumgebung bestehend u.a. aus:
 Phytec Entwicklungstools (517A Boards), Eprom
 Emulator, Software, MC-Tools 6 Bände, diverse
 weitere Literatur, Hardware Boards, LCD usw.
 DM 3000,- + M, NP > 9000,- Tel. Tel. 06081/
 15199, Fax 687422

EAGLE 3.5 Original Vollversion Schaltplan + Lay-
 out DOS, erweiterbar 50% unter NP **VB 1000,-**
 DM Tel. 06263/45113

Mittelwert-Thermometer ab 95 DM, **Computer-
 Bücher** zum halben Preis: PC-Progr. in Masch.-
 Sprache, PC-Intern, Qbasic. Tel. 06336/1490

Königsmann-Elektronikversand, Neuheiten, Son-
 derposten, Elektronik, Postfach 22, 31607 Marklo-
 he/Lemke, Fax 05021/63646. Preisliste anfordern

FFT Spectrum Analyser V2 MS Windows http://
 ourworld.compuserve.com/homepages/hpwidmer
 Stereo und mit mehreren neuen Funktionen

PIC16C84-04 (DIL) ab 6 Stck.: **DM 9,80/Stck.**
16C84-SMARTCARD ab 3 Stck.: **DM 32,-/Stck.**
 (incl. MwSt.+NN DM 10,-) Tel./Fax 02226/62919

***** SMD - Bauelemente *****
 Große Typenvielfalt - Keine Mindestmengen
 Sonderbeschaffungen - Katalog kostenlos:
 Versand B. Uschwa, Tel./Fax 0228/348473

Leiterbahnfräser 16 DM. Rohrnielen verzintt,
 1000 = 30,-, 3 VE mit Werkzeug 78,- Typ
 L:0.4x6.0, 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: 04103/87485

BASIC-52 für 80C535, -537, -552, -C32 und
 87C520 ab DM 69,-; I²C-Bus-, RTC, LCD- und
 Tastatursteuerung, ADU (10bit), PWM (16bit),
 TRACE, Bitbefehle für Ports u.v.m., der 87C520
 ist pinkompatibel zum 8052-AH, aber bis zu
 10mal schneller, außerdem hat er 2 ser. SS.
 Rechnerboards leer oder bestückt ab DM 65,-
 IDS, Tel. 07161/87659, Fax 07161/84487

PIC 16C84-4P DM 10,90 >10: DM 9,40; SOIC u.A.
 a.A.; **SOIC** Adapter dazu DM 99,90; **Chipkarte**
 EEPROM 256B 9,90; Fassung 7,50; **moco** GmbH,
 52525 Waldfeucht, Tel. 02452/98905-0, Fax: -3

Suchen Z-Modem Implementierung auf 8051-
 Microcontroller, Tel. 08752/8603-11, Fax -33

µController (8051, HC11, 780...) Hardware und
 Assembler-Programmierung, Leiterplattenentwurf u.
 Schaltplan, Prototypenbau, Übersetzungen techn.
 Englisch. Ing.-Büro M. Ghanem, Wendelsteinstr.
 4, 85221 Dachau, Tel./Fax 08131/539895

Wir entwickeln Ihre analoge und digitale Elektronik
 im Microcontrollerbereich. Unverbindliche Kontakt-
 aufnahme Tel. 02173/12800 oder Fax: 18387

* **HOCHFREQUENZ- und MIKROWELLENSCHALTUNGEN** *
 * MIKROCONTROLLER Hard- und Software *
 * Meß- und Testapplikationen *
 * Dipl.-Ing. Reinhard M. Kischel *
 * Tel.: 050 64/85585 Fax: 050 64/85586 *

Laminator RLM 419 zum Aufbringen von Folien
 auf Platinen, z.B. Photopositiv od. Lötstopfolie zu
 verkaufen, neuwertig, NP DM 12000,- VB 9000,-
 Tel. 08382/975418, Fax 08382/975419

** **GRAVIEREN / FRÄSEN / BOHREN?** Wir ha-
 ben die richtige Soft-/ Hardware! **VarioNC** Gravie-
 risoft für Isel mit Werkzeugwechsel. **TOUCH** Gravie-
 risoft für LPT mit Werkzeugwechsel **Endstufen**
 36V2A bis 70V6A (Mikroschritt) bis 5Phasen
 Steuerungen und Maschinen, ... Ing.-Büro
 Schmidt, Tel. 05236/99810, Fax 99811->INTER-
 NET: http://ourworld.compuserve.com/homepages/Ing_Buero_Schmidt

Achtung: Gebrauchte Meßgeräte aller Art zu Su-
 perpreisen abzugeben. ***RO-WI* Elektronik**, Tel.
 06461/88621 Fax 88246

Kunststoff-Spritzgußteile bis 125g, äußerst preis-
 günstig. Tel. 07566/91222

HF-dichte Gehäuse aus Weißblech, eigene Fertigung
 Lagerware, Sonderanfertigungen. Tel. 07566/91222

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem **SMS8**
 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,-, **SMS8-
 CPU-Austauschkarte** für **ISEL-Steuerungen**
 DM 1498,- PME-electronic, Hommerich 20,
 53859 Rheidt, Tel. 02208/2818. Info DM 2,-.

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

— **Bild-, Mustererkennung, Datenklassifikation** —
 mit PC oder Mikrocontroller sowie Entwicklung von
 Hard- und Software. Ingenieurbüro Hoch, Bergstr.
 11, 72336 Balingen, Fon 07433/22794,
 Fax 07433/273850

LEISE
 *** **Leiterplattenfertigung** ***
 *** **Bestückung, Bauteile** ***
 *** **Gerätemontage, aller Art** **

bitte Angebot anfordern unter Fax 06645/7164
 Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engelrod

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau
 mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios:
 Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-
 Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.
 09776/9816, Fax 7185

* **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 *
 * 4-41812 Erkelenz, Tel. 02431/6444 Fax 4595 *

Elektronikfertigung. Wir bestücken Ihre Platine
 oder fertigen Ihr komplettes Gerät. Groß- oder
 Kleinserien, mit SMD- oder bedruckten Bautei-
 len. Bei uns stimmen Qualität, Lieferzeit und
 Preis. Fordern Sie uns! Tel. 07151/59463 oder
 0172/9180488, Fax: 07151/18349

*** **EPROM-EMULATOREN** *** ab DM 138,- ***

Für 32-64KByte Eproms. Im stabilen Aluminium-
 profilgehäuse mit allen Zuleitungen und Software.
 Stob & Robitzki GbR Tel. 0431/2047-04 Fax -26

SPS-Simulation (STEP5) unter Windows.
 Simulieren Sie ein SPS-Programm in AWL, FUP,
 KOP auf Ihrem PC. (bis 135U!!). Programmierung
 eines AGs ist ebenso möglich! Fordern Sie kosten-
 loses Informationsmaterial an. MHJ-Software
 • Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Tel.
 07252/87890, Fax 78780

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 Ödern-
 heim, Tel./Fax 06733/554

** **Leiterplattenbestückung** ** **TOP-QUALITÄT**
 Siemens SMD-Automaten Fa. ASPRO Fax:
 06827/3421

**BEFESTIGUNGSWINKEL F. PC-STECKKAR-
 TEN** direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A
 Qualität "Wolfgang Seitz" Stanztechnik Tel.
 0941/65692

Umwelt-Klimaerfassung (Temp./Feuchte/Druck)
 über RS-232 incl. Software; Tel./Fax 06073/5428

Layouterstellung, Musterplatinen, Bestückung,
 preisgünstig u. schnell; Tel./Fax 06073/5428

**Für EAGLE: DXF-Konverter, DM 80,-, Bibl.
 Extraktionsprogramm, DM 40,-, zzgl. Vers. + MwSt.;
 Demos in der ELRAD Mailbox; H. Sämann, Cal-
 wer Str. 14, 72336 Balingen, Fon 07433/22794,
 Fax 07433/273850**

Synthesizer **Messenger** Gigatronics 600 6-
 12GHz, Gigatronics 605 10MHz-8GHz, HP8656A
 Messenger 1-990MHz, HP8660D-005-100. Alle
 Geräte mit 90 Tagen Garantie!! Fa. Lothar Baier,
 Tel. 09251/6542, Fax 09251/7846

Tektronik 7000 Serie zu Tiefpreisen, Mainframes
 + Einschübe. Viele weitere Tektronik Geräte auf
 Anfrage. Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542, Fax
 09251/7846

Boonton 4200 digitales Powermeter, HP435A Po-
 wermeter, Marconi 6960 Powermeter, Messköpfe
 auf Anfrage. Fa. Lothar Baier, Tel. 09251/6542,
 Fax 09251/7846

Toshiba TLCS900 + 900L + 900H Tools von
OSIP Micro-ICE-TLCS900L mit Toshiba
 TMP93CS41F, das 3 Volt Low-Power Design
 oder standard Micro-ICE-TLCS900 mit Toshiba
 TMP96C141AF! Siehe auch ELRAD 4/94, Aktuell,
 Seite 10. Vielmehr als ein Demoboard, die
 Entwicklungsplattform für die **TLCS900-Familie!**
 Wir bieten Professionalität z.B.: echter Single-
 Step (!) + Trace, Unterstützung aller CPU-Modi
 (16MB), Mot.-S Down-Load, RAM bis 1MByte,
 EEPROM+RTC, I/O-Bus, usw. Außerdem: **IIC-Bus**
 und andere **Treiber in ASM-Quelle**, sowie in
 Kürze ein **Pascal-Cross-Compiler** mit IDE für alle
 900er unter Windows ... **Info anfordern!** Firma
 OSIP, Ansprechpartner: Oliver Selke, Tel. 0611/
 1842067, Fax 0611/1842068, **Toshiba**
TLCS900 + 900L + 900H Tools von OSIP

Programmieren Sie bequem: **XMA-Extended
 Macro Assembler für PIC16CXX** bietet fast alles,
 was eine Hochsprache enthält. XMA ist ein Set
 von mehr als 150 Macroinstruktionen für die Struk-
 turelle Programmierung, Schleifen, Konditionen
 plus Vielfalt von 8 und 16-bit Instruktionen. Im
 User's Guide und Reference Book finden Sie ei-
 nen restlose Dokumentation. Fordern Sie unser
 kostenloses Infoblatt an oder wenden Sie sich an
 unsere E-mail Adresse. Das XMA-Paket steht jetzt
 für nur 135 DM zur Verfügung. LOX Technologies,
 Dominik Tatarku 23, SK-92101 Piestany, Slo-
 wakische Republik, E-mail: elekburi@savba.sk

Verk. **PC-Wetterstation**, Tel./Fax 06073/5428

INSIDE HC11 In Circuit Echtzeitemulator für Mo-
 torola 68HC11 µP, Single Chip oder Expanded
 mode, 8k x 32 Trace m. 2 Pods (48DILm
 52PLCC), probe cable. Mit Schaltplänen und SW.
 NP 3500 DM, verk. für 1700 DM. Schriftl. Info gg.
 Porto 2 DM, Dipl.-Ing. P.D. Jonsson, Heesestr. 4,
 12169 Berlin (Jonsson@berlin.snatu.de)

Siemens Simatic S5; 1x115U; CPU 943; 1xPG615; 1xRack; 1xIn; 1xOut; Eprombrenner; Converter AG/PC; Koffer; Handbücher Step5 DM 4000,- Tel. 02631/35 35 40 Hamacher o. 01 71/6 83 47 32

PC-Meß/Regeltechnik, AD, DA, DIO, Timer/Counter, Meßmodule für Parallelport, Konverter, 2-32 Port **Schnittstellenkarten** RS232/422/485, IEEE488, Feldbusmodule usw. Preisliste anfordern bei: Priester Datentechnik, tel. 06 21/10 46 63, Fax 1 22 01 14. Händleranfragen erwünscht. ☎

Gönnen Sie sich den Hörgenuß audiophiler Kondensatoren von ELNA (Cerafine) und PANASONIC (PZ). Tel. 023 02/1 21 69 ☎

Suche 1 - 3 mal SCSI CD-ROM TOSHIBA XM-3401TA/B Tel. 052 41/3 97 23

Rohde & Schwarz SMLR Leistungsmeßsender 0,1-30 MHz. Für Sammler und Nostalgier. Sehr guter Zustand, voll funktionsfähig, Baujahr 1962, tel. 0 30/8 51 54 04

Entwicklung Hard- und Software für 8051 und Derivate. Prototypenaufbau, Layoutentw., Musteraufbau u. Kleinserienfertigung. Programmierservice f. EPROMs, EEPROMs, FLASH, GALs, MCUs. Fa. GD-HS, Tel. 02 21/9 59 10 82, Fax -9 59 10 83 ☎

Analoge und digitale Schaltungen, Mikrocontroller Hard- und Software (8051), Platinenlayouts und Geräte entwickeln wir nach Ihren Wünschen. Dipl.-Ing. M. Schmidt 02 41/2 05 22 ☎

Suche Modem, Typ Telejet, Fax mini, 2400 MMP, zu erreichen unter 02 91/5 78 35 ☎

KLEIN

ganz groß

Nutzen Sie den Kleinanzeigenteil in **ELRAD**.

Die Bestellkarte finden Sie in der Heftmitte.

Die Inserenten

ACS, Wunstorf	22	gsh-Systemtechn., München	8, 35	POP, Erkrath	94
ADES, Burscheid	93	Hewlett-Packard, Bad Homburg	19	Quancorn, Brühl	92
Ahlers, Moosburg	95	HILO-TEST, Karlsruhe	66	Reicheit, Sande	72, 73
AMV, Bräunlingen	95	Hitex-Systementw., Karlsruhe	13	SABO, Schwerte	10
AppliWare, Bad Aibling	65	Hofmann, Regensburg	8	Schruter, Endingen	6, 35
Basista, Bottrop	95	Hoschar, Karlsruhe	49	Scope Shop, Hamburg	53
Baudisch, Wäschenebeuren	35	HTB, Schiffdorf	14	SE Spezial-Electronic, Bückeburg	17, 21, 84
Bayer, Neuss	35	iesel, Eiterfeld	57	SH-Elektronik, Kiel	95
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte	iSystem, Dachau	9	Siemens, München	26, 27
Bitzer, Schorndorf	8	Lauterbach, Hofolding	23	SMS, Wangen/Allgäu	80
Boddin, Hildesheim	92	Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	92	Sonthheim, Kempten	93
Brendes, Braunschweig	84	Lehmann, Hausach	8	Sorcus, Heidelberg	61
Bungard, Winddeck	89, 94	M&V Breidenbach & Tochter, Bettendorf	8	SPHINX, Hembsbach	94
Bures & Koch, Neustadt	93	Magnadata, Schmitten	95	SW Datentechnik, Quickborn	25
CadSoft, Pleiskirchen	7	MagnaMedia, Haar	85	TASKING, Leonberg	93
CETRA, ROC-Taipei, Taiwan	81	maintronic, Schweinfurt	99	taskit Rechentechnik, Berlin	6
Chuntex, ROC-Taipei, Taiwan	81	MBMT, Bassum	30	Tennert-Elektronik, Weinstadt	10
Cirrus Logic, ROC-Taipei, Taiwan	81	MCT Paul & Scherer, Berlin	99	Texas Instruments, F-Villeneuve	2, 12
CONITEC, Dieburg	6	Mechatronic, Sindelfingen	93	Thomatronic, Rosenheim	93
Diessner, Sindelfingen	59	Merz, Lienen	6	Trapp, Darsten	94
Dlouhy, Rosenheim	10, 35	Messcomp, Wasserburg	6	Ultimate Technology, NL-Naarden	39, 41, 43
Drebinger, München	31	Mira, Nürnberg	95	Unitronic, Düsseldorf	53
DTK Computer, München	80	Motorola, München	103	VS Electronic, Aschaffenburg	93
E-LAB, Rappennau	10	National Instruments, München	Kontaktkarte	Wawersich, Berg	94
Elektronik Laden, Detmold	10, 35, 91	Network, Hagenburg	25	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	95
ELS electronic, Duisburg	92	Nohau, Maulbronn	8	Wickenhäuser, Karlsruhe	94
ELZET 80, Aachen	10, 35	OBL, Hülkhorst	6	Wilke, Aachen	104
eMedia, Hannover	96, 97	OMV, Borchten/Etteln	95	Zilog Europe, München	33
EMIS, Weiden	93	On Time, Hamburg	11, 35	Diese Ausgabe enthält eine Teilbeilage der Firma Conrad Electronic, Hirschau. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.	
Engelmann & Schrader, Eldingen	94	Orgler, I-Bozen	93		
ERMA-Elektronik, Immendingen	10	PLS, Hoyerswerda	16		
Fernschule Weber, Großenkneten	92	PLUG-IN, Eichenau	93		
Forth Engineering, CH-Meggen	35	POHLTRONIK, Bad Pyrmont	93		
Franken & Partner, Köln	8				
Friedrich, Eichenzell	15				

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen Postf. 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover Telefon: 0511/53 52-400, Fax: 0511/53 52-404 ELRAD-Mailbox: Sammelnnummer 05 11/53 52-401 Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GER-NET-Forum ELRAD.GER erreichbar. Internet: xx@elrad.heise.de. Setzen Sie statt 'xx' das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.heise.de. Anonymous ftp: ftp.heise.de://pub/elrad, ftp.uni-paderborn.de://elrad World Wide Web: http://www.heise.de/el/

Technische Anfragen montags bis freitags nur zwischen 11.00 - 12.00. Bitte benutzen Sie die angegebenen Durchwahlnummern.

Herausgeber: Christian Heise

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 (mle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röbke-Doerr (roe, -397)

Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse): Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens

Redaktionssassistent: Michael Triadan, M. A., Carmen Lehmann (mit, es, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent), Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-40, Fax: 0 89/62 50 04-66

Korrespondent USA: Dr. Sabine Cianciolo (sc), 6011 Majorca Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60, EMail: dutz@ix.netcom.com

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Korrektur/Satz), Dirk Wollschläger (Ltg. Grafik), Ben Dietrich Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Fredrich, Ines Gehre, Birgit Graff, Angela Hilberg-Matzten, Sabine Humm, Dietmar Jokisch, Hella Kothöfer, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert, Christiane Sianina, Edith Tötsches, Brigitte Zurheiden

Technische Zeichnungen:

Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßlabor: Wolfram Tege

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Postf. 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 0511/53 52-0, Fax: 0511/53 52-1 29

Postbank Hannover, Konto-Nr. 95 03-308 (BLZ 250 100 30)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinraus

Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenposition: Rita Asseburg (-219)

Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühbachstraße 11, 51154 München, Telefon: 0 89/62 50 04-20, Fax: 0 89/62 50 04-22

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Klaus, Hottenbacher Mühle 5, 5575 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 0-0, Fax: 0 67 85/98 0-1

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Asien: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Ching Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

USA, GB: Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens Jegerovs, Obere Straße 39, D-66957 Hiltz, Tel.: +49(0)63 71/1 60 83, Fax: +49(0)63 71/1 60 73

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 19 vom 1. Januar 1997

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-299)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Ruth Utesch (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (DS 60,-/frs 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement: Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 +

Versandkosten DM 28,20). Für AUGE-Mitglieder gilt der Preis des Studentenabonnements.

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung, Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung 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

Versand und Abonnementverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen, Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/8 77 87 12

Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:

Thali AG, Aboservice, Industriestr. 14, CH-6285 Hitzkirch, Tel.: 0 41/9 17 01 11, Fax: 0 41/9 17 28 85

(Jahresabonnement: sfr 81,-, Studentenabonnement: sfr 73,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunion Pabel Moeck KG

D-65046 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion von Herausgeber nicht übernommen werden. Die gelten gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Veröffentlichungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in **ELRAD** erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

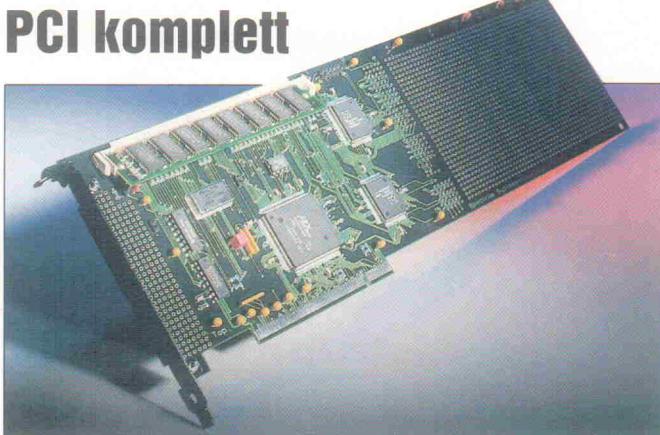
© Copyright 1997

by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



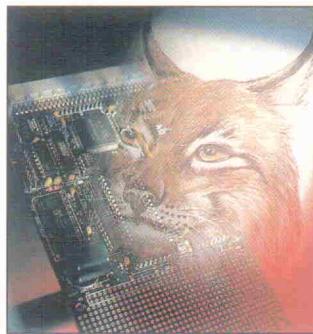
PCI komplett



Der Peripheral Components Interconnect Bus ist derzeit der angesagte Busstandard für Rechnersysteme. Dafür sprechen unter anderem nutzbare Datenraten oberhalb von 80 MByte/s, die sich bereits mit dem 32-Bit-Bus in schnelleren PCs realisieren lassen. Bleibt die Frage, wie sich eigene Schaltungen über entsprechend schnelle Interface-Bausteine als PCI-Karte umsetzen lassen. Antworten liefert die nächste *ELRAD* in Form technischer Grundlagen zum PCI-Standard und einer PC-Karte mit komplettem Bus-Interface inklusive Software als Projekt für das praktische Schaltungsdesign PCI-kompatibler Einstektkarten.

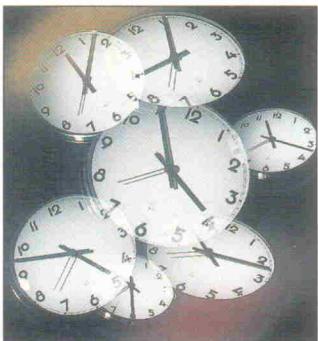
Raubtier

Leistung und Speicher satt bietet der 'Luchs', *ELRAD*'s erstes RISC-Projekt: Neben Hitachis 32-Bit-Controller SH7032 finden auf einem Euroboard 256 KByte SRAM, 2 MByte DRAM, 1 MByte Flash-ROM, RTC und ein PC-EEPROM Platz. Ein 12-Bit-AD/DA-Wandler, RS-485- und RS-232-Schnittstellen, Tastatur- und LCD-Port runden das Ganze ab. Bei der 'Zähmung' des Raubtiers hilft ein Pascal-Compiler unter Windows.



NT 4 und Echtzeit

Microsoft Windows und Echtzeit sind zwei Begriffe, die ohne Nachhilfe durch zusätzliche Hardware im Rechner eigentlich schlecht zusammenpassen. Aber nur 'eigentlich', denn die Firma Beckhoff Industrie Elektronik hat eine Kernel-Erweiterung für Windows NT 4.0 entwickelt, um ihrer hierauf laufenden WinCAT-Workbench zu mehr 'realem' Timing zu verhelfen. Eine Preview in der kommenden Ausgabe untersucht, ob diese reine Softwarelösung solchen Ansprüchen wirklich gerecht werden kann.



Harddisk-Recording via PCI

Die Bearbeitung und der Schnitt von Audiosignalen finden längst nicht mehr an der Bandmaschine statt. Digitale Daten und Rechnersysteme sind Standard im Studio. Je schneller dabei die Umsetzten und die Datentransfers, desto interessanter die Möglichkeiten. Features wie 24-Bit-Auflösung, Mehrspurbetrieb oder zeitgleiches Record und Playback erfordern allerdings geeignete Audiohardware im Rechner. Mit einem Harddisk-Recorder auf einer PC-Karte für den PCI-Slot stellt *ELRAD* im nächsten Heft eine entsprechende Entwicklung als Projekt vor.

Simulationssoftware für den PC

Die Zeit, als Schaltungssimulation nur auf großen Workstations sinnvoll war, ist endgültig vorbei. Mittlerweile setzt sich auch in der Welt der Simulation das durch, was in der ECAD-Szene schon seit langem üblich ist: professionelle Workstation-Pakete werden für den PC hergerichtet und auf Windows 95 oder NT portiert. Den rechten Überblick zu den aktuell verfügbaren Simulationspaketen für PCs verschafft ein Marktbericht im nächsten Heft.

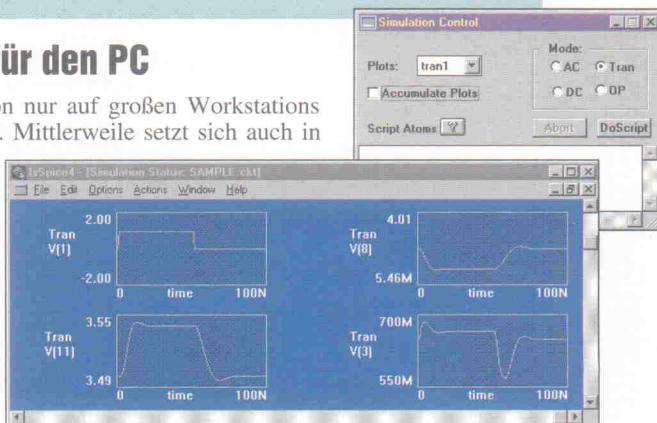
Dies & Das

Get together

Kooperationsverträge haben es in sich. Sie ermöglichen es Unternehmen, sich mit dem Namen eines 'Großen' zu schmücken. Sie gewähren Firmen gegenseitigen Zugriff auf Hard- und Software in zuvor nicht gekanntem Maß. Und nicht zuletzt sind Kooperationsverträge ein Wegbereiter für den An- und Verkauf ganzer Unternehmen.

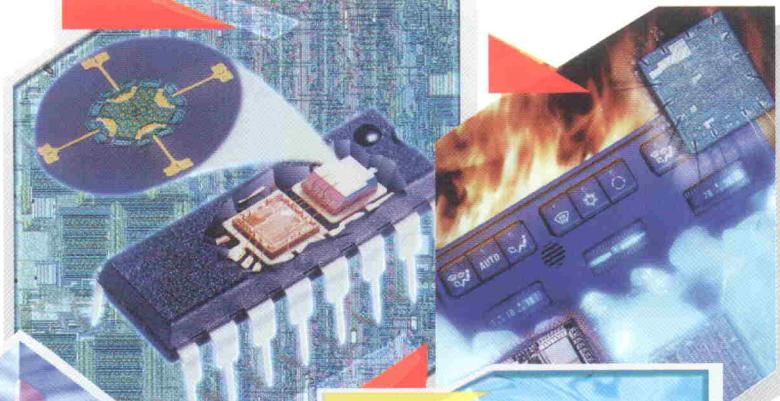
Interessant ist die Historie, die hinter vielen 'Einkäufen' steckt. Es beginnt oftmals mit einem Rechtsstreit, an dessen Ende entweder eine Einigung oder aber die 'never ending story' mit weiteren Streitigkeiten steht. Dem erstgenannten Fall schließt sich eine 'lockere' Zusammenarbeit an, dicht gefolgt von einer konkreten Kooperationsvereinbarung. Sind die beschrittenen Pfade erfolgreich ausgetreten, endet der Weg in einer Übernahme – auf neudeutsch auch 'Merger' genannt.

Börsianer wissen um den beschriebenen Mechanismus und nutzen ihre Kenntnisse entsprechend aus. Vielleicht sollten sich auch Anwender zukünftig mehr um die Interna 'ihrer' Supporter kümmern. Dann könnten sie beispielsweise rechtzeitig abschätzen, ob das von ihnen eingesetzte Tool im nächsten Jahr durch einen Besitzerwechsel 'zufällig' weniger Support genießt oder gar teurer wird.



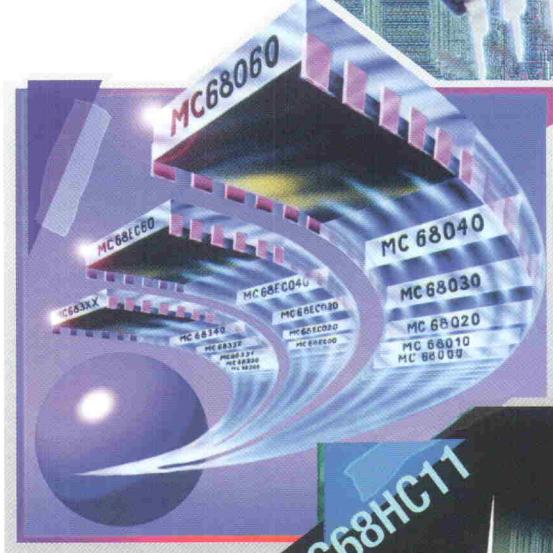
Beschleunigungssensoren

Neu in der Familie der Motorola-Sensoren: MMAS40G, ein Silizium-Beschleunigungsmesser im SMD-Gehäuse. Entwickelt als Crash-Detector in Airbags, ist der Sensor heute auch für industrielle Anwendungen und Consumer-Anwendungen bestens geeignet.



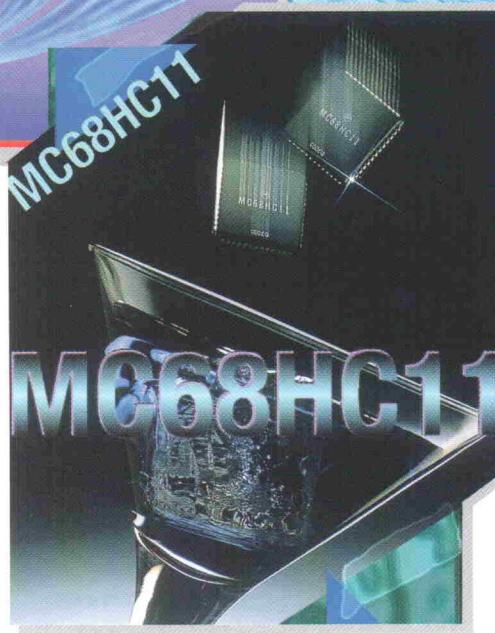
M68HC05-Familie

Weltweit meistverkaufte 8-Bit-Mikrocontroller-Familie mit mehr als 120 Derivaten. Darunter die Smartcard-Chips der M68HC05SCxx-Serie mit „Security-Features“.



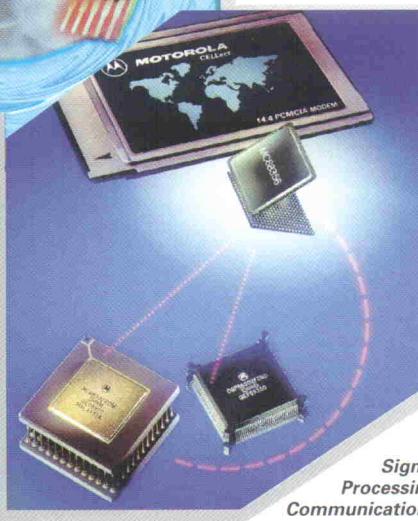
M68000-, M68EC000- und M68300-Familien

Entwickelt aus der etablierten M68000-Familie: M68EC000-Familie für Low-Cost-Anwendungen und M68300-Familie für Embedded-Control-Anwendungen.



M68HC11-Familie

Repräsentiert eine Hochleistungs-8-Bit-Architektur, die zum Industriestandard avancierte und heute mehr als 60 verschiedene Derivate umfaßt. Mehr als 400 Millionen Stück wurden bislang weltweit ausgeliefert.



Signal Processing Communications Engine

Auf einem bisher nicht erreichten Niveau kombiniert der MC68356 die Kommunikations-, Steuerungs- und digitalen Signalverarbeitungsfunktionen von MC68302 und DSP56002 auf einem einzigen Chip.

Dieser Baustein bietet völlige Design-Freiheit, durch die Möglichkeit, Controller und DSP vernetzt oder unabhängig voneinander zu betreiben.

The Embedded Allstars

Wir stellen aus:

Embedded Systems '97

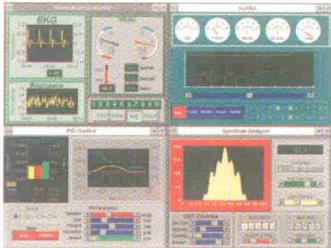


MOTOROLA

What you never thought possible.

Weitere Informationen: Motorola GmbH, Geschäftsbereich Halbleiter, Schatzbogen 7, 81829 München, Tel. (0 89) 9 21 03 - 5 59, Fax (0 89) 9 21 03 - 5 99. Oder von Ihrem bevorzugten Distributor.
DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-4511001, Fax 089-45110254; EBV Elektronik, Kirchheim-Heimstetten, Tel. 089-99114-0, Fax 089-99114-422; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-95727-0, Fax 089-95727-140; Jermyn, Limburg, Tel. 06431-508-0, Fax 06431-508289; Mütron, Müller, Bremen, Tel. 0421-30560, Fax 0421-3056146; SASCO SEMICONDUCTOR, Putzbrunn, Tel. 089-46111-0, Fax 089-4611270; SPOERLE ELECTRONIC, Dreieich, Tel. 06103-304-0, Fax 06103-304201/30 4304.
ÖSTERREICH: EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-8941774, Fax 01-8 941775; Elbatex, Wien, Tel. 01-86642-0, Fax 01-86642-400; SPOERLE ELECTRONIC, Wien, Tel. 01-3187270-0, Fax 01-3692273.
SCHWEIZ: Elbatex, Wettingen, Tel. 056-275111, Fax 056-275411; EBV Elektronik, Dietikon, Tel. 01-7456161, Fax 01-7415110; SPOERLE ELECTRONIC, Opfikon-Glattbrugg, Tel. 01-8746262, Fax 01-8746200.

Unverschämt gut ...



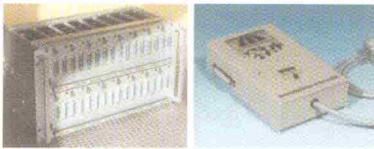
Unverschämt gut sehen Ihre Anwendungen aus, die Sie mit den neuen **Real-Time Graphic Tools für DOS + Windows™** realisieren. Lassen Sie sich begeistern von den Möglichkeiten dieses einmaligen Paketes für mehr Brillanz und verkürzte Entwicklungszeiten:

Real-Time Graphic Tools für DOS **Real-Time Graphic Tools**
incl. Source-Codes für Compiler: Rev.2 für **Windows™** für:

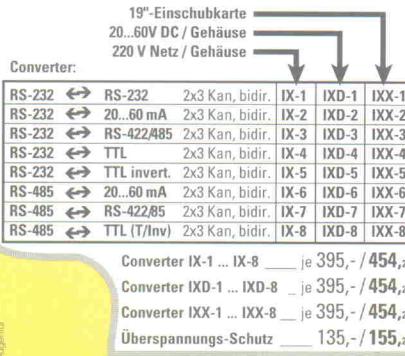
C/C++ (Bor/Turb) ...620,-/713,- für C/C++ 995,-/1144,-
C/C++ (MS/Vis) ...620,-/713,- Visu. Basic 3. 995,-/1144,-
C/C++ (Watcom) ...620,-/713,- Versionen mit Source-Codes:
Pascal (Bor/Turb) 620,-/713,- jeweils 1995,-/2294,-

- **Real-Time Graphics jetzt ordern**
- mit **14 Tage Rückgabe-Recht!**
- **Kostenlose Demos verfügbar**
- **Kostenloser Hotline Service**

Industrie-Converter



Hochisolierende Converter zur galvanischen Trennung (UL, VDE, IEC, BS), Schnittstellen-Umsetzung und als Leitungstreiber für Übertragungsstrecken zwischen EDV-Geräten: je 3 Kanäle in beide Richtungen, 100% Code- und Protokoll-transparent, bis 115 kbd. Anschluß über 1 x DB25-Stecker und 1 x DB25-Buchse. Als 19"-Einschubkarte und im Gehäuse, optionaler Überspannungs-Schutz:



www.kostengünstig.de

Meßwert-Erfassung



Protek 506: Zum Preis eines Multimeters gibt es jetzt ein komplettes Meßwert-Erfassungs-System:

- Universal-Multimeter
- RS-232 Schnittstelle
- PC-Anschlußkabel
- Software für **WINDOWS™**

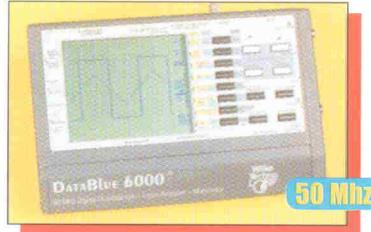
Das Protek 506 steck voll nützlicher Funktionen:

- Extra großes Display
- 10 Meßwertspeicher
- Viele Meßarten: V, A, Ω , Hz , dB , $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$

Protek 506 212,-/243,-
Protek 506 jetzt ordern!
Mit 14 Tagen Rückgaberecht!

Schulen, Händler, Sammel-Besteller Spezial-Angebot einholen!

Speicher-Scope



Moderne Oszilloskop-Technik so günstig und leistungsfähig! Einfache Handhabung, Fernsteuerung (RS-232), Graphik-Drucke:

- 50 MHz Sampling Frequenz, 100 ns... 2s / Teil, 5mV ... 20 V/Teil
- 2048 Worte Meßstufe, 8-Bit, 15 Speicher für Kurvenformen
- Ch-1, Ch-2, add, sub, 2-Kan, Normal, Compressed, Roll-Mode
- Großer Bildschirm: 100 x 80 mm, Netz- und Batterie-Betrieb
- Logic-Analysator: 16-Kanal / 50 MHz, Impedanz: 1 MΩ / 10 pF
- Multimeter: V, A, Hz, F, Ω, Autorange, Anzeige digital+Bargraph

Komplett mit Bereitschaftstasche, Tastköpfen, Meßschnüren, Netzteil, Batterien, RS232-Adapter, PC-Software, deutschem Handbuch, 12 Monate Garantie:

DataBlue 6000 1550,-/1782,50

Zubehör zum DataBlue 6000:

Graphik-Drucker 580,-/667,-
Logic-Analysator Probe ... 260,-/299,-

BASIC-Computer



Komplette 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten für intelligente Steuer-, Überwachungs- und Regel-Aufgaben. Sofort programmierbar in leicht verständlichem BASIC-Dialekt auf dem PC. Sleep/Wake-Up Funktion für niedrigsten Stromverbrauch (10µA). 1a Presse-Berichte (Elektor, ELRAD, CHIP, BYTE, PC-Magazine ...).

1-Platinen-Computer: 1.99 100+ 1000+

BASIC-Knopf®:	49,-/56,-	38,-/43,-	28,-/32,-
BASIC-Briefmarke® I A:	49,-/56,-	38,-/43,-	28,-/32,-
BASIC-Briefmarke® I B:	69,-/79,-	58,-/66,-	48,-/55,-
BASIC-Briefmarke® I SIP:	77,-/88,-	69,-/79,-	62,-/71,-
BASIC-Briefmarke® II P:	99,-/113,-	86,-/98,-	79,-/90,-
BASIC-Briefmarke® II D:	99,-/113,-	86,-/98,-	79,-/90,-
BASIC-Briefmarke® II F:	128,-/147,-	109,-/125,-	99,-/113,-
BASIC-Briefmarke® II G:	173,-/198,-	148,-/170,-	129,-/148,-
BASIC-Briefmarke® II H:	88,-/101,-	79,-/90,-	69,-/79,-

Bausätze: ● Treppenhauslicht: 34,-/39,- ●

● DC-Netzteil: 39,-/44,- ● LCD-Anzeige: 86,-/98,-

● DC-Steller: 34,-/39,- ● Digital-Potis: 34,-/39,-

● Drehzahlmesser: 49,-/56,- ● IR-Fernbedie-

nung, 4-Kanal, Sender+Empfänger: 86,-/98,-

BASIC-Computer



Die Programmierung von BASIC-Knopf® und BASIC-Briefmarken® erfolgt am PC. Dazu stehen 3 Entwicklungspakete zur Verfügung:

1 **Grundpaket I:** BASIC-Compiler+ 1 x BASIC-Briefmarke® I Computer, Kabel und Handbuch 290,-/333,50

2 **Grundpaket I+II:** BASIC-Compiler+ 1 x BASIC-Briefmarke® I + II, Motherboard II, Kabel, Netzteil, Handbuch.. 490,-/563,50

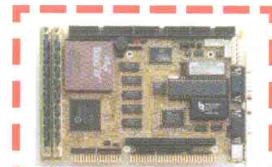
3 **Die Voll-Version für schnellste Resultate:**

Komplettsystem für BASIC-Briefmarke® I + II mit allen Tools für sofortigen Erfolg. Zahlreiche Applikationen sofort nachvollziehbar:

- Entwicklungs-Oberfläche für PC
- 5 Computer BASIC-Briefmarken® I + II
- "BASIC-Knopf®" Programmier-Adapter
- umfangreiches Hardware-Toolkit (steckbar)
- Design-Beispiele (Soft- und Hardware), mit Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", Hüthig-Verlag
- Anschlußkabel / deutsches Handbuch:

1590,-/1828,50

All-In-One PCs



All-In-One PC-Boards, gemeinsame Eigenschaften: Floppy- / IDE HDD-Controller, 2xS, 1xP Port, Watchdog, gepufferte Echtzeit-Uhr / Kalender, BIOS, Mini-DIN Keyboard-Connector, PS/2 Mouse Port, Speaker Connector, kurzes Board, ohne RAM Chips, 7 DMA, 15 INTs

386SX-40 MHz, incl. CPU, bis 16 MB RAM, **IPC-195**: 390,-/448,-

486SX.../DX4 bis 133 Mhz, bis 64 MBYTE RAM, 128 K Cache, Bi-Dir-Parallel Port, 2 x 16 Byte Hi-Speed FIFOs, Buzzer, PC/104 Bus, Green Power Management, ohne CPU **IPC-420A**: 465,-/534,-

486SX.../DX4 bis 133 Mhz, wie vor, zusätzlich: LCD/VGA Display Controller mit 1 MB VRAM (analog bis 1024x768 Punkte, LCD bis 800x600 Punkte) **IPC-410A**: 868,-/998,-

Pentium 75 ... 133 Mhz, bis 256 MBYTE EDO-RAM, 256 K Cache (bis 1 MBYTE), Burst SRAM bis 256 KByte (ohne Chips), ECP/EPP Bi-Dir-Parallel Port, 2 x 16 Byte Hi-Speed FIFOs, PCI-IDE f. 4 x HDs / CD-ROMs, Green Power Management, ohne CPU, entspricht PICMG Standard, mit Adaptec 7870 SCSI-2 Controller (S-Typ):

IPC-645: 995,-/1144,-

IPC-645S, SCSI-2: 1295,-/1489,-

Industrie PC-Boards

Silicon Disks (SRAM, EPROM, FLASH), Bootfähig, Flash on Board programmierbar, kurze Boards, einsetzbar als 1 oder 2 Disk-Drives, Watch Dog, ohne RAM Chips:

IPC-680: bis 12 MByte, 128 Byte EEPROM 238,-/273,-

IPC-2001: bis 16 MByte 347,-/399,-

IPC-8112: 16x12-Bit A/D, 2x12-Bit D/A, 16xDIO 644,-/740,-

IPC-6126: 6xAnalog Out (12 Bit), 16xDIO 594,-/683,-

IPC-7225: 16xDigital In (galv getrennt), 16xOut 314,-/361,-

IPC-5214: 48xDigital I/O, TTL 258,-/296,-

IPC-102HI: 2 x RS-422 / 485, galv. getrennt 363,-/417,-

IPC-104A: 4 x RS-232, FIFO 191,-/219,-

IPC-168P: 8-fach RS-232/RS-422, FIFO 314,-/361,-

IPC-218: intel. 8-fach RS-232/422 799,-/918,-

Internet:
<http://www.wilke.de>



Wilke Technology GmbH
Krefelder Str. 147 D-52070 Aachen
Tel: 0241 / 918900, Fax: 0241 / 9189044
e-mail: info@wilke.de