

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

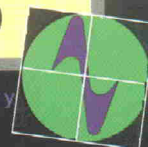


4 399148 307505

11/96

Besuchen Sie uns auf der electronica 96

12.-15. November, Halle 22, Stand A29



Design Corner: 64-Bit-Grafikkarte

A/D-Wandler total

Über 200 Bausteine
auf einen Blick

Elf plus

Eva-Board
zum 68HC12

Oft übersehen

Eigenschaften linearer
Festwiderstände

Entwicklungshilfe

Was bieten ASIC-
Design-Häuser

2-Bit-Volladdierer

-- FILE: mbit2add.vhd

-- Description : implements a 2 bit full adder with carry in and carry out

LIBRARY synth;

USE synth.std_synth.all;

ENTITY mbit2add IS

PORT (

bit1,bit2,cin: in vlbit;

cout,sum:)

);

END mbit2add;

ARCHITECTURE behavior OF mbit2add IS

BEGIN

calc: PROCESS (bit1,bit2,cin)

VARIABLE

VARIABLE t0

VARIABLE t1

VARIABLE t2

BEGIN

t0 := bit1;

t1 := bit2;

t2 := cin;

cout <= ((t0 AND t1) OR

(NOT t0 AND t1 AND t2) OR

(t0 AND t2));

sum

OR

END PROCESS calc;

END behavior;

-- Verhaltensbeschreibung eines NAND-Gatters (NAND-4) (verlängert)

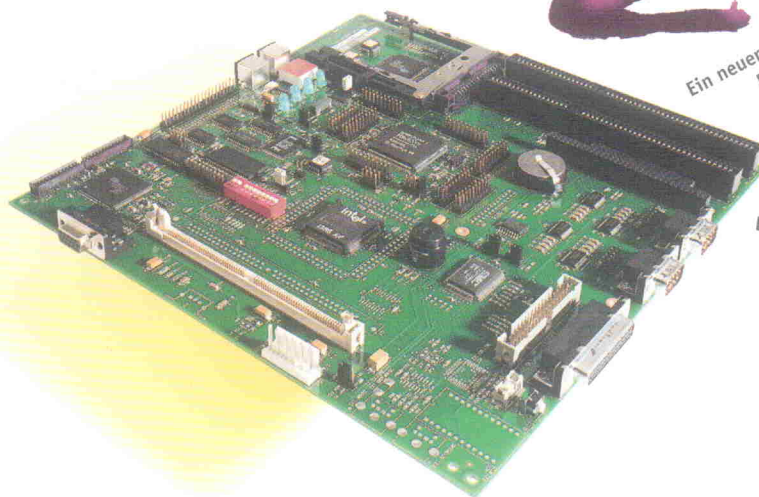
-- FILE: nand_4.vhd

ENTITY nand_4 IS

Neue Serie: VHDL-Praxis

Schaltungen professionell entwickeln

radical technology embedded



Ein neuer MHz Intel386™ EX
Embedded-Prozessor



QNX Echtzeit-BS mit
Photon microGUI™

QNX
Das führende Echtzeit-Betriebssystem für PC's

Der neue RadiSys R380EX
System-Controller



Der neue EXPLR2: Alle brandaktuellen Embedded- Technologien auf einem Evaluation Board



Was kommt heraus, wenn man die führenden Embedded-PC-Technologien kombiniert? Schnellere Marktreife. Mehr Funktionalität mit weniger Hardware. Ein langlebigeres Produkt. Und viel weniger Arbeit.

Intels EXPLR2 vereinfacht den Systementwurf. Sie entwickeln sofort Ihren Prototyp, weil alles an benötigter Hardware bereits integriert ist. Sogar Entwurfsdateien werden mitgeliefert. Sie editieren daraus einfach Ihr eigenes System.

EXPLR2 ist ausgestattet mit QNX, dem Echtzeit-Betriebssystem für PC's herausholt. QNX ist außergewöhnlich kompakt und vollständig skalierbar. Es stellt eine POSIX-konforme Umgebung und ein GUI mit allem Komfort bereit und läuft schon in weniger als 1MB Arbeitsspeicher.

EXPLR2 enthält noch mehr: unsere Verpflichtung. Mit Ihrem langfristigen Engagement für Embedded-Applikationen sind Intel, RadiSys und QNX Software Systems die Unternehmen, die Ihren Entwürfen eine echte Zukunft geben. Und zwar kompromisslos.

**Fordern Sie Ihr kostenloses
Reference Design Kit**

**an: www.explr2.com
oder Tel.: 0130-86-0251**

(Für Bestellungen wenden Sie sich bitte an Ihren Intel-Distributor)

außerhalb Deutschland: (1) 613-591-8223

Intel und Intel386 sind eingetragene Warenzeichen von Intel Corporation.
QNX ist ein eingetragenes Warenzeichen und Photon microGUI ist ein Warenzeichen von QNX Software Systems Ltd.
RadiSys ist ein eingetragenes Warenzeichen von RadiSys Corporation.

SOS

Allenthalben werden die Probleme heraufbeschworen, die durch das sogenannte Design-Gap entstehen. Gemeint ist die Lücke zwischen zur Verfügung stehenden Technologien und der Produktivität der Entwickler. Die Frage also, womit die zehn Millionen Transistoren eines durchschnittlichen Chips im Jahr 2000 gefüllt werden sollen.

Die Antwort der Industrie lautet 'Systemintegration'. Schlagworte wie System-on-a-Chip, System-on-Silicon, System-ASIC oder System-Level-Integration machen die Runde und werden auch gleich in wohlklingende Kürzel wie SOC, SLI oder SOS verpackt. Was heute noch fünf Boards oder ganze Schränke füllt, soll zukünftig in einem einzigen glänzenden Plättchen verschwinden.

So weit, so gut – nur mit Namen allein ist die Angelegenheit noch nicht gegessen. Um zukünftig in der gleichen Zeit mehr Produkte auf immer kleineren Flächen unterzubringen, bedarf es erst einmal einer grundsätzlichen Änderung der Designmethodik. Denn: warum sollte eine Entwicklungsabteilung plötzlich mehr, schneller und besser Ideen umsetzen können? Nur weil es die zur Verfügung stehende Halbleitertechnologie erlaubt?

Deshalb begannen sich schon vor geraumer Zeit Unternehmen mit vorgefertigten Cores, Makros oder Megazellen zu befassen. Ein Ergebnis: 'Intellectual Property' – kurz IP und auf gut Deutsch 'geistiges Eigentum'. Eine Wortschöpfung, die schnell die Runde machte und zum Synonym für beinahe alles in der Systemintegration wurde. Dahinter verbirgt sich nichts anderes als ein Dienstleistungsangebot, das vorgefertigte und getestete Schaltungselemente für jeden Interessenten bereitstellt – sofern er das nötige Kleingeld hat und das Wissen, sie effektiv zu nutzen. Eine Art Designrecycling, das hohe Umsätze mit bereits erprobten Zellen verspricht.

Die Wiederverwendung eines hochkomplexen Designs ist aber nicht ganz so einfach wie der Tausch eines Speicherbausteins im PC. Gewisse Standards sind gefordert. Dafür wurde die 'VSI Allianz', ein Zusammenschluß namhafter Unternehmen zur Schaffung weltweiter IP-Netze, gegründet – und auch gleich mit einem eigenen Kürzel (WIN) versehen. VSI steht für 'Virtual Socket Interface' und soll die Basis für den Austausch von IP-Bausteinen bilden. VSI-Standards sollen in Zukunft dafür sorgen, daß diese IPs so in einem Systemchip integrierbar sind wie heute 'normale' Bausteine in einer Schaltung.

Was bringen solche Initiativen nun für den einzelnen Entwickler? Wer heute ein ASIC produzieren möchte, ist in den meisten Fällen auf die Unterstützung eines Designhauses angewiesen. Der stetig steigende Integrationsgrad wird diese Zusammenarbeit weiter verstärken

und dann auch noch die Einbindung von IP-Anbietern erfordern. Im positiven Sinn führt dies nicht nur zur anvisierten Systemintegration, sondern auch zu wünschenswertem Wissensaustausch, schnellerem Produktdesign und nicht zuletzt zu neuen Partnerschaften.

Auf der anderen Seite bringt das IP-Business gerade für kleinere Unternehmen einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor mit sich. Denn schließlich schaltet sich ein neues Glied in die Kette derjenigen, die am Produktdesign mitverdienen wollen. Und Entwicklungsfirmen, die ihr Know-how ebenfalls als IP-Baustein zur Verfügung stellen möchten, müssen sich zukünftig wohl oder übel dem Standardisierungs- und Verwaltungsszenario der VSI unterwerfen, wenn sie erfolgreich mitmischen wollen. Man kann nur hoffen, daß sich solche Organisationen nicht irgendwann nur noch um die Pfründe ihrer Mitglieder kümmern.

Ulrike Kuhlmann

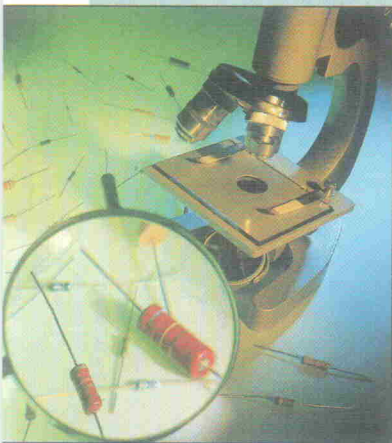
Ulrike Kuhlmann



Grundlagen

Oft übersehen

Noch Anfang der 90er Jahre hat man dem Markt für diskrete Widerstände einen kontinuierlichen Rückgang prognostiziert. Wenn man neuesten Marktanalysen glauben schenken darf, so wird das Wachstum dieser Branche aber bis zum Jahr 2002 bei durchschnittlich 7,6 Prozent liegen. Zu den stärksten 'Verbrauchern' diskreter Widerstände zählen Telekommunikation, Consumer-Elektronik und die Autoindustrie. Ein Grund sich ein-



mal intensiver mit diesem Bauelement zu befassen. Ein anderer: Oft wird übersehen, daß Widerstände eben keine idealen Bauelemente sind.

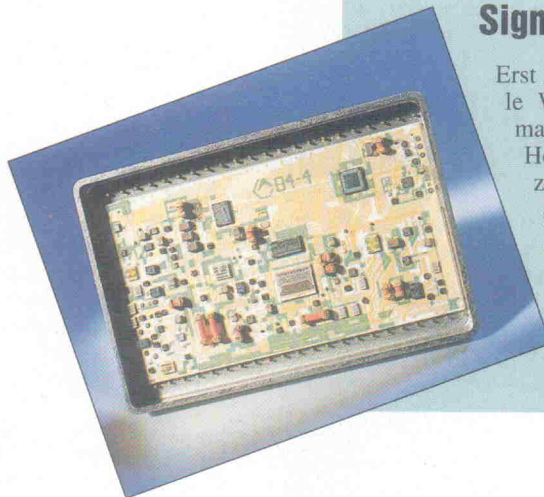
Seite 64

Markt

Signalmühlen

Erst A/D-Umsetzer bringen 'Leben' in die digitale Welt der Mikrocontroller. Kein Schlüsselmarkt, ob Telekommunikation, Multimedia oder Home-Automation, kann auf diese Helfer verzichten. Dementsprechend breit scheint das Spektrum an Konzepten und konkreten Wandlern. Welche Verfahren den Stand der Technik repräsentieren und welche 'Wandelsteine' der Markt aktuell bietet, lesen Sie auf

Seite 48

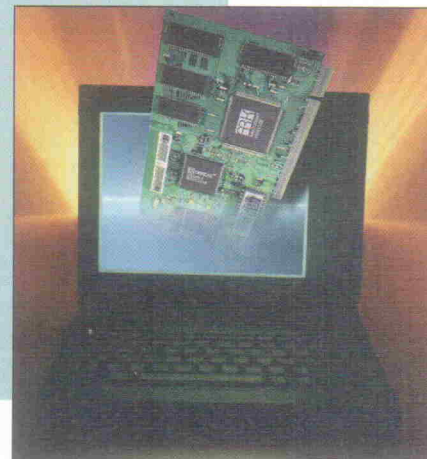


Design Corner

Unter 64 Bit geht nichts

Wenn in einer speziellen Rechner-Umgebung eine Grafik-Hardware installiert werden soll, die einmal nicht dem Standard entspricht, hat der Entwickler ein Problem: Entweder muß er vorhandene Hardware modifizieren oder im schlimmsten Fall sogar neu entwickeln. Mit wie wenig Aufwand und wie schnell man zu einem ersten Prototypen kommen kann, zeigt diese Design Corner am Beispiel eines Grafik-Chipsatzes von ARK.

Seite 58



Entwicklung

Verriegelt

Serielle EEPROMs sind in Embedded-Applikationen als Konfigurationsspeicher beliebt – dank ihrer Kompaktheit und des geringen I/O-Pin-Bedarfs.

Allerdings gibt es vor allem in stark gestörten Umgebungen wie dem Automobil bisweilen Telegrammfehler, die die Nutzdaten durch unechte Schreibbefehle verfälschen. Solchen Fehlprogrammierungen schiebt Siemens jetzt mit einem neuen Schutzkonzept einen Riegel vor.

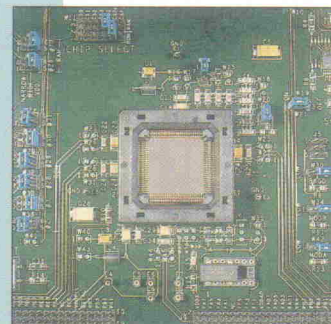


Seite 90

Entwicklung

Elf plus

Mit dem 68HC11 hat Motorola eine der Säulen der 8-Bit-Controller-Welt geschaffen: Eine halbe Milliarde Exemplare künden vom Erfolg dieser Familie. Als nächster Schritt steht der 68HC12, ein aufgeräumter HC11 mit 16-Bit-Fähigkeiten und reichlich Peripherie, ins Haus. ELRAD hat sich das jetzt verfügbare Evaluation-Board angesehen und einen tiefen Blick in das verbesserte Background-Debug-Mode-Interface riskiert.



Seite 37



Design Corner: 64-Bit-Grafikkarte

A/D-Wandler total
Über 200 Bausteine
auf einen Blick

Elf plus
Eva-Board
zum 68HC12

Oft übersehen:
Eigenschaften linearer
Festwiderstände

Entwicklungshilfe
Was bieten ASIC-
Design-Häuser

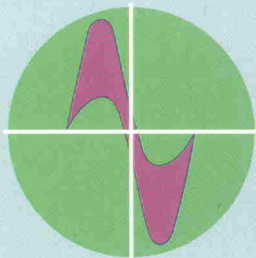
Neue Serie: VHDL-Praxis

Schaltungen professionell entwickeln

aktuell

electronica 96

Vom 12. bis 15. November findet in München das Ereignis für Entwickler statt, die 17. electronica. Einige Highlights dieser Messe hat sich die Redaktion bereits vorab angesehen, bei-



spielsweise Analog Devices' neuen SoundComm Controller AD1815, Motorolas Evaluation-Board für den 68HC12 oder das Spektrum aktueller A/D-Wandler. Die betreffenden Artikel sind in der Inhaltsauflistung mit dem electronica-Logo gekennzeichnet. Mehr zum Programm der Messe lesen Sie auf

Seite 11

Schaltungsentwicklung mit VHDL

Die Zeiten der Schaltungseingabe mit booleschen Gleichungen oder schematischen Schaltplaneditoren neigen sich dem Ende zu – Hardwarebeschreibungssprachen sind das Gebot der Stunde. Wer hier den Einstieg verpaßt, ist schnell draußen. Mit dem Start der neuen Artikelserie zum Thema VHDL widmet sich ELRAD praxisnah und in gut verdaulichen Schritten der in Europa am meisten verbreiteten Beschreibungssprache – wie immer gespickt mit Insidertips und Applikationen.

Seite 76

Inhalt 11/96

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	9
Meßtechnik	10
electronica 96	11
Passive Bauelemente	12
Elektromechanik	13
Mikrocontroller	14
EDA	16
Multimedia-Chips	17
Medien	20
Embedded Systems West in San Jose	22
LiveTest 96	24

Test

PreView: Neue Umgebung	
Integra Station 2.5: Seto topCAD auf amerikanischen Pfaden	26
PreView: Turbo-DSP für alle	
Texas Instruments DSK TMS320C3X	32

Markt

Entwicklungshilfe	
Was bieten ASIC-Design-Häuser	44
Signalquellen	
A/D-Wandler: Grundlagen und Marktübersicht	48
Das Auge denkt mit	
Software für die Systementwicklung	70

Entwicklung

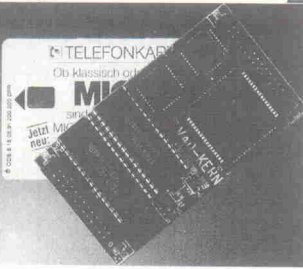
Design Corner: Transputiert	
Evaluation-Kit zum ST20450 von SGS-Thomson	28
Design Corner: Klingende Koralle	
Analog Devices AD1815 SoundComm Controller	30
Design Corner: Im Rausch der Bits	
CS4329, Crystals D/A-Wandler mit 20 Bit Auflösung	34
Design Corner: Elf plus	
Evaluation-Board zu Motorolas 68HC12	37
Nabelschnur	
Single-wired Background Debug Mode Interface des 68HC12	40
Design Corner: Unter 64 Bit geht nichts	
Grafikkarte mit ARK2000 MT	58
Schaltungsentwicklung mit VHDL	
Teil 1: Modellierung und Simulation	76
Design Corner: Verriegelt	
EEPROMs mit verbesserter Datensicherheit	90

Grundlagen

Oft übersehen	
Grundlagen linearer Festwiderstände	64
Symbolisch Rechnen (4)	
Faustformeln automatisch ableiten	94
Signal Processing (12)	
Digitale Signalverarbeitung: FIR- und IIR-Filter	98
Die ELRAD-Laborblätter	
Analogtechnik (7)	102

Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Radio und TV: Programmtips	18
Die Inserenten	117
Impressum	117
Dies & Das	118
Vorschau	118

DOS-
fähige
CPU-
Card

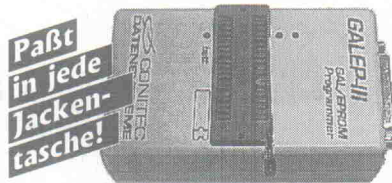
im Scheckkartenformat 54 x 96 mm

- flexibel erweiterbar zum Mini-PC durch PIF-Card-Module gleicher Größe
- NEC V40-CPU mit 15 MHz
- updatefähige Flash-Disk
- bis zu 1 MB Flash, 1 MB SRAM

V40-Card Starterkit: V40-Card, DOS, o. Speicher 256 kB SRAM, 512 kB Flash, 260,- Evaluation-Board, Netzteil 498,-

taskit

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

GALEP-III
Pocket-Multiprogrammer

- ♦ Brennt 8-Bit und 16-Bit (E)EPROMs bis 8 MBit
- ♦ Brennt Flash-EPROMs und serielle EEPROMs
- ♦ Brennt GALs und Mikrocontroller 87xxx, 89xxx, PIC16Cxx
- ♦ Blitzschneller Datentransfer: z.B. 27C512 verify 2 Sek(!)
- ♦ **Netzunabhängig** (Wechselakku); Anschluß am Druckerport
- ♦ Liest Hex-, Jedec- und binäre Dateiformate; Hex-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 688,-

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

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

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

PC-Meß-/Regeltechnik
PC-Oszilloskoplösungen

ab DM 299,-

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



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



DM 598,-



DM 304,75



DM 356,50

Übersichtsliste anfordern (über 100 Artikel)!



Postfach 1133 • 73614 Schorndorf
Tel.: (07181) 9788016 Anleitung auf
Fax: (07181) 9788020 (07181) 97 88 0 21
Faxinfosystem: (07181) 9788021 abhören.

CE-Konformitätsnachweise



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

- EMV - Richtlinie 89/336 und Änderungsrichtlinien
Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-,
Post-Vorschriften.
- Zuständige Stelle gemäß EMV - Gesetz,
akkreditiert nach DIN EN 45011.
- FCC - Federal Communications Commission akkreditiertes
Testlabor für US-amerikanische EMV-Bestimmungen.
- EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung.
Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt
die Anforderungen nicht erfüllt.
- Schulung und Beratung auf Kundenwunsch.
- Prüfungen auf Strahlungsarmut und Ergonomie von
Bildschirmgeräten gemäß MPR und/oder TCO und
berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- Niederspannungsrichtlinie 73/23 und Änderungsrichtlinien.
Prüfungen nach vielen gängigen europäischen, nationalen
und internationalen Vorschriften wie z. B.:
EN 60950 • EN 60204 • EN 50178 •
EN 60601 • EN 60665 • EN 60335 • u.v.m.
- Nationale Prüfzeichen wie UL, CSA, VDE, Semko,
Demko, usw.
- Modifikation gemäß der anzuwendenden Normen der
Niederspannungsrichtlinie, Entwicklungen und Entwicklungs-
begleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die
Anforderungen nicht erfüllt.
- Schulung und Beratung auf Kundenwunsch.

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

Auf Wunsch Eilservice für alle angebotenen
Dienstleistungen.

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

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

Obering. Berg & Lukowiak GmbH

Löhner Straße 157

32609 Hüllhorst

☎ 05744-1337

Fax 05744-2890

messcomp
Datentechnik GmbH

PC-Meßtechnik & Programmiergeräte

ADIODA-12HS300 16"12Bit A/D 300kHz FIFO, PGA,
2"12Bit D/A, 24V_{IO} DM 1368,50

ADIODA-12HS100 16"12Bit A/D 100kHz FIFO, PGA,
2"12Bit D/A, 24V_{IO} DM 1127,00



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

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

OPTIO-16 STANDARD
16"IN und 16"OUT über Opto-
koppler DM 425,50

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

MSIO-2 STANDARD
2"RS232/422 Schnittstelle,
FIFO, I/O 2...15... DM 213,90

MSIO-1 EXTENDED
1"RS232/422/485 Schnittstelle,
FIFO, I/O 2...15... DM 213,90

PCL-745B
2"optoisierte RS422/485
Schnittstelle mit FIFO DM 437,00

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

ALL-07A Universalprogrammiergerät DM 1748,00
Programmiert GAL, PAL, EPLD, FPL, PEEL, MACH, PIC, MPU, MCU, (E)EPROM...
Netzteil 110-240V AC, Betrieb über LPT-Schnittstelle, incl. deutschem Handbuch

Neudecker Str. 11 • 83512 Wasserburg

Tel. 08071/9187-0 • Fax 08071/9187-40

Katalog
gratis!DTK
ComputerDTK macht die Musik
bei Hauptplatinen

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

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

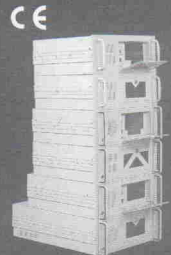
DTK COMPUTER GMBH

AM MOOSFELD 21, 81829 MÜNCHEN, GERMANY

Tel.: 49-89-429115 Fax: 49-89-424830

Industrie PC Gehäuse
Von Experten für Experten

WINGTOP mit CE/EMV

SH-77 Serie
19"/4U CHASSISSH-6000
19" SYSTEM
TASTATUR-EINSCHUB

OEM/ODM Fertigung!

Herstellere & Exporteur

WINGTOP CO., LTD

No.9, Kong 6th Road, 2nd Industrial Park,

Lin Kou, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C.

TEL:886-2-601-9881 FAX:886-2-601-3586

Gewagter Ansatz?

Zur Beitragsreihe 'Symbolisch rechnen' (ELRAD 4...6/96) waren bereits in der Ausgabe 10/96 auf Seite 7 ein Brief von Dr. Ulrich Backes sowie eine entsprechende Stellungnahme des Autors Dr. Ralf Sommer abgedruckt. Zum selben Thema kam auch folgender Brief in die Redaktion:

Ich muß Dr. Backes recht geben, wenn er schreibt, daß Kleinsignalberechnungen von nichtlinearen Schaltungen äußerst gewagt sind. Sicherlich zweifelt niemand die Richtigkeit einer AC-Analyse von SPICE an. Jedoch ist die Anwendbarkeit der AC-Analyse auf linearisierte Schaltungen gegenüber der nichtlinearen Realität mitunter zweifelhaft. Das erkennt man daran, daß die Größe der Eingangsamplitude bei einer AC-Analyse zur Verstärkungsrechnung belanglos ist. SPICE gibt im Falle einer AC-Analyse keine Information darüber aus, wenn sich der Arbeitspunkt der Schaltung infolge Gleichrichtung geändert hat. Eine Arbeitspunktverschiebung kann sich aber einstellen, wenn bei mehrstufigen Verstärkern die Signalamplituden in den verschiedenen Stufen sehr unterschiedlich sind. Und das ist immer dann der Fall, wenn die Stufenverstärkung zum

Beispiel größer als 10 wird. Außerdem ist zu bedenken, daß bei Schaltungen mit sogenanntem 'harten' Schwingungseinsatz die Kleinsignalanalyse für die Beschreibung der Realität versagt. Meines Erachtens kann eher durch Iterationsverfahren erkannt werden, wann Kleinsignal- oder Großsignalbetrieb vorliegt, als durch direkte Lösung der Zweipolgleichungen. Im Zeitalter von SPICE bedeutet es kaum Mehraufwand, auf das nichtlineare Großsignalssystem zurückzugehen und das unverfälschte DGI-System zu lösen.

Peter Jochen, Reutlingen

Nachträge

Nicht recht im Bild

DMM am Rechner, PC-Meßsysteme mit digitalen Handmultimetern realisiert, ELRAD 10/96, Seite 60 ff.

Im Testbericht über Software-Tools für den Einsatz digitaler Handmultimeter in PC-gestützten Meßsystemen wurden leider die Abbildungen der beiden Meßgeräte PMM208 von Coemas und MX56 von Metrix vertauscht (Bilder 5 und 10 auf den Heftseiten 66 und 67). Wir bitten dies zu entschuldigen.

Red.

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

Mailboxen/ftp-Server

Haben Sie Fragen oder Anregungen zu Artikeln aus der ELRAD? Möchten Sie mit der Redaktion über das Heft diskutieren? In den folgenden Mailboxen finden Sie ein öffentliches Diskussionsforum, das den Kontakt zwischen Lesern und Redaktion herstellt. Die Boxen sind untereinander vernetzt, Ihr Beitrag wird an alle angeschlossenen Mailboxen und die Redaktion geleitet. Antworten und Reaktionen erhalten Sie auf dem gleichen Weg wieder in Ihre Heimat-Mailbox. Verwenden Sie für den ersten Anruf bitte nur die Telefonnummern aus der neuesten ELRAD-Ausgabe und schalten Sie Ihr Terminal-Programm auf die Parameter 8N1 ohne spezielle Emulation. Falls Sie gar nicht klarkommen, erreichen Sie uns werktags zwischen 11:00 und 12:00 Uhr unter 05 11/53 52-4 00.

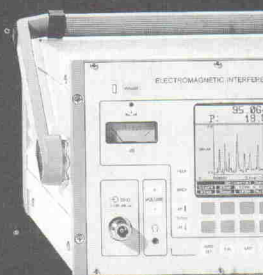
SLURP-Box	0 21 73/8 11 61.8 13 19
freepoint.pha.oeche.de	0 22 33/6 69 68
Manny's BBS	02 01/50 38 52
Manny's BBS (ISDN)	02 01/8 50 00 21
Tupel Wuppertal	02 02/2 44 20 79
Peaceful Corner	02 02/30 95 40
Yotis BBS	02 03/41 22 38
BioBoxBonn	02 28/54 97 20
europa.pha.oeche.de	02 41/38 82 22
Maus Aachen (AC2)	02 41/9 01 90 19
freedom.pha.oeche.de (ISDN)	02 41/9 20 03 50
CHARON	0 30/3 44 78 04
DOS Pudels Kern BBS (8-2 Uhr)	0 30/8 17 12 53
SOLO	0 30/99 40 02 00
Maus Meiningen (MGN)	0 36 93/87 50 03
MORIBOX	03 35/54 26 58
Maus Cottbus (CB) (analog & ISDN)	03 55/54 46 64
WF-HH (analog & ISDN)	0 40/22 74 11 91
WF-HH (analog 19k2)	0 40/22 74 11 92
E-COMM II	0 40/7 15 88 29
Maus Wilhelmshaven (WHV)	0 44 21/1 34 35
Time-BBS (ISDN)	0 48 41/8 91 84
Time-BBS	0 48 41/8 91 85
Maus Bremen (HB2)	04 21/70 25 69
Maus Bremen (HB)	04 21/8 71 80 06
toppoint Mailbox e. V. (ISDN)	04 31/5 46 98 24
toppoint Mailbox e. V. (analog)	04 31/54 90 61...67
CONNECTION Elektro-Port	04 41/2 04 72 14
Maus Oldenburg (OL)	04 41/9 69 90 81
Columbus Pro	04 71/30 25 21
Stonebridge	0 51 29/13 76
Omega02 BBS	0 51 92/1 84 30
Maus Melle (OS3)	0 54 22/93 00 82
Maus Bunnien (CLP)	0 54 34/37 97
Maus Emsland (EL)	0 59 33/36 96
BIONIC (analog)	05 21/6 80 00
BIONIC (ISDN)	05 21/9 68 08 69
Uli's BBS	05 31/87 30 70
Firebird	05 51/5 07 77 62
Firebird (ISDN)	05 51/5 07 77 63

Castle BBS	0 60 53/57 25
Maus Rodgau (OF) (analog & ISDN)	0 61 06/64 70 13
MecklMesserBes	0 61 31/88 30 27
PotPourRii MailBox	0 61 72/7 23 80
Lemmis System	0 62 35/9 84 31
Wirtschaftsjunioren	0 64 54/14 63
Colorline	0 64 61/7 42 84
Red Cucumber	0 64 61/9 20 82
Highlands BBS	0 65 92/1 04 74
ClusterWood (analog & ISDN)	0 66 91/92 92 92
Pantheon-BBS	0 70 32/7 40 16
The Digital Voice	0 70 41/86 28 23
Maus Tübingen (BB2) (analog & ISDN)	0 70 71/7 35 03
Simple OS/2 BBS	0 71 51/7 53 27
Nostromo	0 71 51/95 69 38
Wieslauf BBS	0 71 83/34 72
AWSON-Box (ISDN)	0 74 33/9 12 92
AWSON-Box	0 74 33/9 12 93
Belgarion OS/2-Box	0 75 25/71 95
Black Puma II	0 75 72/9 47 93
Bridge-BBS	0 75 78/9 33 01, 9 33 00 (ISDN)
phiger.com (analog & ISDN)	0 99 01/9 40 72
The Ultimate	+31-53/30 39 02
YaCan BBS	+41-61/3 02 28 28
ELRAD-Mailbox	0511/5352-401

Anonymous ftp:
 ftp.th-reutlingen.de:/pub/magazine/elrad
 franken.de: (09 31/78 23 59, V34) (login: ftp)
 franken.de: (09 31/7 90 02 01, X.75) (password: ftp)
 ftp.heise.de:/pub/elrad
 ftp.maz.net:/pub/ix-mirror/elrad
 ftp.mpi-sb.mpg.de:/pub/magazines/elrad
 ftp.zrz.tu-berlin.de:/pub/magazine/elrad
 ftp.tu-ilmannau.de:/pub/magazines/elrad
 ftp.uni-paderborn.de:/elrad
 ftp.westend.com:/pub/magazine/elrad
 World Wide Web: http://www.heise.de/el/
 Internet: xx@elrad.heise.de. Setzen Sie statt "xx" das Kürzel der Redaktion/der Redakteurs ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.heise.de.

der EMI-MESSEMPFÄNGER SMV 41

der SMV 41 ist ein
 systemfähiger
 Empfänger
 im Frequenzbereich
 von 9 kHz bis 1000 MHz



mit IEC-Bus
 und elektrisch
 entkoppelter
 Schnittstelle zur
 Fernsteuerung
 Partable, 14 kg, 18 Liter
 Akkupack
 Memorycard
 Der SMV 41 entspricht
 den Spezifikationen
 für Störmeßempfänger
 nach VDE 0876
 und CISPR

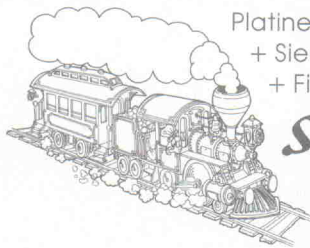


MEB
 Messelektronik Berlin

Landsberger Allee 399 D-12681 Berlin
 Tel.: (+49.30) 9392.2135 Fax: ...2134

präsent zur

- ➔ Messtechnik Berlin 4.-5.12.1996
Stand 69
- ➔ Electronica München 12.-15.11.1996
Halle 7/Gemeinschaftsstand BAO D 23
- ➔ EMC Zürich '97 18.-20.2.1997



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

**Sie sollten
jetzt
umsteigen...**

damit Sie den Anschluß nicht verpassen.

1 Europakarte incl. Stopplack, incl. MwSt.
1seitig 73,60 DM - 2seitig 101,20 DM
4 Lagen 358,80 DM

Sie zahlen mehr???

M & V Breidenbach · Gillwiese 10 · 56355 Bettendorf
Telefon 0 6772 / 9 46 38 · Fax 0 6772 / 9 46 34 · Modem 0 6772 / 9 46 35

Ingenieurbüro für Umweltelektronik & Automatisierung ENZ

Rudower Chaussee 6, D-12489 Berlin
Tel.: (030) 63 92 52 80, Fax: (030) 67 74 629



ACCESS 10

Das flexible
Datenterminal

optional:
- Barcode-Leser
- Magnetkartenleser



busfähig bis max. 13,2 km
RS485/Bitbus 62,5/ 375 kBit
RS422/RS232 bis 19,2 kBit
robustes Alu-Gehäuse
beleuchtetes 2-Zeilen-Display

8031/8044 CPU
8751 Co-Prozessor
32 kB EPROM, bis 96 kB RAM

BIOS-Funktionen
digitale Ein-/Ausgänge

kostenlose Informationen anfordern!
Meßtechnik Berlin 4.+ 5. Dezember 1996.

Professionelle Test- und Meßgeräte von:

Black Star

Besuchen Sie uns auf der electronica '96
Halle 20 Stand 20B17

- programmierbare Monitortestgeräte
- Frequenzähler, Signalgeneratoren
- Digitalmultimeter mit IEEE-Interface
- Kalibratoren, akt. & pas. Tastköpfe

Fordern Sie weitere Informationen über unsere
Produkte, Dienstleistungen und Distributoren an:

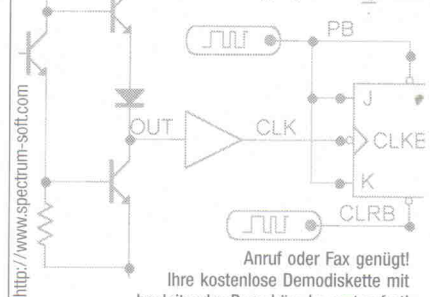
Black Star LTD • 4 Harding Way St. Ives
Huntingdon Cambs • PE17 4WR ENGLAND
Tel: +44-1480-462440 Fax: +44-1480-495172

oder in Deutschland über:
interpersonal-computing GmbH
Oettingenstr. 2 Tel: 089-219975 0
80538 München Fax: 089-21997555



SPICE...und viel mehr!

Entwerfen Sie Schaltungen mit **Micro-Cap V!**
Schneller einfacher, genauer - mit 32-bit Power
Analog, digital oder gemischt.



Anruf oder Fax genügt!
Ihre kostenlose Demodiskette mit
begleitender Broschüre kommt sofort!



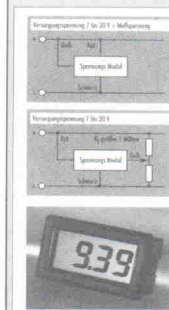
Systemtechnik GmbH
Software & Hardware

Postfach 60 05 11 • D-81205 München
Tel. 089/8343047 • Fax 089/8340448

BBS 820 35 29

LCD-Panelmeter

zum Betrieb ohne Hilfsspannung



Spannungsmodule
EX2068 0 - 199,9 mV
EX2069 0 - 1,999 V
EX2070 0 - 19,99 V
EX2071 0 - 199,9 V

Strommodule
EX2072 0 - 199,9 µA
EX2073 0 - 1,999 mA
EX2074 0 - 19,99 mA
EX2075 0 - 199,9 mA
EX2076 0 - 1,999 A

39,00 DM pro Stck.

alle Preise zzgl. MwSt. + Porto

Prose bei größeren Mengen auf Anfrage

Technische Daten:
Leistungsaufnahme: 7W, 25 mW, 30V, 110 mW
Speisespannung: 7,0V bis 30,0V
Messgenauigkeit: ± 0,2%
Messfrequenz: 2 Messungen pro Sekunde
Anzeige: 3-stellig
Formfaktor: 36,5 x 17,0 mm
Ziffernhöhe: 11,5 mm
Frontabmaß: 43,1 x 28,7 mm
Einbaumaße: 16,5 mm ohne Stecker
Einbaumaße: 46,0 x 26,5 mm

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

Wir realisieren auch Sondermaße auf Anfrage

LCD-Panelmeter für Solar-Anwendungen

Alle Module der EX-Serie in einer extremen Low-Power-Version verfügbar
EX2068 LP bis EX2076 LP Stromaufnahme: max. 400 µA Betriebsspg.: min. 5,2V
42,00 DM pro Stck. zzgl. MwSt. + Porto

BECKMANN+EGLE
INDUSTRIELEKTRONIK GMBH

Kirchstrasse 30
D-11394 Kernen
Tel. 0715/94919-0
Fax. 0715/147400

ALLO7A

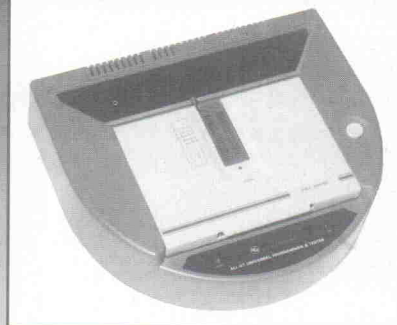
ALL-07A: Programmiert z. Zt. etwa 4000 Bausteine! Grundgerät
mit DIP-40 Sockel, Anschlußkabel, Software und CPL-Starterkit
3,0. Anschluß über die PC-Druckerschnittstelle. Integriertes Netz-
teil. Updates kostenlos via BBS und Internet! Preis: 1748,- DM

ALL-07A/PC: Ausstattung wie ALL-07A,
jedoch Anschluß und Stromversorgung
über mitgelieferte PC-Slotkarte (ISA-Bus,
8-Bit Steckplatz). Preis: 1539,- DM

HI-LO SYSTEMS

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

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



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

Autorisierte Vertriebspartner:

Berlin (030) 4631067
Leipzig (0341) 2118354
Hamburg (040) 38610100
Eschborn (06196) 45950
Stuttgart (07154) 8160810
München (089) 6018020
Schweiz (062) 7716944
Österreich (02236) 43179
Niederlande (03068) 83839

ELEKTRONIK LADEN

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
Wilh.-Mellies-Str. 88, D-32758 Detmold
TEL: (05232) 8171 • FAX: 86197 • BBS: 85112

ELZET

BDETERM



BITBUS-vernetztes Terminal
für BDE-Anwendungen.
RS232- und Barcode-
Schnittstellen, Relais und
Piepser. 2x24 LCD mit
LED-Hinterleuchtung,
dimmbar.

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

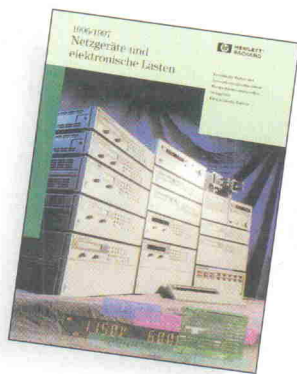
ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

Firmenschriften und Kataloge

Quellen und Senken

Hewlett-Packard präsentiert die deutschsprachige Ausgabe des Katalogs 'Netzgeräte und elektronische Lasten 1996/97'. Auf 61 Seiten enthält das Druckwerk Informationen über AC- und DC-Stromversorgungen, elektronische Lasten, Netzoberwellen- sowie Spannungsschwankungstestsyste und Solarzellensimulatoren für Labor- und Produktionstestanwendungen. Wie bei HP üblich, enthält die Druckschrift ausführliche technische Daten sowie Anwendungsinformationen, die den Aufbau von Stromversorgungssystemen erleichtern. Unter der Literatur-



nummer 5964-6035GE ist der Katalog kostenlos erhältlich bei:

Hewlett-Packard GmbH
Postfach 16 41
61286 Bad Homburg
☎ 0 61 72/16-16 24
☎ 0 61 72/16-16 66

Meßtechnik und IPC

Nicht nach Jahren, sondern nach Versionsnummern zählt die Firma Spectra ihre Katalogausgaben. Die 'Version 6.1' beschreibt auf fast 100 Seiten über



250 Produkte für die computer-gestützte Meß- und Automatisierungstechnik. Der Meßtechnikteil umfaßt PC-Einsteckkarten, Meßsysteme, Datenlogger sowie Software zur Meßwerterfassung und Prozeßvisualisierung. Der Abschnitt Industrie-PCs führt CPU-Karten, 19-Zoll-Systeme, PC/104-Module und Zubehör für IPCs auf. Abgerundet wird das Angebot durch Schnittstellenkarten und -wandler. Den Katalog Version 6.1 schickt Spectra auf Anfrage kostenlos zu.

Spectra Computersysteme GmbH
Karlsruher Straße 11
70771 Echterdingen
☎ 07 11/9 02 97-0
☎ 07 11/9 02 97-90

Messen und Steuern

Der neue Katalog von Kolter Electronic bietet neben dem breiten Spektrum an A/D-, D/A- und I/O-Karten aktuelle Highlights wie Spektrumanalysatoren oder eine SPS auf HC11-Basis. Die Analyzer des amerikanischen Herstellers Advantage Instruments werden in Deutschland exklusiv von Kolter Electronic vertrieben. Die 1,3- und 2-GHz-Spitzenmodelle eignen sich nicht nur für EMV-Messungen, sondern auch für den Amateurfunk – etwa für ATV im 23-cm-Bereich. Die kompakte und bereits in der Grundversion komplette SPS wird inklusive Compiler, Editor und Demos angeboten.



Kolter Electronic
Steinstraße 22
50374 Erftstadt
☎ 0 22 35/7 67 07
☎ 0 22 35/7 20 48

EU und CE

Wie sich die europäischen Richtlinien und die CE-Kennzeichnung auf die elektrische Antriebstechnik auswirken, erklärt jetzt eine Broschüre der Firma Bauer: Maschinen-, Niederspannungs-, EMV- und Explosionsschutz-RL sowie ihre Konsequenzen für die Antriebstechnik. Die Broschüre 'EG-Richtlinien und CE-Kennzeichnung in der elektrischen Antriebstechnik' ist als Sonderdruck SD 3396 kostenlos erhältlich.

Eberhard Bauer GmbH & Co
Eberhard-Bauer-Straße 36-60
73734 Esslingen
☎ 07 11/3 51 80
☎ 07 11/3 51 83 81



Weg und Winkel

Zum Thema 'Weg- und Winkelsensorik' hat Novotechnik (Siedle Gruppe) ein 16seitiges 'Technikheft' zusammengestellt. Die Broschüre erläutert Grundlagen potentiometrischer und induktiver Wegaufnehmer und die zugehörige Signalverarbeitung sowie Anwendungsbeispiele. Die Informationsschrift gibt es auf Anfrage kostenlos.

Novotechnik Stiftung & Co.
Horbstraße 12
73760 Ostfildern
☎ 07 11/44 89-0
☎ 07 11/44 89-1 18



aktuell

Wollen Sie umsteigen? Wir nehmen Ihr altes Platinen-CAD beim Kauf von TARGET V3 professional in Zahlung. Den Wechsel belohnen wir mit bis zu DM 1000,-

Ing. Büro FRIEDRICH
Hewlett-Packard, Vertrieb, Ing. (100)
Am Schwarzen Rain 1, D-35124 Elchenzell
Tel.: (0 66 59) 919 444
Fax: (0 66 59) 919 445
MailBox: (0 66 59) 919 446
http://www.bf.friedrich.com

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.

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

HIGHLIGHTS

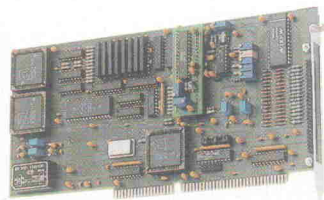
JETZT NEU
TARGET V3
Deutsches Platinen-CAD für Windows, Schaltplan, Platine, Autoplacer, Ripup & Retry Autorouter
3.6

MESSEPREISE! MESSEPREISE!
Stuttgart: 7.-10.11.1996, Halle 14, Stand 44
Hobby- und Elektronik

Meßtechnik

PC-Recorder

Unter der Bezeichnung PAD1616 bietet die Firma Spectrum Transientenrecorder für den Einsatz am ISA-Bus Intel-kompatibler PCs an. Die Boards lösen Signale mit 16 Bit auf, wobei ihre schnellste Variante eine programmierbare Summenabtastrate von 1 kHz bis hoch zu 2 MHz gestattet. Für jeden der 16 Kanäle des Transientenrecorders ist der Eingangsbereich separat zwischen $\pm 0,5$ V und ± 10 V programmierbar. Die Verstärkung kann zudem auch während einer Messung umgestellt werden. Für den Trigger lassen sich Signalfanken, programmierbare Pegel oder das Signal an einem externen TTL-



Eingang nutzen. Auch Pre- und Post-Trigger sind möglich. Die Preise für die PAD1616 beginnen mit 4100 DM für die Variante mit 100 kHz Summenabtastrate und 2 MSamples On-board-Speicher. Die schnelle 2-MHz-Version, ebenfalls mit Speicher für 2 MSamples ausgestattet, kostet 11 700 DM (Preis zzgl. MwSt.).

Spectrum Systementwicklung GmbH
Bültbek 26
22962 Siek
☎ 0 41 07/18 81
☎ 0 41 07/95 90

Multifunktion für Windows

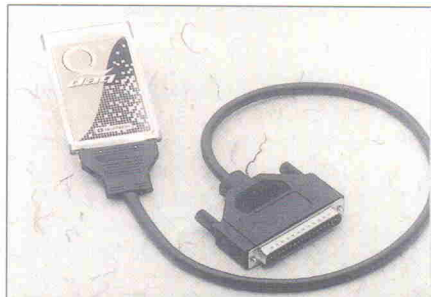
Mit der DAS-1700-Serie bringt Keithley neue PC-Multifunktionskarten heraus, die sich speziell für Anwendungen unter Windows 3.1x, 95 und NT empfehlen. Zu den Leistungsmerkmalen gehören zunächst je vier Digitalein- und -ausgänge, 16 massebezogene oder acht differenzielle Analogeingänge mit programmierbarer Eingangsverstärkung, FIFO für 1024 Meßwerte sowie Zweikanal-DMA-Betrieb (Direct Memory Access). Der A/D-Teil läßt sich auf bis zu 256 Differenzeingänge erweitern. Je nachdem, welche der insgesamt fünf Modellvarianten verwendet wird, steht mit der DAS 1700

ein 12- oder 16-Bit-A/D-Wandler mit 160 kHz oder 50 kHz Abtastrate bereit. Drei Modelle bieten zudem schnelle 12- oder 16-Bit-Analogausgänge. Durch die DMA-Funktionen der DAS-1700-Boards sollen sich somit im Extremfall auch bei laufender 160-kHz-Meßwerterfassung noch saubere Kurvenformen über die D/A-Kanäle ausgeben lassen. Die Preise der DAS 1700 liegen je nach Ausführung zwischen 1595 DM und 2595 DM (zzgl. MwSt.).

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Straße 65
82110 Germering
☎ 0 89/84 93 07-40
☎ 0 89/84 93 07-34

PC Card mit 100 kHz

Mit der DAQP-208 liefert Bressner eine aktuelle Multifunktionskarte im PC Card Format. Zur Wahl stehen acht massebezogene oder vier differenzielle Analog/Digital-Eingänge. Der 12-Bit-ADC läßt sich zwischen 0,01 Hz und 100 kHz betreiben. In der Standardversion bringt die Karte FIFO für 1 kWorte mit, optional ist aber auch die doppelte Menge zu haben. Der Eingangsbereich der A/D-Kanäle ist mit ± 10 V bei programmierbaren Verstärkungen von 1, 2, 4, oder 8 spezifiziert. Zur weiteren Ausstattung gehören jeweils vier digitale Ein- und Ausgänge, ein 16-Bit-Timer und zwei 12-Bit-Digi-



tal/Analog-Umsetzer. Im Preis von 1095 DM (zzgl. MwSt.) sind Treiber für Windows und Programmiersprachen wie C, C++, Quick- und VisualBASIC sowie TurboPascal enthalten.

Bressner Technology GmbH
Breslauer Straße 34
82194 Gröbenzell
☎ 0 81 42/5 72 46
☎ 0 81 42/5 75 42

Wächter an PCI

Ihre Watchdog-Karten vom Typ WDOG1N und WDOG2N bietet die Firma Quancom mittlerweile auch als Version für den PCI-Bus an. Die Boards gestatten dadurch unter anderem frei per Software konfigurierbare I/O-Adreßbereiche. Die Karten überwachen im wesentlichen die Funktionsbereitschaft der PC-Hardware und lösen bei einem Systemabsturz automatisch einen Hardwarereset aus. Sie erlauben die Definition von Timeout-Zeiten zwischen 30 ms und 12 Minuten. Bei Erreichen des Timeout schaltet automa-

tisch ein Relais, wobei sich zusätzlich Schaltverzögerungen zwischen 500 ms und unendlich konfigurieren lassen. Der aktuelle Einführungspreis von 198 DM (WDOG1N/PCI) respektive 230 DM (WDOG2N/PCI) umfaßt auch die Software für die Adreßkonfiguration, die als C-Quellcode und Object-Datei geliefert wird (Preise jeweils zzgl. MwSt.).

Quancom Electronic GmbH
Heinrich-Esser-Straße 27
50321 Brühl
☎ 0 22 32/94 62-20
☎ 0 22 32/94 62-99

20 MHz Speicheroszilloskop im Stiftgehäuse

Text

Pen-Type Oszilloskop im stand-alone Betrieb oder am PC.

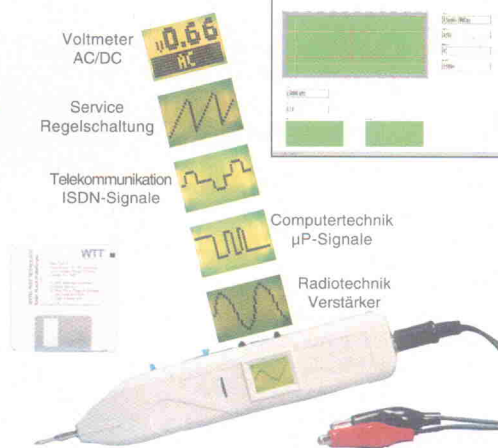
Signalaufzeichnung und Voltmeteranzeige werden am PC-Bildschirm dargestellt, ausgedruckt und abgespeichert. Obwohl nur daumendick, ist das ProbeScope so leistungsfähig wie ein größeres, teureres Oszilloskop. Es kann auch als Digitalvoltmeter betrieben werden. Die Signalanzeige und alle Einstellungen sind auf einem 16x32-Pixel hintergrundbeleuchteten LC-Display dargestellt. Der Preis versteht sich inklusiv für MS-DOS und MS-WINDOWS mit umfangreichen Hilfetexten, Triggerleitungen, seriellen Kabel, Spannungsversorgungskabel.

Abtastraten: 50ns, 100ns, 0,5µs, 1µs, 5µs, 10µs, 50µs, 0,1ms, 0,5ms, 1ms. Eingangsempfindlichkeit: 1V, 10V, 100V. Impedanz: 1MΩ. Spannungsversorgung: 9-13VDC min. 15mA. Trigger: \pm Intern, \pm Extern, Auto. Für PC-Betrieb: min. 128KB Hauptspeicher, RS232 Schnittstelle, VGA.



Stellen Sie sich vor: ein Oszilloskop das Sie einfach immer bei sich tragen können oder über die serielle Schnittstelle an einem Notebook oder Desktop PC betreiben.

WTT
WITTIG TESTTECHNOLOGY



3 Jahre Garantie !!!

Technische Änderungen vorbehalten. © WTT 47/1995

electronica 96

17. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik

Elektronik-Entwickler und Anwender hat die 17. electronica im Fokus, die ab dem 12. November vier Tage lang für Hochbetrieb auf dem Messegelände München sorgt.

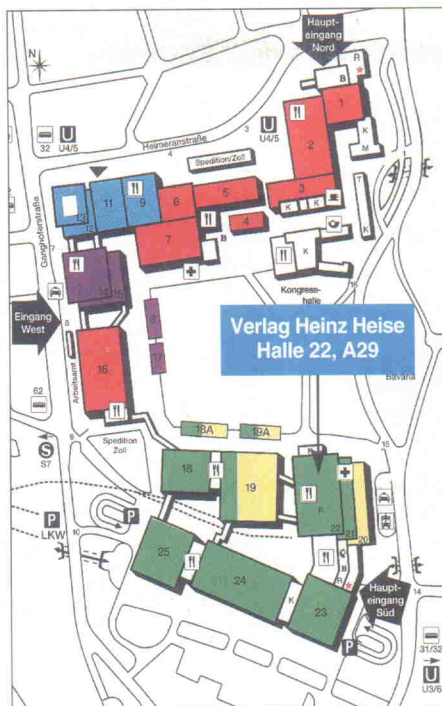
Die Angebotsbereiche der Messe wurden feiner unterteilt: Der Sektor A (Mikrochip-Produkte) präsentiert anwendungsorientierte IC (ASSP), Daten- und Signalwandlungsbausteine, Mikroprozessoren, Logikschaltungen und Speicherperipherie.

Sektor B (Baugruppen und andere Teilsysteme) umfaßt Steckkarten, Platinen und Hybridmodule. Im Sektor C (diskrete Halbleiterkomponenten) zeigen die Aussteller Dioden, Transistoren, Displays, Opto- und Leistungshalbleiter oder Sensoren. Passive Bauelemente und Röhren umfaßt der Sektor D (sonstige diskrete Komponenten).

Die Themen EMV, ESD, Stromversorgung, Gehäuse- und Netztechnik findet man im Sektor E (Systemausstattung). Der Sektor F (Elektromechanik-Komponenten) widmet sich Steckverbindern, Relais, Leiterplatten, Schaltern und anderem. Ein/Ausgabeeinheiten, das heißt Komponenten zur Bilderkennung und Verarbeitung oder Display- und Servo-Techniken, stehen im Mittelpunkt des Sektors G (Systemperipherie). Der Sektor H (ED/EDA-Einrichtungen und Labor-meßtechnik) bildet mit Software und Systemen für rechnergestützten Entwurf und Entwicklung sowie Meß- und Prüfeinrichtungen den Abschluß.

Rund 2800 Aussteller präsentieren ihre Produkte und Dienstleistungen. Der Ausrichter erwartet an den vier Tagen – die Teilnehmer der letzten Veranstaltung sprachen sich für eine Verkürzung um einen Tag aus – etwa 80 000 Besucher. Parallel zur Messe halten Aussteller Tagungen und Workshops in den Kongreßräumen ab. Beispielsweise veranstaltet die Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) am Mittwoch, dem 13. November, ein Forum zum Thema 'Zukunftsmarkt Mikroelektronik'.

Am Dienstag findet zwischen 11 Uhr und 12 Uhr das electronica-Forum mit dem Arbeitsthema 'Wie verändert der Chip unsere Gesellschaft' statt. In diesem Jahr läuft die electronica übrigens letztmalig im Herzen Münchens ab, 1998 soll sie auf das neue Messegelände in Riem umziehen. *ea*



Halle 1...7, 16:
Elektromechanik und sonstige diskrete Komponenten

Halle 8, 14, 15, 17:
Systemperipherie

Halle 9, 11...13:
Systemausstattung

Halle 18A, 19, 19A, 20:
ED/EDA-Einrichtungen und Labor-meßtechnik

Halle 18A, 19A, 21...25:
Mikrochip-Produkte, Baugruppen/ Teilsysteme, Diskrete Halbleiter

Eintritt

12. bis 15. November 1996
(Dienstag bis Freitag)

Messegelände München,
Halle 1...25

Öffnungszeiten: 09:00 – 18:00 Uhr

Eintrittspreise:

Tageskarte 48 DM

Zweitageskarte 86 DM

Vorzugskarte (ab 10 Personen) 38 DM

Dauerkarte 115 DM

Ermäßigungskarte 28 DM

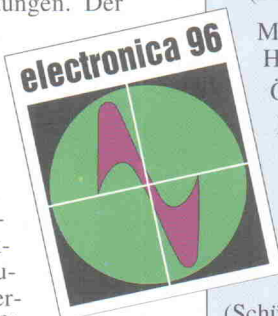
(Schüler/Studenten)

Katalog 25 DM

auf CD-ROM 53 DM

Web: <http://www.messe-muenchen.de/electronica/>

Eine Gast- oder Vorverkaufskarte erlaubt die kostenlose An- und Rückfahrt zum Messegelände mit allen öffentlichen Verkehrsmitteln des MVV. Am Eingang gelöste Karten gelten als Fahr-scheine für die Rückfahrt.

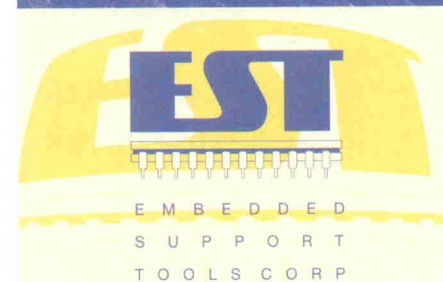


visionICE

der skalierbare Emulator

↓

CPU32 ColdFire PowerPC



EMBEDDED
SUPPORT
TOOLS CORP

↓

EMBEDDED
SUPPORT
TOOLS CORP

Skalierbare Leistung,
vom BDM-Emulator bis zum
full-featured real-time-trace
Emulator

↓

Compiler Support für
SDS-CrossCode,
Diab Data u.a.

↓

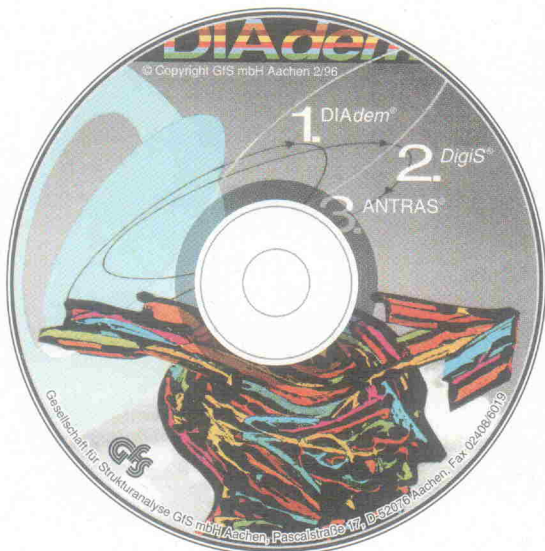
Debugger Support für
SDS-SingleStep u.a.

↓

RTOS-Integration z.B. für
pSOS, VxWork, OSE



Nottulner Landweg 90 · D-48161 Münster
Tel. 02534/6208-0 · Fax 02534/6208-20
E-Mail: mail@HSP.Uni-Muenster.de



Hier ist DIAdem®. Die PC-Werkstatt.

Fordern Sie noch heute Ihre kostenlose CD an:
Mit Standardsoftware zum • Messen • Steuern • Visualisieren •
Präsentieren • Dokumentieren • Automatisieren • Berechnen

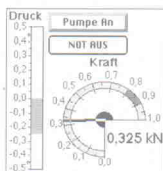
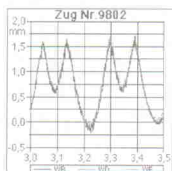
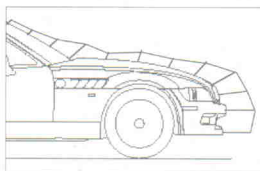
GfS mbH, Pascalstr. 17, D-52076 Aachen, Fax 02408/6216 

BEAM™

die etwas andere Software
für die Meßtechnik

Die Software, die ELRAD - LiveTest Aufgaben löst...
... ohne programmieren zu müssen
... ohne Skripte schreiben zu müssen
... aber noch viiiiiiiiieeeel mehr kann!

für Windows 95 und Windows NT (V4.0)!



z.B. Bundle 1: **PC-Card** (Hersteller ZMD, Dresden)
8 x Single ended oder 4 x Differentiell,
2 x Analog-Ausgang, 16 Bit Digital I/O
plus **Beam™** (32 Bit für Windows 95)
ab **DM 2.200**
plus MWSt.

z.B. Bundle 2: **Spider 8** (Hersteller HBM, Darmstadt)
4 x Analog Input: TF-DMS, LVDT's, 10V,
Frequenzen, Zähler, etc.; erweiterbar,
10 kHz/Kanal, synchrone Erfassung,
16 Bit Digital I/O
plus **Beam™** (32 Bit für Windows 95)
ab **DM 5.200**
plus MWSt.

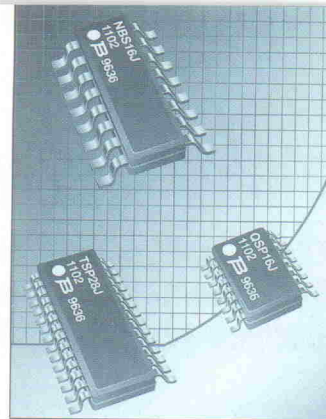
Projektierung sowie weitere
Systeme auf Anfrage

AMS Gesellschaft für angewandte
Meß- und Systemtechnik mbH
Heinrich-Heine-Straße 5
D-09557 Flöha
Tel.: 03726/783 330 Fax: 03726/783 340

Passive Bauelemente

Mininetze

Um der steigenden Nachfrage nach immer kleineren Bauteilen gerecht zu werden, hat die Bourns AG aus dem schweizerischen Baar eine neue Dünnschicht-Silizium-Technologie entwickelt. Die ersten Produkte auf der Basis der neuen Technologie sind Widerstandnetzwerke in den Gehäuseformen QSOP (Quarter Sized Outline Package), TSSOP (Thin Shrink Small Outline Package) oder im Narrow-Body-SOIC (Small Outline Integrated Circuit). Die Mini-Net-Serie gehört zu den kleinsten Bauteilen dieser Art und verbraucht gegenüber einzelnen



Chipwiderständen bis zu 50 % weniger Platz. Die neuen Widerstands-Arrays werden auf Basis des Dünnschichtmaterials Tantalnitrid (TaN) gefertigt, das auf 6-Zoll-Siliziumwafer gesputtert wird.

Bourns AG
Zugerstraße 74
CH-6340 Baar
☎ 00 41/41/768-55 55
☎ 00 41/41/768-55 10

Dick und dünn

Bisher wurden nur bei Leistungshalbleitern ISO-TOP- und TO220-Gehäuse verwendet. Nun sind diese Gehäuseformen auch bei Dick- und Dünnschichtleistungswiderständen im Einsatz. Der Distributor Rutronik aus 75228 Ispingen bietet seit neuestem derartige Widerstände des Herstellers MEC in fünf verschiedenen Versionen an. Die beiden Varianten im ISOP-Gehäuse (BDS250 mit 250 W bei 12 kV_{AC} und BDS100 mit 100 W bei 500 V_{AC}) eignen sich vorzüglich für den Einsatz in Schaltnetzteilen mit Leistungstransistoren derselben Gehäusegattung.



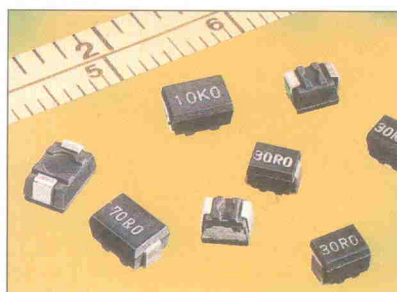
Durch Schraubanschlüsse für Stromschienen oder dicke Kabelschuhe ist die Kühlkörpermontage bei diesem Gehäusetyp einfach realisierbar. Weiteres Kennzeichen der MEC-Widerstände ist ihre mit 40 µH niedrige Induktivität.

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

Präzision in Metall

Die englische Firma Rhopoint Ltd. ist europäischer Distributor von Alpha, amerikanischer Hersteller von Präzisionswiderständen. Zu den neuesten Produkten zählen Dünnschichtmetallwiderstände der MP/MQ-Serie mit Standardtoleranzen von 0,1 % beziehungsweise 0,05 % und einem Temperatur-

koeffizienten von $\pm 5 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$. Dieser Wert bleibt über einen Temperaturbereich von -55°C bis $+125^\circ\text{C}$ konstant. Mit einer Langzeitstabilität von 25 ppm/10 000 h eignen sich die kopfüberkontaktierten Widerstandschips besonders für Präzisionsspannungsteiler und Rückführkreise. Der Distributor liefert die MP-Typen in Ausführungen von 100 Ω... 30 kΩ ab Lager. Weitere Werte bis 60 kΩ sind auf Anfrage ebenfalls erhältlich.



Rhopoint Components Ltd.
Holland Road
Hurst Green
GB-Oxted, Surrey RH8 9BB
☎ 00 44/18 83/71 79 88
☎ 00 44/18 83/71 29 38

Elektromechanik

Frei von PVC

Um sich dem wachsenden Umweltbewußtsein anzupassen, bietet Kabelhersteller bedea Berkenhoff & Drebes GmbH jetzt Antennenkabel an, bei dessen Herstellung völlig auf PVC verzichtet wird. Trotzdem sind die sogenannten Green-Line-CATV-Kabel verlegefreundlich und entsprechen in ihren elektrischen Werten den vergleichbaren Standardprodukten. Das Mantelmaterial besitzt einen Sauerstoffindex >30 und weist im Gegensatz zu Kabeln mit PVC-Mantel eine um 50 % geringere Brandlast auf. Um eine möglichst hohe Zugfestigkeit zu garantieren, bestehen die Innenleiter aus Stahlkupfer. Längslaufende, überlappende Abschirmungen sorgen in Verbindung mit darüber liegenden Abschirmgeflechten für ein Schirmungsmaß >75 dB.

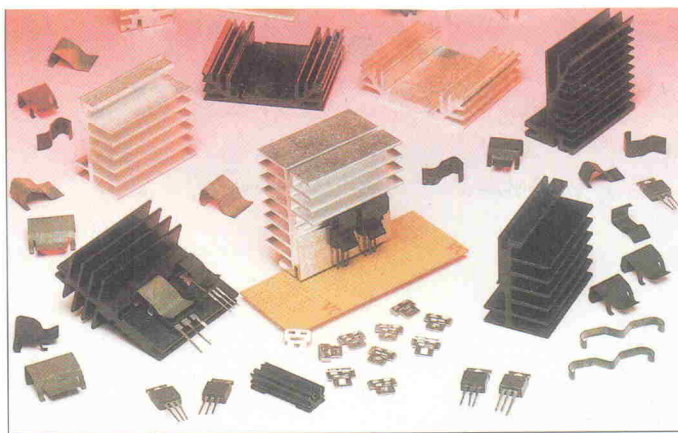
bedea Berkenhoff & Drebes GmbH
Postfach 1140
35607 Aßlar
☎ 0 64 41/8 01-0
☎ 0 64 41/8 01-1 89

Sockel maßgeschneidert

Sind zum Beispiel DIL-Bauformen bestimmter ICs nicht mehr oder nur mit sehr langen Lieferzeiten zu bekommen, SMD-Ausführungen aber verfügbar, und sollen vorhandene Leiterplatten weiter verwendet werden, läßt sich mit einer kleinen Schaltung das SMD-Bauteil auf eine DIL-Unterlage adaptieren. Für solche Fälle bietet Fischer Elektronik spezielle IC-Sockel an. Auch Schaltungsänderungen, -anpassungen oder -korrekturen lassen sich mit solchen applikationsspezifischen Schaltungen durchführen. Neben DIL- und PGA-Bauformen sind auch kundenspezifische Geometrien realisierbar.



fischer elektronik
Nottebohmstraße 28
58511 Lüdenscheid
☎ 0 23 51/4 35-0
☎ 0 23 51/4 57-54



Schnell montiert

Produktionskosten lassen sich oft dadurch senken, daß man gerade im Bereich der Elektromechanik nur solche Kompo-

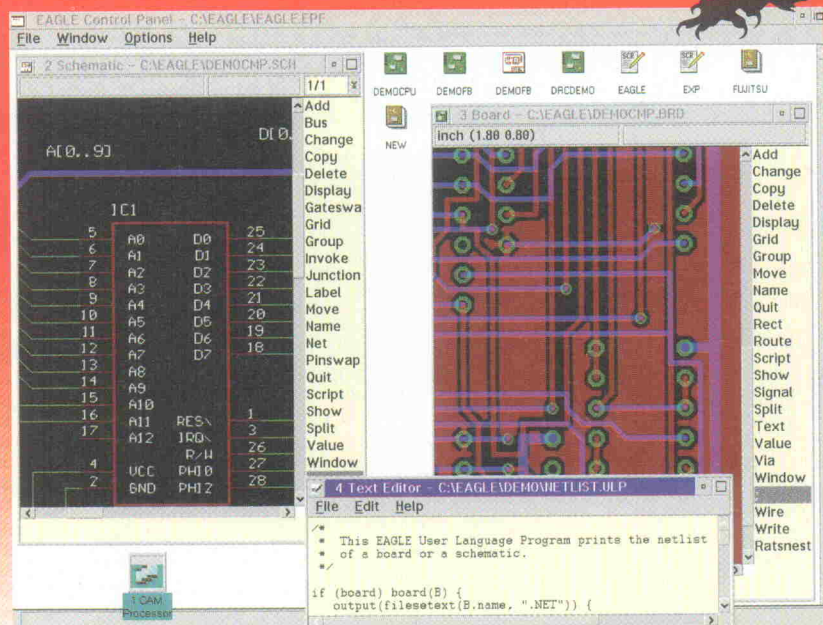
nenten einsetzt, die sich durch eine besonders leichte und schnelle Montierbarkeit auszeichnen. Thermalloy hat sein

Sortiment an Kühlkörperzubehör um eine neue Serie von Montagefähnen erweitert, die genau diesem Anspruch gerecht wird. Gerade beim Einsatz in Stromversorgungen und verwandten Applikationen unterstützt die neue lötbare sogenannte Grip-Tag-Familie die einfache Montage von Profilkühlkörpern auf Leiterplatten. Der Vorgang bedarf nur einer Operation, und es wird kein zusätzliches Werkzeug benötigt.

Thermalloy Deutschland
Am Bahndamm 4
41334 Nettetal
☎ 0 21 53/97 85-0
☎ 0 21 53/97 85-85

Wenn Sie ein leistungsfähiges CAD-Paket mit Schaltplan-Editor, Layout-Editor und Autorouter suchen, das nicht nur leicht zu handhaben, sondern auch erstaunlich preiswert ist, sind Sie mit EAGLE bestens bedient. Genau diese Eigenschaften nämlich haben EAGLE zum mit Abstand erfolgreichsten Elektronik-CAD-Paket Deutschlands gemacht. Neu in der Version 3.5: die automatische Forward & Back-Annotation, die das Übereinstimmen von Schaltplan und Layout ohne Ihr Zutun zu jeder Zeit sicherstellt, und die User Language, mit deren Hilfe EAGLE-Daten für jede beliebige Software oder Hardware aufbereitet werden können. EAGLE läuft unter OS/2, unter DOS oder als DOS-Applikation unter Windows.

EAGLE 3.5



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

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

* Hotline kostenlos * Keine weiteren Kosten *

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

Die Demo ist voll funktionsfähig, 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>

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

Ready for
OS/2 WARP

Preise für Studenten und Ausbildungsstätten auf Anfrage.

Mikrocontroller

Sichere Seite

Unter der Bezeichnung COP8Sax führt National Semiconductor eine neue Familie hochintegrierter 8-Bit-Mikrocontroller in OTP-Technik ein. Sie integriert neben Standardfunktionen wie RC-Taktozillator und Power-On-Reset weitere Peripherie wie einen 16-Bit-Timer, Watchdog oder direkte LED-Ansteuerung. Die Funktionssicherheit von Applikationen unterstützt die Sax-Reihe mit Nationals EMI-Reduktionstechnologie: EMI-arme Schaltungen, GTO-Treiber (Gradual Turn-On) und eingebaute Icc-



Glättungsfilter. Allein diese Maßnahmen sollen die EMI-Abstrahlungen um 15...20 dB senken. Als erster Baustein ist ab sofort der COP8SAC lieferbar, er enthält 4 K EPROM, 128 Byte RAM sowie 8 Byte Anwenderspeicher.

National Semiconductor GmbH
Livry-Gargan-Straße 10
82256 Fürstenfeldbruck
☎ 0 81 41/35-0
☎ 0 81 41/35-15 06
⌨ <http://www.nsc.com/>

Statt Marke

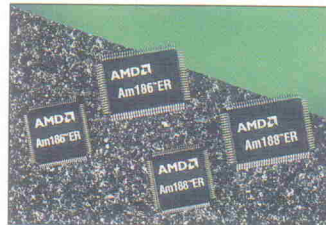
Wem die Basic-Briefmarke nicht mehr genug Leistung bietet, der kann jetzt auf den PBA-SIC-Compiler zurückgreifen. Er übersetzt für die Basic Stamp I geschriebene Programme in Assembler Quelltext für die Familie PIC16Cxx. Zum Lieferum-

fang gehört ein Makroassembler, der den Quelltext in eine Intel-Hex-Datei übersetzt.

Dr. Claus Kühnel
Am Heiderand 20a
01474 Weißig/Dresden
☎ 03 51/8 01 70 02
⌨ <http://www.access.ch/ckuehnel>
✉ ckuehnel@access.ch

186 mit Speicher

Für Embedded-Applikationen mit geringem RAM-Bedarf dürften sich AMDs neue Bausteine Am186/88ER besonders eignen. Dank des Übergangs auf die 0,35-µm-Fertigung ist bei diesen 80C186/188-kompatiblen 16-Bit-Controllern die kostengünstige Integration eines 32-KByte-RAM onchip möglich. Die Chips laufen an einer 3,3-V-Versorgung mit 5-V-toleranten I/Os und stehen in drei Taktraten zwischen 20 MHz und 40 MHz zur Verfügung. Neben dem CPU-Kern und dem Speicher enthalten die Bausteine 32 programmierbare I/O-Pins (PIO), einen asynchronen sowie einen synchronen seri-



len Port, zwei DMA-Kanäle, einen programmierbaren Interrupt-Controller, drei 16-Bit-Timer sowie programmierbare Wait-State- und Chip-Select-Logik. Beide ICs kommen in den Gehäusetypen TQFP100 und PQFP100 daher.

Advanced Mikro Devices GmbH
Rosenheimer Straße 143b
81671 München
☎ 0 89/45 05 30
☎ 0 89/40 64 90
⌨ <http://www.amd.com/>

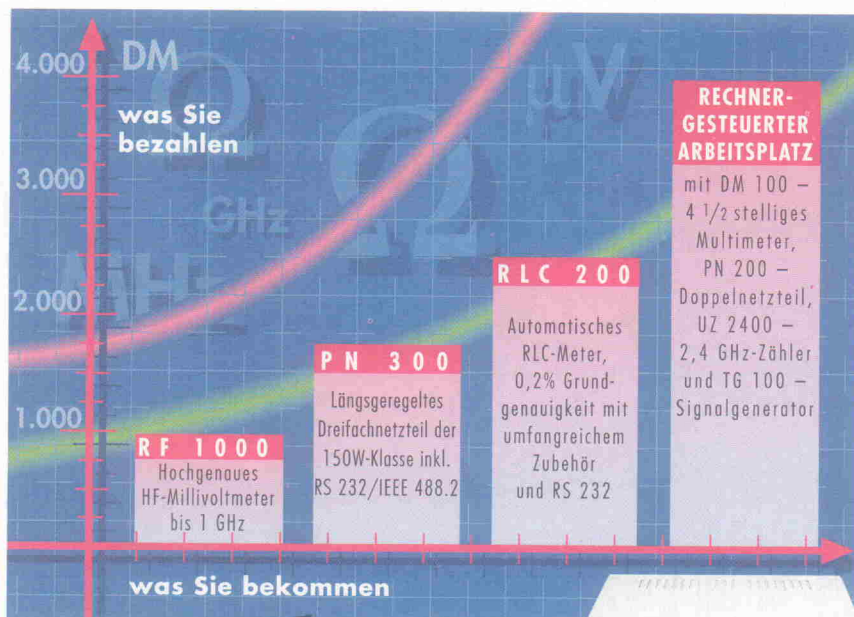
Windows in der Hand

Hitachi und Microsoft kündigen ihre Kooperation für eine neue Kategorie von Handheld-PCs (HPC) an. Dabei liefert Hitachi die Hardwareplattform mit dem SH-3, einem 32-Bit-RISC-Prozessor. Microsoft hat mit Windows CE die Softwarebasis definiert. Das Betriebssystem

wurde bereits auf den SH-3 portiert, außerdem steht Microsofts Visual C++ als Programmierumgebung zur Verfügung.

Hitachi Europe GmbH
Dornacher Straße 3
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/9 91 80-0
☎ 0 89/9 29 30 00

So kriegt Ihr Budget noch die Kurve!



Wir stellen aus:
electronica '96, München
12.-15.11.96
Halle 20, Stand 20 D 14



Informieren Sie sich über

- digimess® compact
- digimess® expert
- digimess® soft

die neuen Lösungen
für anspruchsvolle und
budgetschonende
Universal-Meßtechnik

**digimess® – und alles
ist im grünen Bereich!**

GRUNDIG
Professional Electronics GmbH
Business Unit Meßtechnik
Würzburger Str. 150 · D-90766 Fürth
Telefon 0911/703-4118
Telefax 0911/703-4130

GRUNDIG
electronics

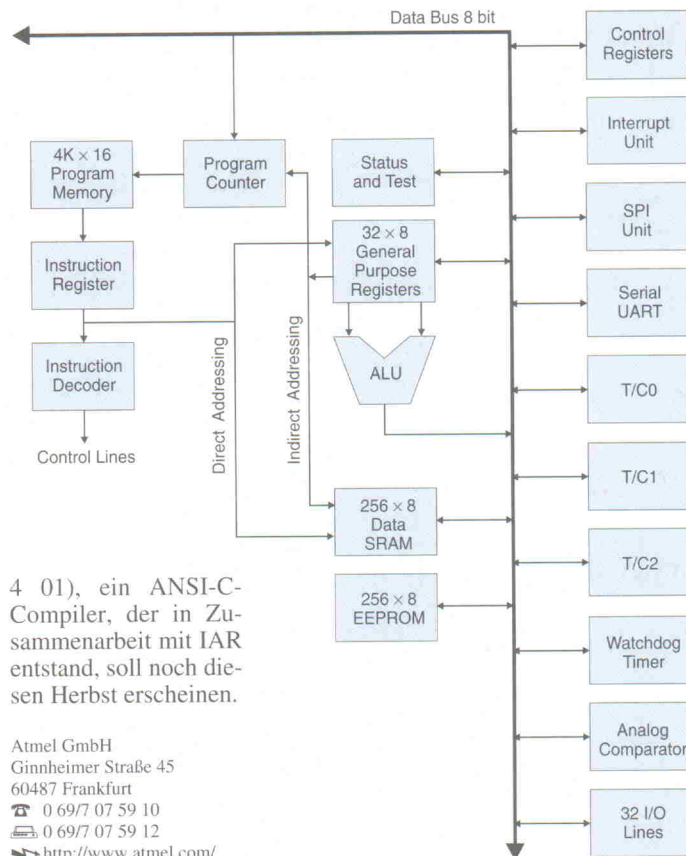
Rasanter Neuling räumt in der 8-Bit-Welt auf

Mit der AVR-Serie führt Atmel eine neue Familie von 8-Bit-RISC-Controllern ein. Sie basieren auf einem in Norwegen als Diplomarbeit entstandenen RISC-Kern, der die meisten Befehle in einem Taktzyklus abarbeitet. Auf Basis des Durchsatzes verglichen, reklamiert der Hersteller eine Leistungssteigerung um den Faktor acht bis elf gegenüber Standard-Controllern wie 68HC11 oder 80C51. Selbst die als flink bekannten PICs soll der AVR um das Fünffache ausstechen.

Die MCU basiert auf einer Harvard-Architektur mit je 8 MByte Programm- und Datenadressbereich. Die 32 als Akkumulatoren nutzbaren Universalregister tragen zu einer hohen Code-Dichte bei und kompensieren so teilweise den RISC-typischen Load-Modify-Store-Ablauf. Der Registersatz läßt sich außerdem im chipinternen SRAM verschieben, was einen schnellen Kontextwechsel gestattet (typisch 14 µs bei 32 Registern und 10 MHz Takt).

Alle Mitglieder der AVR-Familie verfügen über Flash-ROM als Programmspeicher (typisch 1000 Schreibzyklen) und EEPROM (typ. 100 000 Zyklen) für Einstellwerte. Beide Festspeicher können – je nach Bausteintyp – entweder parallel im 'Brenner' oder seriell via SPI, dann auch in-system, geladen werden.

Als erster Baustein wird noch in diesem Jahr der AT90S1200 (20-Pin-Gehäuse, 1 KB Flash, 32 Byte Register+SRAM und 64 Byte EEPROM) bemustert. Im ersten Quartal nächsten Jahres folgen eine 8-Pin-Variante (AT90S1320) und zum Sommer hin schließlich die Typen AT90S2313 (20-Pin, 2 KB Flash, 32 + 128 Byte Register+SRAM, 128 Byte EEPROM) sowie AT90S8414 (40-Pin, 8 KB Flash, 32 + 256 Byte Register+SRAM, 256 Byte EEPROM, siehe Blockschaltbild). Ein Freeware-Assembler/Simulator ist auf Anfrage erhältlich (als AVRTOOLS.LZH in der ELRAD-Mailbox, 05 11/53 52-



4 01), ein ANSI-C-Compiler, der in Zusammenarbeit mit IAR entstand, soll noch diesen Herbst erscheinen.

Atmel GmbH
Ginnheimer Straße 45
60487 Frankfurt
☎ 0 69/7 07 59 10
☎ 0 69/7 07 59 12
⌨ <http://www.atmel.com/>

Ein Zähler wie noch nie: Sehen Sie sich an, was Sie messen!

Die neuen MultiFunction Counter –
handliche Universalzähler mit
zusätzlicher Meßsignaldarstellung.

Traditionelle Timer/Counter zeigen Ihnen nicht das Meßsignal – und Oszilloskope bieten nicht die Meßgenauigkeit eines Universalzählers. Aber die neue MultiFunction Counter Reihe 160 von Fluke bietet beides: genaue Zeit- und Frequenzmessung mit Meßsignal- und Triggerband-Darstellung.

Das Meßergebnis wird bis zu 10 digits aufgelöst. Auf Knopfdruck weitere 10 Signalparameter – ohne neue Messung. Das gibt Sicherheit! 2 Eingänge mit 160 MHz Standard-Meßbandbreite, Zusatzkanal bis 1,5 GHz, Fluke View Windows® Software zur Signalauswertung sowie TCXO oder stabilen Ofenoszillator für volle Mobilität (Batteriebetrieb).

Verlassen Sie sich nicht länger auf Vermutungen: Nehmen Sie Fluke's Serie 160!

The advertisement features a large image of the Fluke 164 MultiFunction Counter. The device is a handheld unit with a large LCD screen displaying a frequency measurement of 10.000 000 07 MHz. Below the screen, there are several buttons and a small keypad. The Fluke logo is prominently displayed at the top right of the advertisement. The background is a solid orange color.

Fordern Sie weiteres Informationsmaterial an!

Fluke Deutschland GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 11
34123 Kassel

Tel. 05 61/95 94 - 2 42
Fax 05 61/95 94 - 2 39

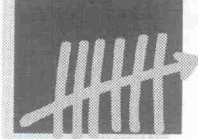


electronica 96
Halle 19
Stand E 07

SPS 96

IPC 96

DRIVES 96



Speicherprogrammierbare
Steuerungen
Programmable Controllers



Industrie-PCs
Industrial Computers



Elektrische Antriebstechnik
Electric Drives

7. Internationale Fachmesse und Kongreß für Speicherprogrammierbare Steuerungen, Industrie-PCs und Elektrische Antriebstechnik

Messehalle Sindelfingen
26.-28. November 1996



Dazu kommt es auf die richtigen Partner
an – mehr als 200 Aussteller erwarten Sie!

Weitere Information
über Fax-Abruf (polling): **0711- 66197-8010**

MESAGO Messe & Kongreß GmbH, Postfach 103261,
70028 Stuttgart, Tel.: 0711-61946-0
Fax: 0711-61946-98. e-mail: bettina.burth@mesago.de

- ☐ Bitte senden Sie mir die Informationsunterlagen zur SPS/IPC/DRIVES'96:
☐ Aussteller ☐ Besucher ☐ Kongreßteilnehmer
☐ Bitte senden Sie mir Informationen zu weiteren Veranstaltungen mit
 ähnlichen Themen

Name	Vorname
Firma / Institution	
Adresse	
Telefon	Fax

MESAGO Messe & Kongreß GmbH, Postfach 103261
70028 Stuttgart, Tel.: 0711-61946-0, Fax: 0711-61946-98

EDA

Fast geschenkt

Begrenzt bis zum Januar 1997 ist ab sofort für alle CPLD/FPGA-Anwender ein enorm preisgünstiges VHDL-Paket, bestehend aus einem leistungsfähigen VHDL-Editor mit HDL-Wizard und Language Assistant sowie einem leistungsfähigen State Machine Editor unter Windows, verfügbar. Der Preis für das nicht limitierte Paket beträgt 100 D-Mark zuzüglich Mehr-

wertsteuer (Listenpreis: 3800 D-Mark). Die Software ist Bestandteil der kompletten CPLD/FPGA-Entwicklungsumgebung Active-CAD von Aldec. Unterstützt werden neben ABEL auch Verilog und VHDL.

PLC2
Lindenweg 4
79206 Breisach
☎ 0 76 64/40 03 30
☎ 0 76 64/40 03 60
✉ 07664400330-0001@t-online.de

Simulations-Praxis

aktuell

Zwei eintägige Kurse zum Thema 'Entwicklung von Schaltnetzteilen' bietet die Bausch-Gall GmbH in München an. Im ersten Teil, der am 28. November stattfindet, geht es um die 'Effektive Simulation von Schaltnetzteilen'. Anhand einer neuartigen Linearisierungsmethode wird gezeigt, wie man mit PSpice beziehungsweise Intusoft-Spice bei vernünftigen Rechenzeiten zu aussagekräftigen Ergebnissen im Zeit- und Frequenzbereich gelangt. Der zweite Kurs am 29. November behandelt die 'Effektive

Regelung von Schaltnetzteilen'. Hier werden aufbauend auf den ersten Teil Entwurfsmethoden vorgestellt, die es auf einfache Weise erlauben, für einen gegebenen Wandlertyp passende Regler zu entwerfen. Beide Kurse (Preis je 600 D-Mark) wenden sich an Entwickler, die sich für den rechnergestützten Entwurf von Schaltnetzteilen interessieren.

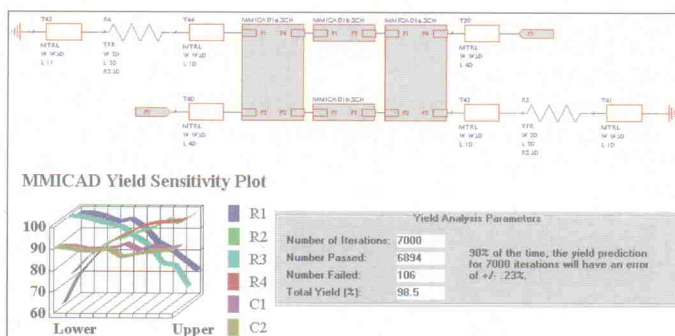
Bausch-Gall GmbH
Wohlfahrtstraße 21b
80939 München
☎ 0 89/3 23 26 25
☎ 0 89/3 23 10 63

Mikrowellen- und HF-Simulation

Globes Elektronik bietet jetzt für das Mikrowellen- und HF-Schaltungssimulationsprogramm MMICAD ein Upgrade auf die Version 2.0 an. Die Software wird als 16- und 32-Bit-Version zusammen auf einer CD geliefert. Insbesondere die für die 32-Bit-Ausführung unter Windows 95 beziehungsweise NT vollständig neu geschriebenen Analyse-Algorithmen ergeben bis zu doppelt so hohe Geschwindigkeiten. Darüber hinaus sind auch die Analyse-, Optimierungs- und Prüfmodule erweitert und verbessert worden. Die neue Version ist nun voll

Import/Export-kompatibel zu Touchstone-Schaltkreisbeschreibungen. Weitere Schnittstellen existieren zu Protels Advanced Schematic3 und OrCAD Capture. Natürlich ist auch eine bidirektionale Anbindung an das MMICAD Layout-Programmmodul vorhanden. Als grafische Ausgabeformate stehen neben einigen anderen vor allem Gerber, HPGL, DXF und PostScript zur Verfügung.

Globes Elektronik GmbH & Co KG
Allee 49
74072 Heilbronn
☎ 0 71 31/78 10-0
☎ 0 71 31/78 10-20



Multimedia-Chips

Video goes Monitor

Speziell für den wachsenden Markt der Entertainment-PCs hat Intermetall den Signalprozessor VPX3214C entwickelt. Mit diesem neuen Baustein ist es möglich, dem Rechner Fern-



ITT Intermetall
Hans-Bunte-Straße 19
79108 Freiburg
☎ 07 61/51 70
☎ 07 61/5 17 27 70
✉ info@itt-sc.de
⚡ http://www.itt-sc.de

2. Hd. Rainer
Hoffmann

Einer für alle

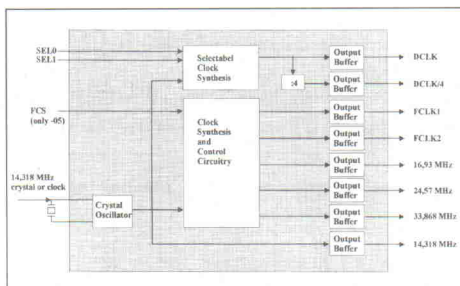
Mit dem neuen Baustein MK1444 stellt MicroClock einen Frequenzsynthesizer vor, der aus einer Eingangsfrequenz von 14,318 MHz bis zu acht verschiedene Ausgangsfrequenzen erzeugt. Der Baustein unterstützt alle üblichen auf Soundkarten benötigten Frequenzen, und der Benutzer hat die Möglichkeit, über acht Selekt-Leitungen 18 verschiedene DSP-Prozessorfrequenzen zu wählen. Der besondere Nutzen des Bausteins kommt bei umfangreicheren Systemen besonders zum Tragen, wenn die Vielzahl der verschiedenen Quarze durch einen einzigen Chip ersetzt werden kann.

sehen und Videokonferenzen 'beizubringen'. Eine direkte Anbindung des Intermetall-ICs an Chipsätze von S3, ATI, Trident, Zoran und anderen ist möglich, und daher ist eine Integration in bestehende Systemkonzepte recht einfach.

Intermetall bietet seinen Kunden umfassende Unterstützung bei der Systementwicklung: So stehen neben Referenzdesigns auch Softwaretreiber und Applikationshilfen für unterschiedliche Konfigurationen zu Verfügung.

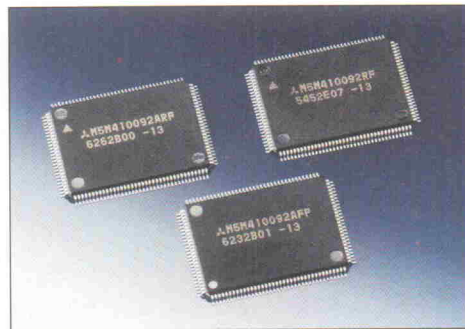
Der MK1444 steht in sechs Versionen im schmalen SOIC-Gehäuse mit 16 Anschlüssen zur Verfügung. Informationen und Vertrieb über

Actron-Vertrieb
Posthalterweg 18
85599 Parsdorf
☎ 0 89/99 15 09-0
☎ 0 89/99 15 09-50
✉ 100745.1020@compuserve.com
⚡ http://ourworld.compuserve.com/homepages/actron



Schnelle Speicher

Mitsubishi bringt unter dem Namen 3D-RAM einen für Grafikanwendungen optimierten Speicherbaustein auf den Markt, der eine eigene ALU und einen integrierten Cache beinhaltet. Das IC basiert auf der CDRAM-Architektur (Cache-DRAM), welches auf dem Chip sowohl DRAM als auch SRAM vereint. Der 10 MBit große Speicherbereich ist über einen 256 Bit breiten Bus mit einem Pixel-Buffer verbunden, der wiederum mit 32 Bit breiten Schreib- und Leseports auf die

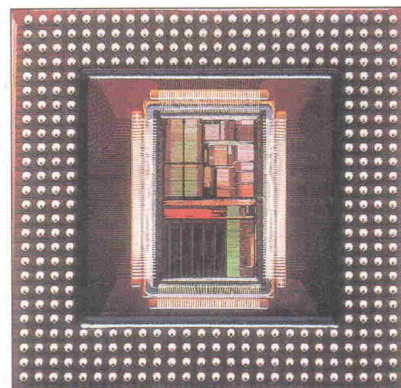


ALU zugreift. Das 3D-RAM wird in einem 128beinigen QFP-Gehäuse angeboten.

Mitsubishi Electric Europe
Gothaer Straße 8
40880 Ratingen
☎ 0 21 02/4 86-535
☎ 0 21 02/4 86-367

Parallel-DSPs

Bei Texas Instruments können ab sofort Muster des neuesten Mitglieds seiner Multiprozessor-DSP-Familie TMS320C82 bezogen werden. Dieser Baustein für Video-, Grafik-, Bildverarbeitungs- und andere anspruchsvolle Anwendungen zeichnet sich durch hohe Rechenleistung (1,5 BOPS – Milliarden Operationen pro Sekunde), niedrige Leistungsaufnahme und – nach Ansicht des Herstellers – durch einen günstigen Preis aus (ab 25 000 Stück 121,36 DM + MwSt). Der neue C82 vereinigt auf einem Chip zwei Parallel-DSPs, einen RISC-Mikroprozessor mit Gleitkomma-Einheit, einen DMA-Controller sowie große Befehls- und Datenspei-



cher. Der Baustein wird in einem 352poligen BGA-Gehäuse untergebracht und soll im ersten Quartal 97 in die Serienfertigung gehen.

Texas Instruments
Haggertystraße 1
85356 Freising
☎ 0 81 61/8 00
⚡ http://www.ti.com

Presseabt.
2. Hd.

intelligente Werkzeuge für entspannte Produktivität

topCAD
für WINDOWS

zum Beispiel: mit dem programmierbaren Post Prozessor

SETO topCAD – die leistungsfähige Elektronik-Design CAD-Software für Windows NT/95

für jedes Budget und jede Anwendung individuell aufrüstbar!

SETO

Fordern Sie unsere CAD/CAE Profi-CD zum Test an!

SETO Software GmbH Starnberg Telefon (081 51) 774-44 Fax (081 51) 28 243

Radio und TV

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik
für November 96



Neben Radiosendern, Kabelnetzen und Satelliten bietet sich inzwischen das Internet als Medium zur Verbreitung von Radioprogrammen an. Die ersten Versuche der Tonübertragung waren eher umständlich und von geringer Qualität. Inzwischen kann man aktuelle Nachrichten von Sendern rund um den Globus empfangen, in Archiven kramen oder das Hörspiel dann starten lassen, wenn man dafür Zeit hat (Radio S2, 11. 11., 8.30 Uhr).

Freitag, 1. 11.

DW-tv 18.30 Uhr
Forschung schafft Verbindungen – Die Alexander von Humboldt-Stiftung

Samstag, 2. 11.

Bayer. Fernsehen 13.30 Uhr
Computer-Treff – Bericht von der Systems

Sonntag, 3. 11.

Bayer. Fernsehen 11.00 Uhr
BRunch: Zeugen der Zeit – Neue Medien

Montag, 4. 11.

S2 Kultur 8.30 Uhr
Naturwissenschaft und Technik aktuell: Lauschangriff auf die Sonne

Bayer. Fernsehen 14.00 Uhr
Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Guglielmo Marconi und die drahtlose Telegraphie

Dienstag, 5. 11.

WDR Radio 5 15.00 Uhr
Radiofeature: Aus dem Eis in die Ewigkeit – Der Traum, tiefgekühlt den Tod zu überleben

N3 22.15 Uhr
Prisma: Hören Sie Stimmen? Die Erkundung eines alten Phänomens

Mittwoch, 6. 11.

Radio Bremen 2 20.05 Uhr
Wissenschaft und Umwelt: Aus aktueller Forschung

ZDF 21.00 Uhr
Abenteuer Forschung

ORB 3 23.55 Uhr
Freak-Time: Computerclub

Donnerstag, 7. 11.

ZDF 10.03 Uhr
ARD-Ratgeber Auto und Verkehr: u. a. Auto-Simulator

Bayer. Fernsehen 14.45 Uhr
Technik aus Europa: Brückenschläge

Freitag, 8. 11.

WDR Fernsehen 14.30 Uhr
Technik aus Europa: Wasserräder und Turbinen

hessen 3 19.00 Uhr
SKYROCK – die Multimedia-Schau: Der virtuelle Hausarzt – Therapie aus dem Computer

Sonntag, 10. 11.

3sat 7.00 Uhr
Köpfe: Rätsel der Wissenschaft

ARD 17.00 Uhr
ARD-Ratgeber: Technik

Montag, 11. 11.

S2 Kultur 8.30 Uhr
Naturwissenschaft und Technik: Radio und Telefon via Internet

Dienstag, 12. 11.

D. Radio Berlin 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft: 'Dicke Luft über den Wolken' – Flugverkehr und Klimafolgen

WDR Fernsehen 21.30 Uhr
Globus – Forschung und Technik: Risiko in der Krise; Metalocene; Neue Erkenntnisse bei Krebssponanheilungen

N3 22.15 Uhr
Prisma: Im Reich der Planetenjäger

Freitag, 15. 11.

DW-tv 7.30 u. 11.30 Uhr
Feature: 'Durch die Nacht zum Licht' – Die Geschichte der Zeiss-Werke

D. Radio Berlin 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft: 'Blick in die Tiefe' – Geologische Bohrungen auf den Kontinenten

Samstag, 16. 11.

D. Radio Berlin 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft: Elektronische Sortier- und Verteilsysteme

Montag, 18. 11.

DW-tv 15.30 Uhr
Leonardo – Das Zukunftsmagazin

Dienstag, 19. 11.

N3 22.15 Uhr
Prisma: Die Nordsee und das Öl

Freitag, 22. 11.

ZDF 0.15 Uhr
netNite – Internet-Surfshow

Samstag, 23. 11.

VOX 13.00 Uhr
Click – Das Multimedia-Magazin

Montag, 25. 11.

3sat 17.45 Uhr
Das Entdeckermagazin

3sat 21.30 Uhr
HITEC: Das Technik-Magazin

Donnerstag, 28. 11.

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

TV N3 13.45 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die Glühlampe von Thomas A. Edison

Samstag, 30. 11.

VOX 13.00 Uhr
Click – Das Multimedia-Magazin

tägliche Radiosendungen

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'.

DeutschlandRadio Berlin Montag bis Freitag, 11.00 Uhr
Natur und Wissenschaft

wöchentliche Radiosendungen

N3 Dienstag, 22.15 Uhr
Prisma

arte Mittwoch, 20.00 Uhr
Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

» Eine Medienwelt ohne Fachzeitschriften? Undenkbar.«

Der Medienexperte Kai Hiemstra weiß, wovon er spricht. Der Werbeträger Fachzeitschrift ist bei den professionellen Entscheidern nicht nur die am häufigsten genutzte Informationsquelle, sondern auch der Kommunikationskanal mit der höchsten emotionalen Akzeptanz. Fundierte Kaufentscheidungen sind für diese Experten ohne die Marktinformation durch Fachzeitschriften schlicht undenkbar. Sie wollen mehr darüber wissen? Dann fordern Sie unsere aktuelle „Leistungsanalyse Fachzeitschriften“ an.

Ja, das will ich genauer wissen!

Schicken Sie mir bitte

- ☐ die „Leistungsanalyse Fachzeitschriften“,
☐ das „Jahrbuch der Deutschen Fachpresse“
 gegen Schutzgebühr von DM 29,-

Name, Vorname

Firma, Position

Straße

PLZ, Ort

Telefon

Datum, Unterschrift

Einsenden oder faxen an
 Deutsche Fachpresse
 Großer Hirschgraben 17-21
 60311 Frankfurt am Main
 Telefax (0 69) 1 30 63 99

Medien

Steuerungs-Doku

Vom Geschäftsbereich Automatisierungstechnik der Siemens AG stammt eine aktuelle Dokumentationssammlung auf CD-ROM. Vermittelt wird umfassendes Know-how über numerische Steuerungen der Reihe Sinumerik, speziell die Modelle 810D, 840D und FM-NC, sowie über Simodrive-Antriebe, Typ 611. Für den Benutzer bestehen mit der CD Zugriffsmöglichkeiten auf die gesamten Dokumen-

tationsunterlagen für die Produkte. Unter anderem gehört dazu eine reichhaltige Auswahl an Datenblättern und Applikationshinweisen. In den größtenteils im PDF-Format dargelegten Dokumenten erleichtern unter anderem strukturierte Verzeichnisse, Indexlisten, eine gezielte Auswahl nach Themengebieten sowie eine Stichwortsuche das Auffinden von Informationen.

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

Wettbewerbskontakt

Die Körber-Stiftung in Hamburg schreibt im kommenden Jahr wieder den Deutschen Studienpreis aus. Der interdisziplinäre Forschungswettbewerb hat diesmal das Thema 'Visuel-

le Zeitwende? Bilder - Technik - Reflexionen'. Wer sich für eine Teilnahme interessiert und weitere Information sucht, kann jetzt auf ein spezielles Web-Angebot zugreifen, bei dem vor allem auch der Kontakt zu potentiellen Forschungspartnern für die Wettbewerbsbeteiligung ermöglicht wird. Der Deutsche Studienpreis ist mit Einzelpreisen von insgesamt 500 000 DM dotiert. Abgabetermin für Wettbewerbsbeiträge ist der 30. April 1997.

Körber-Stiftung
Deutscher Studienpreis
21027 Hamburg
☎ 0 40/72 50-30 57
☎ 0 40/72 50-39 22
➔ <http://www.stiftung.koerber.de/dsp>

PC-Meßtechnik im Web

Seit September stellt die Meilhaus Electronic GmbH aus Puchheim Informationen rund um die angebotene Produktpalette und das Unternehmen via World Wide Web bereit. Als Distributor und Hersteller von Hard- und Softwareprodukten aus dem Bereich der rechnergestützten Meß- und Regelungstechnik liefert Meilhaus über das haus-eigene Web-Angebot unter anderem Produktbeschreibungen, Testversionen von Software, Messe- und Seminartermine, aber auch Applikationshinweise und Tipps für Meßtechnikanwender. Speziell für Kunden ist zudem ein gesonderter ftp-

Server erreichbar, von dem sich beispielsweise Softwaretreiber für Meilhaus-Multifunktionskarten laden lassen.

Meilhaus Electronic GmbH
Fischerstraße 2
82178 Puchheim
☎ 0 89/89 01 66-0
☎ 0 89/80 83 16
➔ <http://www.meilhaus.de>



Business-Netz

Die Deutsche Messe AG, Veranstalter so namenhafter Ausstellungen wie der CeBIT und der Hannover Messe Industrie, startete jüngst die erste 'Internet-Messe für Investitionsgüter'. Nach Angaben der Betreiber soll das Global Business Network, kurz Globis, als interaktives Online-System mit Zugriff per WWW bereits in seiner Anlaufphase über mehr als 60 000 verschiedene Produkte und Dienstleistungen informieren. Beim Zugriff auf die Informationen ist dabei wahlweise eine gezielte Recherche nach Zielgruppen, Anwendungsgebieten, Produktgruppen oder direkt nach Anbietern möglich.

Wer an der Präsentation seiner Produkte oder Leistungen in Globis interessiert ist, kann zum

Beispiel für derzeit 6000 DM zzgl. MwSt. auf ein sogenanntes Basispaket zurückgreifen. Dafür ist dann eine etwa DIN-



A4-seitige Produktbeschreibung inklusive Bild für ein Jahr lang über die Web-Seiten von Globis erreichbar.

Deutsche Messe AG
Messegelände
30521 Hannover
☎ 05 11/89-0
☎ 05 11/89-3 23 12 (Globis Hotline)
☎ 05 11/89-3 23 13
➔ <http://www.globis.de>

Halbleiterdaten im großen Stil

Mit CapsXpert bietet IHS eine sehr umfangreiche Datenbank für die professionelle Recherche nach aktiven Elektronikbauelementen und entsprechenden Datenblattinformationen an. Das Recherchesystem auf CD-ROM liefert neben detaillierten Bauteildaten wie Pinout, Bauformen oder elektrischen Kennwerten auch Hersteller- und Vertriebsadressen für die mehr als 1,7 Millionen erfaßten Bauelemente. Die Suche in der Datenbank läßt sich anhand von Eigenschaften wie Bauteilbezeichnung oder -nummer, Bausteinfamilie, Hersteller, Funktion, aber auch mit technischen Parametern strukturieren.

Wer anstelle etlicher CDs lieber aktuelle Online-Recherche bevorzugt, erreicht unter dem Namen CapsOnline den Pool der Halbleiterdaten auch per Internet-Verbindung. Dazu ist ein gesondertes Windows-Programm erforderlich, das als eine Art Grafikterminal fungiert und, gestartet aus einem Web-Browser, über das Netzwerk eine Verbindung zu einem PC-basierten Datenbank-

server aufbaut. Der Anwender arbeitet dann über eine 'virtuelle' Programmoberfläche direkt auf dem Datenbank-Host von CapsOnline.

Der Bauteilindex für die 'Offline-Ausgabe' CapsXpert beansprucht eine CD, wird halbjährlich aktualisiert und kostet 5500 DM pro Jahr. Für 29 000 DM pro Jahr gibt es den kompletten Datenpool inklusive Index und Datenblättern. Das Ganze erfordert zirka 65 CD-ROMs; ein Update hierzu erscheint alle 60 Tage. Preisbeispiele für den Online-Zugang zu CapsOnline liegen zwischen 600 DM für acht Stunden und 2400 DM für 50 Stunden. Das erforderliche Zugangsprogramm für CapsOnline läßt sich aus dem Web-Angebot von IHS herunterladen. Von hier aus gibt es auch für jeweils fünf Minuten einen Gratiszugang zum Ausprobieren.

Information Handling Services GmbH
Röntgenstraße 5
82152 Martinsried
☎ 0 89/89 52 69-0
☎ 0 89/89 52 69-99
➔ <http://www.hh-zfrk.com/Vertrieb/webframe.htm>

Fuzzy-Technik

Ein fundierter Einstieg in diese Materie, der zeigt, wie sich Fuzzy-Methoden z.B. in Prozeßautomatisierung, Steuerungen und Regelungen realisieren lassen. Das didaktische Konzept beruht auf der Analogiebetrachtung zwischen klassischer Menge und Fuzzy-Set, klassischer Logik und Fuzzy-Logik sowie klassischer Regelungstechnik und Fuzzy-Control. Mathematisch exakt, ohne unnötige Schwierigkeiten, wird der Lernende durch die jeweils mit einem Übungsteil abschließenden Kapitel geführt. Neben einer soliden Grundlagenvermittlung finden sowohl kritische Anmerkungen als auch Trendbeobachtungen ihren Platz. Ein Lehr- und Übungsbuch für Auszubildende, Meister, Techniker und Studenten.



Jaanineh, Georg
Majjohann, Markus

Fuzzy-Logik und Fuzzy-Control

360 Seiten, 185 Bilder
1. Auflage 1996
ISBN 3-8023-1535-9
59 DM / 437 öS / 54 sFr



Vogel Buchverlag, 97064 Würzburg, Telefon (09 31) 4 18-24 19, Telefax (09 31) 4 18-26 60

Vogel Fachbuch – das praxisorientierte Fachwissen

VW Antiker 2532-056

Mikrosekundenengenau

ADwin - Meßwerterfassungskarten

Die **ADwin**-PC-Erweiterungskarten haben für die schnelle Meßwerterfassung und Verarbeitung einen eigenen Prozessor, der auch unter Windows sichere Antwortzeiten von max. 2 Mikrosekunden garantiert.

- 16 analoge Eingänge mit max. 400 kHz Abtastrate
- bis zu 6 analoge Ausgänge
- je 16 digitale Ein- und Ausgänge
- bis zu 24 Zähler (16 Bit, 32 Bit, Vorwärts-Rückwärts)
- bis zu 8 MB lokaler Speicher.

ADbasic - Echtzeit-Entwicklungstool

ADbasic ist ein Compiler zur flexiblen und einfachen Programmierung von sehr schnellen Meß-, Steuer- und Regelungsaufgaben auf der **ADwin**-Karte.

ADbasic verarbeitet jeden Meßwert sofort !

ADbasic besitzt eine integrierte Entwicklungsumgebung unter MS-Windows und eine komfortable Schnittstelle zum Datenaustausch mit dem PC.

Treiber für Win3.x, Win'95, Windows-NT

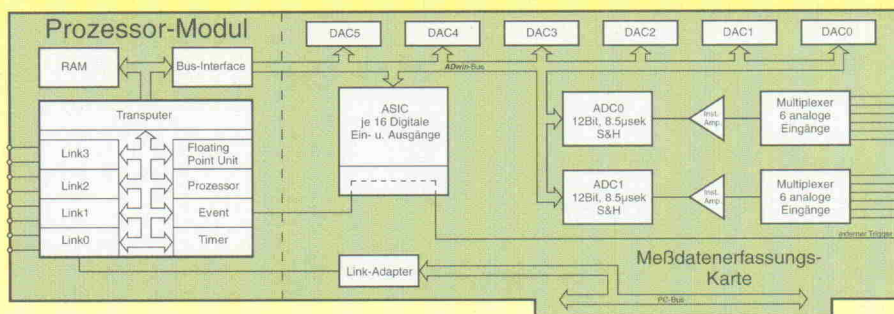
Die **ADwin**-Treiber haben Schnittstellen zu :

Testpoint, Visual-Basic 3.0, Visual-Basic 4.0, Excel, Access, Visual-C, C/C++, LabWindows CVI, LabView, Delphi 1.0, Delphi 2.0, Turbo-Pascal, Matlab, Origin, QuickBasic

Neu ! ADserver-Treiber zur Fernbedienung

Die neuen **ADserver**-Treiber ermöglichen den einfachen Zugriff auf **ADwin**-Karten im Netz oder über ISDN, als ob die Karte im lokalen Rechner wäre.

Messen, Steuern und Regeln unter MS-Windows mit dem ADwin Echtzeit-Entwicklungssystem



Typische Anwendungen :

- Meßwerterfassung mit sehr schneller Online-Auswertung und Überwachung
- Gleichzeitige Erzeugung und Messung von analogen Signalen, z.B. für dynamische Kennlinienmessungen und Schwingungsprüfstände
- Entwicklung schneller digitaler Regler bis zu 200 kHz
- Steuerung von sehr schnellen Prüfständen
- Schnelle Überwachung von Zählerständen und Pulsbreiten
- Schnelle Fernüberwachung über Netzwerk oder ISDN

**Sieger beim
ELRAD-Livetest auf
der Messcomp'95
und '96**

ADwin

Jäger Meßtechnik GmbH
Rheinstraße 4 64653 Lorsch
Tel.: 06251/96320 Fax: /56819

Embedded Systems '97

Messe & Kongreß
19. – 21.02.1997,
Stuttgart-Sindelfingen
Halle 1, Stand K34

Seien Sie unser Gast.

Sie entwerfen und vertreiben Mikrocontroller-Applikationen oder bieten Entwicklungswerkzeuge an. Sie suchen neue Anregungen, Ideen und fachkompetente Gesprächspartner.

Auf der Embedded Systems '97 haben Sie die Möglichkeit, sich als Unteraussteller auf dem **ELRAD-Gemeinschaftsstand** der Öffentlichkeit zu präsentieren.

Fordern Sie weitere Informationen über unser Messeangebot an und lassen Sie sich beraten.

Wir freuen uns auf Sie!

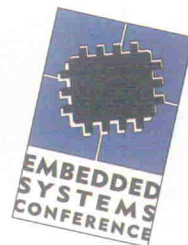
Kontakt:
Redaktion **ELRAD**
Stefanie Gaffron
Telefon: 05 11/53 52-400
Fax: 05 11/53 52-404
E-Mail: post@elrad.heise.de
Internet: <http://www.heise.de/el/>



Elektronik hat einen Namen: **ELRAD**.

Dr. Sabine Cianciolo

Zwischen RTOS und Java



Embedded Systems West in San Jose

Rund 6000 Besucher kamen zur achten Embedded Systems Conference ins kalifornische San Jose. Im Vordergrund des Geschehens standen in diesem Jahr Echtzeit-Betriebssysteme und Javas Rolle im Embedded-Markt.

aktuell

In seiner Einführungsrede erläuterte Jim Mitchell, seines Zeichens Vizepräsident für Technologie und Architektur bei JavaSoft, daß Javas Erfolgsrezept fürs Internet – offene Architektur und geringe Größe – sich ebenfalls bei Low-Cost-Elektronik mit begrenztem Speicher bewährt. Aufgrund der neutralen Architektur können beispielsweise bestimmte Anteile der Software in Systemen mit verschiedenen Prozessoren wiederverwendet werden. Network-Computer, Set-Top-Boxen, PDAs, Drucker, Navigationssysteme in Autos und Mobiltelefone zählen zu den Geräten, denen Java und JavaOS größere Funktionalität bringen soll.

Hersteller von Echtzeit-Betriebssystemen (RTOS) enthüllten eine Reihe von offenen Entwicklungsumgebungen. Leider herrscht derzeit trotz der Bemühungen um Offenheit immer noch Uneinigkeit über einen gemeinsamen Standard. Nach Meinung von Experten ist der Embedded-Markt viel zu zersplittert, um sich jemals auf einen einzigen Standard zu einigen, der den Anforderungen der Entwicklungsmehrheit genügt.

Auf der Ausstellung zeigte beispielsweise Microtec Research ein Upgrade zu ihrem Entwicklungssystem Spectra, welches auf dem Streams-Standard aufbaut. Integrated Systems Inc. präsentierte ihre Prism+ Development Suite, der die Common-Object-Request-Broker-Architektur (CORBA) zugrunde liegt, und Lynx Real Time Systems erweiterte ihr Posix-Echtzeit-Betriebssystem in Richtung besser skalierbare Entwicklungsumgebung.

Zumindest einen Schritt in die Richtung von gemeinsamen RTOS-Standards machten einige Firmen, indem sie Partner-

schaften eingingen: Embedded Systems Products Inc. (ESP) und Microware gaben bekannt, daß sie zukünftig mit Advanced RISC Machines (ARM) zusammenarbeiten und ihre RTOS auf die ARM-RISC-Prozessor-Familie portieren. Ein weiterer Partner von Microware ist Hitachi, deren SH3-Mikroprozessor jetzt auch mit Microwares Echtzeit-Betriebssystem OS-9 DAVID läuft. Software Development Systems (SDS) dehnte ihre strategische RTOS-Partnerschaft mit ISI auf Wind River aus.

Im Hardware-Bereich stellte Motorolas High Performance Embedded Division zwei neue Implementationen der ColdFire-Familie vor: ColdFire2 und ColdFire2M. Letztere verfügt über eine MAC-Einheit mit DSP-Fähigkeiten. Sie verarbeitet eine 16x16-Multiplikation und Addition pro Zyklus. Als Anwendungsbereiche sieht Motorola vor allem kostensensitive Embedded-Control-Applikationen mit hohem Volumen, wie etwa Datenspeicherung und Imaging, Digital Video Disks (DVD), digitale Satelliten-Systeme und interaktive Set-Top-Boxen.

Laut Untersuchungen von Marktforschungsunternehmen soll der 32/64-Bit-Embedded-Markt im Jahr 1999 eine runde Milliarde Dollar umsetzen. Von diesem Kuchen will sich die Firma Quantum Effect Design (QED) eine Stück abschneiden und trat auf der Embedded Systems Conference erstmals als Mikroprozessor-Hersteller auf. Seit 1991 entwickelte QED lediglich Designs und verkaufte diese auf Lizenz-Basis. Dazu zählen beispielsweise die Core-Technologien der MIPS-Prozessoren R4600/40/50, R4700 und R5000. Die Firma erwarb vor

kurzem eine Lizenz zum Herstellen und Verkaufen von MIPS und will in Zukunft ihre eigene Linie von MIPS-basierten, High-End-32- und 64-Bit-Embedded-Mikroprozessoren entwickeln und vermarkten.

NEC und DEC kamen mit neuen Boards zur Konferenz: Das Entwicklungs- und Evaluationsboard K4 von NEC unterstützt die 16-Bit-Low-Power-CMOS-Mikrocontroller-Familie 78K4. Es verfügt über Features, die Hardware-Design und Debugging-Prozesse für NECs 16-Bitter erleichtern: Windows-User-Interface, integrierte Entwicklungs-Umgebung (IDE) mit Editor, Cross-Assembler und schnellem Fehler-Editier-Modus, Debugger auf Quellcode-Ebene, Single- und Multi-Stepping sowie eine vereinfachte Programm-Tracing-Funktion.

Digital Equipment gewährt einen Blick auf die nächste Generation von Alpha-VME-Boards, die auf dem 21164A basieren. Nach Angaben von DEC bringen die beiden neuen Karten eine Performance von

bis zu 600 SPECfp92 und 500 SPECint92. Sie unterstützen RTOS wie VxWorks für Alpha oder Digital UNIX und kommen im 6U-VME-Formfaktor mit Multi-Slot-Konfiguration sowie einer modularen I/O-Strategie daher. Weiterhin können die Boards zwei PCI-Mezzanine-Karten aufnehmen – einschließlich einer I/O-Companion-Karte, Keyboard, Mouse und Parallel-Schnittstelle. Preise und weitere Details will DEC in der ersten Jahreshälfte 1997 bekanntgeben.

National Semiconductor verkündete die nach eigenen Angaben erste Implementierung von JavaOS auf dem NS486SXF-Evaluation-Board. Ihrer Meinung nach ist die x86-Architektur die einzige, die vollen Nutzen aus den installierten Software-Treibern, Peripherie-Chips, Networking- und Protokoll-Stacks und RTOS zieht.

Die nächste Embedded Systems Conference West findet von 29. September bis zum 3. Oktober 1997 wiederum im San Jose Convention Center statt. *ea*

Java eingebettet

In seinem Vortrag mit dem Titel *Java – Embedded Opportunities Expand* sprach Simon Waddington, Software-Ingenieur bei Wind River Systems, über Vorteile, die Java Programmierern bietet. In der weitgespannten Embedded-Welt ändern sich Prozessoren und Plattformen viel häufiger als in PCs und Workstations.

Daher ist Portabilität laut Waddington ein entscheidender Vorteil von Java. Die Ausführungsumgebung der Java Virtual Machine (JVM) vereinfacht die Portierung von Code ungemein, da er zu Byte-Code kompiliert wird, den die JVM zur Run-Time interpretiert. Allerdings geht die Portabilität auf Kosten der Geschwindigkeit: Java-Programme laufen unter Umständen 10- bis 20mal langsamer als C- oder C++-Code, da die JVM eine virtuelle Java-CPU simuliert.

Eine Verbesserung können hier Just-in-Time-Compiler und eine neue Technik namens Flash-Compiler bringen. Letzterer umgeht den Virtual-Machine-Interpreter, lädt

Byte-Code direkt in die VM und bindet diese dynamisch an die Applikation. Da die VM niemals wirklich Byte-Code ausführt, benötigt sie keinen Interpreter.

Ein wesentlicher Vorteil für Embedded-Applikationen liegt in der Skalierbarkeit von Java: Es besitzt einen dynamischen Lader, der es einer Anwendung ermöglicht, sich während der Ausführung zu skalieren und zu erweitern. Der Standard-Interpreter für JVM-Code belegt nur etwa 100...200 KByte und kann daher in kleinen Systemen gut eingesetzt werden. Bei größeren Produkten mit mehr Platz für Speicher und Features bietet das Multi-Threaded-Java größere Funktionalität, wie etwa Security.

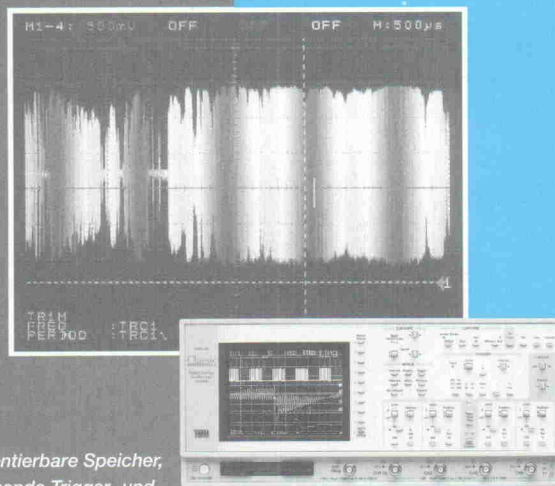
Waddington schlug in seinem Vortrag vor, Java als eine Art portables Echtzeit-Betriebssystem zu benutzen. Dies liefere die größtmögliche Portabilität zusammen mit Schnelligkeit und hilft bei der Überbrückung der Nachteile, die bei der Verwendung von Java in Embedded-Systemen entstehen.

Gute Architekten denken an morgen

Wenn Sie nicht jedes Jahr ein neues DSO kaufen wollen, brauchen Sie eines, das mit den Aufgaben wächst. Mit der Architektur von morgen.

Classic 6000 & DataSYS 7000

Die Neuen haben's!
Modular in Hardware und Software.
Mit **TruTrace®**...von GOULD.



Segmentierbare Speicher,
umfassende Trigger- und
Analyse-Pakete mit FFT und Histogramm,
Multi Shot, Nullpunktunterdrückung,
Automatikmessung spezifischer Aufgaben,
mit Farbdisplay und...natürlich mit TruTrace.

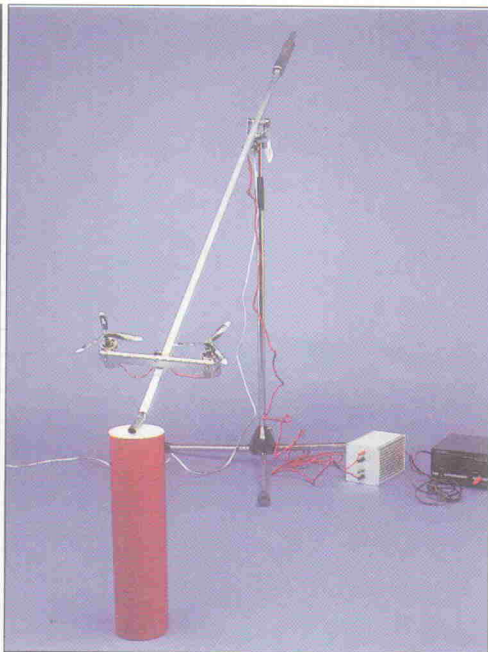
Einführungspreis ab **DM 11450,- + MwSt.**
(ab DM 13167,50 inkl. MwSt.)

Sie sparen bis zu **DM 1750,- + MwSt.**

GOULD Nicolet
MESSTECHNIK GMBH

Ein Unternehmen der ThermoSpectra Corporation

Waldstraße 66, 63128 Dietzenbach, Telefon (0 60 74) 49 08-0, Fax (0 60 74) 49 08 48



LiveTest 96

ELRADs 3. LiveTest der PC-Meßtechnik

Martin Klein

Auch zum 10jährigen Jubiläum der Meßtechnik-Fachmesse MessComp konnte der LiveTest der ELRAD-Redaktion wieder reges Publikumsinteresse verzeichnen. Sieben Teams waren an den Start gegangen, um innerhalb von drei Stunden eine bis dahin unbekannte Aufgabe mit den eigenen PC-Meßsystemen in den Griff zu bekommen.

Im Vorfeld des LiveTest wurden 16 mit rechnergestützter Meßtechnik befaßte Firmen zur Teilnahme eingeladen. Letztlich trauten sich nur sieben davon, die Möglichkeiten ihrer Meßtechnikprodukte auch öffentlich unter Beweis zu stellen. Immerhin war damit ein Team mehr als im letzten Jahr zum LiveTest in Wiesbadens Rhein-Main-Hallen angetreten.

Dabei waren die Firmen AMS aus Flöha, Datalog aus Mönchengladbach und Intelligent Instrumentation aus Leinfelden. Keithley Instruments aus Germing und die Firma Jäger computergesteuerte Meßtechnik aus Lorsch hatten sich in einem Team zusammengetan, ebenso wie die Münchner Firmen National Instruments und XOn Software. Während diese fünf Teams bereits im letzten Jahr an den Start gingen, kamen mit den Firmen Kinzinger Systeme aus Rastatt und Meilhaus Electronic aus Puchheim zwei Neueinsteiger dazu.

Branchenauswahl

Das AMS-Team, Jan Schneegraß und Dr. Bernard Sünder, brachte das hauseigene Soft-

wareprodukt Beam in der Version 3.5 auf einem Laptop-PC unter Windows 95 mit. Den Kontakt zum Modell stellten eine PCMCIA-Multifunktionskarte von der Dresdener Firma ZMD und ein digitaler Meßverstärker aus dem Hause Hottinger Baldwin her.

Heinz Rottmann und Christoph Strunk von Datalog hatten mutig ihre Meßtechniksoftware DasyLab als 32-Bit-Version 4.0 in einer Final Beta Release dabei. Auf einem Pentium-PC wurde das Programm unter Windows NT 4.0/Beta 2 angeworfen. Meßwerterfassung und Analogausgabe übernahm ein Datalog-Board, Typ DAP3000a/212.

Bei Intelligent Instrumentation hatten Klaus Johannigmann und Jochen Weiland ihren Pentium mit dem firmeneigenen Programmpaket Visual Designer 3.0 und einer Intelligent-Multifunktionskarte vom Modell PCI-20248W-2 ausgestattet.

Hubert Morgenstern von der Firma Jäger verließ sich auf digitale Regelungstechnik aus dem eigenen Hause. Zusammen mit Alexander Klimek von Keithley rückte er der Aufgabe mit einem ADwin-81-Board zu Leibe, in-

struiert mit ADbasic 2.0. Anzei-ge- und Bedienfunktionen der Applikation übernahm die Keithley-Software TestPoint, ebenfalls in der Version 2.0.

Kinzinger Systeme waren durch Martin Wehrle und Wolfgang Januszewski vertreten. Auf ihrem PC arbeitete das Windows-Programm DigiS 3.44 von der Aachener Firma GfS zusammen mit passenden Treibern und Regler-Bibliotheken für Kinzingers Echtzeit-System HYDRA-Light. Letzteres war unter anderem mit einem IO Port H109 ausgestattet, der schnelle simultane Analogsignalerfassung über vier Kanäle erlaubt.

Für die Firma Meilhaus trat Dr. Albert Gleißner gemeinsam mit Toralf Hessel vom Partnerunternehmen AMC an. Neben den eigenen Produkten repräsentierte man auch Meßtechnik von Hewlett-Packard, die 1995 noch mit einem eigenen Team vertreten war. So kam zu einer ME300-Multifunktionskarte von Meilhaus als Software Hewlett-Packards Visual Engineering Environment, kurz HP VEE, hinzu.

Heiner Illig und Andreas Zimmer stellten schließlich die Ver-

tretung der Firmen National Instruments und XOn Software. Hier war neben NIs Software LabView 4.0 eine Datenerfassungskarte AT-MIO-16E-2 in Betrieb.

Konstruktionen

Jedes Team mußte diesmal eine Art 'Roboterarm mit Propellerantrieb' vom Rechner aus in vorgegebene Bahnen lenken.

Das Modell bestand aus einem in zwei Freiheitsgraden beweglichen Schwenkarm auf einem Stativ. An seinem Ende war eine Wippe mit Elektroantrieben inklusive Propellern angebracht. Die Bewegung des Modells ließ sich nur durch Manipulation der Drehzahl beider Motoren beeinflussen.

Für eine Änderung der Flughöhe mußte die Drehzahl beider Antriebe gleichmäßig reguliert werden. Da die Motoren aber nur mit unipolarer Gleichspannung anzusteuern waren, stand lediglich eine Drehrichtung der Propeller mit Kraftwirkung nach oben zur Wahl. Die horizontale Auslenkung des Schwenkarms war hingegen nur durch unterschiedliche Drehzahlen der beiden Motoren zu verändern. Nur dann geriet die Wippe mit den Antrieben aus dem Gleichgewicht, und nur dadurch ließ sich der Arm auch nach links oder rechts auslenken.

Als Rückmeldung über die aktuelle Position lieferte das Modell jeweils eine Gleichspannung, die proportional zur vertikalen und horizontalen Auslenkung des Schwenkarms war. Diese Positionsmeldung wurde mit einfachen Spannungsteilern aus linearen Potentiometern realisiert und von einem 9-V-Batterieblock gespeist.

Ein kleines Handicap war die Verstärkerschaltung für die Drehzahlsteuerung. Hier stand je Motor eine 'spannungsgesteuerte Konstantspannungsquelle' bereit. Beide Verstärker mußten über eine analoge Gleichspan-

EDA vom Feinsten

Für Schaltungsentwurf und Leiterplatten-design.

- objektorientiert
- ergonomisch
- überlegen

Komplettierte EDA-Systeme:
100% Autorouter, Multi-User, Real-Time Annotation, Intelligent Powertracing, Shape-based Design, zentrale Datenbank, Online DRC und ERC, Display PostScript etc.



CAM - Systeme

- Frontplatten
- Typenschilder
- Etiketten
- Warnschilder
- Speziallösungen

Über zehn Jahre Erfahrung sprechen für sich.

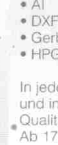


Leiterplattenprototypen

Das gesamte Know How rund um Software, Werkzeuge und Anlagen um sicher und zuverlässig zu Fertigen.



- Schneller
- Preiswerter
- Umweltfreundlicher



Vektorgrafikkonverter

- PostScript
- AI
- DXF
- Gerber
- HPGL

In jede Richtung und in maximaler Qualität - einfach so! Ab 179,- DM inkl. Mwst.



VHF Computer GmbH
Daimlerstraße 13
D-71101 Schönaich
Telefon 07031/75019-0
Telefax 07031/654031
E-Mail info@vhf.cube.de

mehr bieten Wenige

Besuchen Sie uns auf der electronica, Halle 18, Stand E 03 A



Flugversuche zogen das Publikum am ersten Tag der Mess-Comp an.

nung zwischen 0...10 V vom Meßsystem aus angesteuert werden. Am Verstärkerausgang wurde dann eine hierzu proportionale Betriebsspannung geliefert, die sich bis zu einem Strom von etwa 2 A belasten ließ, allerdings alles andere als linear zur Steuerspannung verlief.

Die Aufgabe

... bestand in der Realisierung eines 'Teach-In'-Programms. Zunächst galt es, 'einfach' nur von einem Punkt am Boden zu starten und auf einem erhöhten Hindernis wieder zu landen.

Als nächstes mußte diese Aufgabe mit einem zusätzlichen, höheren Hindernis dazwischen absolviert werden. Die Flugbahn sollte sich hierbei bereits in einer Art 'Lernphase' durch Positionieren des Schwenkarmes von Hand an mehreren Meßpunkten definieren lassen.

Anschließend war eine komplette Schleife mit Zwischenlandungen auf beiden Hindernissen und Rückkehr zum Ausgangspunkt zurückzulegen.

Um zu zeigen, ob das Ganze wirklich universell arbeitet, wurden in den folgenden Schritten erst die Hindernisse unterschiedlich positioniert und dann ein zusätzliches Gewicht an einem der beiden Elektromotoren angebracht. Das Gewicht bringt das Flugmodell beim Start, trotz gleicher Leistung beider Motoren, erst einmal aus seiner senkrechten Flugbahn und zwingt die Regelung zu einem Ausgleich.

Am Schluß sollten die Teams die Reproduzierbarkeit ihrer Regelung belegen. Dazu mußte das Flugmodell die zuvor definierte Flugbahn inklusive Landungen möglichst fünfmal hintereinander kontinuierlich zurücklegen, ohne daß währenddessen der Betrieb manuell am Rechner beeinflusst wurde. Bei Bedarf sollte noch die

'Fluggeschwindigkeit', also die für fünf Durchläufe benötigte Zeit, über den Gewinner und die Rangfolge entscheiden.

Problemerkennung

Während des gesamten Wettbewerbs hielten sich die Schwierigkeiten mit der Mechanik in Grenzen. Auch das elektronische Beiwerk bereitete fast niemanden Probleme. Lediglich beim Team National Instruments/XOn verabschiedete sich mehrere Male eine Verstärkerschaltung. Worin der Grund hierfür lag, war allerdings nicht festzustellen. Das verwendete AT-MIO-Board kam jedoch in der Variante 16E-1, aber auch für ELRADs in Visual BASIC programmierte Beispiellösung zum Einsatz – und dort gab es keine Probleme.

Die Aufgabe war so ausgelegt, daß eine einfache Regelung mit Zykluszeiten bis 100 ms bereits für eine Lösung ausreicht hätte. Die Meßwerterfassung selbst durfte hingegen schon etwas schneller sein.

Fast alle Teams gingen das Problem mit ihrer Software über vorgefertigte Algorithmen und Funktionsmodule für PID-Regler an. Schwierigkeiten ergaben sich im großen und ganzen erst bei der Ermittlung der Regelparameter. Denn je nach momentaner Fluggeschwindigkeit, also dem Schwung der Bewegung, mußte sich die Dynamik der Drehzahlsteuerung verändern.

Die Beispiellösung der Redaktion war bewußt einfach realisiert: Je schneller sich das Modell dem jeweils nächsten der zuvor definierten Stützpunkte näherte, desto 'vorsichtiger' mußte das Meßsystem die Auslenkung und Höhe nachregeln. Immerhin ermöglichte dabei eine grobe Regelung mit 'Geschwindigkeitsmessung' anhand von Positionsänderungen und nur zwei verschiedenen 'Portionsgrößen' für die Änderung

der Drehzahl schon eine einigermaßen sichere Lösung der Aufgaben. Dies allerdings nur, weil das Programm eine gewisse Unschärfe bei der Kontrolle der Flugbahn zuließ. Versuchte man, eine Position ganz genau anzusteuern, wurde dieser Punkt selten ausreichend exakt erreicht, und das Modell begann sich um die Sollposition herum aufzuschwingen.

Zieleinlauf

Trotz richtiger Ansätze im gesamten Teilnehmerfeld reichte die Zeit am Ende nur bei einem Team für die Umsetzung aller möglichen Teilaufgaben. Und wie bereits im letzten Jahr konnte sich wieder die Firma Jäger zusammen mit Keithley Instruments als Sieger feiern lassen. Bemerkenswert war, daß die ersten Teile der Modellregelung bereits nach 50 Minuten bereitstanden.

Den zweiten Rang belegte Intelligent Instrumentation, wo man am Schluß immerhin ein komplettes Teach-In-Programm realisiert hatte, mit dem das Modell eine vorgegebene Flugbahn korrekt nachvollziehen konnte – allerdings benötigte das System bis Wettbewerbsschluß noch vergleichsweise viel Zeit für einen Durchlauf.

An die dritte Stelle gelangte die Firma AMS. Auch wenn es hier letztlich noch an der Reproduzierbarkeit der Bewegung mangelte, konnten nach drei Stunden eine kontrollierte Ansteuerung des Modells und Möglichkeiten zum Landen auf vordefinierten Punkten nachgewiesen werden.

Als allgemeines Problem kristallisierte sich diesmal vor allem die Zeit heraus, die die Teilnehmer für eine empirische Suche nach passenden Regelparametern benötigten. Teilnehmer mit Erfahrungen aus der Regelungspraxis hatten dabei sicherlich gewisse Vorteile. Im Nachhinein darf man aber davon ausgehen, daß dort, wo die eingesetzte Hard-/Softwarekombination schnelle Änderungen in der Applikation zuließ, auch schnell Ergebnisse erzielt wurden. Wohl auch deshalb, gab es am Schluß bei allen Teams zumindest einen klar erkennbaren, 'richtigen' Lösungsansatz. Seitens der Teams wurde die Teilnahme jedenfalls auch nach dem Wettbewerb durchweg positiv beurteilt. *kle*

Ihr Neues Scope – mit Sicherheit IEC 1010

**Analoge und Digitale Scopes
Kombi-Scopes (Analog/Digital)
20 MHz bis 150 MHz
2-Kanal und 4-Kanal
Potentialfreier Differenzialeingang
Software und Schnittstellen
Hardcopy
IEC 1010
bis Kat. III, 500 Volt**

Wir senden Ihnen umgehend Unterlagen und Bezugsquellen

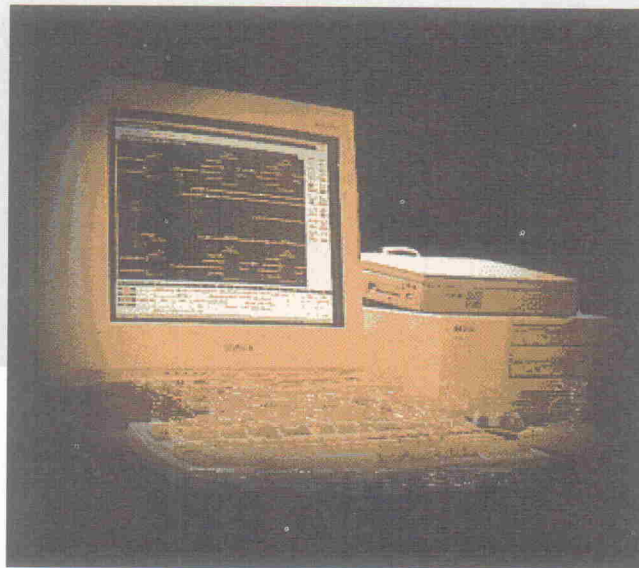
metreX
MÜLLER & WEIGERT
Kleinreuther Weg 88
D-90408 Nürnberg
Tel. 09 11/35 02-0
Fax 09 11/35 02-3 06

Neue Umgebung

Integra Station 2.5: Seto topCAD auf amerikanischen Pfaden

Matthias Carstens

Mentor Graphics, weltweit aktiver Hersteller professioneller EDA- und CAD-Lösungen für den Workstation-Markt, präsentiert ein neues Schaltplan- und Layout-Programm für Windows 95 und NT. Doch Mentors Einstieg in den PC-Markt dürfte ELRAD-Lesern nicht gerade unbekannt sein ...



Das in *ELRAD* 5/95 bereits ausführlich vorgestellte topCAD für Windows zählt nach wie vor zu den gelungensten Windows-EDA-Lösungen. Kein Wunder: Hersteller Spea konnte auf ein bewährtes und mit einigen konkurrenzlosen Merkmalen versehenes topCAD für DOS aufbauen. Zudem beginnen die Programmierer nicht den Fehler, die DOS-Version auf Biegen und Brechen nach Windows zu portieren. Vielmehr entstand ein neues Produkt, vollständig in Windows integriert, versehen mit vielen überzeugenden Detaillösungen.

Was sich hier wie eine Geschichte aus dem Märchenbuch der Werbeindustrie liest, hatte in der Realität einige Haken und Ösen. Von der Fenstersoftware selbst vollkommen begeistert, hätte das Entwicklerteam die DOS-Version am liebsten sofort eingestellt. Doch da spielten die Anwender nicht mit, denn zu dieser Zeit war Windows NT für viele ein ungeliebter Moloch, Windows 95 trotz mehrfacher Verzögerungen immer noch nicht in Sicht, und die 32s-Erweiterung für Windows 3.x schlicht eine Katastrophe. Das Gros der bisherigen DOS-Anwender dachte nicht im

Traum daran, ihre aktuelle Version 7.1 gegen ein unbekanntes Wesen unter Windows zu tauschen. Spea war also gezwungen topCAD für DOS weiterzuentwickeln, inzwischen ist man dort bei der Version 8.5 angelangt.

Kurz nach dem *ELRAD*-Test begann die Demontage der Spea AG. Bereits im August 95 wurde topCAD ausgegliedert und firmierte fortan unter der Seto Software GmbH. Für Anwender und Kunden änderte sich dadurch nichts.

Die Programmierer trieben derweil topCAD mächtig voran. Nach einigen Irritationen mit fehlerhaften Compilern und den erwähnten Win32s Erweiterungen stellte Seto kurz nach dem Erscheinen von Windows 95 verständlicherweise den Windows-3.x-Support ein. Schließlich bietet Windows 95 eine vielleicht nicht vorbildliche, aber allemal gut funktionierende Speicherverwaltung, welche alle Probleme in dieser Richtung ad acta legt.

Angriff

Seit längerem entwickelt sich der EDA-Markt in Richtung Downsizing. Große Workstations sind 'out', 'in' sind leistungsstarke PCs, auf dem die meisten Schaltplan- und Layout-

Aufgaben viel günstiger und auch an anderen dezentralen Standorten durchführbar sind. Kein Wunder, daß es in den letzten Jahren eine Flut professioneller Programme für Windows gegeben hat, verspricht der Massenmarkt doch eine schnelle Amortisierung investierter Gelder. Bereits zur CeBIT 96 in Hannover rumorte es unüberhörbar: Mentor suchte nach einer PC-Lösung, die als Frontend der eigenen Workstation-Lösungen dienen konnte.

Der im Juni 96 durch Übernahme der Gesellschafteranteile von Mentor Graphics vollzogene Kauf der Seto Software GmbH wurde anfangs von dieser durchaus positiv beurteilt. TopCAD steht nun eine weltweite Distribution über Mentors Niederlassungen zur Verfügung, und das Programm kann von der Anbindung an professionelle Workstations eigentlich nur profitieren, so die einhellige Meinung.

Lagebericht

Inzwischen scheint bei Seto wieder der Alltag eingeekehrt zu sein. Mit der Release 2.1 wurde topCAD weiterentwickelt und steht damit den bisherigen Lizenznehmern bereits zur Verfügung. Aber etwas anderes ist klageworden: Mentor als neuer Herr im Haus verdeutlicht zunächst einmal seine eigenen Ansichten über EDA unter Windows und plazierte topCAD nun für satte 25 000 US-Dollar im Markt (laut Seto ist dieser Preis jedoch, Mentor-üblich, als Verhandlungsgrundlage zu sehen). Ob es auf Dauer weiterhin ein topCAD95 – die kleine ausbaufähige 5000-Mark-Lösung – gibt, wird gerade diskutiert.

Das neue topCAD 2.5 ist nun eigentlich keines mehr, denn ab sofort heißt es Integra Station (IS), und wird in der Variante Silber und in Englisch spätestens im ersten Quartal 97 verfügbar sein. Die Version enthält im Prinzip alles, was bisher auch in topCAD zu finden war: Echtzeitintegration (zentrale Datenbank), Modul- und Variantentechnik, Fast Scroll, unbegrenztes Undo/Redo, Online DRC, Mischfarbendarstellung, dynamisches Ratsnest und Dichtehistogramm, automatisches Pad-Anschneiden und automatisches Generieren von Testpunkten in Schaltplan und Layout, um nur einige Highlights zu nennen. Der Redaktion stand die endgültige



Release, die ab Ende Oktober verkauft werden soll, für einen Vortest zur Verfügung.

An der Oberfläche (Bild 1) hat sich seit dem letzten Test nichts verändert, warum auch: Die objekt- und funktionsorientierte Bedienung, unterstützt durch Objektfilter und eine kontextabhängige Cursordarstellung samt Objektfang, sorgt für minimale Einarbeitungszeiten. Als einfaches Beispiel dient die Erstellung einer Kupferfläche: Bei keinem anderen dem Tester bekannten Programm ist es so einfach, und auch ohne Blick ins Handbuch sofort ausführbar.

Verglichen mit Version 1.1 hat Seto, pardon Mentor, alle damaligen Bugs und Unstimmigkeiten beseitigt, sowie zahlreiche neue Merkmale hinzugefügt. Dies gilt auch für die Dauer der Flächenberechnung, welche – je nach Größe – gar keine bis wenige Sekunden benötigt. Ein Verschieben der Fläche ist jederzeit möglich. Während der Bewegung ist der Umriß sichtbar, die Fläche wird nach dem Absetzen neu freigerechnet.

Neues

Aber auch sonst hat sich einiges getan. So findet sich bereits in der deutschen 2.1 ein verbesserter Stromlaufplanrouter, der Symbole sauber umfährt, wenn auch leider nicht in Echtzeit, sondern erst nach dem Absetzen des Netzes. Standard ist auch EditRoute, ein Push and Shove Layout-Editor von Cooper & Chyan, den Seto mit deutschen Menüs ausstattete.

Bei einer so funktionellen und ausgereiften Software finden sich schwerlich großartige Neuerungen, und so belohnt Mentor den Aufstieg auf die 2.5 mit zahlreichen kleinen Schmankelein. Zu den wichtigsten zählt kreuzweises Cross Probing, also sowohl vom Schaltplan als auch vom Layout aus. Beim Cross Placement selektiert der Anwender ein Bauteil im Schaltplan, woraufhin das Programm sofort zum Layout wechselt, in dem dann das entsprechende Gehäuse am Cursor bereit zur Platzierung hängt. Design-Regeln sind nun sowohl für einzelne Netze wie auch für ganze Netzklassen in einer Matrix definierbar, so daß sich exakte Definitionen der Abstandsregeln zwischen verschiedenen Objekten wie Flächen, SMD- und normalen Pins, Vias und Bahnen ergeben. Layouts (keine Schaltpläne!) lassen sich

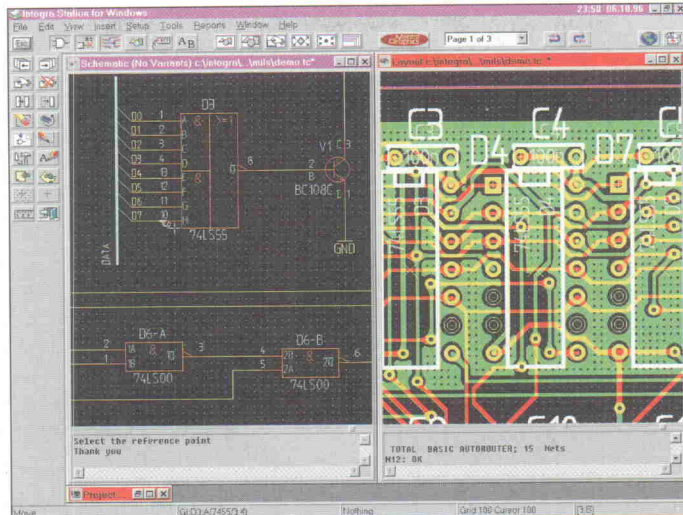


Bild 1. Mentors Integra Station bietet topCADs bewährte Oberfläche und entspricht der Version 2.5 in Englisch.

als Board Station Files (attr) abspeichern, getestet wurde dies jedoch nicht.

Weitere Verbesserungen finden sich bei der Definition von Bordumrandungen und Bohrungen, bei denen außerdem beliebige Maßstäbe in Millimeter oder Zoll ohne Rasterprobleme möglich sind, den erweiterten Padstack-Definitionen, einem deutlich leistungsfähigeren programmierbaren Post Processor und der Einbindung der Integra CAM-Designer-Familie (Gerber Viewer, Gerber Checker und Professional zur Nachbearbeitung und Ausgabe der Gerber-Dateien). Auch die Hilfe wurde noch einmal komplett überarbeitet und verbessert, steht aber – wie auch das Programm – frühestens Ende des Jahres in Deutsch zur Verfügung.

Unsere Testversion enthielt den Integra Station CAM Check, mit dem sich Gerber-Dateien visualisieren und wie in einem Layout-Editor nachbearbeiten lassen. Ein Rückladen in IS ist nicht notwendig, da CAM Check alle Ausgabeformate wie Excellon oder Sieb & Meyer selbst beherrscht. Das Design der Oberfläche ist dem der Integra Station angepaßt, es fehlen lediglich die Standardbefehle wie Move oder Copy als Icons am linken Bildrand. Dafür stehen sie im Kontextmenü der rechten Maustaste bereit. In der Praxis zeigt sich CAM Check noch nicht auf topCAD-Niveau: Auswahl der Layer und Bildschirmdarstellung ist mangels automatischem Redraw nicht kohärent, das Hinzufügen von Teardrops verweigerte sich standhaft. Gleichfarbige Leiterbahnen auf allen

Lagen sowie eine unvollständige Hilfe zeugen von einem Schnellschuß, der noch einiger Nacharbeit bedarf.

Aussichten

Im ersten Quartal 97 erscheint Integra Station Gold für voraussichtlich 35 000 \$, das eine Anbindung an Mentors Board Station ermöglicht. Es soll daten- und bibliothekskompatibel sein, und erlaubt so den Zugang zu Unix-Bibliotheken sowie Mentors Personal Architect. Inwieweit topCAD den deutschen Kunden erhalten bleibt, ist im Moment noch unklar. Gerade das Upgrade-Konzept von topCAD95 kann eigentlich nur problemlos weitergeführt werden, wenn neben der Integra Station das eigentliche topCAD erhalten bleibt.

Der Tester sieht die Zukunft topCADs durchaus kritisch. Niemand braucht hochpreisige Software, gefragt sind deutliche Preissenkungen, günstige aber 'fähige' Lösungen. Will man mit Integra Station weitere Marktanteile erobern, ist ein aggressives Marketing von Seiten Mentors unerlässlich. Qualitativ gibt es an der Integra Station nichts zu bemäkeln: Eben doch ein Programm wie aus dem Märchenbuch. *pen*

Literatur

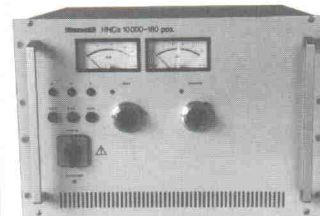
[1] Matthias Carstens, *Fenstersturm, top-CAD für Windows, Version 1.1, ELRAD 5/95, S. 25 ff.*

SETO Software GmbH
Gautinger Str. 10
82319 Starnberg
☎ 0 81 51/7 74-0
☎ 0 81 51/2 82 43

Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Wir liefern mehr als 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller direkt ab Lager. Durch unsere weltweiten Kontakte beschaffen wir Ihnen auch Geräte, die wir nicht vorrätig haben. Wir bieten Ihnen ebenfalls die Möglichkeit, Geräte zu mieten. Sprechen Sie uns an.



HEINZINGER HNCS 10000-180

Hochspannungsnetzgerät
0-10000V / 0-180mA, voll halbleiterbestücktes Gerät. Spannungs- und Strombegrenzung über Wendepotentiometer einstellbar. Übersichtliche Anzeigeinstrumente für Spannung und Strom.

3.900,-DM



HEWLETT PACKARD 3336B

Synthesizer Generator 10Hz-21MHz
mit hoher spektraler Reinheit und einer Amplitudengenauigkeit von $\pm 0,05\text{dB}$, Frequenzauflösung 1µHz bei Frequenzen bis 100kHz und 1mHz bei über 100kHz, amplituden- und phasenmodulierbar, Wobelfunktion, einstellbarer Phasen-Offset. Ausgangspegel -73 bis +7dBm. Ausgangsimpedanzen 75, 124, 135 und 600Ω, HP-IB-Schnittstelle.

2.995,-DM

Eine weitere Auswahl aus unserem Bestand:

ANRITSU		
ME520A	DIG.TR.ANALYZER-150MHz	13.900,-
MG646C	SAT-TV-SIGNAL-TRANSM.	22.700,-
ML521A	MESSEMPFÄNGER-300MHz	3.950,-
MS560J	SPECTRUM-NETWORK-ANALYZER 100Hz-300MHz	22.450,-
BIRD		
8325	LEISTUNGSABSCHWÄCHER	1.550,-
FARNELL		
SSG520	SYNTH.SIGN.GEN. -520MHz	3.390,-
PTS1000	TRANSM. TESTSET-NEU	5.690,-
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,-
4276A	LCZ-METER	9.950,-
5061A	CESIUM-FREQ.-STANDARD	29.950,-
8656A	SIGNAL-GEN. 0,1-990MHz	6.600,-
MARCONI		
2022	SIGNAL-GEN. 10kHz-1000MHz	6.785,-
2955A	FUNKMESSPL. 0,4-1000MHz	12.590,-
6500	AUTO.AMPLITUDE-ANALYZ.	8.900,-
PHILIPS		
PM3295	350MHz-OSCILLOSCOPE	5.500,-
PM3551A	LOGIC-ANALYZER, 300MHz	5.500,-
PM5712	PULS-GENER. 1Hz-50MHz	1.500,-
ROHDE&SCHWARZ		
AMF2	TV-MESS-DEMULATOR	28.000,-
ELT2	HANDSCHALLPEGELMESSER	675,-
MSC2	STEREO-MESSCODER	6.800,-
SPF2	VIDEO-TEST-SIGNAL-GEN.	15.500,-
SPN	GENERATOR 1Hz-1,3MHz	4.485,-

ROHDE&SCHWARZ	SONDERPREIS:
UPSF VIDEO-STÖRSPANNUNGSM.	4.900,-

WANDEL&GOLTERMANN		
DLM-3	DATENLEITUNGSMESSE	5.690,-
PCM-4	MESSAUTOMAT FÜR PCM-K.	32.900,-
PFJ-8	BITFEHLER/JITTER-TESTSET	33.900,-
SNA-62	SPECTRUM-NETWORK-ANALYZER 50Hz-3,2GHz	44.950,-

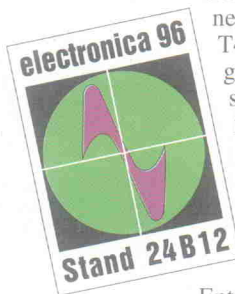
MBMT MESSTECHNIK GMBH
Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum
Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

Transputiert

Evaluation-Kit zum ST20450 von SGS-Thomson

Jens Dekarz

Seit Mitte der Achtziger, als die Firma Inmos mit ihren legendären Transputern – nach damaligem Empfinden leistungsfähigen Bausteinen für Mehrprozessorsysteme – für Wirbel sorgte, ist einige Zeit vergangen. Nach allerlei Ankündigungen von potenten Nachfolgern präsentiert SGS-Thomson, inzwischen Eigentümerin von Inmos, nun einen neuen Ableger.



Dipl.-Ing. Jens Dekarz studierte Elektrotechnik mit der Vertiefungsrichtung Informationstechnik an der Universität Bremen. Seit 1994 ist er bei der Firma Basler Systemtechnik als Entwickler im Bereich Bildverarbeitung tätig.



Nach dem Markteintritt hat das Interesse der Fachwelt an Transputern kontinuierlich nachgelassen. Neben der Erkenntnis, daß sich viele Probleme dank stetiger Leistungsgewinne der immer schneller werdenden Einprozessorsysteme auch ohne Parallelarchitekturen lösen lassen, hat dazu auch das Verhalten von Inmos – inzwischen in SGS-Thomson (ST) aufgegangen – beigetragen. Nicht lange nach dem Erscheinen der 32-Bit-Chips (IMS-T4xx-Serie) im Jahr 1986 begann der Hersteller, eine signifikante Weiterentwicklung anzukündigen.

Tatsächlich ist diese unter der Bezeichnung T9000 mittlerweile erhältlich. Jedoch bleibt das Ergebnis nach fast achtjähriger Entwicklungsarbeit in Sachen Rechenleistung deutlich hinter den Leistungsdaten moderner Mikroprozessoren zurück. Kurz gesagt, die Technologie scheint tot zu sein – wenn nicht ST seit kurzem einen neuen 32-Bit-Prozessor anböte, den ST20450.

Bei genauerer Betrachtung stellen sich verblüffende Ähnlichkeiten zu den Transputern

der IMS-T4xx-Familie heraus. So verfügt der ST20450 über vier serielle High-Speed-Schnittstellen zur Interprozessorkommunikation, sowie ein Multitasking-Kernel on-chip (siehe Bild 1).

Im übrigen gleicht der Befehlssatz fast vollständig dem der T4er, es gibt ein schnelles On-Chip-RAM – das aber kein Cache ist – und die gewohnten Timer sind auch vorhanden. Ganz klar, daß das dafür angebotene Entwicklungs-Toolset weitgehend demjenigen entspricht, das für die alte Produktlinie zur Verfügung steht.

Interessanterweise präsentiert ST den Chip, der in der zur Zeit schnellsten verfügbaren Version mit 40 MHz im Mittel 32 MIPS schaffen soll, nicht als Rechnerknoten komplexer Parallelrechner – wie seinerzeit die Transputer. Vielmehr peilt SGS den Einsatz als Mikrocontroller in Embedded-Systemen an. Der '450 gilt als der Erstling eines ASIC-Baukastensystems, in dem Makros für unterschiedlich leistungsstarke CPUs und diverse Peripheriebaugruppen geplant sind. Weitere Schöpfungen in diesem

Sinn sind Chips für Spezialanwendungen, wie beispielsweise GPS (ST20-GP1, [3]) und Set-top-Boxen (ST20-TP1/2 [4]), die inzwischen serienmäßig verfügbar sind.

Angesichts dieser Ausrichtung auf einen völlig neuen Kundenkreis muß es wirklich Zufall sein, daß die Fertigung der bisher schnellsten Transputer der alten Serie (IMS T425, 30 MHz) etwa zur selben Zeit eingestellt wurde, als der ST20450 herauskam. Die 25-MHz-Varianten T225, T425, T805 sind jedoch weiterhin erhältlich.

Trotz der vielen Übereinstimmungen gibt es auch Neuerungen: So haben die Entwickler einige bisher lahme Befehle deutlich auf Trab gebracht, wie unter anderem die Multiplikation (etwa Faktor 10). Der einsame Event-Eingang ist durch ein angemessenes Interrupt-Handling ergänzt worden und Laufzeitfehler wickelt ein Trap-Mechanismus ab. Das On-Chip-RAM wuchs von 4 auf 16 KByte.

Evaluiert

Damit die geneigte Kundschaft kurzfristig auch ohne eigene Hardwareentwicklung neue Controller erproben kann, ist es mittlerweile üblich, daß die Hersteller entsprechende Einsteigerpakete anbieten. So hat auch ST ein Kit für den ST20450 zu einem Preis von rund 1500 DM (zzgl. MwSt., erhältlich über die ST-Distributoren) zusammengestellt.

Ursprünglich enthielt das Paket neben einem Evaluation-Board lediglich ein Windows-Programm, um fertige Applikationen – beigelegt sind Dhrystone- und Whetstone-Benchmarks – auf das Board herunterzuladen und zu starten. Mittlerweile hat sich SGS-Thomson entschieden, diesen mageren Lieferumfang mit einem Toolset (ANSI-C-Compiler, Assembler, Linker, Debugger) aufzuwerten und so eine vollwertige Entwicklungsbasis zu schaffen.

Der Blick auf die Platine offenbart, daß neben dem mit maximal 40 MHz intern getakteten ST20450 auch 1 MByte DRAM, zwei PLDs von Altera und ein IMSC011 enthalten sind. Beim letztgenannten handelt es sich um einen Link-nach-8-Bit-Parallelkonverter, der dazu dient, einen der Links des '450 mit

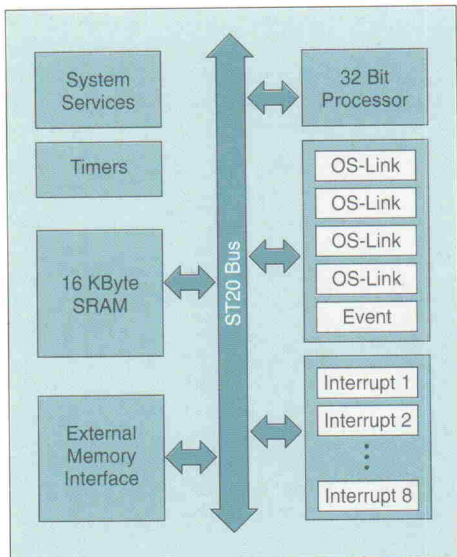


Bild 1. Blockschaftbild des ST20450. OS-Links ermöglichen die von den Transputern bekannte Vernetzung.

dem Druckerport des Host-PC zu verbinden. Die Logikbausteine enthalten eine programmierbare Interrupt-Quelle und ermöglichen die Festlegung von Prozessorfrequenz sowie Link-Übertragungsrate.

Ist die Hardware verkabelt, gilt es, die Software zu installieren, die Benchmarks bei verschiedenen Taktfrequenzen, Speicherkonfigurationen und Interrupt-Raten ermittelt. Diese Applikation entpuppt sich als komfortabel zu installierendes Windows-Programm, wenn man einmal davon absieht, daß die verwendete Druckerschnittstelle per DOS-Umgebungsvariable eingestellt werden muß. Nach dem Start begrüßt den neugierigen Anwender ein kleines Fenster, in dem man die Testbedingungen vorgeben und den ST20450 mit verschiedenen Benchmarks booten kann.

Vergißt man das Setzen des LPT-Ports, vertut sich dabei oder übersieht, die Platine mit Energie zu versorgen, passiert an dieser Stelle gar nichts. Keine Fehlermeldung, aber auch kein Absturz. Andernfalls

erfährt man anhand von Dhrystones und Whetstones (siehe Kasten 'Leistungsdaten'), daß die Leistungsfähigkeit des Prozessors einem 80386-40 entspricht, der unter vergleichbaren Bedingungen läuft.

Da nähere Angaben zum Board – nicht einmal die Wirkung der Jumper ist irgendwo erklärt – oder irgendwelche Tools nicht vorhanden sind, ist man fast am Ende der Möglichkeiten angekommen.

Fast deshalb, weil auf der Diskette immerhin die Sourcen der Testprogramme beiliegen. Mit etwas Stöbern läßt sich hier einiges über die Hardware auf der Platine erfahren. So sind die Register für den Hardware-Interrupt-Generator, die Speicherkonfiguration und die Betriebsfrequenz zu entnehmen.

Werkzeugkasten

Wer mehr im Sinn hat, zum Beispiel eigene Testprogramme entwickeln und erproben, bedient sich des beiliegenden ST20-Toolsets. Hierbei handelt es sich um eine ANSI-C-Cross-Entwicklungsumgebung, die für zwei Plattformen verfügbar ist: Sun 4 mit SunOS oder Solaris sowie PCs unter MSDOS/Windows.

Letztere Variante liegt in der aktuellen Release 2.0 auf fünf Disketten nebst einem Stapel Handbücher vor. Das Ganze umfaßt einen C-Compiler, Runtime-Library, Linker, Konfigurator, Collector, Simulator, PROM-Formatter und Debugger. Das Setup unter Windows läuft problemlos ab und installiert das Ganze lauffähig.

Das Toolset weist einige interessante Aspekte auf: Aufgrund seiner Ahnenreihe ist der ST20450 zum einen für Multi-

prozessorsysteme vorbereitet, zum anderen enthält er einen Multitasking-Kernel in Hardware. Dies spiegelt sich zunächst darin wider, daß mehrere eigenständige C-Programme ('MAINS', im folgenden 'Task' genannt) zu einem Gesamtprogramm zusammengebunden werden können. Ob nun alle Tasks auf einem Prozessor laufen oder welche bei einem Mehr-CPU-Netzwerk wohin plazierte werden sollen, ist Sache des Programmierers und kann über eine Konfigurationsdatei vorgegeben werden.

Außerdem enthält die Runtime-Library einiges an spezifischer Unterstützung. So sind Funktionen vorhanden, mit denen sich Threads erzeugen und verwalten lassen. Weiterhin existiert eine Anzahl von Funktionen, die sich um die Kommunikation zwischen den Threads respektive Teilprogrammen kümmern. Die neuen Features des ST20, nämlich den Interrupt-Controller und das Trap-Handling, unterstützen ebenfalls Library-Funktionen.

Zur Fehlersuche kann das über-setzte 'Bootable' mit dem Debugger geladen und gestartet werden. Hierbei handelt es sich um ein Windows-Programm, das die Untersuchung des kompletten Programms auf Source-Niveau ermöglicht. Dazu existiert ein Browser, der alle Tasks anwählbar auflistet. Nach Aktivierung einer Suchfunktion werden dann alle zur Laufzeit vorhandenen Threads innerhalb der Task angezeigt, von denen der Entwickler wieder die gewünschte selektieren kann. Der Source-Viewer präsentiert die zugehörige Quelldatei. Als weiteres Werkzeug ist ein Profiler vorhanden.

Das Toolset macht einen recht zuverlässigen Eindruck. Kein Wunder, schließlich blicken diese Tools auf über zehn Jahre Entwicklungsgeschichte zurück.

Fazit

Alles in allem liegt ein für Embedded-Realtime-Systeme durchaus interessanter Mikrocontroller vor. Der Multitasking-Kernel ist in Hardware vorhanden. Außerdem weist er leicht zu handhabende Schnittstellen für dezentrale Systeme auf. Dank On-Chip-RAM lassen sich kleinere Anwendungen kompakt ohne externen Speicher aufbauen.

Da es sich trotz neuer Features um bewährte Technik handelt, sollten in Sachen Funktionstüchtigkeit des Chips und auch der Tools keine unangenehmen Überraschungen zu erwarten sein. Das EV-Kit ist, vor allem in Verbindung mit dem Toolset, dank vielfältiger Konfigurationsmöglichkeiten für Taktfrequenz und Interrupt-Rate zur Erprobung interessant. *ea*

Literatur

- [1] ST20450, 32 Bit Microprocessor, Engineering Data, SGS-Thomson, 1995
- [2] ST20C2/C4 Core Instruction Set Reference Manual, SGS-Thomson, 1996
- [3] ST20-GP1, GPS Processor, Preliminary Data, SGS-Thomson, 1996
- [4] ST20-TP1/2, Programmable Transport IC for DSS/DVB Applications, Preliminary Data, SGS-Thomson, 1996
- [2...4] erhältlich über <http://www.st.com/stonline/books/pdf/menu/03010114.htm> oder in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01)

Leistungsdaten

Datenbusbreite	RAM	Dhrystones	Whetstones [Bit]
32	on-chip	27 777	691 k
32	extern	8064	149 k
8	extern	2475	52 k

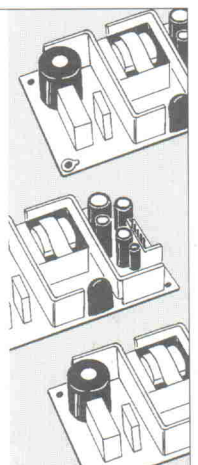
Randbedingungen:
40 MHz Takt, externes DRAM 70 ns, Interrupt-Generator ausgeschaltet

Mit Strom versorgen: AC/DC-Netzgeräte

Vielfalt in Spannung, Strom und Bauform. Wir beraten.
Nehmen Sie uns beim Wort.

Elektrosil
Systeme der Elektronik
Eine Reihe - De-Massari-Unternehmung
We try harder

Hellgrundweg 109
22525 Hamburg
Telefon (040) 84 40 40
Telefax (040) 84 40 50

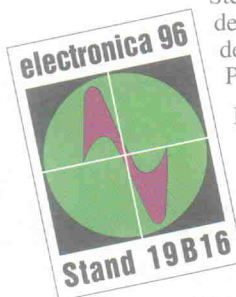


Klingende Koralle

Analog Devices AD1815 SoundComm Controller

Matthias Carstens

In der PC-Klangwelt setzen Halbleiterfabrikanter mittlerweile alles auf einen Chip. Das freut die Board-Hersteller: Weniger Bauteile bedeutet weniger Kosten. Analog Devices präsentiert jetzt mit dem AD1815 einen Baustein, der mehr als nur 'Soundblaster' sein soll.



Mit dem Red Coral getauften AD1815 präsentiert Analog Devices (AD) einen der zur Zeit so beliebten All-In-One-Chips, welcher fast ohne weitere Hardware eine komplette Plug-and-Play-Soundkarte nach heutigem Ausstattungsstandard ergibt. Das 'Single Chip Audio Subsystem' stattet PCs jedoch nicht nur mit multimedialem 16-Bit-Stereoklang aus, seine Besonderheit erhält der AD1815 mit dem integrierten DSP Serial Port.

Dieser kann nicht nur die digitalen Datenströme zwischen PC und den AD/DA-Wandlern rangieren, sondern hält weitere Funktionalität bereit. Außerdem weist der neue Sound-Controller zusätzlich ein integriertes Frontend für analogen Modembetrieb auf. Die Redaktion hat sich das seit kurzem erhältliche Evaluation-Kit angesehen.

Im Lieferumfang des AD1815 + SRS Evaluation Kit befinden sich das Demoboard, Schaltplan, Stückliste, Installationsanweisungen, Treiber und Applikationen für Windows 95, ein Compatibility Test Report

sowie das vorläufige Datenblatt mit Stand Mai 96.

Wer heutzutage 'kompatibel' sein will, muß gerade im Bereich der Soundkarten einiges an Hausaufgaben erledigen. Der AD1815 traf auf einem ISA-Demo-Board ein, um im Testrechner des ELRAD-Labors Platz zu nehmen. Nach dem Hochfahren des Rechners fand die unter Windows 95 übliche Plug-and-Play-Prozedur statt, die neue Hardware wurde problemlos erkannt und per mitgelieferter Treiberdiskette auch eingebunden.

Nach einem Neustart finden sich im Gerätemanager unter Audio-, Video- und Game-Controller drei neue Einträge: der AD1815 SoundComm Controller, ein Gameport-Joystick sowie ein MPU-401-kompatibles Gerät. Der Plug-and-Play-Mechanismus bestimmt nun abhängig von bereits vergebenen und freien Ressourcen, welche Adressen, DMA-Kanäle und Interrupts der Klangzentrale zufallen. Im Test ergaben sich zwar funktionierende, jedoch spätestens bei Spielen in der DOS-Box versagende Einstellungen. Nach ma-

nueller Wahl der Basiskonfiguration 0 (über Eigenschaften/Ressourcen) waren jedoch alle quasi standardisierten Werte aktiviert [1].

Neben Plug-and-Play ist der AD1815 voll kompatibel zu Soundblaster Pro und Adlib (OPL3) sowie dem Windows Sound System (WSS) unter Windows 3.x und Windows 95. Der integrierte MIDI-Port (MPU 401) läßt sich entweder an der Joystick-Schnittstelle abgreifen oder an ein zusätzliches Wavetable-Modul leiten. Ein umfangreicher Mixer verwaltet zahlreiche Eingänge, darunter ein Mikrofoneingang mit zusätzlichen 20 dB Verstärkung und automatischer Aussteuerung (AGC).

Um die AD/DA-Umsetzung kümmert sich ein 16-Bit-Delta-Sigma-Codec, ein zusätzlicher 16-Bit-D/A-Wandler versorgt den Modemausgang (Bild 1). Im Blockschaltbild fallen besonders die beiden seriellen I²S-Ports auf, an denen sich beispielsweise per CS8412 ein digitaler Audioeingang realisieren läßt. Auch die unvermeidlichen Dual-FIFOs für gleichzeitige Aufnahme und Wiedergabe (Full Duplex) sind vorhanden.

Schmankerl

Während 'normale' Soundkarten jeweils eine aktive Sample-rate handhaben, ermöglicht der im AD1815 integrierte DSP Serial Port den Umgang mit bis zu sechs verschiedenen gleichzeitig. Damit ist es möglich, eine 48-kHz-Wave-Datei abzuspielen, während an einem digitalen Eingang ein Signal mit 44,1 kHz anliegt. Auch gleichzeitige Aufnahme und Wiedergabe sind nicht an eine identische Abtastrate gebunden.

Mittels des DSP Serial Port und eines externen digitalen Signalprozessors – beispielsweise ADs Flaggschiff ADSP2181 [2] – kann man schließlich eine Komplettlösung für ein V.34-kompatibles Voice/Data-Modem realisieren. Vom Anrufbeantworter bis zur Voicemailbox stehen dann alle modernen Applikationen der Telekommunikation bereit.

Analoge Mischer rauschen, und solange es keine digitalen Mischstufen in günstigen Soundchips gibt, sind Verzerrungsmessungen der A/D- und D/A-Wandler fast überflüssig. Auch beim AD1815 gehen sämt-

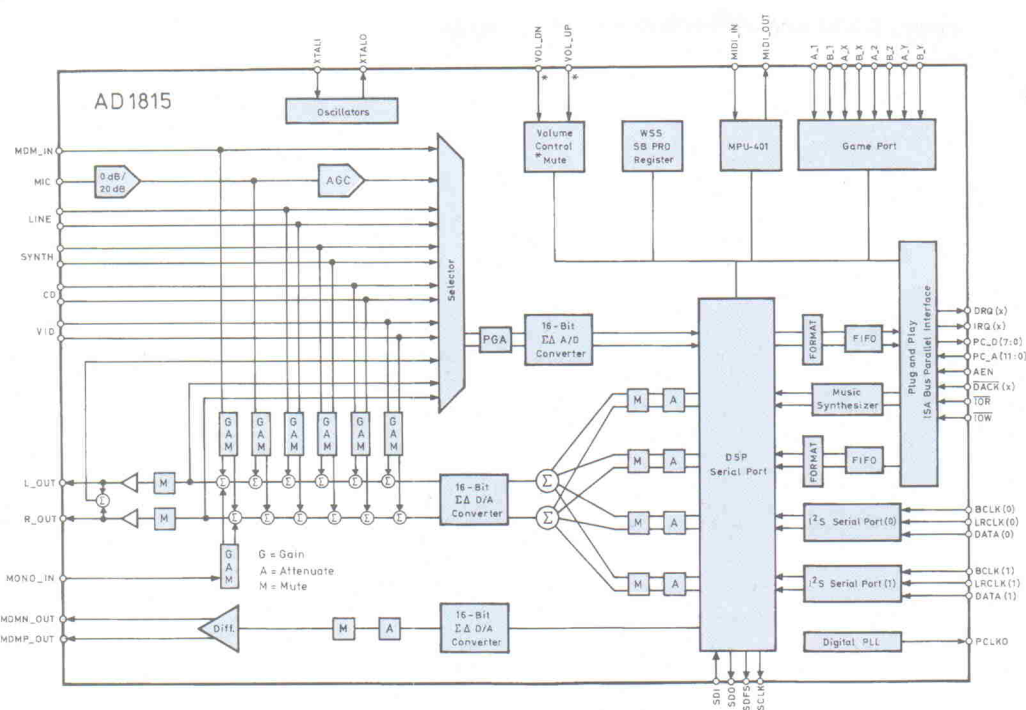


Bild 1. Hinter dem 'DSP Serial Port' verbirgt sich ein Weichen-Array für digitale Audiodaten, das die Datenströme zwischen den externen Quellen oder Senken und dem Serial Port Interface (SDI, SDO, SDFS, SCLK) rangiert.

liche Nichtlinearitäten im Rauschteppich des Mischers unter. Mit 79 dB Dynamik verfehlt Analog Devices das im Datenblatt gesteckte Ziel (82 dB) knapp, während THD+N mit 78 dB (0,012%) etwas besser dasteht (76 dB). Diese Werte lassen den HiFi-Freak zwar erschauern, liegen aber auf üblichem Soundkartenniveau und sind in der Praxis vollkommen ausreichend. Für Harddisk-Recording gibt es schließlich bessere Lösungen [3]. Der Frequenzgang ist für diese Geräteklasse ausgezeichnet (Bild 2).

Ansonsten schlug sich der AD1815 wacker durch alle Tests. Die Treiber sind keine Betas mehr, und so konnte das Demoboard mit einem fehlerfreien Durchlauf von Spielen,

MIDI, Wave- und Videoapplikationen glänzen. Ein aufgestecktes Wavetable-Modul arbeitete auf Anhieb. Als überholungsbedürftig empfand der Autor jedoch die beigelegten, angeblichen Windows-95-Utilities.

AD hat das unvermeidliche Media Rack – die Standard-Softwarebeilage fast jeder Soundkarte: symbolisierte Tuner, CD-Spieler und Recorder zur Bedienung des Boards – 'mal nicht von Voyetra, sondern von Willow Pond lizenziert. Anwender des AD1815 können es somit jedem verkauften Endprodukt ohne weitere Kosten beilegen. Da Willow Pond gern mehr verdienen will, liegen weitere Programme (teils im Betastadium) bei, die man in Ruhe testen und bei Gefallen separat lizenzieren kann. Wer allerdings einen Überblick der heutzutage üblichen 'Beipacksoftware' besitzt, empfindet Willow Ponds Zugaben als überholte Windows-3.1-Applikationen mit Spielzeugschärme.

Virtueller Raum

Kaum ein Computerspiel kommt mittlerweile ohne einen

irgendwie gearteten 3D-Sound daher. Leider hat Analog Devices dieses wichtige Verkaufsargument beim AD1815 unter den Tisch fallen lassen. Der noch im Betastadium befindliche Nachfolgebaustein AD1816 besitzt zusätzlich eine analoge Matrix im Chip (dafür steht der Modemausgang dann nicht mehr symmetrisch, sondern single-ended zur Verfügung). Also folgte dem ursprünglichen Demoboard übergangsweise ein weiteres namens 'Red Coral + SRS'.

Mittels SRS, dem Stereo Retrieval System, einer Eigenentwicklung von AD (nicht zu verwechseln mit dem Sound Retrieval System von SRS Labs, Inc.), er-

hält der Entwickler eine Lösung zur Erzeugung akustischer 3D-Effekte, die sich zwecks Test auch schon auf dem Demoboard befindet. Das Ganze hat allerdings mehrere Haken: Von der geplanten Ein-Chip-Lösung bleibt wenig über, der Effekt ist nur per Hardware, jedoch nicht per Tastatur oder Maus schaltbar. Bei genauerer Betrachtung entpuppt sich SRS als eine bekannte Variante gängiger Stereo-Basisbreiten-Expander.

Fazit

Den Namen 'SoundComm Controller' trägt Analog Devices' jüngster Beitrag zur Multimedia-Integration auf jeden Fall zu Recht. Daß manche DSP-Funktionalität festverdrahtet zur Verfügung steht, erleichtert dem Entwickler seine Arbeit. Erstmals steht mit zwei I²S-Ports auch die Möglichkeit einer digitalen Anbindung an externe Geräte bereit. Schade nur, daß AD nicht einen der beiden als Ausgang vorgesehen hat. Damit verbaut man sich leider eine komplette Analog-nach-Digital-Lösung für den Consumerbereich. ea

Literatur

- [1] Matthias Carstens, Soundkarte komplett, Crystals Single-Chip Evaluation Board, ELRAD 6/96, S. 40 ff.
- [2] Andreas R. Bayer, Schwergewicht, Analog Devices EZ-Kit Lite mit ADSP2181, ELRAD 1/96, S.24 f.
- [3] Martin Kirst, Uwe Kirst, Take five, Hard-Disk-Recording auf dem PC, ELRAD 8/94, S. 48 ff.

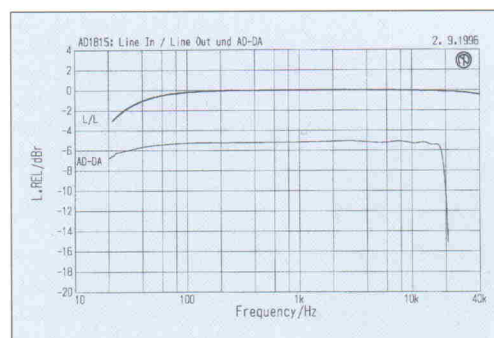


Bild 2. Frequenzgang beim analogen Durchschleifen (L/L) und bei Aufnahme/Wiedergabe mit 44,1 kHz Samplefrequenz (AD-DA).

Hochspannungs-Module & -Versorgungen

Für Spannungen von 100 V bis >120 kV, für Leistungen vom mW-Bereich bis >100 kW, in Baugrößen ab DIL, mit DC- oder AC-Ausgang.

Wir bieten Standardprodukte und kundenspezifische Ausführungen. Lösungen von HEIM ELECTRONIC für alle HV-Anwendungsfälle.



HEIM ELECTRONIC GmbH • Seeäcker 4 • 82211 Herrsching • Tel. 08152/40464 • Fax 08152/40558

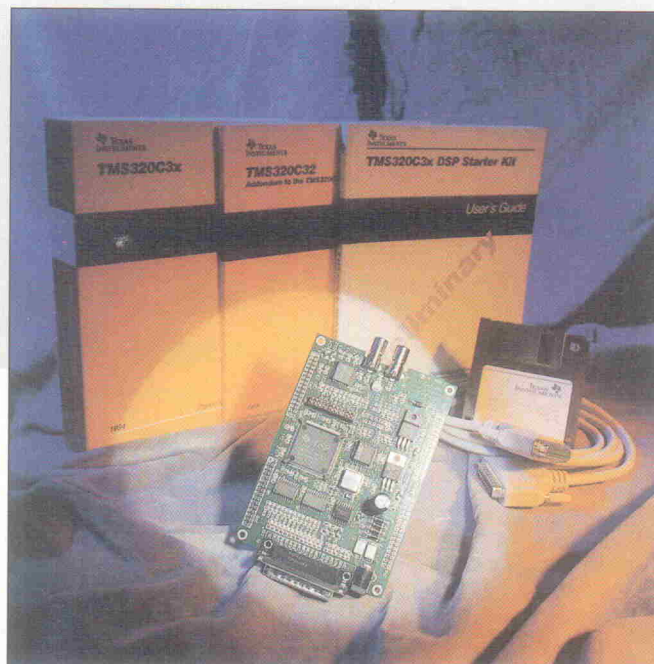
Turbo-DSP für alle

Texas Instruments DSK TMS320C3X

PreView

Andreas R. Bayer

Was mag sich Texas Instruments nur dabei denken? Zum wiederholten Mal stellen sie ein Starterkit vor, das preislich und hinsichtlich Performance Maßstäbe setzt. In keiner anderen Sparte der Elektronik findet man so preiswerte – oder sollte man besser sagen, billige – Einstiegs-tools wie für digitale Signalprozessoren.



Um es gleich vorwegzusagen: Es lohnt sich, dieses neue Starterkit einmal genau unter die Lupe zu nehmen. Sein Geld ist es allemal wert. Man bekommt für weniger als 200 DM ein komplettes DSP-System mit dem TMS320C31 (25 MIPS) als Kern, einem Mono-Codec, Assembler und Debugger und eine umfangreiche Dokumentation.

Der mitgelieferte 2-Pass-Assembler unterstützt die wichtigsten Features des ausgewachsenen TI-Assemblers. Allerdings stimmen unverständlicherweise die Syntax des DSK-Assemblers und der 'großen' Tools in einigen Punkten, beispielsweise der Darstellung von Hex-Zahlen, nicht überein. Ein Linker wird nicht benötigt. Vielmehr ergibt ein erfolgreicher Assembler-Lauf lauffähigen Code in einem speziellen 'DSK'-Format, das ein ähnliches Aussehen wie ein Listing-File hat.

Der Debugger präsentiert sich zwar im trockenen DOS-Outfit (Bild 1), aber alle wesentlichen Informationen finden übersichtlich in mehreren Fenstern Platz. Besonders erwähnenswert ist die Interface-Variante, die von

Debugger und Anwenderprogrammen genutzt werden kann: Statt wie üblich über den RS-232-Port wird das C3x-Starterkit über den Parallelport des Host-PC kontrolliert. Dies schlägt sich vor allem in der Geschwindigkeit der Datenübertragung nieder, besonders bei Anwendungsprogrammen, die ständigen Datenaustausch mit dem DSP erfordern.

Wie bei TI üblich, sind alle interessanten Prozessorsignale auf doppelreihige Stiftleisten am Rand der sechslagigen Platine herausgeführt. Einer Verwen-

dung des C3x-DSK in einem größeren System steht daher praktisch nichts im Wege. Allerdings stimmt die Geometrie nicht mit der früherer Starterkits überein.

Auch den Emulator-Port hat man bei TI nicht vergessen, so daß auch mit den Standard-Debugging-Tools von TI oder GO DSP 'entwanzt' werden kann. Nur am Speicher hat man gespart: Zwar besitzt der TMS320C31 intern zweimal 1 KWorte RAM für Code und Daten zuzüglich 64 Worte Instruktions-Cache, man gerät jedoch sehr bald an die Kapazitätsgrenzen. In einer der nächsten ELRAD-Ausgaben soll diesem Mangel in Form einer 64-KWorte-Speichererweiterung abgeholfen werden.

Auch der verwendete Codec ist leider eine Minimal-Lösung. Je ein Eingangs- und Ausgangskanal kann bei nominal 14 Bit Auflösung mit Abtastraten von bis zu 20 kHz abgetastet werden. Für die Realisierung von Modem-Funktionen ist dieser Codec sicherlich optimal geeignet, für Audio-Anwendungen ist er es jedoch weniger.

Nun ist der TMS320C31 nicht gerade als Newcomer der DSP-Szene zu betrachten. Daher stellt sich die Frage, was einen Fließkomma-DSP, speziell den TMS320C31, gegenüber seinen moderneren Festkomma-Pendants wie Motorolas DSP56002 (24 Bit), Analog Devices' AD SP2181 oder TIs TMS320C5x auszeichnet. Natürlich sind sein Rechenwerk mit Fließkomma-Multiplizierer und -ALU sowie die zugehörigen acht gleichwertigen 'Extended Precision'-Register die entscheidenden Vorteile gegenüber allen genannten Festkomma-Prozessoren.

Auch bietet die verbesserte Syntax gegenüber der der Fest-

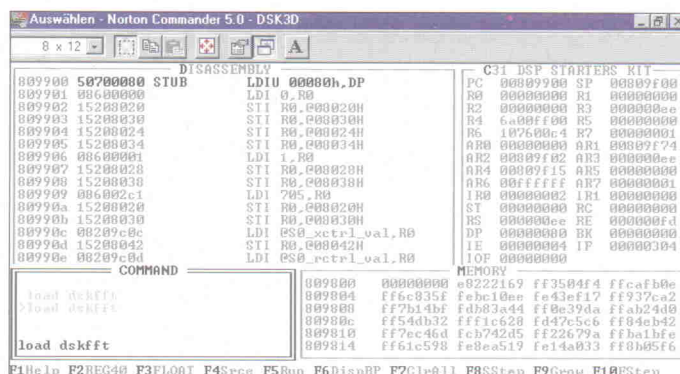
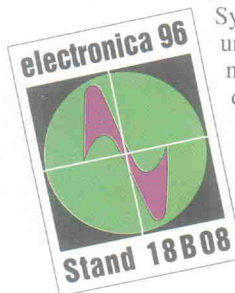


Bild 1. Alles drin, was man braucht: der Debugger unter MSDOS.

komma-DSPs aus dem Hause TI erhebliche Vorteile in puncto Lesbarkeit. Hier als Beispiel der Kern eines FIR-Filters (AR0 zeigt auf die Koeffizienten, AR1 auf die Taps):

```
mpyf3 *AR0++(1), *AR1++(1)%, R1
;R1 = (AR0) * (AR1), AR0++,
;AR1++ (modulo)
|| addf3 R0, R1, R2
;im selben Takt: R2 = R0 +
;voriger Inhalt von R1
```

Unter den Festkommaprozessoren findet man selten Exemplare mit einer ähnlich gut ausgearbeiteten Hardwarestruktur und vergleichbar klarer Syntax.

Fest vs. Fließ

Wozu braucht man nun eigentlich ein Fließkomma-Rechenwerk? Falsch ist die Annahme, es erhöhe prinzipiell die Genauigkeit der Berechnungen. Multiplizierer und ALU der TMS 320C3x-Prozessoren haben nämlich eine wesentliche Einschränkung: Alle Fließkomma-Operanden werden mit 24-Bit-Mantisse und 8-Bit-Exponent dargestellt. Hinzu kommt ein weiteres (implizites) Mantissenbit, so daß der darstellbare Zahlenbereich von -2^{128} bis $+2^{128}$ (-1 LSB) reicht.

Die Mantissen der Rechenergebnisse werden immer auf $32 + 1$ Bit gerundet, bevor sie in einem der acht Extended-Precision-Register abgelegt werden, wo sie zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stehen. Tatsächlich hat das Resultat einer Multiplikation zweier 32-Bit-Operanden aber maximal neun Exponenten und 50 Mantissenbits Genauigkeit. Diese Genauigkeit sieht der Programmierer jedoch nicht. Im Gegensatz dazu bietet das Rechenwerk des DSP5600x 56-Bit-Ergebnisregister (zweimal 24 Bits

plus acht Overflow-Bits), so daß keine Genauigkeit verloren geht, bis das Ergebnis gerundet im Speicher abgelegt wird.

Mit der Präzision ist es beim Rechenwerk des TMS320C3x also nicht so weit her, wie man zunächst annehmen wird. Andererseits ist die Unbekümmtheit, mit der man Fließkomma-Operanden handhaben kann, nicht zu unterschätzen.

Es ist nämlich häufig nicht zu verhindern, daß man bei der Arbeit mit einem Festkomma-Prozessor Überläufe erzeugt oder durch Runden ein (Zwischen-) Ergebnis auf Null setzt und sich so unvermeidbare Genauigkeitsverluste einhandelt. Am Beispiel eines FIR-Filters soll kurz aufgezeigt werden, was passieren kann. Der Ausgang eines FIR-Filters endlicher Länge berechnet sich nach:

$$y(n) = \sum_{k=0}^N a_k \cdot x[n-k]$$

Eine Beschreibung der Filterstruktur findet man in [1].

Wenn einzelne Teilprodukte $a_k \cdot x[n-k]$

nun um mehr als acht Zehnerpotenzen (24 Bit) kleiner sind als die Teilsumme

$$y(n) = \sum_{k=0}^M a_k \cdot x[n-k] \quad M < N,$$

so tragen sie zur Gesamtsumme

nichts bei. Das liegt daran, daß vor der Addition die Exponenten der Summanden abgeglichen werden müssen, und so die Mantisse des kleineren Summanden sehr klein, im übelsten (s. o.) Fall sogar Null wird.

Festkommaprozessoren mit breiter ALU (z. B. DSP56K) stehen in einem solchen Fall tatsächlich besser da, als ein Fließkomma-DSP der Kategorie C30. Bei ersterem tritt der Rundungsfehler erst beim Abspeichern des bis dahin exakten Ergebnisses auf.

Die Lieferung

Und was bietet das TMS 320C31-Starterkit noch? Die beigelegte Demo-Software wirkt etwas hölzern. In der Manner eines DSOs läßt sich zum Beispiel ein Spektrum des über den Codec aufgenommenen Signals darstellen (Bild 2). Immerhin zeigt sich bei dieser Software, zu welchen Leistungen die Übertragung über den Parallelport des PC fähig ist. Sie unterstützt sogar den EPP-Modus moderner Druckerports.

Die Demo-Anwendungen liegen auch als C++-Quellcode vor, so daß sie recht schnell auf eigene Anforderungen zugeschnitten werden können. Selbst die Interface-Routinen sind sowohl DSP- als auch hostseitig

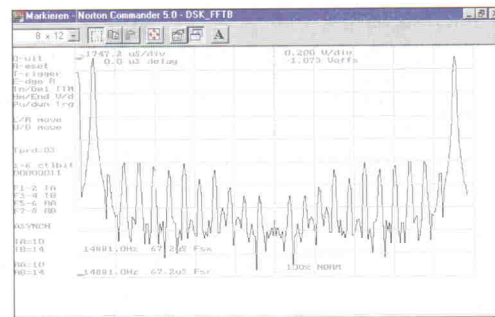


Bild 2. Wie bei einem DSO läßt sich mit einem Beispielprogramm das Spektrum eines über den Codec aufgenommenen Signals darstellen.

im Quellcode zu finden. Zweifelloso bietet die beiliegende Software genug Stoff zum Arbeiten, weit mehr als für das eigentliche Kennenlernen des Prozessors notwendig wäre.

Schließlich wird dem Anwender auch die von TI angewandte Methode der Anschaltung von Peripherie nahegebracht. Da das Businterface des DSPs im Vergleich zu Prozessoren neueren Baujahres etwas rudimentär ist (ein einziges Strobe-Signal für den gesamten Adreßbereich, Waitstates nur global programmierbar), muß man relativ großen Aufwand für die Dekodierung verschiedener Adreßbereiche betreiben. TI verwendet daher ein GAL (22V10), um die erforderliche Logik wenigstens kompakt unterzubringen. Da das GAL-Listing ebenfalls im Quellcode vorliegt, findet man aber gleichzeitig einen geeigneten Ansatz für eigene Hardware.

Alles in allem bietet TI mit diesem neuen Starterkit zweifelsohne einen optimalen Gegenwert fürs Geld. *hr*

Literatur

[1] Holger Strauss, *Signal Processing, Digitale Signalverarbeitung, Teil 7: FIR-Filter, ELRAD 6/96, S. 88*

DSK für zwei

TI stellt zwei DSKs für ELRAD-Leser bereit. Wer eins gewinnen möchte, schickt bis zum 25. November ein Fax oder eine EMail mit vollständiger Anschrift an:

Redaktion ELRAD
Stichwort 'Fließkomma'
05 11/53 52-4 04
post@elrad.heise.de

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

EPSON

groß in Quarztechnologie, Speichern und CARD-PCs

Mehr Info's unter:

01805 - 31 31 20 Telefon

01805 - 31 31 23 Fax

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

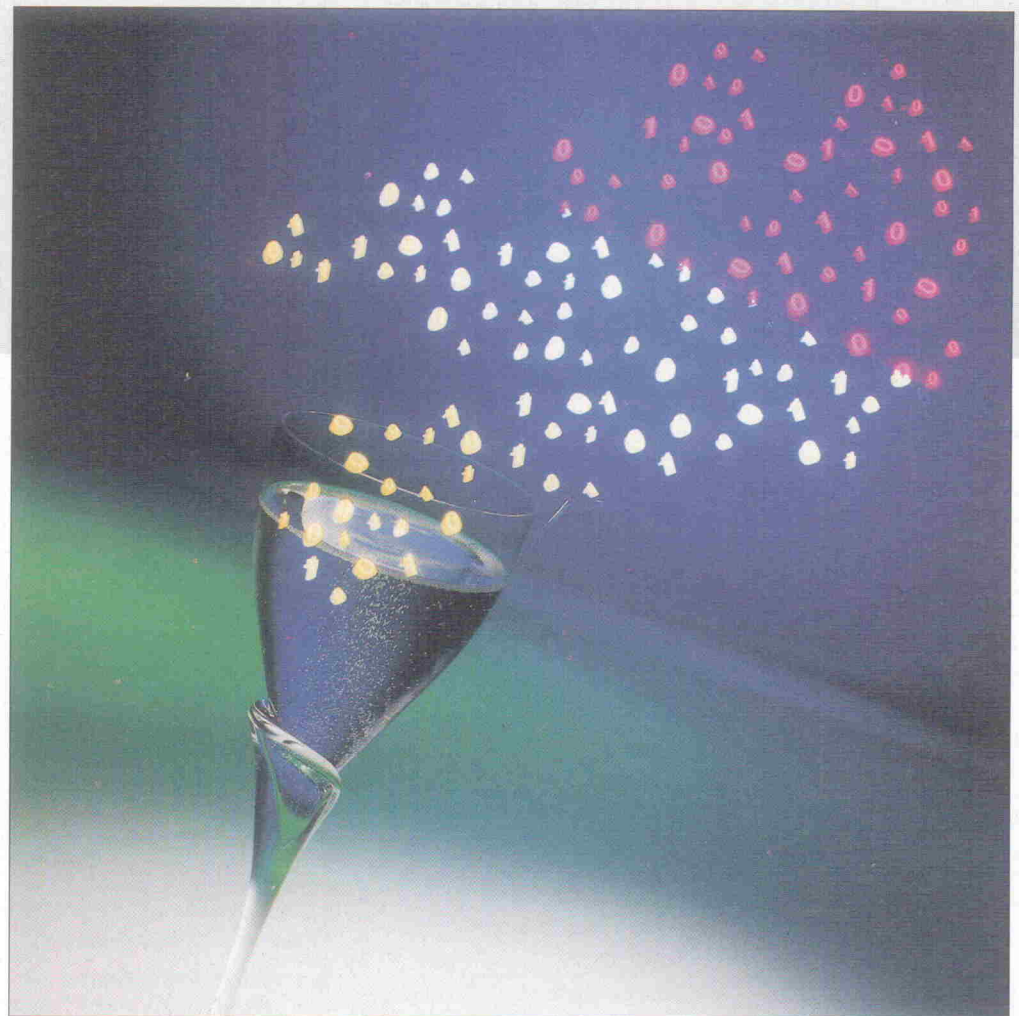
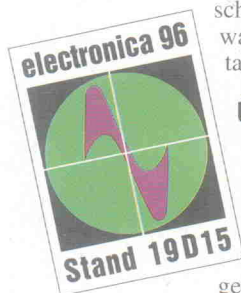
25 Jahre SE Spezial-Electronic KG

Im Rausch der Bits

CS4329, Crystals D/A-Wandler mit 20 Bit Auflösung

Matthias Carstens

Mit dem CS4329 präsentierte Crystal bereits Anfang 1995 die 20-Bit-Variante des CS4328 – eines hochintegrierten Stereo-Digital-Analog-Wandlers –, welcher mit einem Minimum an zusätzlicher Hardware einen kompletten D/A-Wandler ergibt. Nachdem besonders die Rauschwerte anfänglich den Erwartungen nicht entsprachen, prüfte **ELRAD** mit Hilfe des zugehörigen Demoboards den aktuellen Stand.



Das Demoboard gleicht dem des CS4328 derartig, daß an dieser Stelle auf das Projekt Crystal-Klar in Heft 5/95 verwiesen wird. Dort findet sich auch eine ausführliche Beschreibung der weiteren Hardware, insbesondere des digitalen Frontends (CS8412).

Überblick

Der 4329 besitzt zwar einen ähnlichen Aufbau wie der 4328, jedoch auch große Unterschiede und einige Erweiterungen. Bild 1 zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm des Innenlebens. Auffälligstes Merkmal: Im Chip ist bereits eine Amplitudenkorrektur emphasis-

kodierter Daten für alle drei Samplefrequenzen enthalten (siehe Tabelle). Die seriellen Daten durchlaufen zuerst ein Interpolationsfilter mit 128facher Überabtastung. Dadurch finden sich Spiegelfrequenzen erst bei einem 128fachen der Abtastfrequenz, entsprechend problemlos fällt der unvermeidliche Tiefpaß am Ausgang des Wandlers aus.

Der Delta-Sigma-Modulator vierter Ordnung konvertiert den 24-Bit-Datenstrom des Interpolationsfilters in einen 1-Bit-Datenstrom mit 128facher Abtastrate. Ein DAC in Switched-Capacitor-Technik übersetzt diese Daten dann in eine Serie von Ladungspaketen, deren Höhe durch eine

Referenzspannungsquelle fixiert ist, das 1-Bit-Signal bestimmt die Polarität. Laut Crystal reduziert diese Technik die Empfindlichkeit gegenüber Clock Jitter und verbessert auch die Gesamtleistung.

Deutliche Unterschiede existieren am Ausgang. Während beim 4328 die analoge Ausgangsstufe noch mit einer Doppelspannung von ± 5 V versorgt wurde, sind es beim 4329 wieder die bisher üblichen 'normalen' ± 5 V. Dafür steht das Ausgangssignal nun symmetrisch an. Sinn und Zweck des neuen Designs bleiben jedoch im dunkeln: So ist der Pegel des positiven und negativen Ausgangs nur noch halb so hoch, die im

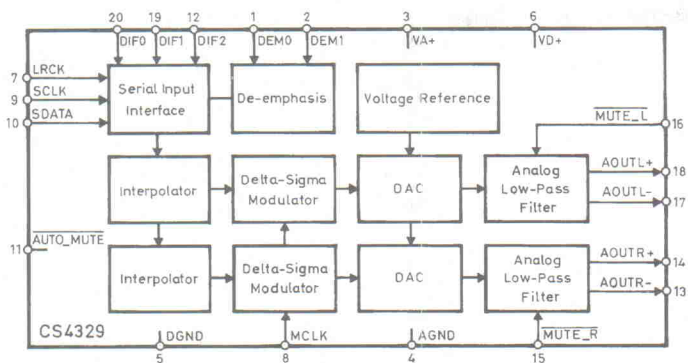


Bild 1. Das Innenleben des CS4329; wichtigste Änderungen gegenüber dem Vorgänger sind die symmetrischen Ausgänge.

Datenblatt erwähnte Maximierung des Ausgangspegels also gleich null. Der Entwickler sieht sich dafür mit einem höheren Bauteilaufwand konfrontiert, da der Tiefpaß zur Unterdrückung des hochfrequenten Rauschteppichs jetzt doppelt (in Stereo dann vierfach) erforderlich ist. Glücklicherweise hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen, im Anhang des Datenblattes findet sich die kombinierte Schaltung eines Differenzverstärkers und eines mehrfach rückgekoppelten Tiefpasses, wie er auch in Bild 3 zu sehen ist. Alle Formeln und Parameter für eine Umsetzung auf die eigenen Bedürfnisse sind samt einer Beispielberechnung enthalten. Wichtig: da der Chip keine niederohmigen MOSFET-Treiber mehr enthält, sind weniger als 10 k Ω Last zu vermeiden.

Diverses

Crystal hat den 4329 um einiges flexibler gemacht. Neben der internen De-Emphasis und einer Masterclock MCLK mit dem 256-, 384- oder 512fachen der Samplefrequenz zeigt sich be-

sonders das serielle Interface gut gerüstet. Statt vier stehen dem Entwickler jetzt sieben Formate zur Verfügung, um eine Kommunikation mit anderen digitalen Komponenten aufzunehmen. Format 0, 1 und 2 sind wie bisher right-justified in 16, 18 und 20 Bit. Format 3 und

4 sind dagegen left-justified in 20 Bit, wobei Format 3 die Daten auf der fallenden Flanke, Format 4 auf der steigenden Flanke des SCLK-Signals synchronisiert. In beiden Fällen kann man auch 16 oder 18 Bit einlesen, wenn man durch Füllung mit Nullen ein 20-Bit-Signal simuliert. Das serielle I²S-Protokoll schließlich unterstützen die Formate 5 und 6 in 16 respektive 20 Bit.

Über Pin 11 läßt sich eine Automute-Funktion realisieren. Nach 8192 aufeinanderfolgenden digitalen Audionullen auf dem linken und rechten Kanal schaltet der Audioausgang stumm. Vermutlich einziger Sinn dieser Funktion: Hohe Rauschabstandswerte für Hochglanzprosperkte. Sinnvoller (und beim 4328 auch noch nicht enthalten) erscheinen MUTE_L und MUTE_R über Pin 16/15. Sie können direkt oder verzö-

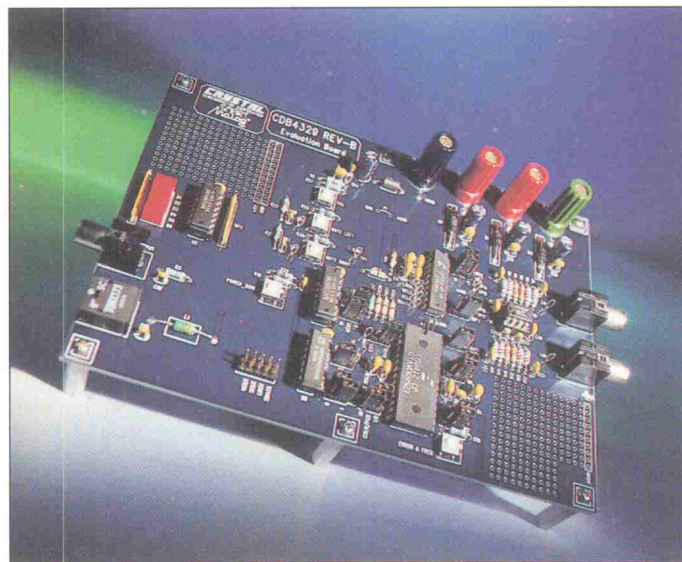


Bild 2. Das Demoboard von Crystal für den CS 4329; alle wichtigen Signale sind frei zugänglich.

Bitmania

Die im Crystal Datenblatt genannten 103 dB Dynamik sind sicher ein ganzes Stück von dem entfernt, was so mancher von einem in neuester Technologie gebauten 20-Bit-D/A-Wandler erwartet. Der Trend ist jedoch unübersehbar: Die Kluft zwischen theoretischer und tatsächlicher Performance steigt mit der Anzahl der Bits. Während übliche 16-Bit-Konverter von den theoretischen 96 dB bis zu 93 dB umsetzen (selbstverständlich ohne die beliebte Mute-Funktion gemessen), klappt bereits bei 18 Bit Anspruch und Wirklichkeit weit auseinander. Statt 108 dB erhält man volle 16-Bit-Performance, und so tröstet man sich mit der Erkenntnis, daß ein 18-Bitter eben wohl doch nur ein 'echter' 16-Bitter sei. Mit einer Auflösung von 20 Bit und theoretischen 120 dB erhofften sich früher viele ein Angleichen der Digitaltechnik an bisheriges analoges Verhalten. Dort sind im Studiobereich 110 dB bis 120 dB Systemdynamik üblich (typische Werte: Klippgrenze +21 dBu, Rauschen -96 dBu). Doch statt dessen sind 106 dB wohl eher realistisch.

Richtig skurril dürften die neuen 24-Bit-Codex werden, welche sich bereits im Feldversuch befinden. Wenn diese Chips echte 18 Bit Performance aufweisen, wäre das bereits erstaunlich. Stellt sich die Frage, wozu das Wettrennen um die Bitauflösung eigentlich dient.

Neu: Design-Tool-Katalog mit Gratis-CD

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

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



Neu mit Gratis Test-CD:
Der Hoschar EDA-Katalog 2/96

Abruf-Coupon

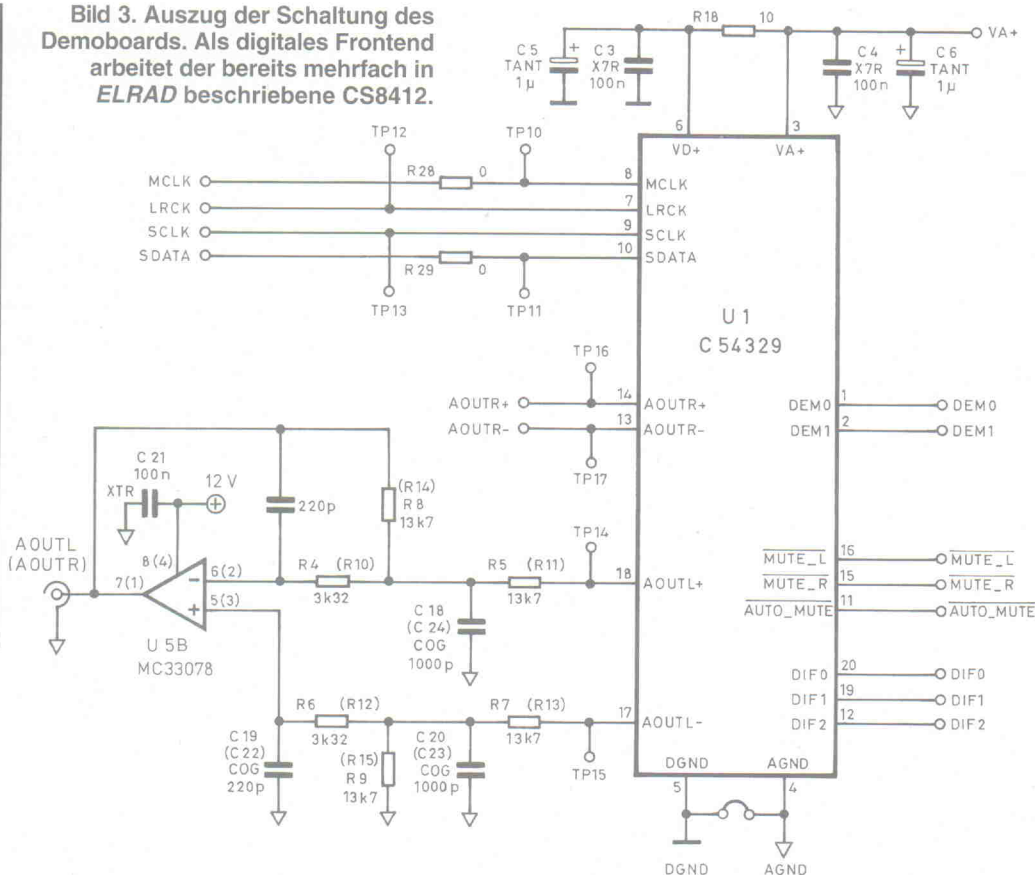
Ja, bitte senden Sie mir den Hoschar EDA-Katalog und die Gratis-Test-CD (mit über 300 MB zum Thema EDA). Meine Anschrift lautet:

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



Bild 3. Auszug der Schaltung des Demoboards. Als digitales Frontend arbeitet der bereits mehrfach in *ELRAD* beschriebene CS8412.



gert von allen fehleranzeigenden TTL-Pins vorgeschalteter Bausteine gesteuert werden und ersparen eine sonst unvermeidliche externe Muteschaltung. Beispielsweise erlaubt das vom CS8412 ausgegebene Valid (eigentlich Invalid) eine Stumm-schaltung des D/A-Wandlers.

Meßwerte

Neutriks A2 mit installierter Digitaloption A010 führte alle Messungen in RMS unbewertet mit Audiobandpaß (20 Hz bis 20 kHz) durch und bezieht diese jeweils auf einen digitalen Voll-

pegel (0 dBFS), entsprechend 7,7 bis 8,1 dBu Pegel am Ausgang des Demobords. Unstanden mehrere Chips der Revisionen C und D zur Verfügung, welche doch erhebliche Toleranzen aufwiesen. Mit 99 dB Dynamik und 93 dB bis 95 dB bei THD+N verfehlten sie die bis heute immer noch gültigen Werte des vorläufigen Datenblattes vom Februar 1995 (es gibt noch kein neues) knapp. Die Performance der ersten Revision des CS4329 war derart schlecht, daß man eigentlich nur von einem 16-Bitter sprechen konnte; 93 dB Dynamik warf

bei sicher nicht wenigen Herstellern anfängliche 20-Bit-Konzepte mit dem 4329 über den Haufen. Erst Ende 95 konnte die C-Revision mit drastisch verbesserten Rauschwerten auftrumpfen.

Der in Bild 4 zu sehende Höhenanstieg um 0,1 dB zwischen 10 kHz und 20 kHz findet sich nicht bei jedem Chip, hier handelt es sich ganz eindeutig um Toleranzen in der Fertigung (laut Datenblatt: Frequency response 10 Hz/20 kHz: $\pm 0,1$ dB). Auch Pegelabweichungen der Kanäle untereinander können in solch einer hohen Meßauflösung drastisch ausfallen.

Während der Messungen fiel auch eine maximale Dynamik von 108 dB auf, mittels Automute sollten eigentlich 112 dB machbar sein. Nach einigem Experimentieren fand sich der

De-Emphasis

DEM 1	DEM 0	
0	0	32 kHz
0	1	44,1 kHz
1	0	48 kHz
1	1	Off

symmetrische Tiefpaß als Versursacher eines Grundrauschens von circa -110 dB. Crystal hat dabei mit einem MC33078 bereits eine ausgezeichnete Wahl getroffen, Versuche mit anderen gängigen Doppel-OVs ergaben keine besseren, sondern sogar um bis zu 6 dB schlechtere Werte.

Aussichten

Zur Verringerung des Grundrauschens muß Crystal sich in der nächsten Generation zwangsläufig vom analogen Ausgangskonzept des 4329 trennen. Daß der Differenzverstärker den DC-Anteil von 2,2 V an den Pins 13, 14, 17 und 18 auch ohne Koppelkondensator beseitigt, kann nicht darüber hinwegtäuschen, daß DC-Anteile fast immer mit erhöhtem Rauschen einhergehen. Und der Tiefpaß am Ausgang muß zur Ausnutzung seines vollen Signalrauschabstandes mit deutlich höherem Pegel gefahren werden. Kommende 24-Bit-Wandler können es sich nicht mehr leisten, aus 0 dBFS 'schlappe' 7 bis 8 dBu zu erzeugen. Schließlich bleiben hier mit üblichen ± 15 V glatt 13 dB Headroom ungenutzt.

Fazit

Mit dem CS4329 bietet Crystal einen hochintegrierten Stereo-DAC, der mit wenig zusätzlicher Hardware einen kompletten D/A-Wandler ergibt. Hersteller können damit günstige Geräte in 20-Bit-Technologie verwirklichen. Daß von den digitalen 20 Bits analog weniger als 18 Bit ankommen, steht auf einem anderen Blatt. *roe*

Literatur

- [1] Martin Kirst, Uwe Kirst, 'Crystal-Klar, D/A-Wandler mit 18 Bit', ELRAD 5/95, S. 66

Atlantik Elektronik
Fraunhoferstraße 11A
D-82152 Planegg
 0 89/89 50 50
 0 89/89 50 51 00

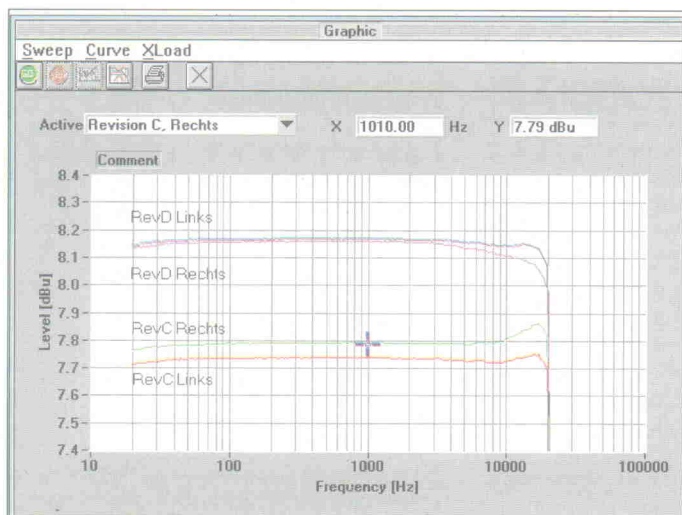


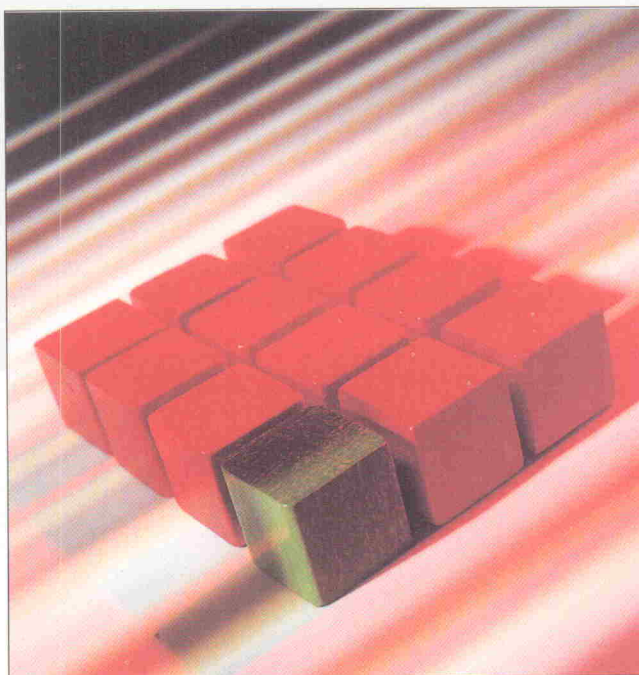
Bild 4. Frequenzgang des CS4329 in sehr hoher Auflösung, direkt an Pin 17/18 gemessen.

Elf plus

Evaluation-Board zu Motorolas 68HC12

Oliver Thamm

Motorola hat sich mit dem 68HC11 eine treue Fangemeinde geschaffen: 500 Millionen verkaufte Chips zeugen von der Akzeptanz dieser μ C-Serie. Die Erfolgsstory soll sich jetzt mit der HC12-Familie fortsetzen.



Wachsenden Ansprüchen seitens der Entwickler begegnete der Elektronikriese in den vergangenen Jahren mit stets neuen, schlauerer und schnelleren HC11-Derivaten. Trotz größerer On-Chip-Speicher, mehr Ein/Ausgabefunktionen und höheren Taktfrequenzen hinkten die verfügbaren Controller den Anforderungen der Power-User naturgemäß stets hinterher.

Am 28. Mai überraschte Motorola die Fachwelt mit der Mitteilung, es käme eine neue Mikrocontrollerfamilie namens HC12 auf den Markt, die nicht nur weitestgehend die Kompatibilität zum HC11 wahrt, sondern auch noch ein ausgesprochen fideles Innenleben beherbergen soll. Diese Information war deshalb so sensationell, weil es bisher wohl noch nie eine solche Ankündigung gab, ohne daß bereits Monate vorher die abenteuerlichsten Spekulationen kursiert hätten.

Insidern war sofort klar, daß dieses Ausbleiben von Gerüchten nur einen Grund haben

konnte: Es dauert mindestens noch ein Jahr, bevor auf dem Markt Muster – ganz zu schweigen von Chips aus der Serienproduktion – zu haben sein werden.

Der HC11 benötigte seinerzeit auch über fünf Jahre, um eine breite Popularität zu erreichen. Die Entwicklung der ersten Derivate dieses Mikrocontrollers war schon 1981 abgeschlossen, der HC11 stellte zu diesem Zeitpunkt ein herausragendes Produkt dar. Ein richtiger Boom setzte in Deutschland aber erst Ende der achtziger Jahre ein und dauert bis heute ungebrochen an.

Motorola hat jedoch gezeigt, daß auch Riesen überraschend wenig – oder zumindest schweigsam – sein können. Keine sechs Wochen nach der offiziellen Verlautbarung waren Muster des ersten Familienmitglieds MC68HC812A4 erhältlich. Hätte nicht 'Murphy' im Zentrallager einen Zahlendreher in die Bestellnummer eingebaut, der für ein paar Wochen die Auslieferung des M68HC12A4EVB verhinderte, wären zum gleichen Zeitpunkt

wohl auch schon Evaluation-Boards mit diesem Chip verfügbar gewesen.

Diese kleine administrative Hürde hat das EVB, welches kürzlich den Weg in die ELRAD-Redaktion fand, schließlich genommen. Die Umverpackung birgt neben der Dokumentation (CPU12 Reference Manual, HC812A4 Technical Summary, EVB Users Manual) und der Assembler-Software (MCUasm, s. u.) das heißersehnte Board. Das Wort 'Brett', welches gelegentlich umgangssprachlich für mehr oder weniger raumgreifende Platinen Verwendung findet, beschreibt Motorolas EVB hinreichend plastisch.

Harter Kern

Auf einer Fläche von etwas über $20 \times 20 \text{ cm}^2$ machen die sieben ICs einen etwas verlorenen Eindruck (Bild 1). Optisch beschädigt wird man durch eine erstaunliche Vielzahl blauer Jumper. Diese verdeutlichen unmißverständlich, daß Motorola großen Wert auf Flexibilität legt. Auch die insgesamt sechs Sockelschalter unterstreichen diesen Eindruck.

Im Lieferzustand sind zwei Sockel mit RAM-Bausteinen zu je 8 KByte und zwei weitere mit OTPROMs zu je 32 KByte bestückt. Darüber hinaus lassen sich beide Bereiche mit RAMs, EPROMs und/oder EEPROMs im Kapazitätsbereich von 8 bis 512 KB (mal 2) bestücken. Selbst schmale Gehäuse (300 mil Pin-Abstand) und 16-Bit-Speicherbausteine (Sockel 5 und 6) stellen kein Problem dar. Die gesteckten OTPROMs beinhalten das Monitorprogramm

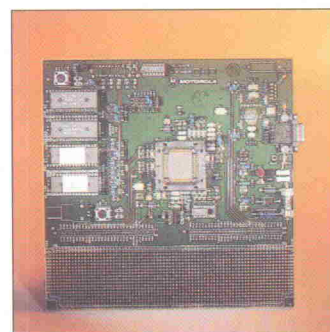
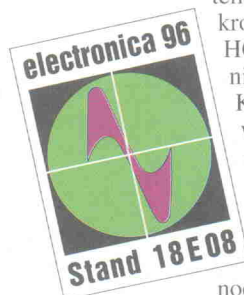


Bild 1. Luftig: Das Evaluation-Board zum 68HC812A4 läßt auf einem Viertel der Platinenfläche Raum für eigene Erweiterungen. Alle MCU-Signale sind auf zwei Pfostenleisten herausgeführt.

D-Bug-Vokabeln

ASM	Zeilenassembler/-disassembler
BAUD	Setzt die Übertragungsrate
BF	Speicherbereich füllen
BR	Breakpoints setzen/anzeigen
BULK	Löscht den gesamten internen EEPROM
CALL	Aufruf eines Anwenderprogramms, danach Rückkehr zu D-Bug12
G	Startet ein Anwenderprogramm
GT	Programmstart bis Erreichen des angegebenen Breakpoints
HELP	Anzeige des Hilfebildschirms
LOAD	Lädt ein Anwenderprogramm (S-Record-Format)
MD	Speicheranzeige (als Bytes und ASCII)
MDW	Speicheranzeige (als Words und ASCII)
MM	Speicher ändern (bytwweise)
MMW	Speicher ändern (wortweise)
MOVE	Speicherbereich verschieben
NOBR	Entfernt alle Breakpoints
RD	Registeranzeige
RM	Register ändern
T	Programmschritt ausführen
UPLOAD	Ausgabe eines Speicherbereichs in S-Record-Format
VERF	Speicherbereich mit S-Record-Daten vergleichen
<R>	Register <R> ändern

bekommt man fünf Disketten mit der Assemblersoftware in die Hand, zuzüglich dreier Disks mit der Microsoft-Erweiterung. Die Installation geht in absehbarer Zeit vonstatten.

Natürlich stellt sich dabei die Frage, ob man für einen Cross-assembler inklusive Projektverwaltung wirklich 20 MB Platz auf der Festplatte und 16 MB Hauptspeicher vorhalten muß.

Wer dies für sich verneint, der kann auf die Kommandozeilenebene ausweichen, da es sich bei den eigentlichen Werkzeugen (Assembler, Linker, Bibliotheksverwalter, Disassembler, Konverter und so weiter) um DOS-Programme handelt.

Das Handbuch zu MCUasm fällt mit über 200 Seiten recht ausführlich aus, es läßt kaum Fragen offen. Lediglich die Tutoriaalsektion könnte noch etwas näher auf Praxisbeispiele eingehen.

Fazit

Der HC12 wird wohl jeden spontan begeistern, der zuvor bereits mit dem HC11 zu tun hatte. Die neue MCU ist wiederum nicht so komplex wie die Controller aus der 683xx-Familie, eignet sich also auch gut für leistungshungrige Einsteiger. Motorolas Evaluationboard ist ein schneller Weg, um mit dem 'Neuen' in die Gänge zu kommen, zumindest für Anwender, denen es auf 100 Mark mehr oder weniger nicht ankommt. Der erwartete Preis von rund

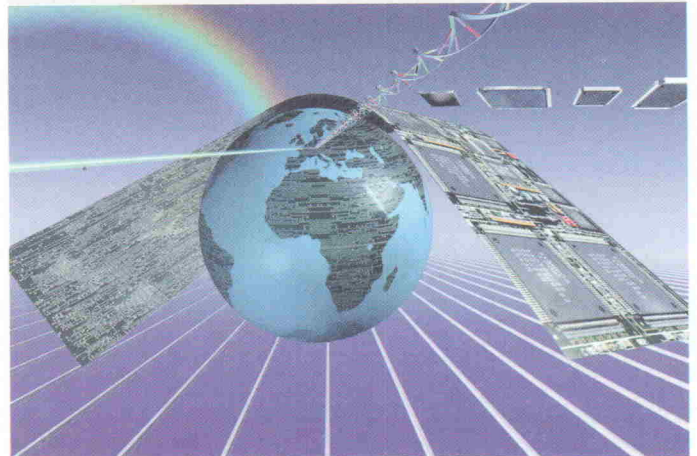
600 DM ist wohl gerade noch akzeptabel.

Zieht man einen Vergleich zum DSP56002EVM aus gleichem Hause, so sieht man, daß Motorola auch ganz anders kann, wenn es darum geht, eine Technologie preiswert unter das Volk zu bringen. Wahrscheinlich ist sich der Hersteller über den Erfolg der neuen Controllerfamilie so sicher, daß Köder-Kits nicht zur Debatte stehen. Das alles stellt jedoch kein ernstzunehmendes Problem dar, da Third-Party-Anbieter alsbald die unterschiedlichsten Entwicklungshilfsmittel anbieten werden, Ankündigungen hierzu gibt es jedenfalls bereits reichlich. *ea*

Literatur

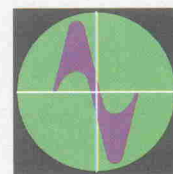
- [1] MC68HC12A4, 16-Bit Microcontroller, Technical Summary, Motorola, 1996
 - [2] CPU12 Reference Manual, Motorola, 1996
 - [3] Gordon Doughman, Using and Extending D-Bug12 Routines, Application Note AN1280, Motorola, 1996
 - [4] James M. Sibigtroth, Transporting M68HC11 Code to M68HC12 Devices, Application Note AN1284, Motorola, 1996
 - [5] Oliver Thamm, SPIntern, Das Serial Peripheral Interface des 68HC11, ELRAD 7/96, S. 58
- [2...4] sind erhältlich via <http://freeware.aus.sps.mot.com/hc12/home.html> oder in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01)

Ideen für die Welt der Elektronik.



Wir denken in internationalen Dimensionen, bieten Raum für dynamischen Fortschritt und realisieren Innovationen.

**Gedruckte Schaltungen
3D MID-Technologie
Dienstleistungsbestückung
Technologietransfer
Elektronik-Recycling**



Besuchen Sie uns auf der electronica '96 in München vom 12. bis 15. Nov. 1996 in Halle 16, Stand 16 C 16

FUBA
Printed Circuits GmbH
Bahnhofstraße 3
D-37534 Gittelde
Telefon (053 27) 880-0
Telefax (053 27) 880-200

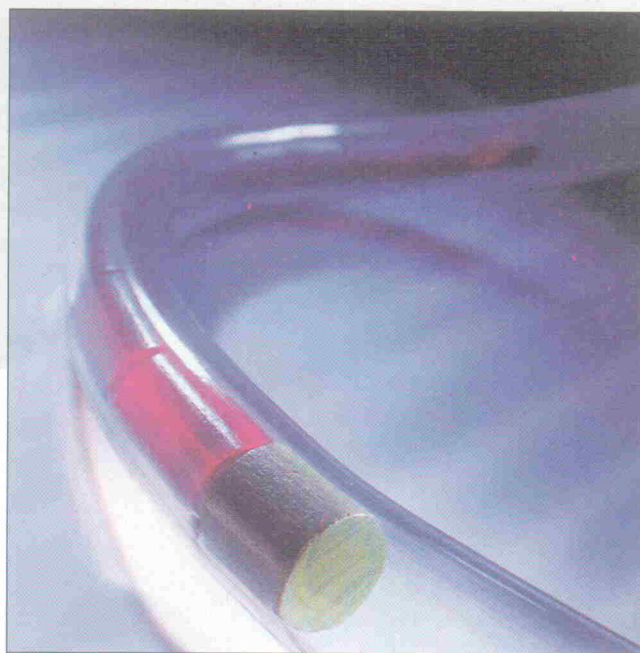
fuba

Nabelschnur

Single-wired Background Debug Mode Interface des 68HC12

**Oliver Thamm,
Jim Sibigroth**

Mikrocontroller mit BDM-Schnittstelle bieten eine komfortable Möglichkeit zur Ansprache des Bausteins direkt während der Applikationsentwicklung. Motorola hat seine 68HC12-Controller mit einer aktualisierten Version dieser performanceschonenden Kontrollschnittstelle ausgestattet – und dafür nur eine einzige Datenleitung spendiert. Wie das Ganze funktioniert, schildert dieser Beitrag.



Ein Mikrocontroller zeichnet sich in erster Linie dadurch aus, daß er neben der 'hart arbeitenden' CPU auch noch eine mehr oder minder umfangreiche Menge Peripheriehardware auf einem Chip vereinigt.

Die am Markt konkurrierenden Produkte der großen Halbleiterproduzenten versprechen die Erfüllung jeglicher Entwicklerwünsche: Timer, A/D-Wandler, serielle Schnittstellen, Watchdogs, Register, Zähler, Capture-Units und I/O-Ports ohne Ende – alles 'On-Chip'. Selbst Speicherbereiche wie zum Beispiel RAM, EEPROM oder OTP-ROM werden in wachsendem Maße integriert.

Aktuelles Beispiel ist Motorolas MC68HC912B32, und dieser jüngste Sproß der gleichfalls jungen HC12-Mikrocontrollerfamilie ist gleich mit 32 KB Flash-Speicher ausgestattet.

Der Freude über soviel Luxus folgt aber die Ernüchterung und damit der Blick auf die Kehrseite der Medaille. Denn: irgendwann kommt der Zeitpunkt, eine Schaltung mit solch einem Controllerboliden in Betrieb nehmen zu müssen.

Es fragt sich, wie man noch Einblicke in so ein introvertiertes Computersystem gewinnen soll. Steigende Anschlußzahlen und feingliedrige Gehäuseformen machen den Einsatz von Emulatoren zum mechanischen Glücksspiel, abgesehen von den Kosten eines ausgewachsenen Emulatorsystems.

Retter in der Not

Otto Normaldebugger behalf sich bisher elegant (und preiswert) mit einem EPROM-Emulator. Durch Aufstecken eines Dummy auf den für ein EPROM bestimmten Sockel waren schnelle Firmwareänderungen eine Sache von Sekunden. Allerdings sieht es so aus, als ob EPROM-Sockel in einer Schaltung bald obsolet sind.

Dieser Umstand und eine Reihe weiterer Gründe, beispielsweise steigende Busbreite und -geschwindigkeit, haben dazu geführt, daß Chipdesigner dem Anwender schließlich einen neuen, besseren Weg ins Innere des Halbleiters bahnten.

Die neue Hintertür heißt 'Background Debug Mode', kurz BDM. Ganz neuartig ist dieses

Verfahren nicht mehr, schon Motorolas Controllerfamilie 683xx (ebenso wie der HC16) bot die Vorteile des Background Debugging.

Beim HC12 hat Motorola aber noch eins draufgesetzt: BDM12 kommt mit einem einzigen Anschlußpin aus. Das Ganze nennt sich nun Single Wire BDM und funktioniert wie eine bidirektionale serielle Schnittstelle, allerdings mit eigenem Protokoll. Vorteil: Es werden keine Ressourcen des Controllers blockiert. Beim HC11 konnte man beispielsweise eine ganze Menge per SCI, das ist die asynchrone serielle Schnittstelle, über den Zustand des Controllers herausfinden. Dank eingebautem Bootloader war es möglich, eigenen Programmcode in das Target zu transferieren und dann Informationen über denselben Weg zurückzuschicken. Leider war damit das SCI auch weitgehend in der Funktionsweise als Debuggingsschnittstelle festgelegt, was in vielen 'seriellen Anwendungen' nicht akzeptabel ist.

Derlei Kompromisse gehören mit BDM12 der Vergangenheit an. Die BDM-Hardware im Controller arbeitet unabhängig von der CPU. So läßt sich in aller Regel auf Speicherstellen zugreifen, ohne dabei die Arbeit der CPU zu unterbrechen. Die Kommunikation mit dem BDM erfolgt mittels einiger einfacher Befehle, die im weiteren noch beschrieben werden.

Wie gesagt, das BDM12-Interface besteht aus nur einem Pin zuzüglich einer separaten Masseverbindung. Richtig nett wird es, wenn man das Target von der Ferne zurücksetzen kann – Leitung drei endet also am Reset-Eingang.

Diese drei Leitungen führen zur Hostseite, also zu einem PC oder Terminal, mit dem sich das BDM steuern läßt. Da BDM12 recht flott arbeitet und 500 KBit/s kein Problem darstellen, finden sich an einem PC nur schwer hierfür geeignete Schnittstellen. Üblicherweise schaltet man daher ein Debug Interface (auch 'Pod' genannt) dazwischen. Dieses konvertiert die vom Host, zum Beispiel per V.24, gesendeten Zeichen in BDM-Signale und umgekehrt.

Eine vierte Leitung zwischen Target und Pod dient sinnvollerweise zur Spannungsversorgung, wodurch das Debug-Interface diesbezüglich gleich

Jim Sibigroth gilt als Entwickler des 68HC11-Mikrocontrollers und war maßgeblich am Design des HC12 beteiligt. Mit seinem Artikel in [2] lieferte er die Grundlage für diesen Beitrag.

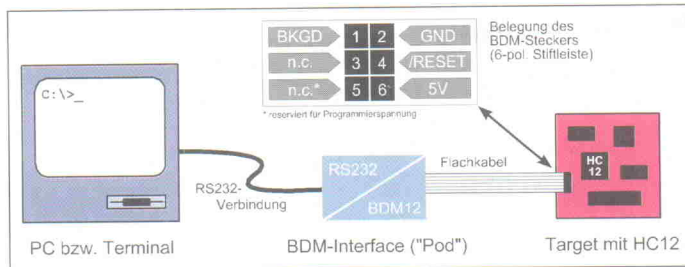


Bild 1. BDM-Kontakt – die Verbindung von Host-PC und HC12-Target via Pod.

vom Target partizipieren kann. Bild 1 zeigt die Verbindung zwischen Host-PC und HC12-Target nebst Belegung des BDM-Steckverbinders.

Der BKGD-Pin des HC12 ist ein Open-Drain-Ausgang. Das bedeutet, er kennt die Zustände 'Low' und 'Hi-Z' (hochohmig). Mit einem Pull-up-Widerstand wird aus Hi-Z ein High-Pegel. Da Open-Drain-Ausgänge bei schnellen Pegeländerungen eine mehr oder minder ausgeprägte Trägheit an den Tag legen, ist der BKGD-Pin in der Lage, für einen kurzen Moment einen aktiven High-Impuls zu überlagern. In diesem kurzen Moment (typischerweise 125 ns) wird aus dem Open-Drain ein Push-Pull-Ausgang, und die durch Eingangs- und Leitungskapazitäten verschliffene L-H-Flanke wird nach High 'gezappt'.

Zur Rubrik Hardware gehören auch noch ein paar BDM-Steuerregister und ein kleiner BDM-Firmwarebereich (Mask-ROM). Diese Ressourcen befinden sich im Adreßbereich \$FF00-\$FFFF. Die BDM-Register sind nur innerhalb des BDM-Subsystems und nicht für die CPU sichtbar. Ein Anwenderprogramm hat demzufolge keinen Zugriff auf diese Register, sie können nur über spezielle BDM-Hardwarekommandos gelesen (und zum Teil geschrieben) werden. Das gilt im Normalbetrieb (Anwenderprogramm läuft) auch für den BDM-ROM.

Am Anfang war das Bit

Die unterste Ebene der Datenübertragung ist der Transfer eines einzelnen Bits. Hierbei existieren vier zu unterscheidende Fälle: Eins-Bit- oder Null-Bit-Übertragung, jeweils für die Sende- oder Empfangsrichtung.

Allen vier Modi ist gemein, daß sie vom Host initiiert werden. Der Host gibt in jedem Fall einen Startimpuls vor, wodurch

für jedes einzelne Bit eine Resynchronisierung zwischen Sender und Empfänger ermöglicht wird. Der Startimpuls hat L-Pegel und ist typischerweise vier E-Clocks lang. Ein E-Clock ist beim HC12 normalerweise doppelt so lang wie die Periodendauer des Quarztaktes. Bei einer Standardtaktfrequenz von 16 MHz ergibt sich somit ein E-Clock von 8 MHz respektive eine Periodendauer von 125 ns. Die Übertragung eines Bits erfolgt in 16 dieser E-Clocks, das macht insgesamt 2 µs.

Das weitere Signalspiel hängt nun davon ab, wer wem was schickt. Der einfachste Fall ist die Übertragung eines 1-Bits vom Host zum Target. Bild 2 zeigt das Timing: nach Ende des Synchronimpulses legt der Host die BKGD-Leitung wieder auf Ruhepegel (High). Daran ändert sich während der gesamten verbleibenden Bit-Zykluszeit von insgesamt 16 E-Clocks nichts.

Neun Takte nachdem das Target die H-L-Flanke des Synchronimpulses erkannt hat, tastet der Controller die BKGD-Leitung ab und erkennt H-Pegel. Da der Takt vom Host (oder dem Pod) und der vom Target keine definierte Phasenlage zueinander haben, kann zwischen der Ausgabe der L-H-Flanke durch den Host und der Erkennung der Flanke in der MCU eine Zeit zwischen 0 und 1 E-Clocks verstreichen. Wie Bild 2 zeigt, ist diese Verzögerung aber unkritisch, da sich das BDM-Timing sehr robust gegenüber solchen Schwankungen verhält.

Fall 2 besteht aus der Übertragung einer logischen Null an das Target. Wie bereits zuvor wird auch hier wieder mit einem Synchronimpuls gestartet. Der Host hält nun das Signal für insgesamt 13 E-Clocks stabil auf Low, dann wechselt der Pegel für die verbleibenden drei Takte zurück auf High. Wie zuvor tastet die MCU nach neun E-Clocks ab und liest jetzt ein Null-Bit.

Die Übertragung von Daten in der Gegenrichtung ist geringfügig komplizierter. Zum leichteren Verständnis sind in Bild 3 die Aktivitäten von Host und Target getrennt dargestellt, obwohl sich natürlich das auf der gemeinsamen BKGD-Leitung zustandekommende Signalspiel elektrisch so nicht trennen läßt.

Die Übertragung einer Null vom Target zum Host geht wie folgt vonstatten: Zu Beginn erzeugt der Host – wie gehabt – einen L-Impuls mit einer Dauer von zirka vier Takt. Sobald die MCU die Flanke erkannt hat, legt sie ihrerseits den BKGD-Pin auf Low und hält den Pegel für insgesamt 13 E-Clocks. Während dieser Zeit erfolgt durch den Host die Abtastung des Pegels, und zwar zehn Takte nachdem der Host die H-L-Flanke des Startimpulses generiert hat. Im aktuellen Fall liest der Host L-Pegel. Die verbleibenden drei Taktzeiten werden dazu verwendet, das BKGD-Signal wieder auf den Ruhepegel (High) zu bringen.

Bedingt durch das bei der gegebenen Taktrate recht ausgeprägte Tiefpaßverhalten der Open-Drain-Struktur, kann sich der gesamte Vorgang unerfreulich in die Länge ziehen. Um ihn zu beschleunigen, sendet die MCU einen sogenannten 'Speed-Up Pulse'. Das bedeutet, die MCU gibt für die Länge eines E-Clocks einen aktiven H-Pegel aus – was mit einem waschechten Open-Drain Ausgang eigentlich nicht möglich wäre. Dieser niederohmige Impuls sorgt dafür, daß der Pegel schlagartig auf High einrastet, auch wenn der MCU-Ausgang nach dem Speed-up-Pulse wieder in den Hi-Z-Zustand wechselt.

Der vierte Fall, die Übertragung einer logischen Eins vom Tar-

get zum Host, ist zugleich der komplexeste.

Das Spiel beginnt wieder mit dem vom Host initiierten Startimpuls. Nach zirka vier Takt mit L-Pegel geht der Treiber des Host zurück in den Tri-State-Zustand. Der Pull-up-Widerstand an der BKGD-Leitung sorgt dafür, daß der Pegel auf High wechselt. Durch die vorhandenen Kapazitäten dauert dieser Vorgang relativ lange. Acht Takte nach Erkennung der Startflanke schickt die MCU einen Speed-up-Pulse, der den Pegel endgültig auf High schubst. Wie schon im Fall zuvor, lauscht der Host zehn Takte nach Beginn des Startimpulses an der Leitung und erkennt nun eine Eins.

BDM-Kommandos

Die BDM-Kommandos werden durch einen acht Bit langen Kommandocode eingeleitet. Je nach Art des Kommandos folgt eine Adresse oder ein Datenwort. Um Chipfläche zu sparen, werden sowohl Adressen als auch Daten stets mit einer Breite von 16 Bit übertragen, selbst wenn es sich um Bytezugriffe handelt.

Die BDM-Kommandos unterteilen sich in Hardware- und Firmwarekommandos. Zur ersten Gruppe gehören die Zugriffsbefehle zum Lesen bzw. Schreiben von Speicherstellen des Target. Der Begriff Speicherstellen umfaßt neben allen auf dem Chip befindlichen RAM- und EEPROM-Bereichen, Ein-/Ausgabe- und Steuerregistern auch externe an den Chip angeschlossene Speicherbausteine.

Hardwarekommandos werden, wie der Name schon sagt, durch Hardwarekomponenten der MCU ausgeführt. Um Zugriffe

Kontaktadressen zum BDM

Adresse	BDM Ressourcen	
\$FF00	Instruction Register	
\$FF01	Status Register:	
	Bit 7	ENBDM Enable BDM ROM
	Bit 6	BDMACT BDM Active Flag
	Bit 5	ITF Instruction Tagging Flag
	Bit 4	SDV Shifter Data Valid
	Bit 3	TRACE Trace Flag
	Bit 2	— reserved
	Bit 1	— reserved
	Bit 0	— reserved
\$FF02/03	Shift Register	
\$FF04/05	Address Register	
\$FF06	Condition Code Register	
\$FF07-\$FFFF	Reserviert für Firmware Code	

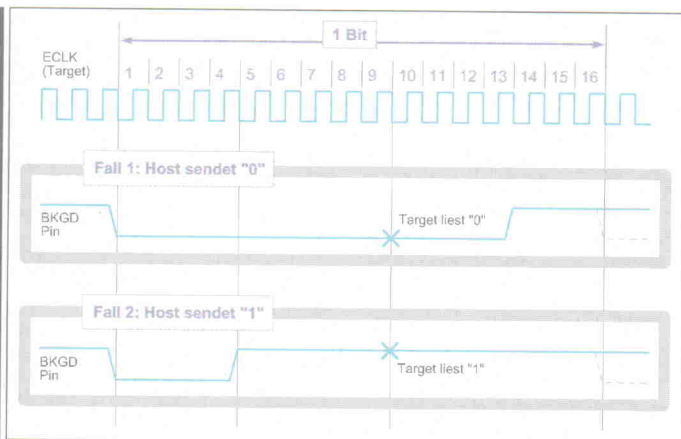


Bild 2. Bit Timing vom Host zum Target.

bei laufendem Betrieb zu ermöglichen, versucht die BDM-Hardware, ihre Speicherzugriffe in freien Buszyklen unterzubringen. Tritt der unwahrscheinliche Fall ein, daß innerhalb von 128 Buszyklen kein einziger frei ist, wird die CPU kurzerhand für die Dauer des benötigten Zyklus eingefroren.

Die zweite Gruppe der BDM-Befehle, die Firmwarekommandos, dienen der Ausführung komplexerer Funktionen, bei denen es sinnvoll oder sogar unumgänglich ist, den Ablauf des Anwenderprogramms zu unterbrechen. Ein Beispiel für diese Art von Kommando ist das Auslesen und Schreiben von CPU-Registern.

Hardwarekommandos sind jederzeit und ohne Vorankündigung anwendbar. Firmware-

kommandos müssen hingegen sorgfältig vorbereitet werden.

Um Firmwarekommandos ausführen zu können, wird die MCU in den 'aktiven' Background-Mode gebracht. Der übliche Weg hierfür ist die Ausführung des BDM-Hardwarekommandos BACKGROUND. Die Wirkung dieses Befehls besteht darin, daß ein kleiner ROM-Bereich mit der BDM-Firmware in den Adreßraum (\$FF00-\$FFFF) eingeblendet wird. Die CPU beginnt daraufhin mit der Abarbeitung der darin abgelegten Firmwareroutine, welche aus einer Schleife zur Entgegennahme und Ausführung der BDM-Firmwarekommandos besteht – im Prinzip entspricht dies einem 'klassischen' Monitorprogramm.

Das BACKGROUND-Kommando oder dessen Soft-

warependant, die Assembleranweisung 'BGND', wird von der MCU aber nur anerkannt, wenn zuvor der Firmware ROM explizit freigeschaltet wurde. Hierzu steht das Steuerbit 'Enable BDM-ROM' (ENBDM, Bit 7) im BDM-Statusregister (\$FF01) zur Verfügung. Das Setzen dieses Bits macht den Firmware ROM 'scharf'. Für das Statusregister bedient man sich eines normalen WRITE_BD_BYTE-Hardwarekommandos. Der Grund: es handelt sich um eine Sicherheitsvorkehrung. Sollte es vorkommen, daß sich ein Anwenderprogramm 'verläuft', also nicht wie vorgesehen arbeitet, dann soll es nicht auch noch versehentlich den Background Mode aktivieren.

Die Einblendung des Firmware-ROM-Bereiches bedeutet jedoch nicht, daß an gleicher Stelle befindlicher Usercode ausgeblendet wird. Der BDM-ROM ist für die CPU nur sichtbar, wenn der Background Mode aktiv ist – das Anwenderprogramm bekommt davon nichts mit.

Aus Sicht des BDM existieren also zwei Speicherbereiche mit gleichlautenden Adressen. Um Zugriffe auf beide Bereiche zu ermöglichen, gibt es jeweils zwei (Hardware-)Kommandos zum Lesen (Schreiben) eines Bytes (Word). Alle Varianten zusammengenommen ergeben acht Speicherzugriffskommandos.

Da sich die CPU bei Eintritt in den aktiven Background Mode alle Register merkt, ist die nahtlose Fortsetzung des Anwenderprogramms jederzeit möglich. Der Anwender kann die geretteten Register mit Firmwarekommandos natürlich auch auslesen und modifizieren, bevor es weitergeht.

Das Firmwarekommando TRACE1 erlaubt es, genau einen

weiteren Programmschritt auszuführen. Für Debuggingzwecke steht weiterhin das Kommando TAGGO zur Verfügung (die Erläuterung des Tagging-Verfahrens würde leider den Umfang dieses Artikels sprengen). Ein Sprung zu einer anderen Programmadresse, also ein 'Goto', läßt sich mittels WRITE_PC realisieren. Schließlich sorgt GO für die Rückkehr zum Anwenderprogramm und damit zum Verlassen des aktiven Background Mode.

Darüber hinaus wurden zwei Befehle implementiert, um blockweise (und mit höherer Geschwindigkeit, als es die Hardwarekommandos erlauben) Daten zu transferieren.

Hardwarekommandos erfordern den Einbau einer Verzögerung von 150 Zyklen – einfach, weil es keinen praktikablen Weg gibt, festzustellen, wann die BDM-Hardware einen freien Buszyklus gefunden hat. Es bleibt nichts weiter übrig, als die längste annehmbare Wartezeit verstreichen zu lassen, bevor die nächste Aktion ausgeführt werden kann (Worst Case sind 128 E-Clocks zuzüglich der für den eigentlichen Speicherzugriff benötigten Zeit).

Die Lage dieser Verzögerung ergibt sich logisch aus der Übertragungsrichtung: Beim Schreiben muß nach dem Senden des Datums gewartet werden, bevor das nächste Kommando gesendet wird. Beim Lesen gilt es hingegen nach Übertragung der Adresse zu warten, damit das gewünschte Datenwort durch die BDM-Hardware ermittelt und bereitgestellt werden kann.

Wortzugriffe erfordern stets auf die Wortgrenze ausgerichtete, also gerade Adressen. Bei einem Lesezugriff auf eine gerade Adresse liefert das BDM

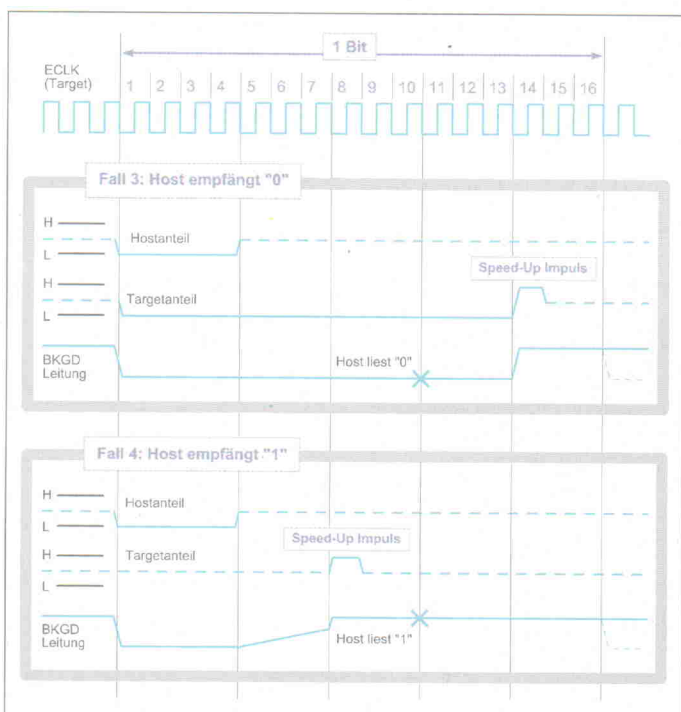


Bild 3. Bit Timing vom Target zum Host.

Byte und Word Timing

Wie nicht anders zu vermuten, machen acht Bit ein Byte aus, und ein Word besteht aus 16 Bit. Damit der HC12 die Daten korrekt verarbeiten kann, darf die Pause zwischen den Startflanken zweier aufeinanderfolgender Bits nicht länger als 512 E-Clocks sein (der in [1] vorläufig spezifizierte Timeout-Wert von 256 Zyklen ist aufgrund von Änderungen im Chipdesign

nicht mehr zutreffend). Andernfalls verwirft die State-Machine des BDM bisher gelesene Teile des aktuellen Kommandos und wartet auf einen neuen Befehl. Eine minimal einzuhaltende Pause zwischen zwei Bits gibt es hingegen nicht. Nach Abschluß eines 16 E-Clocks andauernden Transfers kann unmittelbar das nächste Bit folgen.

BDM-Ansprache

Kommando/ Mnemonic	Code	Parameter vom Host	Antwort	Bedeutung
Hardwarekommandos				
BACKGROUND	\$90	—	—	Aktiviere Background Mode
WRITE_BYTE	\$C0	ADR16 DAT16 [DLY]	—	Schreibe Byte (1)
WRITE_BD_BYTE	\$C4	ADR16 DAT16 [DLY]	—	Schreibe BDM Byte (1)
WRITE_WORD	\$C8	ADR16 DAT16 [DLY]	—	Schreibe Wort (2)
WRITE_BD_WORD	\$CC	ADR16 DAT16 [DLY]	—	Schreibe BDM Wort (2)
READ_BYTE	\$E0	ADR16 [DLY]	DAT16	Lies Byte (1)
READ_BD_BYTE	\$E4	ADR16 [DLY]	DAT16	Lies BDM Byte (1)
READ_WORD	\$E8	ADR16 [DLY]	DAT16	Lies Wort (2)
READ_BD_WORD	\$EC	ADR16 [DLY]	DAT16	Lies BDM Wort (2)
Firmwarekommandos				
GO	\$08	—	—	Abarbeitung des Anwenderprogramms Wiederaufnahme der Ausführung eines Programmschritts, danach Rückkehr zum BDM
TRACE1	\$10	—	—	Tagging aktivieren und fortfahren mit Anwenderprogramm
TAGGO	\$18	—	—	Tagging aktivieren und fortfahren mit Anwenderprogramm
WRITE_NEXT	\$42	DAT16	—	X = X+2; schreibe nächstes Wort auf 0,X
WRITE_PC	\$43	DAT16	—	Modifiziere Programcounter
WRITE_D	\$44	DAT16	—	Modifiziere Double-Accu D
WRITE_X	\$45	DAT16	—	Modifiziere Indexregister X
WRITE_Y	\$46	DAT16	—	Modifiziere Indexregister Y
WRITE_SP	\$47	DAT16	—	Modifiziere Stackpointer
READ_NEXT	\$62	[DLY-F]	DAT16	X = X+2; lies nächstes Wort von 0,X
READ_PC	\$63	[DLY-F]	DAT16	Lies Programcounter
READ_D	\$64	[DLY-F]	DAT16	Lies Double-Accu D
READ_X	\$65	[DLY-F]	DAT16	Lies Indexregister X
READ_Y	\$66	[DLY-F]	DAT16	Lies Indexregister Y
READ_SP	\$67	[DLY-F]	DAT16	Lies Stackpointer

ADR16: 16 Bit Adresse DAT16: 16 Bit Daten (Wort)
 [DLY]: Delay (150 E-Clocks) [DLY-F]: Firmware Read-Dealy (30 E-Clocks)
 1) Daten für ungerade Adressen im Low-Byte, Daten für gerade im High-Byte 2) Adresse muß an einer Wortgrenze liegen

das auf dieser Speicheradresse befindliche Byte im höherwertigen Teil, bei einer ungeraden Adresse im niederwertigen Byte. Analog wird bei Schreibzugriffen vorgegangen.

Ausblick

Soweit die graue Theorie – was jetzt noch fehlt, ist Hardware zum Anfassen. Hierzu ist ein weiterer Beitrag zum Thema BDM12 in einem der kommenden Hefte geplant, der nicht nur Kommunikationsroutinen für ein BDM-Interface, sondern auch ein universelles Low-Cost-HC12-Board vorstellt.

Informationen über den HC12 und auch Verweise auf die Referenzdokumente sind im World Wide Web unter <http://members.aol.com/elmikro> erreichbar. er-
kle

Literatur

- [1] Motorola, Inc.: CPU12 Reference Manual, Part No. CPU12RM/AD
- [2] Sibigtroth, Jim: A Single-Wire Development Interface; Circuit Cellar INK Issue #72, July 1996

Bitte

QFP

PLCC

Skinny

High Speed

Synchron

6 ns

Very low Power

3,3 V

Low Voltage

TSOP

DIP

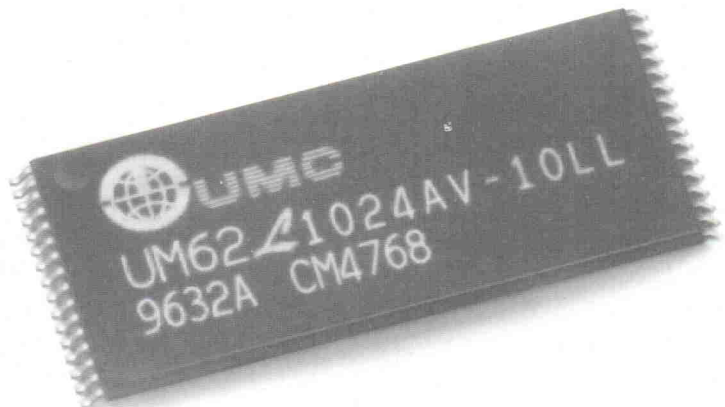
SOP

Cache

3,3 V I/O

SOJ

recht freundlich



UMC

in allen **VARIATIONEN**

Die komplette UMC Range. Vom synchronen 6 ns SRAM bis zur 10 µA Very Low Power Ausführung. In allen Gehäuseformen und für erhöhte Anforderungen. Zu günstigen Preisen und mit dem freundlichen Schukat Service inclusive.

Fordern Sie bitte ausführliche **Produktinformationen** an. Oder treffen Sie uns auf dem Schukat Stand: **electronica**, Halle 15, **Stand 15 E 11**

Telefon 0 21 73 - 9 50-9 23
 Fax 0 21 73 - 9 50-9 99

SCHUKAT
 electronic

Entwicklungshilfe

Was bieten ASIC-Designhäuser?

**Dirk Kannemacher,
Ulrike Kuhlmann**

Wer die Produktion eines ASICs in Erwägung zieht, weil die verkauften Stückzahlen eines Produktes 'Großes' hoffen lassen oder gar bewiesen haben, benötigt oftmals Hilfe. Unterstützung bei der Entwicklung bieten hier ASIC-Dienstleister. Dabei sind die Schritte bis zur Realisierung des 'eigenen' ICs und die anstehenden Aufgaben für Entwickler und Designhaus klar zu definieren.



Bis Ende der 70er Jahre lag die Umsetzung einer neuen Produktidee unter Verwendung integrierter Schaltungen ausschließlich in der Hand des Entwicklers, der 'sein' System aus den zur Verfügung stehenden Standardbausteinen zusammensetzte. Mit Einführung der kundenspezifischen Schaltkreise Anfang der 80er Jahre waren Kunde und Halbleiterhersteller plötzlich auf eine direkte und enge Zusammenarbeit angewiesen: Der Kunde konnte sein ASIC (zumindest theoretisch) selbst entwickeln und beim Halbleiterhersteller als Chip produzieren lassen. Die Notwendigkeit der sehr engen Bindung zwischen Designer und Halbleiterhersteller veranlaßte letztere, eigene Design-Center für ihre Kunden einzurichten.

Heutzutage beruht die ASIC-Entwicklung in der Regel auf einer Arbeitsteilung zwischen Entwickler, ASIC-Dienstleister und Halbleiterhersteller. Der Entwickler übernimmt dabei die Schaltungsbeschreibung auf einer hohen Abstraktionsebene und bringt sein Applikationswissen ein. Ein Designhaus überträgt die Schaltung in ein ASIC und setzt dabei modernste De-

sign-Methodik und -Tools sowie sein Implementierungs-Know-how ein. Darüber hinaus steht ihm im allgemeinen ein breites Spektrum an Verifikationstechniken zur Verfügung (Bild 1).

Der ASIC-Dienstleister kann sowohl herstellerunabhängig sein, als auch Design-Center eines Halbleiterherstellers. Ein unabhängiges Haus bietet dem Kunden mehr Flexibilität und hilft ihm bei der Auswahl des passenden Halbleiterherstellers. Tritt der Halbleiterhersteller selbst als ASIC-Dienstleister auf, besteht die Möglichkeit, die bei der Design-Dienstleistung anfallenden NRE-Kosten (Non Recurrent Engineering) auf die Stückzahl umzulegen. Im Kasten 'Kriterienkatalog' sind einige Fragen aufgelistet, die an einen ASIC-Dienstleister zu stellen sind, wenn man sich zur Produktion eines ASICs entschlossen hat.

Das ist zu tun

Ausgehend von der Produktidee hat der Entwickler beziehungsweise das Entwicklerteam zunächst die Aufgabe, eine Systemspezifikation zu erstellen. Neben der funktionalen Beschreibung

gilt es, die wirtschaftlichen und technischen Randbedingungen zu definieren. Andernfalls würde die anschließende Systempartitionierung unter rein funktionalen Gesichtspunkten erfolgen, was sowohl für die technische Machbarkeit, als auch für das gefertigte und am Markt konkurrierende Produkt fatale Folgen haben könnte. Die technischen und wirtschaftlichen Aspekte sind dabei eng miteinander verknüpft. So beeinflussen Kriterien wie mögliche Stückzahlen und der am Markt erzielbare Preis die Wahl der Technologie. Auf der anderen Seite sind es Faktoren wie Gehäuseabmessung, analoge und digitale Funktionalität, Stromaufnahme und Taktfrequenz, die die Technologie bestimmen.

Während der Systempartitionierung muß der Entwickler auch Entscheidungen für die Implementierung und Testbarkeit treffen. Dabei ist als erstes zu entscheiden, ob die Funktionalität der einzelnen Blöcke in Hard- oder Software realisiert werden soll. Kombinierte Hard- und Softwarelösungen mit Mikroprozessoren, Mikrocontrollern, DSPs oder ASICs, die entsprechende Module beinhalten, bieten eine große Flexibilität. Sie erreichen jedoch nicht die hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten, die bei reinen Hardwarelösungen möglich sind.

Fällt die Entscheidung auf eine Hardwarelösung, kann man auf Standardkomponenten zurückgreifen oder einzelne Blöcke anwendungsspezifisch in ein IC integrieren. Wichtigstes Entscheidungskriterium ist dabei der Grad an Vorfertigung, das heißt, der Anteil der Prozessschritte, die nicht kundenspezifisch erfolgen. Ein hoher Vorfertigungsgrad ist gekennzeichnet durch eine kurze Entwicklungszeit, entsprechend geringe Entwicklungskosten, aber teilweise auch durch hohe Bauteilkosten.

Bei den zu 100 % vorgefertigten programmierbaren Logikbausteinen wie FPGAs und CPLDs entfallen die NRE-Kosten des Halbleiterherstellers. Die Kosten für die Bausteine selbst sind jedoch recht hoch, so daß ASICs ab einer gewissen Stückzahl die wirtschaftlich günstigere Variante darstellen. Letztere unterteilt man in Gate Arrays, Standardzellen und Full Custom Designs.

Gate Arrays sind vorgefertigte ICs, bei denen sowohl die Chip-

Dipl.-Ing. Dirk Kannemacher ist Projektleiter bei der SICAN GmbH in Hannover und beschäftigt sich dort vornehmlich mit komplexen FPGAs, Verifikation und Test.

größe, als auch die Anzahl an Transistoren und Pads fest vorgegeben sind. Die kundenspezifische Funktion wird durch eine individuelle Metallisierung erreicht. Beim Standardzellen-design erfolgen alle Prozeßschritte applikationsspezifisch beim Halbleiterhersteller, wobei die Verwendung einer Bibliothek aus Zellen gleicher Höhe (Standardzellen) den Entwicklungsaufwand bei Schaltungsentwicklung, Simulation und Design verringert. Zwar liegen die NRE-Kosten höher als bei Gate-Arrays, Standardzellen ermöglichen jedoch gleichzeitig eine effektivere Ausnutzung des Siliziums, denn Chipgröße, Anzahl an Zellen und Pads sind hier variabel. Bei einem Full-Custom-Design erfolgen alle Entwicklungsschritte applikationsspezifisch, so daß eine noch bessere Ausnutzung des Siliziums möglich ist, die NRE-Kosten aber auch entsprechend hoch sind.

Die beim digitalen ASIC heute allgemein übliche Halbleitertechnologie ist CMOS mit typischen Strukturgrößen von 0,35 µm bis 1,5 µm. Analoge und digitale Teile eines Systems werden in einem Mixed-Signal-Design integriert. Hier kommen sowohl BiCMOS als auch bipolare Technologien zum Einsatz. Der digitale Teil wird dabei im allgemeinen wie ein Standardzellen-IC implementiert, während der analoge Teil stets ein Full-Custom-Design darstellt, da die Anforderungen an diese Schaltungselemente sehr groß sind. Den enormen Entwicklungsaufwand im analogen Schaltungsteil begrenzen die Designhäuser, indem sie auch hier zum Teil auf vorgefertigte Komponenten wie A/D-Wandler, VCO und so weiter zurückgreifen.

Bild 2 zeigt ein Beispiel für die getrennte Realisierung von Analog- und Digitalteil in zwei ASICs. Die Auswertestufe sowie die A/D-Wandlung eines Sensors sind als Nackchip in unmittelbarer Nähe des Sensorelements gebondet, das Digital-ASIC zu Linearisierung, Temperaturkompensation und Meßwertausgabe steckt in einem QFP44-Gehäuse.

Spezifikation

Hat sich ein Unternehmen für die Produktintegration in ein ASIC entschieden, muß festgelegt werden, in welchem Umfang es an der Umsetzung beteiligt ist. Manche Kunden eines Designhauses kommen mit einer Idee für ein ASIC, andere geben eine genaue Spezifikation (Pflichtenheft) vor, und wieder andere liefern funktional verifizierten HDL-Code einzelner Module oder des gesamten ASICs. Kunde und Design-Dienstleister erarbeiten gemeinsam einen Projektplan mit Aufgabenverteilung, Meilensteinplanung und Festlegung der Design-Reviews zur Überprüfung der Zwischenergebnisse.

Die Spezifikationsphase stellt den wohl wichtigsten Schritt im gesamten Entwurfsprozeß dar. Lücken in der Spezifikation erhöhen die Gefahr eines Re-Designs, da die Verifikation und alle Leistungsmerkmale für die Definition der Abnahmetests aus ihr abgeleitet werden. Die Spezifikation umfaßt alle Dokumente, die die Funktionalität und die Systemvorgaben festlegen. Zu einer klaren Funktionsbeschreibung gehören Blockschaltbilder, I/O-Beschreibungen aller Module, Timing-Diagramme, Funktionsstabellen, Zustandsdiagramme, Datenpfadskizzen und Hochsprachenbeschreibungen. In der

Spezifikation festzulegende Systemvorgaben sind Pinzahl, Treiberstärken, Gehäuse, maximale Leistungsaufnahme, Versorgungsspannungs-, Temperatur- und Frequenzbereich, gleichzeitig schaltende Signale, Einsatzbedingungen, Teststrategien und minimale Fehlerabdeckung.

Kodierung und Verifikation

Ist die Spezifikation vom Kunden abgenommen, beginnt die Kodierungsphase der einzelnen

Kriterienkatalog

Dienstleister:

- abhängig
- unabhängig

Schaltkreistypen:

- Gate Arrays
- Standardzellen
- Full-Custom-Design
- Mixed-Signal-Design
- High Voltage
- Makro-Modulentwicklung
- FPGAs
- PCB
- Hybridschaltungen
- Multi Chip Module
- Chip on Board

Technologie:

- BiCMOS
- BCD MOS
- Bipolar
- CMOS
- ECL

Komplexität in Gatter:

- minimal
- maximal

Dienstleistungsspektrum:

- Design Entry
- Verifikation
- Simulation
- Synthese
- Layout
- Turnkey
- Fast Prototyping
- Beratung
- Schulung
- Seminare
- Migration FPGA->ASIC

Kostensenkung durch:

- Multi-Projekt-Wafer
- Elektronenstrahl-Direktbelichtung
- Multi-Layer-Mask
- Teilnahme am Förderprogramm 'Fuse'
- Teilnahme am Förderprogramm 'ESD'

ISO9001-Zertifizierung

Eingesetzte Software

Applikationsschwerpunkte

- Design-Erfahrung
- Makrobibliotheken
- eigene ICs bzw. Cores

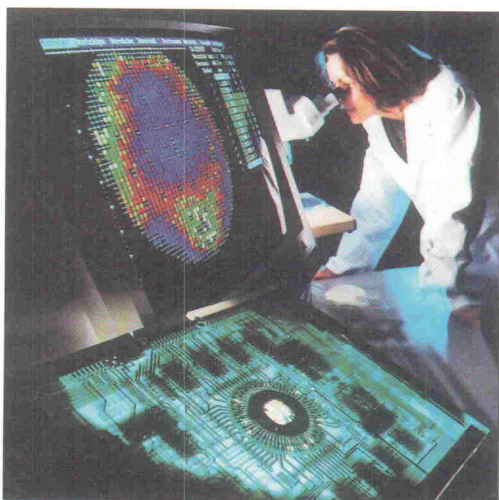


Bild 1.
Nach der Waferfertigung werden alle integrierten Schaltkreise auf der Siliziumscheibe einem Funktionstest unterzogen.

GRATIS

sind die neuen
Digitalspeicheroszilloskope
von **Tektronix**
zwar nicht, doch der
Preis ist fast
GESCHENKT



Wir können es selbst nicht fassen, aber es ist wahr !

- ▶ Abtastrate 1 Gs/s gleichzeitig auf 2 Kanälen
- ▶ Gewicht nur 1,6 kg
- ▶ unglaublich helles Display
- ▶ super leicht bedienbar

TDS 210 1.680,- DM
60 MHz Analog

TDS 220 2.480,- DM
100 MHz Analog

Optional:

Centronics,
RS-232, IEEE-Interface

Ebenfalls neu von **Tektronix**:

Digitalmultimeter
der Spitzenklasse

DMM 830 380,- DM
4 3/4-stellig, echt
Effektivwert-Messung

Alle Preise verstehen sich zuzüglich MWSt.

Übrigens: Bei uns erhalten Sie jederzeit sofort ein Testgerät.

Ihr **Tektronix**-Distributor
Nummer 1 - denn wenn
Tektronix, dann nur

dataTec

Fizionstraße 34, 72762 Reutlingen
Tel. 071 21/33 04 73, Fax 31 03 06

Adressen

Alcatel Mietel
Arabellastraße 4
81925 München
☎ 0 89/9 20 07 70
☎ 0 89/9 10 15 59
electronica: Halle 24 A28

alpha microelectronic GmbH
Im Technologiepark 1
15236 Frankfurt (Oder)
☎ 03 35/5 57 17 50
☎ 03 35/5 57 17 59
electronica: Halle 23 D11B

AMS International GmbH
Prinzregentenhof
Leuchtenberggring 3
81677 München
☎ 0 89/4 19 40 90
☎ 0 89/4 70 63 31
electronica: Halle 19 B06

Analog Devices
Edelbergstraße 8-10
80686 München
☎ 0 89/57 00 50
☎ 0 89/57 00 51 57
electronica: Halle 21 B13 und 18 F04

Arizona Microchip Technology GmbH
Gustav Heinemann-Ring 125
81739 München
☎ 0 89/6 27 14 40
☎ 0 89/6 27 14 44
electronica: Halle 15 D08

ASIC GmbH
Münchener Straße 8
85667 Oberpfaffmarn
☎ 0 80 93/50 67
☎ 0 80 93/40 50
electronica: Halle 21 A24

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

CISS GmbH
Grottenhofstraße 7
A-8053 Graz
☎ 00 43/3 16/27 83 00
☎ 00 43/3 16/27 85 86
electronica: Halle 23 C06A

European Silicon Structures GmbH
Fürstenrieder Straße 275
81377 München
☎ 0 89/74 11 62 90
☎ 0 89/74 11 62 20

Fraunhofer Gesellschaft FhG
Wetterkreuz 13
91058 Erlangen
☎ 0 91 31/77 60
☎ 0 91 31/77 64 98
electronica: Halle 21 A15

Fujitsu Mikroelektronik GmbH
Am Siebenstein 6-10
63303 Dreieich-Buchschlag
☎ 0 61 03/69 00
☎ 0 61 03/69 01 22
electronica: Halle 1 B12 und Halle 2 B15

Gemac mbH
Matthesstraße 53
09113 Chemnitz
☎ 03 71/3 3 71 04
☎ 03 71/3 37 72 72
electronica: Halle 22 A08

Harris Semiconductor GmbH
Putzbrunner Straße 65
81739 München
☎ 0 89/63 81 31 63
☎ 0 89/63 81 31 49
electronica: Halle 25 D06

Hitachi Europe GmbH
Dornacher Straße 3
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/99 18 00
☎ 0 89/9 29 30 00
electronica: Halle 18 C06

HTV GmbH
Robert-Bosch-Straße 28
64625 Bensheim
☎ 0 62 51/6 30 36
☎ 0 62 51/6 30 30
electronica: Halle 21 B21

IAM
Richard-Wagner-Straße 1
38106 Braunschweig
☎ 05 31/38 02 156
☎ 05 31/38 02 110

C-Haus
Am Kuemmerlig 18
55294 Bodenheim
☎ 0 61 35/9 29 20
☎ 0 61 35/9 29 21 92
electronica: Halle 19 B09

Ineltech GmbH
Hauptstraße 45
89522 Heidenheim
☎ 0 73 21/9 38 50
☎ 0 73 21/93 85 95
electronica: Halle 18 E10

Lucent Technologies
Bahnhofstraße 27a
85774 Unterföhring
☎ 0 89/95 08 60
☎ 0 89/95 08 63 33
electronica: Halle 18 F04

MAZ GmbH
Harburger Schloßstraße 6-12
21079 Hamburg
☎ 0 40/7 66 29 -0
☎ 0 40/7 66 29 199

Mentor Graphics GmbH
Elsenheimer Straße 41-43
80687 München
☎ 0 89/57 09 60
☎ 0 89/57 09 64 00
electronica: Halle 19 E18

Mikroelektronik Design Dresden GmbH
Grenzstraße 28
01109 Dresden
☎ 03 51/8 82 21 26
☎ 03 51/8 82 21 27
electronica: Halle 24 A09

Mikron GmbH
Breslauer Straße 1-3
85386 Eching
☎ 0 89/31 97 22 15
☎ 0 89/31 97 23 19

Mixed Mode ASIC-Design GmbH
Lochhamer Schlag 17
82166 Gräfelfing
☎ 0 89/89 88 91 70
☎ 0 89/89 88 91 79
electronica: Halle 20 C16

Pijnenburg Custom Chips B.V.
Boxtelweg 26
NL-5261 NE Vught,
☎ 0031-73/6 84 84 50
☎ 0031-73/6 84 84 79

Rood Technology GmbH
Oettinger Straße 6
86720 Nördlingen
☎ 0 90 81/8 04 -0
☎ 0 90 81/8 04 -2 08
electronica: Halle 25 A02

Semtech Ltd Deutschland
Weinstraße 2
74172 Neckarsulm
☎ 0 71 32/3 77 80
☎ 0 71 32/3 77 75
electronica: Halle 24 D10A

SICAN GmbH
Garbsener Landstraße 10
30419 Hannover
☎ 05 11/2 77 16 19
☎ 05 11/2 77 21 50
electronica: 19 F14

Siemens AG
Bereich Halbleiter
Balanstraße 73
81541 München
☎ 0 89/41 44 -0
☎ 0 89/41 44 46 94
electronica: Halle 23 A04

Symbios Logic Europe GmbH
Westendstraße 193
80686 München
☎ 0 89/5 47 47 00
☎ 0 89/5 47 47 020

Synopsis GmbH
Stefan-George-Ring 2
81929 München
☎ 0 89/99 39 12 -0
☎ 0 89/99 39 12 17
electronica: Halle 19 D18

Temic Telefunken microelectronic GmbH
Theresienstraße 2
74072 Heilbronn
☎ 0 71 31/67 -0
☎ 0 71 31/67 24 23
electronica: Halle 19 E08

Thesis GmbH
Haarbergstraße 61
99097 Erfurt
☎ 03 61/4 27 83 30
☎ 03 61/4 27 61 61
electronica: Halle 19 B06

Zentrum Mikroelektronik GmbH
Grenzstraße 28
01109 Dresden
☎ 03 51/8 82 23 06
☎ 03 51/8 82 23 37
electronica: Halle 24 A09

Module mit einer Hardwarebeschreibungssprache wie Verilog oder VHDL. Viele Designhäuser nutzen die Möglichkeit des Design Re-Use und bieten vorentwickelte Module wie Bus-Interfaces (PCI, ATM) und andere komplexe Systeme wie MPEG-Encoder/-Decoder an. Der Kodierungsphase schließt sich die Simulation auf Verhaltensebene

mit einer Testumgebung (Testbench) an. Nachdem alle einzelnen Module und das gesamte ASIC auf Verhaltensebene verifiziert wurden, folgen die Synthese (Generierung einer Netzliste in der gewählten Zieltechnologie aus einer HDL-Beschreibung) und die Simulation der Gatternetzliste. Stimmen die Simulationsergebnisse der Veri-

fikationen auf RTL- und Gatter-Ebene überein, werden je nach Spezifikation beziehungsweise Anforderung des Halbleiterherstellers Teststrukturen in die Netzliste eingebaut.

Zu den bekanntesten und gängigsten Teststrukturen zählen der Scan-Path und der Boundary-Scan. Der Scan-Path ermöglicht eine hohe Fehlerüberdeckung beim Fertigungstest komplexer ASICs durch Einsatz moderner ATPG-Tools (Automatic Test Pattern Generation). Dabei sind alle Flipflops innerhalb der Schaltung durch scanfähige Flipflops ersetzt und so miteinander verknüpft, daß sie beim Test ein oder mehrere parallele Schieberegister bilden. Im Gegensatz zum Scan-Path dient der Boundary-Scan in erster Linie nicht dem Test des ASICs, sondern dem Boardtest, um zum

Beispiel Bestückungsfehler zu finden. Nach Einbau der Testhilfen werden Normal- und Testbetrieb überprüft.

Übergabe

Ist die Netzliste verifiziert, erfolgt ein gemeinsames Design-Review von Kunde und Designhaus. Die weiteren Schritte führt entweder das Designhaus selbst oder der Halbleiterhersteller durch. Im ersten Fall sind die Layoutdaten Schnittstelle zwischen Designhaus und Halbleiterhersteller, im zweiten Fall ist die Schnittstelle die 'simulated netlist'. Letztere Bezeichnung wird häufig wörtlich genommen und führt daher oft zu Mißverständnissen. Mit 'simulated netlist' ist nicht die Netzliste selbst, sondern eine Standarddatenbasis zur Übergabe der Fertigungsdaten an den Halbleiterhersteller

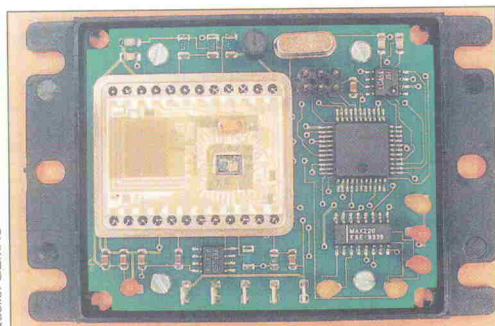


Bild 2.
Zur Kostenminimierung sind der Analogteil und der Digitalteil dieser Sensorschaltung separat in zwei ASICs aufgeteilt.

Quelle: GEMAC

Glossar

ASIC (Application Specific Integrated Circuit): anwendungsspezifischer (eigentlich anwenderspezifischer) integrierter Schaltkreis, der speziell für einen Kunden angefertigt wird.

ASIC-Emulation: Automatische Abbildung eines digitalen ASIC-Designs auf eine programmierbare Hardware.

ASSP (Application Specific Standard Product): ICs in ASIC-Technologie für anwendungsspezifische Systemaufgaben, die als Standardprodukt zahlreichen Kunden zur Verfügung stehen.

Back Annotation: Rückführung der aus den Layoutdaten ermittelten Timing-Informationen in die Netzliste zur Durchführung von Postlayout-Simulationen.

BiCMOS: Mischprozeß mit CMOS- und Bipolar-Transistoren.

Bipolar-Technologie: Eignet sich besonders für Schaltungs-

realisierungen mit großen Strömen, hoher Sperrspannung und hohen Schaltgeschwindigkeiten.

Boundary Scan: Von der JTAG (Joint Test Action Group) entwickelte Architektur zur Unterstützung des Boardtests.

CMOS-(Complementary Metal Oxid Semiconductor): Technologie, die dank nahezu leistungsloser Ansteuerung mit extrem geringer Stromaufnahme arbeitet; insbesondere geeignet für digitale Schaltungen.

CSSP (Customizable Standard Product): beruht zu 70 bis 90 % auf Standardzellen und stellt die restliche Chipfläche für anwenderspezifische Funktionen (Logik, Speicher, Peripherie) zur Verfügung.

Full-Custom-Design: Design-Methode, bei der alle Schaltungsteile individuell entwickelt werden.

Gate-Array: Anwendungsspezifisch integrierter Schaltkreis,

der auf vorgefertigten Wafern implementiert wird. Die kundenspezifische Funktion wird durch eine individuelle Verdrahtung erreicht.

Migration: Umsetzung eines Designs von einer Technologie auf eine andere (z. B. FPGA auf ASIC).

Mixed-Signal ASICs integrieren sowohl analoge als auch digitale Schaltungselemente auf einem Chip.

Postlayout-Simulation: Timing-Simulation mit realen aus dem Layout gewonnenen Verzögerungswerten.

Rapid Prototyping: Schnelle Umsetzung eines Designs in eine Hardware (im allgemeinen FPGAs) zum Einsatz in der Systemumgebung.

Scan Path: Teststruktur zur Erhöhung der Fehlerabdeckung beim Funktionstest.

Semi-Custom-Design: Design-Methode für ASICs, bei der

der kundenspezifische Baustein durch die Zusammenschaltung diverser Standardzellen entsteht.

Sign Off: Abgabeprozedur bei Übergabe der Entwicklungsdaten an den Halbleiterhersteller.

Standardzellen: Vorgefertigte Gatter und Baugruppen, die der Halbleiterhersteller dem ASIC-Designer in Form einer Bibliothek zur Verfügung stellt.

Simulierte Netzliste: Standarddatenbasis zur Übergabe der Fertigungsinformationen an den Halbleiterhersteller.

Spezifikation: Beschreibt die Funktionalität und Leistungsmerkmale des zu entwickelnden ASICs.

Synthese: Generierung und Optimierung einer Netzliste aus einer Schaltungsbeschreibung.

Testbench: Datei zur funktionalen Verifikation des Designs beziehungsweise zur Verifikation auf Gatterebene.

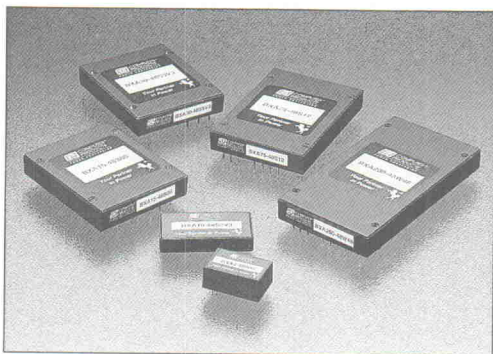
gemeint. Diese Datenbasis besteht typischerweise aus der Netzliste sowie Testvektoren, Informationen über Pin-Out, Gehäuse und Floorplanning. Durch die heute üblichen Fertigungstechnologien bis hinunter zu 0,25 µm können die Verzögerungen der Verbindungsleitungen gegenüber den Gatterlaufzeiten nicht mehr vernach-

lässigt werden. Nach dem Layout ist deshalb immer eine erneute Simulation auf Gatterebene (Postlayout-Simulation) unter Berücksichtigung aller aus den Layoutdaten ermittelten Timing-Informationen notwendig. Ist auch dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen, müssen je nach Anforderung des Halbleiterherstellers noch weitere Tests

durchgeführt werden. Anschließend erfolgt die Übergabe aller Entwicklungsdaten an den Halbleiterhersteller (Sign-Off). Dieser fertigt zunächst einige Muster (Prototypen), die der Kunde zur Verifikation des ASICs im Gesamtsystem nutzt. Die sogenannten Turnkey-Angebote der Designhäuser umfassen den Weg von der Entwick-

lung bis zum fertigen Prototypen. Anschließend hat der Kunde die Wahl, sich auch die Serienproduktion vom Designhaus liefern zu lassen oder aber selbst einen Halbleiterhersteller zu suchen. Dieser startet dann nach Freigabe der Prototypen durch den Kunden die Produktion der ASICs in der vereinbarten Stückzahl. uk

COMPUTER PRODUCTS
POWER CONVERSION



Bitte fordern Sie den
200seitigen Gesamtkatalog an.

AC/DC- und DC/DC-Wandler

- ★ über 1200 verschiedene Modelle an AC/DC- und DC/DC-Wandlern
- ★ Leistungsbereich 1 W bis 1500 W
- ★ Single-, Dual- und Tripple-Ausgang
- ★ Bauform: open frame, Leiterplatten- und Chassis-Montage
- ★ AC/DC und DC/DC 19-Zoll-Kassetten
- ★ VDE-, UL-, CSA-Zulassung, (ISO9001-zertifiziert)

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

Technische Büros in:

- | | |
|-------------|--------------|
| ● Berlin | ● Stuttgart |
| ● Frankfurt | ● Wuppertal |
| ● Hamburg | ● Düsseldorf |

Zentrale:

Lise-Meitner-Straße 1
D-85716 Unterschleißheim
Tel. (0 89) 32 15 01-0
Fax (0 89) 32 15 01 11

Rufen Sie uns an und
fordern Sie aus-
führliche
Unterlagen
an.

Signalmühlen

A/D-Wandler: Grundlagen und Marktübersicht

Carsten Fabich

Ob Telekommunikation, Multimedia oder Home-Automation: jedes Produkt dieser Zukunftsmärkte benötigt zwangsläufig eine Schnittstelle zur realen Welt. Wenn das Abbild, das sich ein Gerät von seiner Umwelt macht, nicht nur schwarzweiß sein soll, kommen Analog/Digital-Wandler ins Spiel. ELRAD hat sich nach aktuellen Wandlerverfahren und neuen Bausteinen umgesehen.



Zur Umsetzung eines Analogwertes in maschinengerechte Form bieten sich gegenwärtig unübersichtlich viele Methoden an. Dabei sollte die Auswahl des Wandlerverfahrens eigentlich kein großes Kopfzerbrechen bereiten, denn die Anwendung grenzt die Palette bereits stark ein.

Eine grobe Einteilung ist schnell gemacht: Sind breitbandige Signale aus dem Meßtechnik- oder Videobereich zu digitalisieren, kommen zunächst einmal schnelle Parallelumsetzer wie Flash-Konverter in Frage, die in einem Taktzyklus den Eingangswert komplett digitalisieren können. Für eine hohe Auflösung des Eingangssignals und geringe zeitliche Anforderungen – wie beispielsweise in Multimetern – bieten sich Rampenverfahren an. Eine gute Kombination aus Geschwindigkeit und Auflösung erreicht man mit Sigma-Delta-Konvertern, die vom Audiobe-

reich aus inzwischen den Markt durchdringen.

Dennoch sollte man die spezifischen Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren kennen. Für herkömmliche Wandlerverfahren findet man entsprechend ausgiebige Literatur. Interessanter sind da schon die aktuellen Verfahren, die [2] unter anderem beschreibt.

Geblixt

Im Flash-Wandler (Bild 2) vergleichen 2^N Komparatoren (N = Auflösung in Bit) simultan das Eingangssignal mit entsprechenden Referenzspannungen, die von einer Widerstandsleiter abgegriffen werden. Eine Dekodierlogik kann den so entstandenen 'Thermometercode' in einen N Bit breiten Code umsetzen. Zwar erscheint die Methode simpel, aber die Realisierung der Bausteine bleibt schwierig. Der exponentielle Anstieg der Anzahl erforderlicher Kompara-

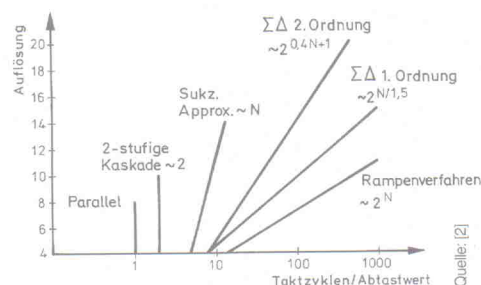


Bild 1. Wandlerverfahren im Vergleich.

Bild 2. Flash – hoher Aufwand, schnelle Wandlerung.

toren setzt der Auflösung von Flash-Wandlern ebenso Grenzen wie die steigenden Eingangskapazitäten oder die Verlustleistung.

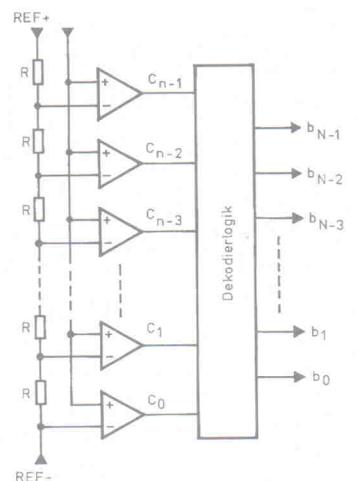
Gefaltet

Höhere Auflösungen bei ebenfalls hohen Abtastraten erzielen die Faltungswandler (Bild 3). Ein Grobumsetzer ermittelt die höherwertigen Bits, während ein Feinumsetzer die niederwertigen Bits aus analog vorkodierten, 'gefalteten' Signalen bestimmt. Auch diese Wandler benötigen nur einen Takt für die Umsetzung. Allerdings wirken sich die höhere interne Frequenz des Wandlers, Laufzeitunterschiede und Linearitätsfehler der Faltungsstufen nachteilig aus. Für noch höhere Auflösungen – und Meßfehler – lassen sich auch mehrere Feinumsetzer mit entsprechend mehrfachen Faltungsstufen einsetzen.

Kaskadiert

Einen Takt mehr zur Umsetzung benötigt ein 2stufiger Kaskadenwandler (Bild 4). Zunächst tastet die erste Track-And-Hold-Stufe das Eingangssignal ab und hält es fest. Dann führt der erste A/D-Wandler eine Grobquantisierung mit K Bit durch. Aus dem Digitalwert erzeugt ein D/A-Wandler wieder ein analoges Signal, das vom momentan gehaltenen Analogwert subtrahiert wird. Das 'Überbleibsel' (Residuum) wird verstärkt und vom zweiten A/D-Wandler mit L Bit fein quantisiert.

Wenn man die Auflösung von erster und zweiter Wandlerstufe um insgesamt 1 Bit erhöht, kann eine digitale Fehlerkorrektur Abweichungen des Grobwandlers im Bereich von einer halben



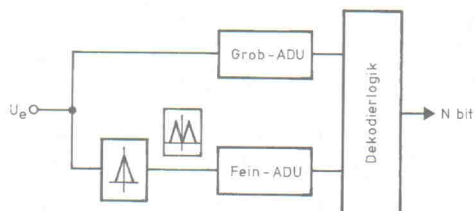


Bild 3. Faltungsumsetzer – analoge Vorkodierung.

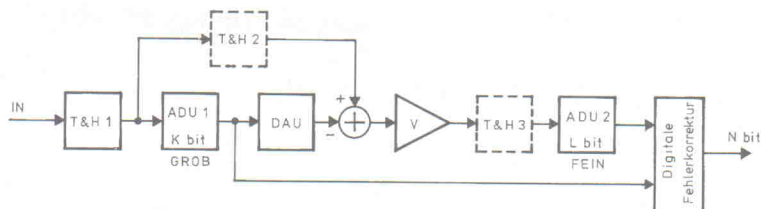


Bild 4. Zweistufiger Kaskadenwandler mit digitaler Fehlerkorrektur.

Quantisierungsstufenhöhe ausgleichen. Die Vorteile des Kaskadenwandlers liegen im relativ einfachen Aufbau und in den geringeren Anforderungen an die analoge Genauigkeit aufgrund der Fehlerkorrektur. Ein analoges 'Pipelining' mittels zusätzlicher Abtast-Halteglieder (T&H1, T&H2) steigert die Abtastrate. Prinzipiell lassen sich Kaskadenumsetzer auch mehrstufig realisieren. Im Extremfall könnte man für jedes Bit eine Stufe bauen. Kaskadenumsetzer sind auch als Subranging- oder Half-Flash-Umsetzer bekannt.

Sigma-Delta

Eins der scheinbar neuen Wandlerkonzepte ist das Sigma-Delta-Verfahren. Dank massenhaften Einsatzes in der Audiotechnik erlangte dieses Verfahren als '1-Bit-Wandler' schnell einen hohen Bekanntheitsgrad. Auch in neuen Anwendungen der Telekommunikation und Computertechnik – wie Mobilfunk, DFÜ und Soundsampling – hat sich Sigma-Delta schnell ein großes Marktsegment erobert.

Zwar wurde die Sigma-Delta-Wandlung bereits 1962 erstmalig vorgestellt, jedoch verfügte man noch nicht über die notwendigen Halbleiterprozesse zur kommerziellen Produktion. Auch für die hohe Auflösung dieses Verfahrens bestand noch kein großer Bedarf. Erst die Entwicklung von Prozessen mit Strukturbreiten von 1 µm und kleiner sowie das Mixed-Signal-Design – Analog- und Digitaltechnik auf einem Chip – machten die vergessene Technik zum Hit.

Der Sigma-Delta-Wandler besteht im wesentlichen aus einem Sigma-Delta-Modulator und einem digitalen Filter. Zunächst übernimmt der Modulator mit Oversampling und Noiseshaping die eigentliche Wandlung. Dabei quantisiert er das Eingangssignal in einen 1-Bit-Datenstrom (daher 1-Bit-Wandler). Die hohe Überabtastung verteilt die gesamte Rauschleistung gleichmäßig auf einen größeren

Frequenzbereich. Mit zunehmender Ordnung des Modulators wird das Rauschen stärker zu höheren Frequenzen verschoben und im Nutzband gesenkt. Das Digitalfilter kann dann hochfrequente Rauschanteile leicht ausfiltern und einen Ausgabewert mit der gewünschten Auflösung erzeugen – üblicherweise zwischen 16 und 24 Bit.

Ein Sigma-Delta-Modulator erster Ordnung setzt sich aus vier Komponenten zusammen: Summierer, Integrator, Komparator (auch 1-Bit-ADC) und Umschalter (auch 1-Bit-DAC). Für die Eingangsspannung gilt

$$-U_{\text{ref}} \leq U_{\text{Ein}} \leq +U_{\text{ref}}$$

Der Komparator bestimmt den Ausgang U_{Aus} sowie die Stellung des Schalters. Sinkt die Spannung an B unter Null, geht der Ausgang auf Null und der Schalter legt an den –Eingang des Summierers das Potential $-V_{\text{Ref}}$. Wenn $U(B) \geq 0$ ist, liegt am Ausgang eine Eins und an Punkt C $+V_{\text{Ref}}$. Da der Ausgang des Integrators zunächst kleiner Null ist, schaltet der Ausgang des Komparators takt synchron auf Null und der Umschalter auf $-U_{\text{Ref}}$. Der Ausgang des Summationsknotens A erhält einen positiven Wert, der vom Integrator aufintegriert wird. Wenn der Ausgang des Integrators einen Wert ≥ 0 erreicht, schaltet der Komparator takt synchron auf 1 und der Schalter legt Punkt C auf $+U_{\text{Ref}}$. Da A nun negativ ist, wird B abintegriert. Die Schalterstellung gibt die Integrationsrichtung vor, und der Eingangswert sowie die Höhe der Referenzspannung bestimmen die Integrationsgeschwindigkeit.

Während der Komparator also recht einfach aufgebaut ist, weist das digitale Filter eine hohe Komplexität auf. Es hat zwei Aufgaben:

- Herausfiltern der durch Oversampling und Noiseshaping über den interessierenden Frequenzbereich verschobenen Rauschenergie, was das Signal-Rausch-Verhältnis ver-

bessert und die effektive Auflösung des Wandlers erhöht.

- Reduzierung der Abtastfrequenz. Die Abtastfrequenz wurde für das Oversampling um das k-fache erhöht. Nach der Filterung des Quantisierungsrauschens über $f_s/2$ wird die hohe Abtastfrequenz nicht mehr benötigt und wirkt eher störend. Die Abtastfrequenz läßt sich nach Nyquist um den Faktor $1/k$ ohne Informationsverlust reduzieren (Dezimierung).

Kollektion

Die Tabelle auf den Seiten 50 bis 53 listet nach Auflösung sortiert über 200 aktuell verfügbare Typen aller gängigen Hersteller auf. Damit erfüllt sie noch lange keinen Anspruch auf Vollständigkeit, gibt aber dem Entwickler eine gute Möglichkeit zur Vorauswahl. Die Einträge in der Tabelle richten sich nach Her-

stellerangaben. Adressen von Herstellern und Distributoren finden Sie am Schluß dieses Artikels. Wer über das Internet in Datenblättern wühlen oder Kontakt mit den Herstellerfirmen aufnehmen möchte, findet auf der ELRAD-Homepage (<http://www.heise.de/el/>) die entsprechenden Links.

Alle interessanten Wandler im Detail vorzustellen hätte den Rahmen dieses Heftes gesprengt, denn die zugesandten Unterlagen der Hersteller belegen bereits einen Regalmeter in der Redaktion. Trotzdem folgen hier ein paar Bausteine im Detail, die wir aus den vielen interessanten Angeboten herausgepickt haben.

Zwei halbe Flash

Maxims neue 8-Kanal-8-Bit-A/D-Wandler mit 400 kS/s und 1 MS/s Abtastrate MAX117 respektive MAX118 sind die mehrkanaligen Nachfolgetypen

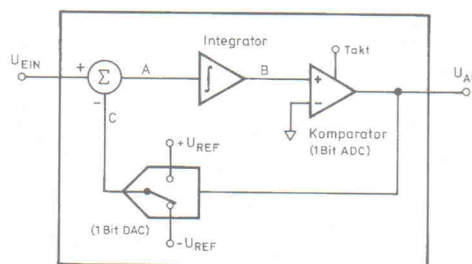


Bild 5. Sigma-Delta-Modulator. Erst ein digitales Filter am Ausgang komplettiert den Wandler.

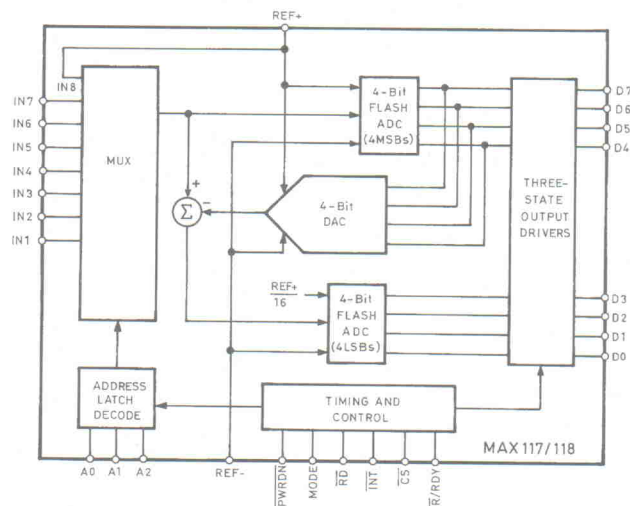


Bild 6. MAX117/118 für batteriebetriebene Geräte und die digitale Signalverarbeitung.

A/D-Wandler von 6 bis 26 Bit

Hersteller	Name des ICs	Distributor	Einsatz ¹⁾	Wandlervorgang	Kanäle	Auflösung	Summenabtastrate
Datel	ADC316	Datel Inc.	G	Parallel	1	6	140 MS/s
GEC Plessey	PCA911	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	2	6	70 MHz
GEC Plessey	PCA913	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	2	6	70 MHz
GEC Plessey	PCA915	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	2	6	70 MHz
GEC Plessey	PCA916	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	2	6	70 MHz
SGS Thomson	STV0190		V	Flash	2	6	40 MHz
Sony	CXA1826	Framos, Glyn	G M V	Flash	1	6	140 MS/s
Sony	CXA1866Q	Framos, Glyn	G M V	Flash	1	6	140 MS/s
Sony	CXA3086Q	Framos, Glyn	G M V	Flash	1	6	140 MS/s
Sony	CXD1172A	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	6	35 MS/s
Analog Devices	AD9057	Sasco, Semitron, Spoerle	G M	Parallel	1	8	60 MS/s
Analog Devices	AD9059	Sasco, Semitron, Spoerle	G M	Parallel	2	8	60 MS/s
Datel	ADC305	Datel Inc.	G	Kaskade	1	8	20 MS/s
Datel	ADC309	Datel Inc.	G	Parallel	1	8	500 MS/s
Datel	ADC318	Datel Inc.	G	Parallel	1	8	120 MS/s
GEC Plessey	VP1058	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	1	8	25 MHz
GEC Plessey	VP8707	Farnell, Weisbauer, Micronetics	V A	Flash	3	8	30 MHz
Linear Technology	LTC1096L	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	8	16,5 kS/s
Linear Technology	LTC1098L	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	2	8	16,5 kS/s
Linear Technology	LTC1400	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	8	400 kS/s
Maxim	MAX101A	Maxim, SE	M V S	Flash	1	8	500 MS/s
Maxim	MAX104	Maxim, SE	M S	Flash	1	8	1 GS/s
Maxim	MAX1114	Maxim, SE	V S	Flash	1	8	150 MS/s
Maxim	MAX1125	Maxim, SE	V S	Flash	1	8	300 MS/s
Maxim	MAX113	Maxim, SE	M S	Half-Flash	4	8	400 kS/s
Maxim	MAX114	Maxim, SE	M S	Half-Flash	8	8	400 kS/s
Maxim	MAX117	Maxim, SE	M S	Half-Flash	8	8	400 kS/s
Maxim	MAX118	Maxim, SE	M S	Half-Flash	8	8	1 MS/s
Micro Linear	ML2252	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	2	8	151 kS/s
Micro Linear	ML2258	Ineltek	S		8	8	151 kS/s
Micro Linear	ML2259	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	8	8	151 kS/s
Micro Linear	ML2261	Ineltek	S		1	8	1,1 MS/s
Micro Linear	ML2264	Ineltek	S		4	8	1,1 MS/s
Micro Linear	ML2281	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	1	8	166 kS/s
Micro Linear	ML2282	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	2	8	166 kS/s
Micro Linear	ML2283	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	4	8	166 kS/s
Micro Linear	ML2284	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	4	8	166 kS/s
Micro Linear	ML2288	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	8	8	166 kS/s
Micro Linear	ML6401	Ineltek	V	Parallel	1	8	20 MS/s
Motorola	MC145041/145041/14442	Future	S	Parallel	11	8	
National Semiconductor	ADC08xxx	National Semiconductor	G M	Sukz. Appr./Flash	1/2/4/8	8	125 kS/s bis 2 MS/s
SGS Thomson	STV0180	Eurodis Enatechnik	V	Flash	1	8	30 MHz
Sony	CX20116/CXA1396	Framos, Glyn	G M V S	Sukz. Appr./Flash	1	8	125 MS/s
Sony	CXA1166K	Framos, Glyn	G M V S	Sukz. Appr./Flash	1	8	250 MS/s
Sony	CXA1276K	Framos, Glyn	V	Sukz. Appr./Flash	1	8	500 MS/s
Sony	CXA1386L	Framos, Glyn	G M V S	Sukz. Appr./Flash	1	8	75 MS/s
Sony	CXA3026AQ	Framos, Glyn	G M V S	Sukz. Appr./Flash	1	8	140 MS/s
Sony	CXD1175A	Framos, Glyn	G M V A S	Parallel	1	8	20 MS/s
Sony	CXD1176Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	20 MS/s
Sony	CXD1179	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	30 MS/s
Sony	CXD2300Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	18 MS/s
Sony	CXD2301Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	30 MS/s
Sony	CXD2302Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	50 MS/s
Sony	CXD2303R	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	50 MS/s
Sony	CXD2320Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	8	75 MS/s
Sony	CXD2312P	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	9	20 MS/s
Sony	CXD2314R	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	9	20 MS/s
Burr-Brown	ADS820	Rutronik RSC	M V	Pipeline	1	10	20 MHz
Burr-Brown	ADS821	Rutronik RSC	M V	Pipeline	1	10	40 MHz
Datel	ADC313	Datel Inc.	V	Kaskade	1	10	33 MS/s
Datel	ADS325	Datel	G V	Kaskade	1	10	20 MS/s
Exar	XRD6414	Hy-Line, MEV	G M V A	Kaskade 2stufig	4	10	20 MS/s
Exar	XRD6415	Hy-Line, MEV	V	Two-step-Verfahren	1	10	20 MS/s
Maxim	MAX148	Maxim, SE	M S	Sukz. Appr./Flash	8	10	133 kS/s
Micro Linear	ML2271	Ineltek	S	Parallel	1	10	555 kS/s
Motorola	MC145050	Future	S		11	10	
Motorola	MC145051	Future	S		11	10	
Motorola	MC145053	Future	S		5	10	
National Semiconductor	ADC10xxx	National Semiconductor	G M V	Sukz. Appr./Flash	1/2/4/8	10, 10 + Vorz.	73 kS/s bis 2 MS/s
Sony	CXA1844Q	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	10	33 MS/s
Sony	CXA1977P	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	10	20 MS/s
Sony	CXD2310AP	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	10	20 MS/s
Sony	CXD2311AR	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	10	10 MS/s
Sony	CXD3300	Framos, Glyn	G M V S	Parallel	1	10	20 MS/s
Analog Devices	AD9042	Sasco, Semitron, Spoerle	M	Kaskade 2stufig	1	12	41 MS/s
Burr-Brown	ADS7804/7820	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	12	100 kHz
Burr-Brown	ADS7806	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	12	40 kHz
Burr-Brown	ADS7808	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	12	100 kHz
Burr-Brown	ADS7816/ADS7817	Rutronik RSC	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	200 kHz
Burr-Brown	ADS7824	Rutronik RSC	G M	Sukz. Appr./Flash	4	12	40 kHz
Burr-Brown	ADS800	Rutronik RSC	M V	Pipeline	1	12	40 MHz
Burr-Brown	ADS801	Rutronik RSC	M V	Pipeline	1	12	25 MHz
Burr-Brown	ADS802	Rutronik RSC	M V	Pipeline	1	12	10 MHz
Corn Linear	CLC949	National Semiconductor	G M	Flash 2stufig	1	12	5/20/30 MS/s
Corn Linear	CLC952	National Semiconductor	G M	Flash 2stufig	1	12	41 MS/s
Crystal	CS5012	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	100 kHz Durchsatz
Crystal	CS5032	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	400 kHz Durchsatz
Crystal	CS5412	Atlantik, Tekelec	G M	Two-step-Verfahren	1	12	1 MHz Durchsatz
Crystal	CS7870/75	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	100 kHz Durchsatz
Datel	ADS117	Datel Inc.	G	Kaskade	1	12	2,0 MS/s
Datel	ADS118	Datel Inc.	G	Kaskade	1	12	5,0 MS/s
Datel	ADS119	Datel Inc.	G	Kaskade	1	12	10,0 MS/s
Datel	ADS230	Datel	G	Sukz. Appr./Flash	2	12	1,0 MS/s
Datel	ADS231	Datel	G	Sukz. Appr./Flash	2	12	1,5 MS/s
Datel	ADS835	Datel	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	50 kS/s
Datel	ADSCCD1201	Datel	G	Kaskade	1	12	1,2 MS/s
Datel	ADSCCD1202	Datel	G	Kaskade	1	12	2,0 MS/s
Harris	HI5812	Avnet, EBV, Sasco, Spoerle	G	Sukz. Appr./Flash	1	12	50 kS/s
Linear Technology	LTC1285	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	7,5 kS/s
Linear Technology	LTC1286	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	12,5 kS/s
Linear Technology	LTC1287	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	30 kS/s
Linear Technology	LTC1288	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	7,5 kS/s
Linear Technology	LTC1289	Eurodis Enatechnik	S		8	12	25 kS/s
Linear Technology	LTC1296	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	8	12	46 kS/s

Alle Daten laut Herstellerangaben; Tabelle ist nach Auflösung sortiert

¹⁾ Anwendungsgebiet: General Purpose, Meßtechnik, Video, Audio, sonstige

a. A. auf Anfrage

DNL	INL	S & H	Gehäuseform	Evaluationboard	Sonstiges
±0,25 LSB	±0,25 LSB	nein	PQFP32		ECL 100K, 10 kHz, 10K-kompatibel
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	MP28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	MP28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	MP28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	HP44		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	SO28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	QFP32		
±0,2 LSB	±0,2 LSB	ja	QFP42		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	QFP48		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	SOP/DIP16		
		nein	SSOP20/28	verfügbar	
		nein	SSOP20/28	verfügbar	
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24/SOP24		nur 60 mW Verlustleistung
±0,7 LSB	±0,5 LSB	nein	PQFP68		ECL-kompatibel
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	PQFP48		TTL und ECL-kompatibel
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	DIP28/HP28		
±0,5 LSB	±1 LSB	nein	DIP28/MP28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO8	a. A.	3 V
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO8	a. A.	3 V
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO8, PDIP8	a. A.	max. ±1 LSB INL/DNL over temp (0...70°C/-40...85°C)
±0,75 LSB	±0,5 LSB	ja	84 DIN Ceramic Flat Pack	MAX101AEVKIT	Radar, HS, Signal Proc., Komm., Quantenph., 1,2 GHz Eingangsbandbreite, 7,0 ENDB bei Nyquist-Frequenz
±1 LSB	±0,75 LSB	ja	SBGA192	MAX104EVKIT	Digitalosz., Breitbandempf., 7,3 ENDB bei Nyquist-Frequenz, 2,4 GHz Eingangsbandbreite
±0,75 LSB	±0,6 LSB	ja	SB42/CERQUAD44		Oszilloskopie, Radar, Ultraschall, Transientenanalyse, CAT, 210 MHz Eingangsbandbreite; 5,2 V
±0,75 LSB	±0,6 LSB	ja	SB42/CERQUAD44		Oszilloskopie (Digital), Radar, Ultraschall, Transientenanal., CAT, 210 MHz Eingangsbandbreite; 5,2 V
±1 LSB		ja	DIL24/SSOP24		Kommunikationssysteme, 1-µA-Power-down-Modus; +3-V-Versorgung
±1 LSB		ja	DIL24/SSOP24		Kommunikationssysteme, 1-µA-Power-down-Modus; +3-V-Versorgung
±1 LSB		ja	DIL28/SSOP28		Batteriebetriebene Systeme, Kommunikation, 1-µA-Power-down-Modus; +3-V-Versorgung
±1 LSB		ja	DIL23/SSOP28		DSP, Kommunikation, 1-µA-Power-down-Modus; +5-V-Versorgungsspannung
0,5 LSB		ja	DIL20/PLCC20		
0,5 LSB		ja	DIL28/PLCC28		Parallel-Interface pinkompatibel zu ADC 0808/0809
0,5 LSB		ja	DIL28/PLCC28		
0,5 LSB		ja	DIL20/PLCC20		Parallel-Interface pinkompatibel zu ADC 0820/AD7820
0,5 LSB		ja	DIL24/SOIC24		Parallel-Interface pinkompatibel zu AD 7824
0,5 LSB		ja	DIL8		serielles Interface
0,5 LSB		ja	DIL8		serielles Interface
0,5 LSB		ja	DIL8		serielles Interface
0,5 LSB		ja	DIL14		serielles Interface
0,5 LSB		ja	DIL20/PLCC20		serielles Interface
		ja	SO24/SO16		
		ja	DIP18/SO18		
1 LSB	1 LSB	ja	DIP/SO		
±0,5 LSB	±1 LSB	nein	SO28		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP42/LCC68		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	LCC68		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	LCC68		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP28/LCC44		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	QFP48		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	SOP/DIP24	EVA CXD1175	
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	QFP32		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	QFP32		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	QFP32		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	QFP32		
±1 LSB	±1 LSB	nein	LQFP80		
±1 LSB	±1 LSB	nein	QFP32		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	LQFP48		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	LQFP48		
0,15 LSB	0,5 LSB	ja	SO28	ADS8XXU	CCD Imaging Set Top Boxes, +5 V, interne Referenz
0,5 LSB	0,5 LSB	ja	SO28	ADS8XXU	CCD Imaging Set Top Boxes, +5 V, interne Referenz
±1,3 LSB	±1,0 LSB	nein	PQFP48		
±1,3 LSB	±0,5 LSB	ja	PQFP48		nur 135 mW Verlustleistung
±0,5 LSB	±1,0 LSB	ja	PQFP48	verfügbar	
±0,5 LSB	±1,0 LSB	ja	PDIP/SOIC/TQFP	XRD6415AB	für Imaging und Kommunikation
±1 LSB	±0,5 LSB	ja	DIL20/SSOP20	MAX147EVKIT-DIP	Medizintechnik; Int. Referenz; 2,7...5,25 V Spannungsversorgung
±1 LSB	±1 LSB	ja	DIL20/SOIC20		Parallel-Interface pinkompatibel zu ADC 1061
		ja	DIP24		
		ja	DIP24		
		ja	DIP24		
1 LSB	1 LSB	ja	DIP/SO		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	QFP48		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	LQFP48		
±1 LSB	±1 LSB	nein	LQFP48		
±1 LSB	±1 LSB	ja	LQFP48		
±0,5 LSB	±0,5 LSB	nein	LQFP48		
±0,3 LSB	±0,75	ja	DIL28/QFP4	AD9042ST/PCB	
0,45 LSB	±0,45 LSB	ja	DIP28/SO28	DEM ADS 7804	ADS 7804: bipolar, ADS 7820: unipolar, pinkompatible Modelle, paralleles Interface, 5 V
±0,15 LSB	±0,15 LSB	ja	DIP28/SO28	DEM ADS 7806	pinkompatibel, serielles/paralleles Interface, 5 V single supply
±0,45 LSB	±0,45 LSB	ja	20pinDIP/SOIC	DEM ADS 7808	pinkompatibel, serielles Interface, 5 V single supply
±0,25 LSB	±0,006 % FSR	ja	DIP8/SO8/MSOP8	DEM ADS7816	ADS 7816: unipolar, ADS 7817: bipolar, Power: 2,5 mW bei 200 kHz, 250 µ bei 10 kHz
no missing codes	±2 LSB	ja	DIP28/SO28		
0,6 LSB	1,9 LSB	ja	SO28	ADS8XXU	CCD Imaging Set Top Boxes, +5 V, interne Referenz
0,3 LSB	1,7 LSB	ja	SO28	ADS8XXU	CCD Imaging Set Top Boxes, +5 V, interne Referenz
0,3 LSB	1,7 LSB	ja	SO28	ADS8XXU	CCD Imaging Set Top Boxes, +5 V, interne Referenz
1 LSB	3,5 LSB	ja	PLCC44	E949PCASM	
0,3 LSB	1,3 LSB typical	ja	SSOP28	CLC952PCASM	
0,25 LSB	0,25 LSB	ja	DIP40/PLCC44/CEDIP40		Self Calibration
0,5 LSB	0,25 LSB	ja	DIP24/SO24/CEDIP24	verfügbar	Self Calibration; Ausgang: seriell, parallel oder Byteformat
no missing codes	±0,75 LSB	ja	DIP40/CLCC44	CDB5412	Self Calibration
0,5 LSB	0,25 LSB	ja	DIP24/PLCC28	CDB7870/75	±3 V Input Range: CS7870, 0...+5 V Input Range CS7870
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP 24	ADS-Eval2	SFDR -75 dB
±0,5 LSB	±0,75 LSB	ja	DIP 24	ADS-B118	SFDR -75 dB
±0,5 LSB	±0,75 LSB	ja	DIP 24	ADS-B119	
±0,4 LSB	±0,4 LSB	ja	PLCC44		nur 75 mW Verlustleistung
±0,4 LSB	±0,4 LSB	ja	PLCC44		nur 200 mW Verlustleistung
±1,0 LSB	±1,0 LSB	ja	PDIP24		nur 25 mW Verlustleistung
±0,25 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24	ADSBCCD1201	Imaging, extrem linear
±0,25 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24	ADSBCCD1202	Imaging, extrem linear
±1 LSB	±1 LSB	ja	DIP24, SOIC 24		spez. Nichtlinearität von -40 °C...85 °C
±0,75 LSB	±0,75 LSB		DIL8, SO8		serielle Schnittstelle, 3-V-Version des LTC1286
±0,25 LSB	±0,75 LSB		DIL8, SO8		serielle Schnittstelle, 5-V-Version des LTC1285
	±0,5 LSB	nein	DIL8		serielle Schnittstelle
±0,75 LSB	±0,75 LSB		DIL8, SO8		serielle Schnittstelle; 3-V-Version des LTC1298
	±0,5 LSB		DIL20, SO20		
	±0,5 LSB	ja	DIL20, SO20		

A/D-Wandler von 6 bis 26 Bit

Hersteller	Name des ICs	Distributor	Einsatz ¹⁾	Wandlerverfahren	Kanäle	Auflösung	Summenabtastrate
Linear Technology	LTC1298	Eurodis Enatechnik	S		2	12	11,1 kS/s
Linear Technology	LTC1409	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	800 kS/s
Linear Technology	LTC1410	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	1,25 MS/s
Linear Technology	LTC1415	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	1	12	1,25 MS/s
Linear Technology	LTC1594	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	4	12	16,8 kS/s
Linear Technology	LTC1594L	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	4	12	10,5 kS/s
Linear Technology	LTC1598	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	8	12	16,8 kS/s
Linear Technology	LTC1598L	Eurodis Enatechnik	S	Sukz. Approx.	8	12	16,8 kS/s
Maxim	MAX1170/1171/1172	Maxim, SE	V S	Half-Flash	1	12	10 MS/s/20 MS/s/30 MS/s
Maxim	MAX1245	Maxim, SE	M S	Sukz. Appr./Flash	8	12	100 kS/s
Maxim	MAX1247	Maxim, SE	M S	Sukz. Appr./Flash	4	12	133 kS/s
Maxim	MAX147	Maxim, SE	M S	Sukz. Appr./Flash	8	12	133 kS/s
Maxim	MAX196/198	Maxim, SE	M S	Sukz. Appr./Flash	6	12	100 kS/s
Micro Linear	ML2221	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	1	12+Vorz.	22,7 kS/s
Micro Linear	ML2223	Ineltek	S		1	12+Vorz.	22 kS/s
Micro Linear	ML2230	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	1	12+Vorz.	32 kS/s
Micro Linear	ML2233	Ineltek	S	Sukz. Appr./Flash	1	12+Vorz.	32 kS/s
National Semiconductor	ADC12041/8	National Semiconductor	G	Sukz. Approx.	1/8	12+Vorz.	215 kS/s
National Semiconductor	ADC12062/662/762	National Semiconductor	G M	Multistep	2	12	1/1,5/1,4 MS/s
National Semiconductor	ADC12x30	National Semiconductor	G	Sukz. Approx.	1/2/4/8	12+Vorz.	116 kS/s
National Semiconductor	LM12434/8	National Semiconductor	G	Sukz. Approx.	4/8	12	140 kS/s
National Semiconductor	LM12454	National Semiconductor	G	Sukz. Approx.	4/8	12+Vorz.	140 kS/s
Sipex	HS574A/SP674A	Future	S	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	12	
Sipex	SP8503/8505/8510/8530/8531	Future	S	Sukz. Appr./Flash	1	12	
Sipex	SP8530	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	2	12	129 kS/s
Sipex	SP8531	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	1	12	250 kS/s
Sipex	SP8538	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	2	12	25 kS/s
Sipex	SP8542	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	2	12	12 kS/s
Sipex	SP8544	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	4	12	64 kS/s
Crystal	CS5014	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	1	14	56 kHz Durchsatz
Datel	ADS926	Datel	G	Kaskade	1	14	500 kS/s
Datel	ADS927	Datel	G	Kaskade	1	14	1,0 MS/s
Datel	ADS929	Datel	G	Kaskade	1	14	2,0 MS/s
Datel	ADS943	Datel	G	Kaskade	1	14	3,0 MS/s
Datel	ADS946	Datel	G	Kaskade	1	14	8,0 MS/s
Datel	ADS947	Datel	G	Kaskade	1	14	10,0 MS/s
Edge Technology	ET2465	Emtron	M V	Kaskade 2stufig	1	14	5 MHz
Edge Technology	ET2471	Emtron	M V	Kaskade 2stufig	1	14	10 MHz
Edge Technology	ET2473	Emtron	M V	Kaskade 2stufig	1	14	20 MHz
Maxim	MAX110/111	Maxim, SE	G M S	$\Sigma \Delta$ 1. Ordnung	2	14	50 Wandlungen/s
Maxim	MAX194	Maxim, SE	G M A S	Sukz. Appr./Flash	1	14	85 kS/s
Telcom	TC500/500A510	Future	S	Rampenverfahren	1	14	
Telcom	TC514	Future	S	Rampenverfahren	4	14	
Analogic	ADC3121	CompuMess	V		1	16	20 MHz
Analogic	ADC4320	CompuMess	M A		1	16	1 MHz
Analogic	ADC4322	CompuMess	M		1	16	2 MHz
Analogic	ADC4325	CompuMess	M A		1	16	500 kHz
Burr-Brown	ADS7805/7821	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	16	100 kHz
Burr-Brown	ADS7807	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	16	40 kHz
Burr-Brown	ADS7809	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	16	100 kHz
Burr-Brown	ADS7811	Rutronik RSC	M	Sukz. Appr./Flash	1	16	250 kHz
Burr-Brown	ADS7825	Rutronik RSC	G M	Sukz. Appr./Flash	4	16	40 kHz
Crystal	CS5016	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	1	16	50 kHz Durchsatz
Crystal	CS5101	Atlantik, Tekelec	G	Sukz. Appr./Flash	2	16	20 kHz
Crystal	CS5101A	Atlantik, Tekelec	M	Sukz. Appr./Flash	2	16	8 μ s
Crystal	CS5102A	Atlantik, Tekelec	M	Sukz. Appr./Flash	2	16	40 μ s
Crystal	CS5317	Atlantik, Tekelec	S	$\Sigma \Delta$	1	16	various
Crystal	CS5336/5338/5339	Atlantik, Tekelec	A	Sigma Delta	2	16	3072 kHz
Crystal	CS5501	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	16	16 kHz
Crystal	CS5505	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	4	16	16,38 kHz
Crystal	CS5507	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1 Diff.	16	16,38 kHz
Crystal	CS5509	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1 Diff.	16	16,38 kHz
Crystal	CS5516	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2 Diff.	16	38,4 kHz
Crystal	CS5525	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	16	200
Datel	ADS930	Datel	G	Kaskade	1	16	500 kS/s
Datel	ADS931	Datel	G	Kaskade	1	16	1 MS/s
Datel	ADS932	Datel	G	Kaskade	1	16	2 MS/s
Datel	ADS937	Datel	G	Kaskade	1	16	1 MS/s
Edge Technology	ET2668	Emtron	M V	Kaskade 2stufig	1	16	8 MHz
Edge Technology	ET2671	Emtron	M V	Kaskade 2stufig	1	16	10 MHz
Harris	HI7188	Avnet, EBV, Sasco, Spoerle	M	Sigma Delta 4. Ordnung	8	16	240 S/s
Maxim	MAX195	Maxim, SE	G M A S	Sukz. Appr./Flash	1	16	85 kS/s
National Semiconductor	ADC16x71	National Semiconductor	G M A	$\Sigma \Delta$	1	16	192 kS/s
Sipex	SP8678	Dreyer, Future, MEV	G M	Sukz. Appr./Flash	1	16	66000
Sony	CXD2558M	Framos, Glyn	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	16	48 kS/s
Analogic	ADC5020	CompuMess	M A		1	18	144 kHz
Burr-Brown	PCM1750	Rutronik	A	Sukz. Appr./Flash	2	18	192 kHz (4fach Overs.)
Crystal	CS5330A/CS5333A	Atlantik, Tekelec	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	18	6144 kHz
Crystal	CS5389	Atlantik, Tekelec	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	18	3072 kHz
Asahi Kasei	AK5350	Wyle Ginsbury	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	20	54 000; 64fach Overs.
Burr-Brown	ADS1212	Rutronik RSC	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	20	programmierbar
Burr-Brown	ADS1213	Rutronik RSC	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	4	20	programmierbar
Burr-Brown	PCM1760	Rutronik	A	$\Sigma \Delta$ 4. Ordnung	2	20	64fach Overs.
Crystal	CS5335	Atlantik, Tekelec	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	20	6144 kHz
Crystal	CS5390	Atlantik, Tekelec	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	20	3072 kHz
Crystal	CS5503	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	20	16 kHz
Crystal	CS5504	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2 Diff.	20	16,38 kHz
Crystal	CS5506	Atlantik, Tekelec	S	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	4	20	16,38 kHz
Crystal	CS5508	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1 Diff.	20	16,38 kHz
Crystal	CS5520	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2 Diff.	20	38,4 kHz
Crystal	CS5526	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	20	200
Crystal	CS5542	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	22	20
Crystal	CS5543	Atlantik, Tekelec	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1...8	22	
Burr-Brown	ADS1210	Rutronik RSC	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	23	programmierbar
Burr-Brown	ADS1211	Rutronik RSC	M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	4	23	programmierbar
Analog Devices	AD7716	Sasco, Semitron, Spoerle	G M	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	4	16...24	584 Hz
Asahi Kasei	AK5391	Wyle Ginsbury	A	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	24	54 000; 128fach Overs.
Crystal	CS5321/5323/5322	Atlantik, Tekelec	S	$\Sigma \Delta$	1	24	128/256 kHz
Crystal	CS5324	Atlantik, Tekelec	S	$\Sigma \Delta$	1	24	128 kHz
Crystal	CS5394	Atlantik, Tekelec	S	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	2	24	3072 kHz
Harris	HI7190	Avnet, EBV, Sasco, Spoerle	S		1	24	10 Hz bis 2 kHz
Harris	HI7191	Avnet, EBV, Sasco, Spoerle	G M S	$\Sigma \Delta$ 2. Ordnung	1	24	10 Hz bis 2 kHz
Prema	PR15610	Prema	M S	Mehrfachrampe	1	26	150

Alle Daten laut Herstellerangaben; Tabelle ist nach Auflösung sortiert

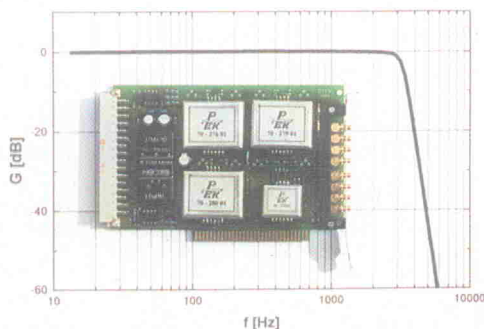
¹⁾ Anwendungsgebiet: General Purpose, Meßtechnik, Video, Audio, sonstige

a. A. auf Anfrage

DNL	INL	S & H	Gehäuseform	Evaluationboard	Sonstiges
±0,25 LSB	±0,75 LSB	nein	DIL8, SO8		serielle Schnittstelle; 5-V-Version des LTC1298
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO28	a. A.	max. ±1 LSB INL/DNL over temp (0...70°C/-40...85°C)
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO28, SSOP28	a. A.	max. ±1 LSB INL/DNL over temp (0...70°C/-40...85°C)
±0,25 LSB	±0,35 LSB	ja	SO28	a. A.	max. ±1 LSB INL/DNL over temp (0...70°C/-40...85°C)
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO16 (narrow)	a. A.	serielle Schnittstelle
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SO16 (narrow)	a. A.	serielle Schnittstelle; 3-V-Version des LTC1594
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SSOP24	a. A.	serielle Schnittstelle
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	SSOP24	a. A.	serielle Schnittstelle; 3-V-Version des LTC1598
±0,8 LSB	±2 LSB	ja	CERQUAD44	MAX1170EVKIT	Scanner (CCD), Base Stations, Medizintechnik, 5 pF Eingangskap.; 120 MHz Eingangsbandbreite
±1 LSB	±0,5 LSB	ja	DIL20/SSOP20		Medizintechnik, Datalogger, 4 Diff. oder 8 Single-Ended-Eingänge; +2,375-V-Spannungsversorgung
±1 LSB	±0,15 LSB	ja	DIL16/QSOP16		Tragbare Datenlogger, Prozeßsteuerung, Medizin; 2,7...5,25 V Versorgung; 1 µA Power-down
±1 LSB	±0,5 LSB	ja	DIL20/SSOP20	MAX147EVKIT-DIP	Medizintechnik; Int. Referenz: 2,7 V...5,25 V Spannungsversorgung
±1 LSB	±0,5 LSB	ja	WSO28/SSOP28/DIL28	MAX197EVKIT-DIP	Robotik, Medizintechnik, Telekommunikation
	0,75 LSB	ja	DIL16		SPI-Schnittstelle selbst kalibrierend
	0,75 LSB	ja	DIL16/SOIC20	ML 2223 EVAL	asynchrones, serielles Interface selbst kalibrierend
	0,75 LSB	ja	DIL24		8-Bit-Parallelschnittstelle selbst kalibrierend
	0,75 LSB	ja	DIL28		13-Bit-Parallelschnittstelle selbst kalibrierend
10 LSB	1 LSB	ja	PLCC44/PQFP44	ADC12048Eval	Kommunikationsanwendungen
0,8 LSB	1 LSB	ja	PLCC44/PQFP44	ADC12062Eval	
1 LSB	1 LSB	ja	DIP/SO	ADC12038Eval	
1 LSB	1 LSB	ja	PLCC44/PQFP44	LM12438Eval	
1 LSB	1 LSB	ja	PLCC44/PQFP44	LM12438Eval	
		ja	DIP28		
		ja	DIP24		
1 LSB	0,5 LSB	ja	DIL16/SOIC16	SP8530EB	simultanes Sampling der Eingänge, interne REF, serieller Ausgang, Shutdown
1 LSB	0,5 LSB	ja	DIL16/SOIC16		Versorgung nur +5 V, interne REF, serieller Ausgang, Shutdown
1 LSB	1 LSB	ja	DIL8/NSOIC8		Versorgungsspannung 3,0 bis 5,5 V; Automatic Shutdown (±3 mA), serieller Ausgang
1 LSB	0,5 LSB	ja	DIL16/SOIC16		Versorgung nur +5 V, interne REF, serieller Ausgang, SHUTDOWN
1 LSB	0,5 LSB	ja	DIL18/SOIC18		Versorgung nur +5 V, interne REF, serieller Ausgang, serieller Eingang (MUX), Shutdown
0,25 LSB	0,25 LSB	ja	DIP40/PLCC44/CEDIP40	verfügbar	Self Calibration
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24	ADS8926	SFDR 90 dB
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24	ADS8927	SFDR 91 dB
±0,5 LSB	±0,5 LSB	ja	DIP24	ADS8929	nur 1,4 W Verlustleistung
±0,5 LSB	±0,75 LSB	ja	DIP24	ADS8943	SFDR 85 dB
±0,5 LSB	±0,75 LSB	ja	DIP24	ADS8946	nur 1,9 W Verlustleistung
±0,6 LSB	±0,75 LSB	ja	DIP24	ADS8947	
0,5 LSB	0,003 % FSR	ja	Modul		
0,5 LSB	0,003 % FSR	ja	Modul		
0,5 LSB	0,003 % FSR	ja	Modul		
±2 LSB	±0,03 % FSR	ja	DIL16/WSO16/SSOP20	MAX110EVKIT-DIP	Temperatur, Waagen, Prozeßsteuerung, MAX111; differenzielle Eingangskanäle
±1 LSB	±0,5 LSB	ja	DIL16/WSD16	MAX194EVKIT-DIP	Robotik, Steuerungs- und Regelungstechnik, DSP; 10 µA Power-down
		ja	DIP16/DIP24/SOIC16		
		ja	SOIC24		
±0,75 LSB	±0,006 % FSR	ja	Hybrid	ADC 3120-EB 3	für ATE, CCD, Radar und Medical; SFDR 81 dB
±0,75 LSB	±0,003 % FSR	ja	Hybrid	ADC 4322-EB1	SNR 89 dB
±0,75 LSB	±0,003 % FSR	ja	Hybrid	ADC 4322-EB 1	CCD-Detector IR-Imaging Radar; SNR 86 dB
±0,75 LSB	±0,003 % FSR	ja	Hybrid	ADC 4322-EB 1	CCD-Detector IR-Imaging Radar; SNR 91 dB
16 Bit no missing codes	±3 LSB	ja	DIP28/SO28	DEM ADS 7805	ADS 7805: bipolar, ADS 7821: unipolar, pinkompatible Modelle, paralleles Interface, 5 V
no missing codes	±105 LSB	ja	DIP-28, SO28	DEM ADS 7807	pinkompatibel, serielles/paralleles Interface, 5 V single supply
15 no missing codes	±4 LSB	ja	DIP20/SOIC20	DEM ADS 7809	pinkompatibel, serielles Interface, 5 V single supply
min. 15 Bit no missing codes	±3 LSB max.	ja	DIP28/SO28		interne Referenz
no missing codes	±2 LSB	ja	DIP28/SO28		
1 LSB	±2 LSB	ja	DIP40/PLCC44/CEDIP40	verfügbar	Self Calibration, Ceramic LCC44 for Temp. Range -55...+125 °C
1 LSB	±0,001 % FS	ja	DIP28/PLCC28	verfügbar	Self Calibration
16 Bit	0,001 % FS	ja	DIP/PLCC28	CDB5101A	THD: 0,001 %, S/(N+D): 92 dB, Flexible Serial Output Port
16 Bit	0,001 % FS	ja	DIP/PLCC28	CDB5102A	THD: 0,001 %, S/(N+D): 92 dB, Flexible Serial Output Port, Selfcalibration
0,4 LSB		ja	DIP18/SO20	verfügbar	für Modem, Sonar, und Voice Recognition, On-Chip PLL für ext. sync.
		ja	DIP28/SO28	verfügbar	Unterschiede im Ausgangssignal und der Filtercharakteristik
±0,125 LSB	0,0007 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5501	Low Power 25 mW, pin-selectable unipolar/bipolar ranges µP-kompatibel
±0,25 LSB	0,0015 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5505	Pin selectable unipolar/bipolar ranges, Flexible Serial-Port Single Supply +5 V operation: 1,7 mW
±0,25 LSB	0,0015 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5507	Pin selectable unipolar/bipolar ranges, Flexible Serial-Port Single Supply +5 V operation: 1,7 mW
±0,25 LSB	0,0015 % FSR	ja	DIP16, SOIC16	CDB5509	CMRR 120 dB/60 Hz, Onchip Self Calibration, 1,7 mW Low Power
±0,25 LSB	0,0015 % FSR	ja	DIP24/SO24	CDB5516	CMRR 200 dB/60 Hz, Onchip Inst. Amplifier and Progr. Gain Amplifier, 40 mW, 10 µW Standby
no missing codes	0,0015 % FSR	ja	DIP20/SOIC20	CDB5525	4 Bipolar/Unipolar Input Ranges, 4 Bit Digital Output Latch, 3-wire SPI- und Microwire Interface
±0,75 LSB	±1,0 LSB	ja	DIP40	ADS8930	
±0,75 LSB	±1,0 LSB	ja	DIP40	ADS8931	nur 1,85 W Verlustleistung
±0,75 LSB	±1,0 LSB	ja	DIP40	ADS8932	nur 1,9 W Verlustleistung
±0,5 LSB	±1,0 LSB	ja	DIP24	ADS8930	nur 1,1 W Verlustleistung
0,5 LSB	0,001 % FSR	ja	Modul		
0,5 LSB	0,001 % FSR	ja	Modul		
0	0,0015 % FS	nein	PDP40, MOFP44	HI7188-EV	
±1 LSB	±0,003 % FSR	ja	DIL16/WSD16	MAX194EVKIT-DIP	Robotik, Steuerungs- und Regelungstechnik, DSP; 10 µA Power-down
		ja	DIP/SO	verfügbar	
0,005 % FSR	0,005 % FSR	ja	DIL28/SOIC28/PLCC28		Drop in für 574/674/1674/774; interne REF, Clock, Tri-State-Ausgang
		ja	SOP28		
±0,8 LSB	0,002 % FSR	ja	Modul		für ATE und Medical
±0,002 % FSR	±0,003 % FSR	ja	DIP28/SOIC28	DEM-PCM1750	kompatibel mit vielen digitalen Filtern
		ja	SO8	verfügbar	I ² S-Bus; -88 dB
107 dB Dynamic Range	THD+N -100 dB	ja	DIP28	CDB5389	DNL: -100 dB
		ja	VSOP28	AKD5350	S/(ND): 94 dB, S/N: 100 dBA, Dynamik: 100 dBA; diff. Eingänge, 115 mW
N/A	0,003 % FSR	ja	DIP18/SO18	DEM ADS 121X	20 Bit bei 50/60 Hz, 16 Bit bei 1 kHz; 1 mW Leistungsaufnahme, 5 V, SPI/SSI-Interface
N/A	0,003 % FSR	ja	DIP24/SO24/SSOP28	DEM ADS 121X	20 Bit bei 50/60 Hz, 16 Bit bei 1 kHz; 1 mW Leistungsaufnahme, 5 V, SPI/SSI-Interface
not specified	not specified	ja	DIP28/SOIC28	DEM-PCM 1760	kompatibel zum dig. Filter DF 1760, THD + Noise = -92 dB, Dyn. Range: 108 dB, SNR: 110 dB
105 dB Dynamic Range	THD+N -97 dB	ja	DIP20/SOIC20	CDB5335	Single +5 V operation, Peak detection bits
110 dB Dynamic Range	THD+N -100 dB	ja	DIP28	CDB5390	DNL: -100 dB
20 Bit no missing code	0,0007 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5503	Low Power 25 mW, pin selectable unipolar/bipolar ranges µP-kompatibel
20 Bit no missing code	0,0007 % FSR	ja	DIP20/SO20	CDB5504	Low Power 4,4 mW, pin selectable unipolar/bipolar ranges, Self-Calibr., CMRR 120 dB/60 Hz
no missing codes	0,0007 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5506	Pin selectable unipolar/bipolar ranges, Flexible Serial-Port Single Supply +5 V operation: 1,7 mW
no missing codes	0,0007 % FSR	ja	DIP20/SO20/CERDIP20	CDB5508	Pin selectable unipolar/bipolar ranges, Flexible Serial-Port Single Supply +5 V operation: 1,7 mW
±1 LSB	0,0007 % FSR	ja	DIP24/SO24	CDB5520	CMRR 200 dB/60 Hz, On-chip Inst. Amplifier and Progr. Gain Amplifier, 40 mW, 10 µW Standby
no missing codes	0,0007 % FSR	ja	DIL20/SOIC20	CDB5526	4 Bipolar/Unipolar Input Ranges, 4Bit Digital Output Latch, 3-wire SPI und Microwire Interface
±0,5 LSB	±0,001 % FS	ja	PLCC28/PLCC44	verfügbar	Variable Sample Rate, Low Power: 80 mW, Modulator
0,5 LSB	0,001 % FS	ja	PLCC28/PLCC44	verfügbar	Filter
N/A	0,003 % FSR	ja	DIP18/SO18	DEM ADS 121X	23 Bit bei 19 Hz, 20 Bit bei 1 kHz, 45 mW max., +5-V-Single-Supply, SPI/SSI-Interface
N/A	0,003 % FSR	ja	DIP24/SO24/SSO28	DEM ADS 121X	23 Bit bei 19 Hz, 20 Bit bei 1 kHz, 45 mW max., +5-V-Single-Supply, SPI/SSI-Interface
		ja	PLCC44		
		ja	SOP28	AKD5391	S/(ND): 100 dB, S/N: 115 dBA, Dynamik: 115 dBA; diff. Eingänge, 550 mW
		ja	PLCC28	verfügbar	für Sonar und Geophys. Anw., -55...+85°C; DNL: -115 dB, INL: -110 dB
1 dB Dynamic Range	THD+N >98 dB	ja	PLCC28	verfügbar	für Sonar, Geophysikalische Anw., -40...+85°C; Verlustleistung: <180 mW
bis 22 Bit 0 LSB	±0,0007 % FS	nein	DIP20	HI7190-EV	Single +5 V operation DNL: -98 dB
bis 20 Bit 0 LSB	±0,0015 % FS	nein	DIP20, SOIC20	HI7190-EV	
	0,05 ppm	nein	DIL28	a. A.	Temperaturkoeffizient 0,2 ppm/°C

- 
- BEGBÜRKLE**

Anti - Aliasing **Filter**
kundenspez.
Sonderentwicklungen
als PC & 19" Steckkarten



Hochpaß
Tiefpaß
Bandpaß

**P
TEK**

PTEK
Am Heckerpfad 14
55128 Mainz
06131 / 330087

Da der A/D-Wandler entweder als 'Speicher' (Tri-State-Aus-

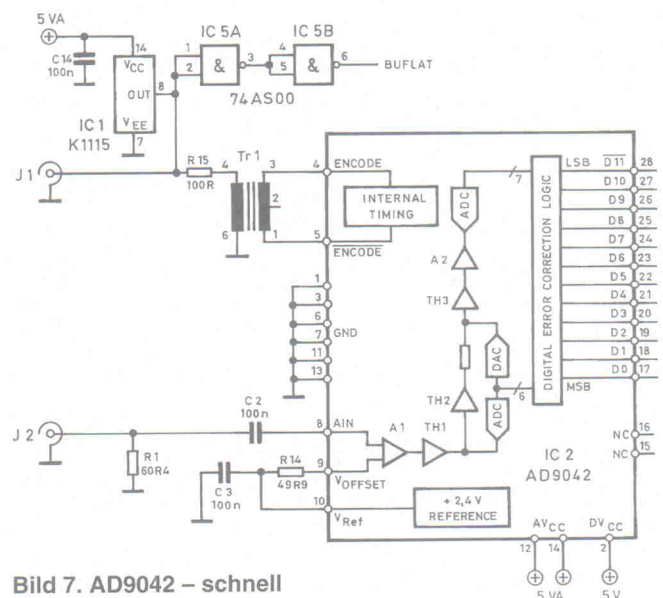


Bild 7. AD9042 – schnell und hochauflösend.

gangspuffer) oder als I/O-Port nutzbar ist, erleichtert sich die Anbindung an den entsprechenden Mikroprozessorbus. Zwischenzeitlich hat Maxim auch den MAX113 und den MAX114 vorgestellt, die 4-Kanal-Varianten von MAX117/118 im 24-Pin-NDIP- (Narrow) oder SSOP-Gehäuse. Die 8kanaligen Verwandten sind im 28-Pin-WDIP- (Wide) oder SSOP-Gehäuse erhältlich.

Wer bietet mehr?

In einer andern Leistungsklasse bewegt sich der einkanale AD9042. Mit 12 Bit Auflösung und 41 MS/s Abtastrate eignet sich der 470 DM (inklusive MwSt.) teure Baustein für den Einsatz in Spektrum-Analysen, automatischen Testsystemen, Mobilfunkbasissstationen, störfesten GPS-Empfängern oder für bildgebende Verfahren der Medizin.

In einem keramischen 28-Pin-DIP-Gehäuse oder im 44-Pin-TQFP integriert der AD9042 eine Referenzspannungsquelle sowie eine Track-and-Hold-Schaltung. Das Signal/Rausch-Verhältnis beträgt typisch 68 dB. Aus einer einfachen 5-V-Versorgung nimmt der Baustein lediglich 595 mW auf.

Die zweistufige Subranging-Architektur hat Analog Devices im AD9042 mit einem 6-Bit- und einem 7-Bit-Flash-Konverter realisiert. Die erweiterte Auflösung des zweiten ADCs steht der Fehlerkorrektur zur Verfügung, so daß am Ausgang echte zwölf Bit zur Verfügung stehen. Der 6-Bit-D/A-Wandler, dessen Ausgangswert das Ergebnis der ersten Flash-Stufe repräsentiert, muß übrigens eine Genauigkeit von mehr als 12 Bit aufweisen, weil die Fehlerkorrektur natürlich nicht die Fehler des DACs ausgleichen kann.

Volle Breitseite

Einen integrierenden Analog-Digital-Wandler für die Präzisionsmeßtechnik hat Prema im Angebot. Der PRI5610 eignet sich beispielsweise für die Signalerfassung in Kalibrier- oder Testsystemen, der Sensorik oder der Wägetechnik. Ein Einzelstück schlägt mit 630 DM inklusive Mehrwertsteuer zu Buche.

In einem 28poligen Keramikgehäuse enthält der Baustein (Bild 8) ein frei programmierbares Digitalfilter, eine serielle Schnittstelle, einen FIFO, eine

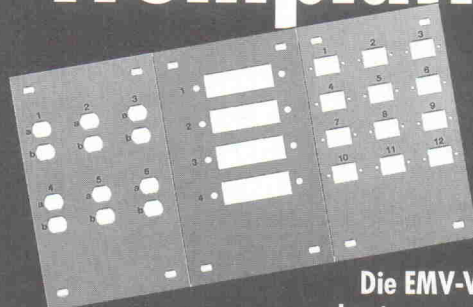
programmierbare Unterlauf-/Überlauferkennung, einen Ausgang mit dem gepufferten Eingangssignal, eine Referenzfrequenz von 50/60 Hz sowie einen digitalen Phasen- und Frequenzdiskriminator für die Taktansteuerung über eine PLL-Regelschleife. Mit einer Samplingfrequenz von maximal 150 Hz stehen am Ausgang 32-Bit-Worte zur Verfügung, von denen 15,6...22,8 Bits signifikant sind. Mit einem externen Kammfilter 1. Ordnung erreicht man bis zu 26,6 signifikante Bits, allerdings nur noch mit 10 S/s – ein optimaler Versuchsaufbau und ruhende Luft ist Voraussetzung.

Das Wandlungsverfahren des PRI5610 basiert auf einem von Prema entwickelten und patentierten Mehrfach-Rampenverfahren, das auch in Premas 8^{1/2}stellig Multimetern zum Einsatz kommt. Die Weiterentwicklung mit Rauschformung soll sich durch eine verbesserte und beschleunigte Konvergenz, eine verbesserte Filterung und eine geringere Temperaturdrift auszeichnen. Ein mit dem Kondensator C1 als Integrator beschalteter Verstärker integriert kontinuierlich einen der Eingangsspannung V_{in} proportionalen Strom auf. Die Eingangsspannung liegt bei diesem Verfahren ständig am Integrator an. Es entstehen also keine von der Eingangsspannung abhängigen Fehler, wie sie sonst durch Gleichrichtereffekte bei der Umladung spannungsabhängiger Halbleiter-Schaltkapazitäten entstehen.

Die Entladung des Kondensators C1 erfolgt durch Umschaltung der Referenz von V_{ref-} auf V_{ref+} . Während der Entladezeit werden die Impulse des Oszillators gezählt und fortlaufend aufaddiert. Der Komparator stellt den Nulldurchgang des Integrator-Ausgangssignals bei der Abintegration fest. Der Nulldurchgang legt den letzten Zählimpuls fest und bewirkt, daß auf die Referenzspannung V_{ref-} zurückgeschaltet wird. Da die Gesamtladungsänderung während einer Untermeßdauer gleich Null ist, ist die Entladungszeit dem Mittelwert der Eingangsspannung proportional. Der zweite Integrator dient der Rauschformung des Quantisierungsrauschens zur effektiven Rauschunterdrückung mit Hilfe des nachgeschalteten Digitalfilters.

Der Digitalfilter führt auch eine Bandbreitenbegrenzung des Eingangssignals durch. Die

EMV-gerechte Frontplatten



Die EMV-Vorschriften werden immer schärfer, die Ansprüche steigen, und wir haben die perfekte Lösung: EMV-gerechte Frontplatten und Teil-Frontplatten für alle Gehäuse und Baugruppenträger. Zu einem Preis, der Sie angenehm überraschen wird!

Fordern Sie ein kostenloses Muster an!

ADLER

KOMPETENZ IN BLECH

Adler GmbH · Gräfenau 56 · 75339 Höfen
Telefon (070 81) 95 45 - 0 · Telefax (070 81) 95 45 33

Qualität und Service

Bauelemente für die Elektronik-Industrie

Wir liefern Qualität von renommierten Herstellern, ob SMD oder bedrahtet:

Dioden, Gleichrichter- und Schaltdioden, Zener- und Schottky-Dioden, Brückengleichrichter, HV-Gleichrichter,

GI General Instrument

SEMTECH

Germanium-Dioden, TVS-Dioden, TVS-Dioden-Arrays, TVS-Module und EMV-Schutzsysteme, Spannungs- und Schaltregler, Leistungshalbleiter,

GERÄTE SCHUTZ INDUSTRIE ELEKTRONIK GmbH

PROTEK

SYFER SYFER TECHNOLOGY LIMITED

Silikon-Kleber, Silikon-Vergußmassen, Keramik-Vielschicht-Kondensatoren, Hochspannungs- und Tantal-Kondensatoren.

Unser Service ist „bärenstark“!

Persönliche Betreuung durch

Vertriebsingenieure im Außendienst

Ein persönlicher und engagierter

Ansprechpartner im Innendienst

Fachliche Beratung durch

kompetente Produktspezialisten

Schneller und zuverlässiger
Liefer- und Musterservice

GE Silicones

BKC Semiconductors Incorporated

SINUS ELECTRONIC
 Ihr erfahrener Partner in der Schutztechnik

Schleifweg 6
D-74257 Untereisesheim
Tel: 07132/9969-0
Fax: 07132/43750

Bandbreite und die Ausgangsdatenrate des Filters lassen sich programmieren. Diese Quantisierungstechnik ermöglicht eine hohe Präzision bei gleichzeitig kurzer Wartezeit. Die Daten stehen an der seriellen Schnittstelle mit FIFO-Ausgangspuffer bereit und finden per SPI-, Microwire-, TMS320- oder SCI-Interface zum Mikrocontroller. Der μC kann die Filterkoeffizienten einstellen und den gefilterten Meßwert auslesen und weiterverarbeiten.

Wandelzukunft

Mit der Auflösung des Analogsignals stoßen Wandler jenseits von 20 Bit langsam an physikalische Grenzen. Wer – außer Grundlagenphysikern – will schon die Bewegung der Atome in den Leitern messen? Auch die zeitliche Auflösung bestimmter Verfahren im GS-Bereich ist beeindruckend. Trotzdem ist das Ende der Fah-

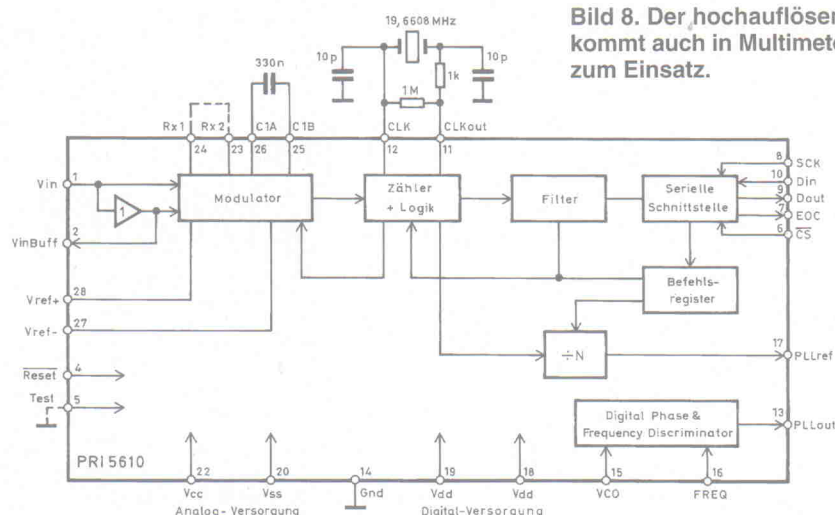


Bild 8. Der hochauflösende PRI5610 kommt auch in Multimetern von Prema zum Einsatz.

nenstange noch lange nicht erreicht. Ein preiswerter Wandler, der gleichzeitig hohe Geschwindigkeit und Auflösung, ein kompaktes Gehäuse, geringe Außenbeschaltung und niedrige Stromaufnahme zu bieten hat, ist immer noch nicht gebaut. cf

Literatur

- [1] Architekturwettbewerb, Analog/Digital-Wandlung, Herbert Pichlik, ELRAD 4/91, S. 40
- [2] Qualitätssicherung für Analog-Digital-Umsetzer, PTB-Bericht, Harald Schumny (Hrsg.), Physikalisch Techni-

sche Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin 1996

- [3] Einführung in die Sigma-Delta-Technik, Analog Devices, München
- [4] Datenblatt PRI5610, Prema, Mainz 1996

Hersteller- und Distributoradressen

Analog Devices Edelsbergstraße 8-10 80686 München ☎ 0 89/5 70 05-0 🚗 0 89/5 70 05-1 57	19 B 16	Emtron electronic VGmbH Rudolf-Diesel-Straße 14 64569 Nauheim ☎ 0 61 52/6 10 81 🚗 0 61 52/6 93 47	21 A 24	Hy-Line Computer Components Inselkammerstraße 10 82008 Unterhaching ☎ 0 89/61 45 03 40 🚗 0 89/61 45 03 50	18 B 05	Sasco Semiconductor Hermann-Oberth-Straße 16 86640 Putzbrunn ☎ 0 89/4 61 10 🚗 0 89/4 61 12 71	
Atlantik Elektronik GmbH Steindamm 39 20099 Hamburg ☎ 0 40/24 10 72 🚗 0 40/24 10 74	18 F 05	Eurodis Enatechnik Electr. GmbH Pascalkehre 1 25451 Quickborn ☎ 0 41 06/7 01-0 🚗 0 41 06/7 01-2 68	19 E 08/ 19 D 10	Ineltek GmbH Hauptstraße 45 89522 Heidenheim ☎ 0 73 21/93 85-0 🚗 0 73 21/93 85-95	18 E 10	SE Spezial Elektronik KG Kreuzbreite 15 31675 Bückeburg ☎ 0 5722/2 03-0 🚗 0 57 22/2 03-1 20	21 B 12
Avnet E2000 GmbH Stahlgruberring 12 81829 München ☎ 0 89/4 51 10-01 🚗 0 89/4 51 10-2 10	12 B 07	Farnell Electr. Components GmbH Grünwalder Weg 30 82041 Deisenhofen ☎ 0 89/61 39 39 39 🚗 0 89/6 13 59 01	24 C 22	Linear Technology GmbH Oskar-Messter-Straße 24 85737 Ismaning ☎ 0 89/96 24 55-0 🚗 0 89/96 31 47	18 B 01	SGS-Thomson GmbH Bretonischer Ring 4 85630 Grasbrunn ☎ 09 11/9 59 84-0 🚗 09 11/9 59 84-99	24 B 12
Burr-Brown International GmbH Kurze Straße 40 70794 Filderstadt ☎ 07 11/77 04-0 🚗 07 11/77 04-1 09	19 B 02	Framos Electr. Vertriebs GmbH Riegseestraße 16 81477 München ☎ 0 89/7 85 30 31 🚗 0 89/78 58 26 26	18 E 02	Maxim GmbH Lochhamer Schlag 6 82166 Gräfelfing ☎ 0 89/89 81 37-0 🚗 0 89/89 81 37-92	21 B 12	Sipex GmbH Gautinger Straße 10 82319 Starnberg ☎ 0 81 51/8 98 10 🚗 0 81 51/2 95 98	19 C 12
CompuMess Elektronik GmbH Lise-Meitner-Straße 1 85716 Unterschleißheim ☎ 0 89/32 15 01-0 🚗 0 89/32 15 01-11	20 E 12	Future electronics GmbH Muenchner Straße 18 85774 Unterföhring ☎ 0 89/9 57 27-0 🚗 0 89/9 57 27-1 29	18 E 03	MEV Elektronik Service GmbH Heinrich-Hasemeier-Straße 26 49076 Osnabrück ☎ 05 41/1 39 08-0 🚗 05 41/1 39 08-39	19 F 06A	SONY Deutschland GmbH Landsberger Straße 428 81241 München ☎ 0 89/8 29 16-4 48 🚗 0 89/8 29 16-444	25 B 06
CRYSTAL Semiconductor Mühlfelder Straße 2 82211 Herrsching ☎ 0 81 52/4 00 88 🚗 0 81 52/4 00 77	16 B 30/ 18 F 05	GET Plessey Semiconductor Ungererstraße 129 80805 München ☎ 0 89/30 09 06-0 🚗 0 89/30 09 06-55	25 B 08	National Semiconductor Livry-Gargan-Straße 10 82256 Fürstenfeldbruck ☎ 0 81 41/3 50 🚗 0 81 41/35 15 06	18 F 04	Spoerle Electronic Max-Planck-Straße 1-3 63303 Dreieich ☎ 0 61 03/3 04-8 🚗 0 61 03/30 44 55	18 D 12
Datel GmbH Bavariaring 8 80336 München ☎ 0 89/54 43 34-0 🚗 0 89/53 63 37	18 C 02	Glyn GmbH Am Wörtgarten 8 65510 Idstein/Taunus ☎ 0 61 26/5 90-2 22 🚗 0 61 26/5 90-1 11	23 A 01	PREMA Präzisionslekt. GmbH Robert-Bosch-Straße 6 55129 Mainz ☎ 0 61 31/50 62-17 🚗 0 61 31/50 62 22	19 B 15	Tekelec Airtronic GmbH Kapuzinerstraße 9 80337 München ☎ 0 89/51 64-0 🚗 0 89/51 64-1 10	16 B 30
EBV Elektronik GmbH Ammertalstraße 28 85551 Kirchheim-Heimstetten ☎ 0 89/9 91 14-0 🚗 0 89/9 91 14-4 22		Harris Semiconductor GmbH Pützbrunner Straße 69 81739 München ☎ 0 89/6 38 13-0 🚗 0 89/6 37 62 01	25 D 06	Rutronik RSC-Halbleiter GmbH Industriestraße 2 75228 Ispringen ☎ 0 72 31/8 01-0 🚗 0 72 31/8 22 82	15 D 08	Wyle Ginsbury Electr. GmbH Am Moosfeld 85 81829 München ☎ 0 89/4 51 70-0 🚗 0 89/4 51 70-100	18 D 06

Hinter den Adressen stehen die Standnummern der Firmen auf der electronica 96. WWW-Links zu den Homepages finden Sie unter <http://www.heise.de/el/>

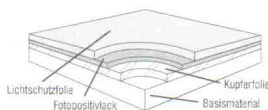
isel® - Rund um die Leiterplatte ... ein bewährtes Konzept, ein komplettes Angebot

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



belichten, entwickeln, prüfen

isel-Leucht- und Montagepulte

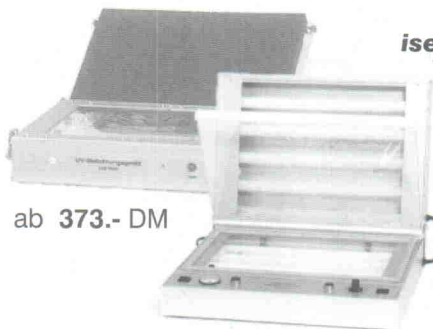
- sehr guter Streulichteffekt
- gleichmäßige und augenschonende Ausleuchtung der gesamten Montagefläche
- 3 Größen mit Montageflächen von 270 x 190 / 425 x 275 / 575 x 395 mm



ab 275.- 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)



ab 373.- DM

ab 998.- DM

isel-Arbeitsmaterialien zum Herstellen gedruckter Schaltungen

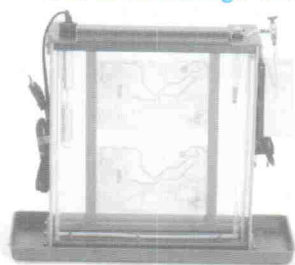
- Transparentpapier für Vorlagen
- Montagefolie für Vorlagen
- Diazofilme, Transreflexfilme und Umkehrfilme zur Vorlagenerstellung
- Chemikalien zur Leiterplattenherstellung



ätzen, bestücken, löten

isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte

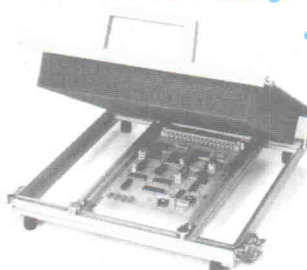
- für Platinen bis 250 x 175 / 250 x 365 / 250 x 465 mm
- Membranpumpen, stufenlos regelbare Heizung
- verstellbarer Platinenhalter zur Aufnahme der Leiterplatten



ab 218.- DM

isel-Bestückungs- und Lötrahmen

- für Platinen bis max. 230 x 185 / 230 x 350 mm, verstellbar
- Deckel mit 40 mm Schauffstoffauflage



ab 69.- DM

isel-Flux- und Trocknungsanlagen

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



ab 498.- DM

isel-Lötanlagen

- Alu-Lötwanne mit Edelstahlbleinlage
- 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

isel-UV-EEPROM-Löschgeräte

- intensives und gleichmäßiges Löschen
- elektronischer Zeitschalter, maximal 25 min
- Kontrollampe, Starttaster
- Löschzeit ca. 15 min

das ORIGINAL

für maximal 5 EPROMS



DM 89.-

das NEUE

DM 149.-



mit zusätzlicher Öffnung zum Löschen von SPS-Speichermodule

das GROSSE

DM 385.-



mit 4 Löschschlitzen für maximal 48 EPROMS

Preise zuzüglich Versandkosten

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

Rund um die Leiterplatte



iselautomation

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

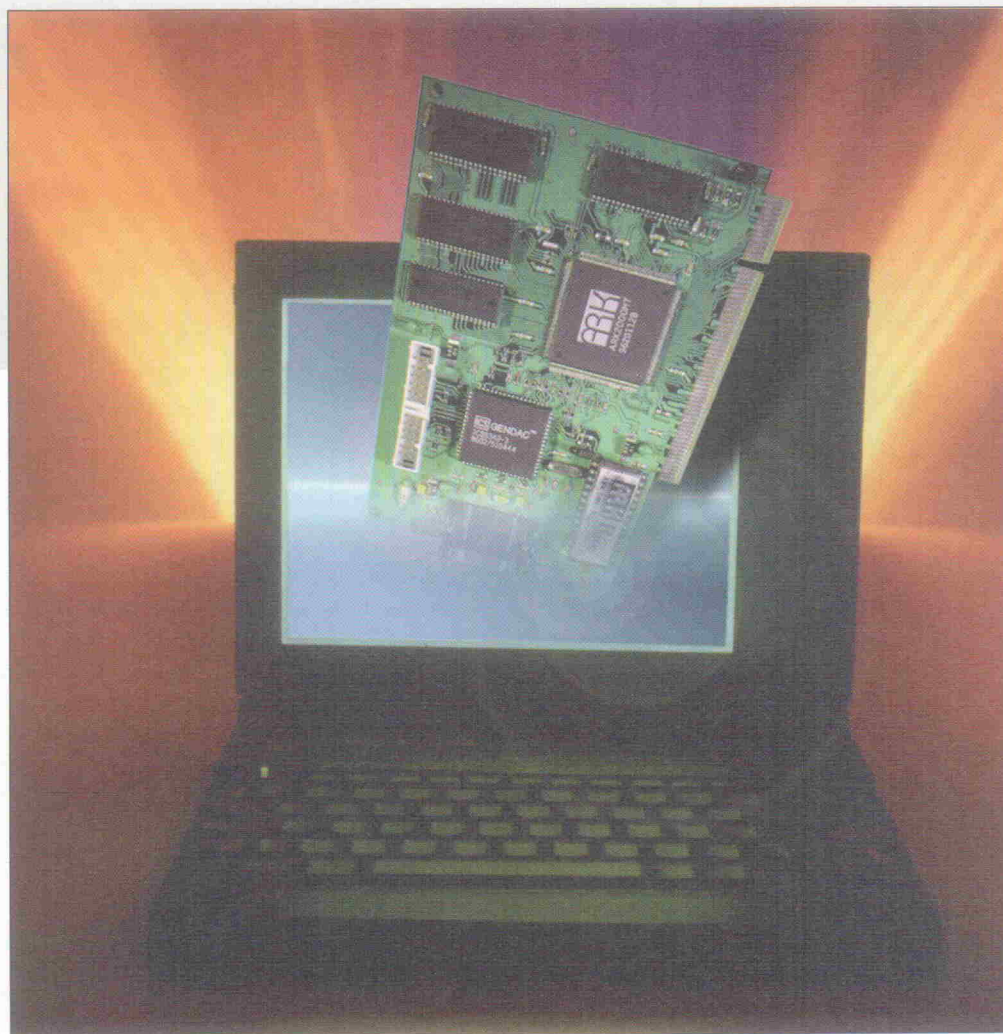
Technisches Büro Chemnitz • Neefestr. 76 • D-09119 Chemnitz
Tel.: (0371) 3501 47 Fax: (0371) 3501 49

Unter 64 Bit geht nichts

Grafikkarte mit ARK2000 MT

Manfred Bertuch

Kaum eine PC-Komponente hat sich in den letzten Jahren so stürmisch entwickelt, wie die Grafikkarte. Features wie Super-HiRes-Modi, TrueColor-Darstellung, Windows-Beschleunigung, Video-Playback und neuerdings sogar spezielle 3D-Fähigkeiten sind in nur einem hochintegrierten Baustein vereint. Grund genug, sich einen Vertreter dieser Spezies einmal aus der Nähe anzusehen.



Der ARK2000 MT von Ark Logic besitzt bis auf 3D-Beschleunigung alle erwähnten Eigenschaften und gehört wie jeder heute eingesetzte Grafikchip zur Klasse der 64-Bitter. Dieses Merkmal ist Voraussetzung für den Einsatz auf aktuellen Grafikboards. Hohe Auflösungen und Farbtiefen, schneller Bildaufbau und Video-Playback wurden erst möglich, nachdem man einen 64bittigen Datenbus zwischen Grafikchip und Bildspeicher vorsah und die Übertragungsrate gegenüber der Vorgängergeneration verdoppelte. Da jedes zusätzliche Feature eine weitere Steigerung der Transferrate verlangt, konzentrieren sich die aktuellen Entwicklungen weiter auf die Stei-

gerung der Übertragungsrate. Dabei verspricht man sich durch Einsatz neuer Speichertechnologien größeren Erfolg als durch die nochmalige Verdopplung des Datenbus auf 128 Bit.

Der Bedarf an hohen Übertragungsraten zwischen Grafikchip und Bildspeicher folgt in erster Linie aus der ergonomischen Darstellung von hohen Grafikmodi und großen Farbtiefen. Um einen Desktop mit 1024×768 Bildpunkten flimmerfrei darzustellen, muß der Bildspeicher 75mal in der Sekunde ausgelesen werden. Bei 16 Bit Farbtiefe (HiColor oder 65 536 darstellbaren Farben) fallen pro Bildpunkt 2 Byte an,

so daß allein für den Bildaufbau und die Erzeugung des Monitorsignals ständig eine Bandbreite von 118 MByte/s benötigt wird. Eine Reserve von mindestens 100 MByte/s ist erforderlich, damit Grafikoperationen ausreichend flott ablaufen und man Windows beim Fensterln nicht zusehen muß.

Der ARK2000MT erfüllt diese Voraussetzungen und unterstützt mit Fast-Page-Mode und Extended-Data-Out- (EDO-) DRAMs die heute auf Grafikkarten verbreiteten Speichertypen. Der Memory-Takt, aus dem alle zur Ansteuerung des Bildspeichers nötigen Signale abgeleitet werden, kann maxi-

Manfred Bertuch ist freier Journalist, beschäftigt sich schon mehr als zehn Jahre mit Grafikkarten und Monitoren und dürfte aufmerksamen Lesern als kompetenter Schreiber in unserer Schweizerzeitschrift c't aufgefallen sein.

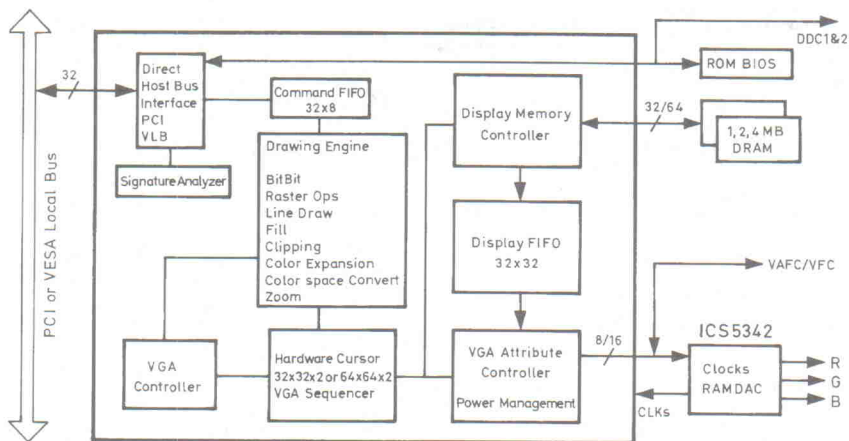


Bild 1. Der ARK2000 MT vereint das PCI-/VL-Bus-Interface, VGA-Funktion sowie Windows- und Video-Beschleunigung in einem Chip.

I/O-Bereich 3Cx und das Indexregister bei 3B4 (mono) beziehungsweise 3D4 (color) bereit. DOS-Software stehen alle 14 VGA-Modi zur Verfügung, die entweder über direkte Registerprogrammierung oder über die VGA-BIOS-Funktionen des Software-Interrupts 10h genutzt werden können. Super-VGA-Modi sind über VBE- (VESA-BIOS-Extensions) erreichbar. Beschleunigerfunktionen sind in diesem Modus nicht aktiv.

mal 80 MHz betragen. Im Page-Mode löst der Chip in jeweils zwei Memory-Takten einen Schreib- oder Lesezyklus aus und transportiert dabei jeweils acht Bytes über den Datenbus. Die maximale Bandbreite beträgt daher 320 MByte/s.

Getestet wurden bis jetzt Speichertakte bis 70 MHz bei Bestückung mit 40-ns-EDO-DRAMs. Man setzt in der Regel 4-MBit-Speicherchips mit einer Organisation von 256Kx16 ein. Ein 64-Bit-Datenbus wird dann bei Be-

stückung mit vier RAMs beziehungsweise bei einem Bildspeicher von 2 MByte erreicht. Ein 64bittiger 1-MByte-Speicher erfordert zu 128Kx16 organisierte Speicherchips. Der ARK2000 MT kann auch mit zu x4- und x8-organisierten Speicherbausteinen arbeiten.

Sowohl für PCI als auch für VLB

Das Bus-Interface des ARK2000 MT bedient ohne weitere Logik den PCI- oder VL-Bus. In einer PCI-Konfiguration übernimmt der Chip auch die Datentransfers zum Karten-EPROM und zum RAMDAC. Am VL-Bus liegen diese Bausteine an den ISA-Datenleitungen. Der dritte Datenbus, der Pixelbus, verbindet den Grafikchip mit dem externen RAMDAC. Er ist 16bittig ausgelegt und kann mit maximal 80 MHz betrieben werden. In TrueColor-Modi (3 Bytes/Pixel) werden in jeweils drei Takten zwei Pixel übertragen. Dies reicht aus, um beim 800 x 600-Format 75 Hz Bildwiederholrate zu erreichen. In 256-Farben-Modi können pro Takt zwei Pixel übertragen werden. In Verbindung mit dem RAMDAC ICS5342 sind ausgangsseitig Pixeltakte bis 135 MHz möglich. Dies garantiert beim 1280 x 1024-Mode eine Bildwiederholrate von 75 Hz.

Im RAMDAC ICS5342 sind die Farbpalette (color look up

table, CLUT) für die 256-Farben-Modi (Pseudo-Color), die Digital-Analog-Wandler für die drei Farbkanäle, ein Quarzoszillator und zwei programmierbare PLL-Taktgeneratoren untergebracht. Letztere erzeugen den Pixeltakt und den Memorytakt für den ARK 2000 MT.

Während des Boot-Vorgangs muß jede Grafikkarte die von IBM eingeführten VGA-Modi emulieren. Dazu stellen Grafikchips alle VGA-Register im

14 VGA-Modi inklusive

Zur effektiven Ausführung grafischer Oberflächen besitzt der Chip eine Reihe festverdrahteter Grafikfunktionen und die Fähigkeit, den Bildspeicher linear in den Adreßbereich oberhalb von 1 MByte einzublenden. Diese erweiterte Betriebsart muß über den Zugriff auf eine bestimmte I/O-Adresse entriegelt werden (Video-Subsystem Wake-up-Register). Danach stehen spezielle Grafikoperationen zur

Bildspeicher

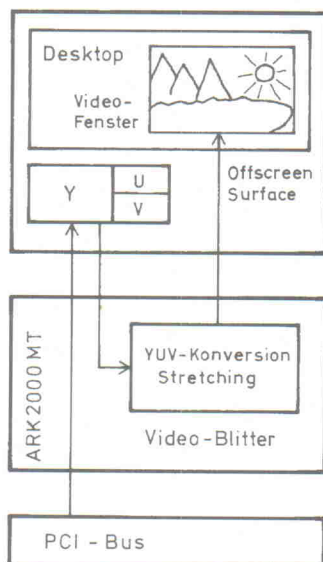


Bild 2. Der Video-Blitter bringt Videos ohne Zutun der Rechner-CPU auf Bildschirmgröße.

Inhalt OEM-Kit

Disketten:

Produktionsdaten:

- Schaltpläne als ORCAD-Datei,
- Photoplotter-Dateien, Gerberfiles
- Karten-BIOS inklusive VESA-Support für Super-VGA-Modi

Tools und Treiber für ARK2000MT:

DOS-Tools:

- Setzen von Grafik- und Text-Modi,
- Setzen von Refreshraten von Super-VGA-Modi
- Setzen der Adresse des linearen Bildspeichers

Treiber:

- AutoCAD R13/R12/R11/R10, AutoShade, 3D Studio
- PCAD 6.0, Lotus 123 2.x, Symphonie, MS Word 5.0, 5.5, 6.0,
- WordPerfect 5.1
- Windows 3.1, Windows 95, Windows NT 3.51, OS/2 Warp,
- X-Windows-Treiber für SCO-Unix

Installationssoftware für

- Windows 3.xx
- Windows 95 - OS/2

zusätzlich:

- Video-for-Windows 1.1e für Windows 3.1/95
- Xing MPEG-Player Version 1.3 für Windows 3.1/95 auf CD

beigefügte Unterlagen auf Papier:

- Schaltbilder, Bestückungsplan, Platinen-Layouts, Lizenzvereinbarungen,
- Installationsanleitung

ARK Logic Support-Mailbox: 001/408-467-1983

10 JAHRE

ELECTRONICA

Stand 20E09

München

12-13-14-15 November

ULTIBOARD

JETZT FÜR WINDOWS 95 & NT

JUBILÄUMSANGEBOT

Gültig bis 31. Dezember 1996

Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

Europa-ultimate Technology BV, Energiestraat 36, 1411 AT Naarden, NL

zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345

E-mail: sales @ ultiboard.com

Internet: http://www.ultiboard.com

ULTI-Board Version 5

ULTI-Cap Version 5

ULTI-Trail Version 5

ULTI-Board Library

Spectra 46.0

Browser

ULTIboard Entry Designer, bestehend aus ULTIcap Schaltplaneingabe, ULTIboard Leiterplattenlayout und dem bekannten Shape-based Autorouter Spectra SP4 (4-Signallagen + Power & Ground) mit einer Design-Kapazität von 1400 Pins für nur **DM 1975,00** ohne MwSt zuzüglich Versandkosten (DM 2271,25 incl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

Distributoren:

Talbus Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338

PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350

AKC GmbH, tel. 06109-90050, fax 06109-900533

KOSTENLOS

0130-829411



Bookshop

Fach-Know-how in deutscher Sprache:

Eine Auswahl der Verlage Heise, dpunkt und O'Reilly.

Weitere Informationen im Internet unter <http://www.emedia.de/bookshop>

Unseren Buchkatalog 1996 senden wir Ihnen gerne zu.

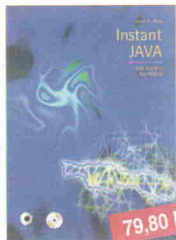


Highlight

JAVA – die Referenz

490 Seiten
Best.Nr. 4551

89,80 DM



79,80 DM

**Instant JAVA –
Mit Applets ins WWW**
(CD-ROM inkl.)
246 Seiten
Best.Nr. 4552



99,80 DM

JAVA bis ins Detail
(CD-ROM inkl.)
648 Seiten
Best.Nr. 4553



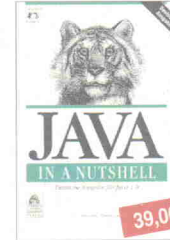
68,00 DM

HTML und CGI
(CD-ROM inkl.)
250 Seiten
Best.Nr. 4554



59,00 DM

**Die Sprache des Web:
HTML 3**
(CD-ROM inkl.)
237 Seiten
Best.Nr. 4555



39,00 DM

JAVA in a Nutshell
(Deutsche Ausgabe)
450 Seiten
Best.Nr. 4558



88,00 DM

**Internet im Unternehmen –
Praxis und Strategie**
435 Seiten
Best.Nr. 4561



89,00 DM

**Die Postscript- &
Acrobat-Bibel**
(CD-ROM inkl.)
442 Seiten
Best.Nr. 4515



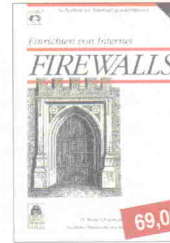
59,80 DM

**Chipkarten – Grundlagen,
Technik, Anwendungen**
157 Seiten
Best.Nr. 4514



198,00 DM

PCMCIA für Entwickler
557 Seiten
Best.Nr. 4486



69,00 DM

**Einrichten von Internet
Firewalls**
580 Seiten
Best.Nr. 4559



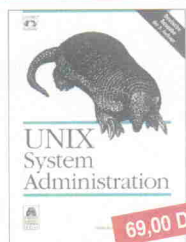
79,80 DM

**TCP/IP-Praxis
Design, Management,
Analyse**
391 Seiten
Best.Nr. 4513



78,00 DM

**CDE – der Standard Unix
Desktop**
259 Seiten
Best.Nr. 4556



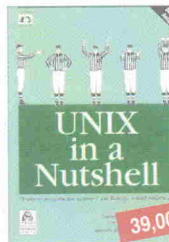
69,00 DM

**Unix System
Administration**
830 Seiten
Best.Nr. 4560



68,00 DM

Linux als Windows Server
(Diskette inkl.)
350 Seiten
Best.Nr. 4557



39,00 DM

UNIX in a Nutshell
(Deutsche Ausgabe)
490 Seiten
Best.Nr. 4589



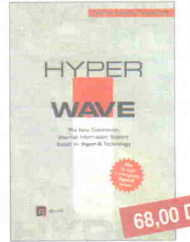
39,80 DM

**Objektorientierte Program-
mierung ohne Geheimnis**
(Diskette inkl.)
197 Seiten
Best.Nr. 4441



69,80 DM

TCP/IP-Grundlagen
303 Seiten
Best.Nr. 4484



68,00 DM

**Hyper Wave – How to build a
manageable Hyper-G server**
(CD-ROM inkl.)
490 Seiten
Best.Nr. 4580

BESTELLCOUPON eMedia GmbH

Bissendorfer Straße 8, 30625 Hannover, **bookshop-hotline:** 05 11/ 53 52-422, **Fax:** 0511/ 53 52-147, **Internet:** <http://www.emedia.de/bookshop>, **E-Mail:** bookshop@emedia.de

Absender:

Name/Vorname

Firma

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Bitte nutzen Sie auch die Bestellkarte in der Heftmitte.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Bestellung nur gegen Vorkasse

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

☐ Scheck liegt bei.

☐ Eurocard ☐ Visa ☐ American Express

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von / bis /

Datum ☒ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Entwicklung einer Grafikkarte mit dem OEM Kit von ARK Logic

Peter Röbbke-Doerr

Hersteller von Grafikbausteinen verkaufen nicht nur den Chip, sondern versorgen OEMs auch mit allem anderen, was man zum Aufbau einer Grafik-Karte braucht. Sie liefern in der Regel einen beachtlichen Disketten-Stapel mit Karten-BIOS, Gerberfiles für die Produktion der Leiterplatte sowie alle benötigten Treiber.

Im normalen Leben besteht kaum die Notwendigkeit, eine Grafikkarte selbst aufzubauen: Im Computershop um die Ecke gibt es leistungsfähige Boards ab 200 DM. Anders sieht es aus, wenn in speziellen Umgebungen eine VGA-kompatible oder Windows-taugliche Display-Hardware mit einer vom Standard abweichenden Bauform oder mit besonderen Steckverbindern benötigt wird – kurz, wenn ein Produkt von der Stange kaum oder nur mit unvermeidbar hohem Aufwand zu modifizieren ist.

An Hand des OEM-Kits von ARK Logic wollte ich den Aufbau eines Grafikboards demonstrieren; spezielle Modifikationen am Design wurden nicht vorgenommen, da hier in erster Linie gezeigt werden sollte, mit wie wenig Aufwand man mit den verfügbaren Unterlagen eine funktionsfähige Grafikkarte für den VL- oder PCI-Bus aufbauen kann. Allerdings wären Änderungen recht einfach gewesen, da Orcad-Files für alle Schaltbilder einschließlich der zugehörigen Bauteile-Bibliotheken vorliegen. Damit kann dann das neue Platinen-Design geroutet werden.

Die Gerber-Files wurden also 1:1 kopiert und per DFÜ an einen Platinenhersteller überspielt, der daraus innerhalb von zehn Arbeitstagen (natürlich mit dem entsprechenden Aufpreis) ohne weitere Zwischenfragen

eine Vierlagen-Platine herstellte. Inzwischen hatte ich versucht, vom Ark-Distributor hier in Deutschland die beiden Kern-ICs ARK2000MT und den Gendac zu bekommen. Nach längeren telefonischen Diskussionen über Sinn und Unsinn von eigenen Entwicklungen im Bereich Grafikkarten dann die halbherzige Zusage, daß man sich um die Beschaffung der Bausteine aus den USA kümmern wolle. Hauptsächlich wurde der (auch für den Support) zuständige Entwicklungsingenieur wohl von dem Alptraum geplagt, nach Veröffentlichung dieses Berichts würden sämtliche Entwicklungsbüros der Republik auf die Idee kommen, eigene Grafikkarten zu entwickeln und in kleinen Stückzahlen zu fertigen. Nun ja, daß auch Miro mal so angefangen hat, ist ihm wohl entfallen...

Nach mehreren Tagen Ruhe auf dem Postweg erneut ein Anruf beim Distributor: Ja, aber man habe auf das Fax in die USA noch keine Antwort bekommen. Ein kurzes Gespräch von mir mit dem Marketing-Leiter von ARK, Zaheer Hassan, in San Jose (USA) löste das Problem, indem der die beiden Bausteine in ein Transportröhrchen steckte und sie in seinen Versand trug. Am nächsten Tag schlug die Kurier-

tüte in unserem Wareneingang auf. Oh seliges Amerika!

Fast alle übrigen Bauteile waren nach der Stückliste leicht zu beschaffen gewesen; aber eben nur fast! Als schwierig erwiesen sich hochkapazitive Elkos und ein paar Drosseln in SMD. Da es sich hier aber mehr um 'lokale Händlerprobleme' und nicht um prinzipielle Schwierigkeiten zu handeln schien, setzte ich kurzerhand bedrahtete Bauteile ein – was auch vom Platz her kein Problem war. Ein schlichtes Widerstand-Array zeigte sich jedoch als wesentlich hartnäckiger; bei flüchtigem Hinsehen erschien es in der Stückliste und auf dem Bestückungsplan als normales SMD-Bauteil – beim 'Probeliegen' auf der fertigen Platine dagegen bedeckte eines dieser Standard-Arrays jedoch drei Footprints der vom Designer vorgesehenen Fläche; es mußte sich also um eine relativ neue, weiter miniaturisierte Bauform handeln. Nachfragen bei großen deutschen Distributoren und Widerstands-Herstellern brachten lediglich die Erkenntnis, daß man von solchen kleinen Teilen wohl schon gehört habe, beziehungsweise über einen Einstieg in die Fertigung nachdenke, aber leider, leider in diesem konkreten Fall nicht helfen könne.

Nun war wieder die Hilfe von ARK in Kalifornien gefragt: Eine EMail mit der Frage nach speziellen Bauteilinformationen und Herstellerangaben bescherte mir die genaue Bezeichnung und den Firmennamen Rawmat in Singapur. Glücklicherweise hatte diese Firma schon einmal auf der electronica in München ausgestellt; so hatte ich über den Messekatalog auch eine Telefonnummer und eine Faxnummer (wichtige Erkenntnis: Alte Messekataloge sind unverzichtbare Entwicklungs-

werkzeuge!). Mister Mani sagte dann bereitwillig die benötigten Muster zu. Dauer der Aktion: 24 Stunden bis zur Telefonnummer und noch einmal einen Tag, bis die Muster auf dem Tisch lagen.

Bestückung outsourcen

Schon zu Beginn des Projektes war klar, daß 208beinige ICs nicht mit dem altbewährten Weller gelötet werden können, die Bestückung also als Dienstleistung eingekauft werden sollte. Einige Angebote gab es zwar, aber letztlich entschied ich mich für die Firma Sican aus Hannover, die solche Aufträge auch bei Musterstückzahlen übernimmt. Die reine Dienstleistung – das heißt bei Anlieferung aller Materialien – schlägt dabei mit etwa 200 DM zu Buche. Man sollte aber berücksichtigen, daß der Preis nur ein Faktor unter mehreren ist.

Als alle Einzelteile gut verpackt zu Sican transportiert worden waren, bekam ich drei Tage später die bestückte Platine zurück. Der erste Test ergab jedoch zunächst lange Gesichter: Die Karte wurde nicht einmal auf DOS-Ebene erkannt. Also noch einmal ausbauen und sichtbar prüfen. Dabei fanden sich dann schnell die 'Fehler': Wegen nicht 100%iger Identifikation einiger Bauteile war deren Bestückung unterblieben und diese Teile in kleinen Tütchen mit einem Zettel dran zurückgeschickt worden. Hatte natürlich keiner gelesen...

Nachdem die Teile nachbestückt waren, lief die Karte und die Installations-Software dann endlich einwandfrei.

Donnerstag
1. 8.

Montag
12. 8.

Mittwoch
14. 8.

Dienstag
13. 8.

Mittwoch
21. 8.



ULTIBOARD JETZT FÜR WINDOWS 95 & NT

JUBILÄUMSANGEBOT

Gültig bis 31. Dezember 1996

ULTIMATE TECHNOLOGY

Europa: ULTimate Technology BV, Energiestraat 36, 1411 AT Naarden, NL
zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6945345
E-mail: sales@ultiboard.com

Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, und Sie sparen bis zu 40%.

ULTiboard Entry Designer, bestehend aus ULTicap Schaltplaneingabe, ULTiboard Leiterplattenlayout und dem bekannten Shape-based Autorouter Spectra SP4 (4-Signallagen + Power & Ground) mit einer Design-Kapazität von 1400 Pins für nur **DM 1975,00** ohne MwSt zuzüglich Versandkosten (DM 2271,25 incl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, und Sie sparen bis zu 40%.

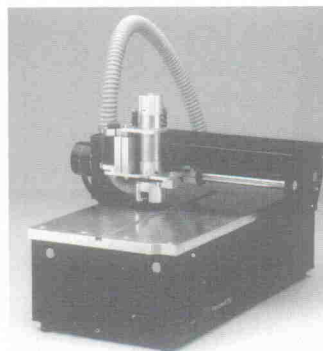
KOSTENLOS 0130-829411

Distributoren:
Taubo Electronic, tel. 030 - 6959260, fax 030 - 6942338
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

LPKF

ProtoMat 91s

Prototypplatinen durchkontaktiert



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

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

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

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

Die stabile Maschinenkonstruktion läßt Präzisionsfertigung von Feinleitschaltungen zu.

Sie wollen mehr wissen?

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

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

Design Corner

Noch mehr Leistung für TrueColor, Video und 3D

Die aktuellen Trends bei Grafikchips haben noch größere Leistungen bei weiter sinkenden Kosten zum Ziel. So sind bei der neuesten Chipgeneration auch der RAMDAC und die Taktgeneratoren im Grafikchip integriert. Zum Aufbau eines Boards benötigt man neben dem Chip nur noch die Bildspeicher, das BIOS-EPROM und einen Schwing-Quarz. Um die Übertragungsrate zwischen Chip und Bildspeicher zu steigern, hat man die EDO-DRAMs weiterentwickelt. Burst-EDOs beziehungsweise Single-Cycle-EDOs benötigen nur noch einen Memory-Takt pro Transfer und erreichen an einem 64-Bit-Bus eine Bandbreite von über 400 MByte/s. Noch höhere Transferraten von 600 bis 800 MByte/s lassen sich mit synchronen Speichertypen erreichen. Sie werden bereits für Memory-Takte von 100 MHz gefertigt. Mit SDRAMs oder SGRAMs ist man in der Lage, auch 4-MByte-Modi, also 1600 × 1280 Bildpunkte mit 65536 Farben oder 1280 × 1024 Bildpunkte mit 16,7 Mio. Farben (TrueColor) darzustellen. Bislang waren diese Auflösungen den High-End-Adaptoren mit den teuren VRAM- oder WRAM-Bildspeichern vorbehalten.

Die hohen Bandbreiten verbessern außerdem die Eigenschaften bei Video-Playback. Reserven sind auch hier ge-

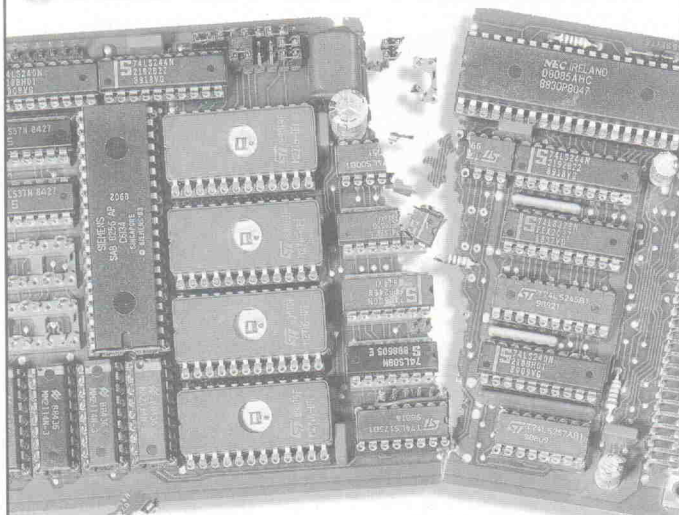
fragt, schließlich sind bei Video-Konferenzen nicht nur ein Video-Fenster, sondern zwei oder mehr darzustellen. Eine entscheidende Entlastung ist zudem Video-Streaming. Das aufbereitete Video-Frame wird nicht mehr in den Bildspeicher zurückgeschrieben, sondern erst in dem Moment, in dem es zur Anzeige gebracht werden soll, aus dem Off-Screen-Bereich ausgelesen und im Pixeltakt skaliert, gefiltert und nach RGB konvertiert. Moderne RAMDACs können ebenfalls im Pixeltakt ihre Betriebsart anpassen und zum Beispiel zwischen dem Paletten-Modus und HiColor umschalten. Auf diese Weise lassen sich Videos auch in einem 256-Farben-Desktop mit hoher Farbaufklärung anzeigen.

Die jüngste Entwicklung ist die schon erwähnte 3D-Beschleunigung. Die neuesten Grafikchips kennen einen 3D-Modus, in dem sie selbstständig berechnen, ob Bildpunkte eines Objekts verdeckt oder sichtbar sind und diese mit schattierten Oberflächen oder Texturen versehen. Da der Bildspeicher zusätzliche Aufgaben bekommt (Z-Buffer, Texture-Memory), sind hier noch höhere Speicherbandbreiten erforderlich. Der 3D-Modus ist für PC-Spiele optimiert, mit denen die Hersteller die Kunden dazu bewegen wollen, abermals in eine neue Grafikkarte zu investieren.

Verfügung. Der Chip kann zum Beispiel den Grafik-Cursor selbst erzeugen und bewegen, nachdem man einen Maus-Zeiger oder eine andere maximal 64 × 64 Pixel große Bitmap in einen reservierten Bereich des Bildspeichers abgelegt hat. Ein anderer Grafikbefehl zeichnet Linien, in

einer Variante sogar vier Linien in einem 45-Grad-Raster mit einem einzigen 32-Bit-Kommando. Wichtig ist der Blitter zum Löschen oder Verschieben rechteckiger Bereiche (BitBlt). Er läßt sich zum Aufbau oder Manipulation von Fenstern einsetzen. Alle Zeichenoperationen beziehen

Jede ist zu ersetzen!



Nachfertigung Neuentwicklung von nicht mehr lieferbaren Elektronikbaugruppen

DIE ENTWICKLER

Vereinigte Elektronik Werkstätten GmbH

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

Auflösung und Refreshraten des ARK2000

Auflösung	256 Farben	HiColor	TrueColor
640 × 480	90 Hz	90 Hz	75 Hz
800 × 600	90 Hz	75 Hz	60 Hz *
1024 × 768	75 Hz	75 Hz *	
1280 × 1024	75 Hz *		
1600 × 1200	60 Hz *		

* erfordert 2 MByte Bildspeicher

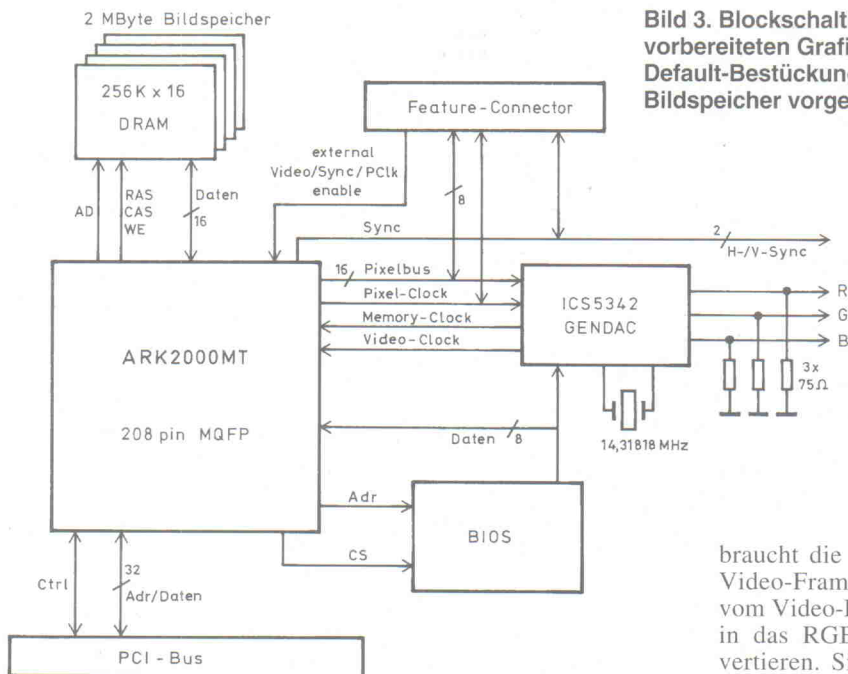


Bild 3. Blockschaltbild der von ARK vorbereiteten Grafikkarte, in der Default-Bestückung sind zwei MByte Bildspeicher vorgesehen.

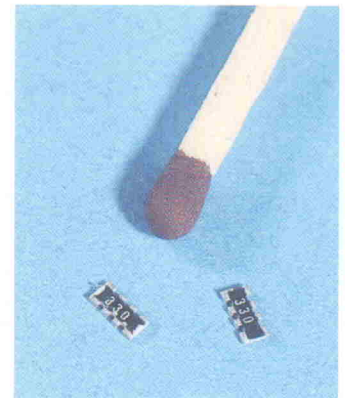


Bild 5. Hier zwei der auf Seite 61 erwähnten Widerstands-Arrays

zahlreiche Randbedingungen ein, wie zum Beispiel Clipping-Fenster und Clipping-Bitmaps (Stencil), Maskierungen einzelner Bits innerhalb von Farbwerten sowie logische Operationen (AND, OR, XOR) zwischen Quelle und Ziel. Unter Text-BitBlt versteht man das Kopieren von

Buchstaben, die als Bitmap in nicht sichtbaren Bereichen des Bildspeichers abgelegt sind (Font-Caching). Dies beschleunigt den Aufbau von Textseiten.

Eine Besonderheit ist Video-BitBlt. Um das Abspielen von Videos zu unterstützen,

braucht die Rechner-CPU die Video-Frames nicht selbst vom Video-Farbmodell (YUV) in das RGB-Modell zu konvertieren. Sie legt die Video-Frames noch im YUV-Format in einen nicht sichtbaren Bereich des Bildspeichers ab. Von dort kopiert der Grafikchip sie an die gewünschte Stelle des Desktop und führt dabei sowohl die Konvertierung von YUV nach RGB, als auch die Skalierung auf die endgültige Größe des Video-Fensters durch (Video-Beschleunigung).

Die Entlastung ist besonders dann groß, wenn ein Video schirmfüllend wiedergegeben werden soll. Wenn die Skalierung nicht auf dem Grafikboard erfolgen würde, müssten die Rechner-CPU und der PCI-Bus 1024 x 768 Bildpunkte große Frames handhaben. Gegenüber einer Ausgangsgröße von 320 x 240 Bildpunkten wäre das die neunfache Datenmenge. Videobeschleunigung hat sogar die Software-Dekodierung von MPEG-Clips möglich gemacht. Ein von dem amerikanischen MPEG-Spezialisten Xing stammender Software-Player ist ebenfalls Bestandteil des OEM-Kits von Ark Logic. roe

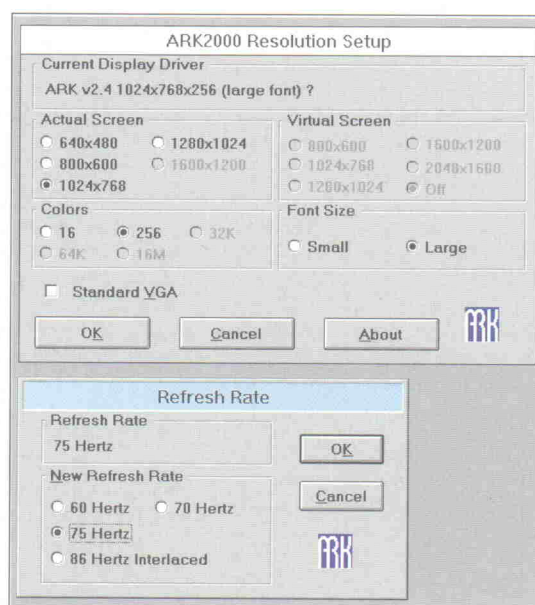
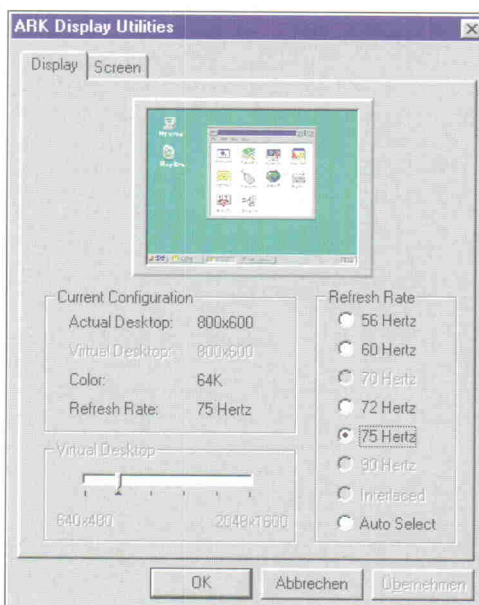


Bild 4. Konfigurations-Werkzeuge erleichtern die Wahl von Auflösung, Farbtiefe und Bildwiederholrate unter Windows 3.1 (rechts) und Windows 95 (links).

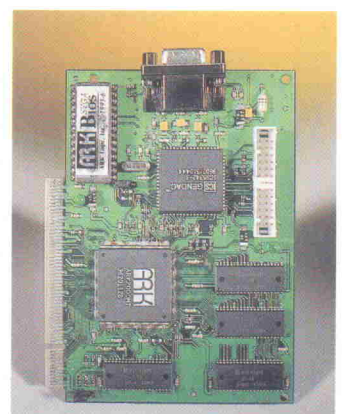


Bild 6. Standardmäßig verfügt das Demonstrations-Design von ARK über 2 MB Bildspeicher.

10 JAHRE

ULTIBOARD

JUBILÄUMSANGEBOT

Gültig bis 31. Dezember 1996

ULTIMATE TECHNOLOGY

JETZT FÜR WINDOWS 95 & NT

ULTiboard Entry Designer, bestehend aus ULTicap Schaltpläneingabe, ULTiboard Leiterplattenlayout und dem bekannten Shape-based Autorouter Spectra SP4 (4-Signallagen + Power & Ground) mit einer Design-Kapazität von 1400 Pins für **nur DM 1975,00** ohne MwSt zuzüglich Versandkosten (DM 2271,25 incl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

Europa: ULTimate Technology BV, Energiestraat 36, 1411 AT Naarden, NL
 zentrale: tel. 0031 - 35-6944444, fax 0031 - 35-6943345
 E-mail: sales@ultiboard.com Internet: http://www.ultiboard.com

KOSTENLOS

0130-829411

ELECTRONICA
Stand 20609
München
12-13-14-15 November

Distributoren:
 Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
 PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350
 AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-90053

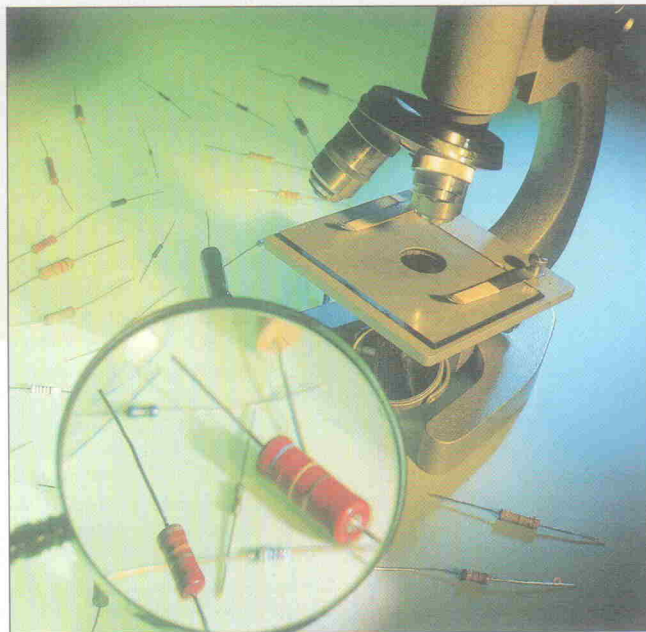
ULTI
ULTiboard Version 5
ULTicap Version 5
ULTiboard Library
Spectra v6.0

Oft übersehen

Grundlagen linearer Festwiderstände

Thomas Bluhm

Im Schatten der Mikroelektronik scheinen passive Bauelemente wie diskrete Widerstände fast aus dem Blickfeld der Elektronik gerückt zu sein. Dabei gibt es auch heute kaum eine elektronische Schaltung, die ohne Widerstände auskommt. Ein Blick auf eine moderne Leiterplatte zeigt zudem, daß es auch rein optisch schwieriger geworden ist, sie überhaupt wiederzufinden.



Waren es früher noch die sympathisch braunen oder blauen Zylinder mit den blanken Anschlußdrähten und den vielen bunten Ringen – der Stolz eines jeden Elektrikers, wenn er diesen Code auswendig zu entziffern weiß –, so dominieren bei Widerständen heute kleine und kleinste Bauformen (bis zu $0,4 \times 0,2$ mm), die sich von Hand kaum noch verarbeiten lassen. Und wenn überhaupt, so läßt sich ein Code hier nur mit einer starken Lupe entziffern.

Noch Anfang der 90er Jahre hat man dem Markt für diskrete Widerstände einen kontinuierlichen Rückgang prognostiziert. Wenn man neuesten Marktanalysen glauben schenken darf, so wird das Wachstum dieser Branche bis zum Jahr 2002 bei durchschnittlich 7,6 % liegen. Zu den stärksten 'Verbrauchern' diskreter Widerstände zählen Telekommunikation, Consumer-Elektronik und die Autoindustrie.

Grund genug, sich einmal intensiver mit diesem Bauelement zu befassen, zumal dann, wenn man als Entwickler einer Schaltung bestimmte Eigenschaften garantieren muß. Denn Wider-

stand ist lange nicht gleich Widerstand, und den idealen Typen gibt es auch hier noch nicht. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über den technischen Stand von linearen Festwiderständen, beleuchtet deren Eigenschaften und Parameter, zeigt die heute üblichen Bauformen und -größen und erlaubt einen Einblick in die moderne Fertigung sowie einen Ausblick in die Zukunft.

Überblick

Lineare Festwiderstände werden in Abhängigkeit von ihrem Widerstandsmaterial aufgeteilt in Schicht-, Folien-, Masse- und Drahtwiderstände, wobei sich die Schichtwiderstände noch zusätzlich in Kohle-, Metall- und Dickschichttypen unterscheiden (Bild 1).

Wenn man nach den verkauften Stückzahlen geht, gehören Metall- und Dickschichtwiderstände zu den am weitesten verbreiteten Typen. Kohleschichtwiderstände spielen nur noch vereinzelt eine Rolle. Sie werden besonders dort eingesetzt, wo es auf hohe Impulsfestigkeit ankommt. Kennzeichnend für

Schichtwiderstände ist eine auf einen Keramikkörper aufgetragene Widerstandsschicht. In der Metallschichttechnologie wird oft gesputtert (zerstäubt, siehe auch Kasten 'Ein Widerstand wird geboren', S. 68), in der Dickschichttechnologie verwendet man die Siebdrucktechnik.

Nach der Kontaktierung wird der Widerstand auf seinen Endwert abgeglichen. Früher geschah dies mittels Schleifscheibe oder Sandstrahl, heute wird meist mit einem Laser gearbeitet. Die anschließende Lackierung schützt das Bauelement vor mechanischen und klimatischen Beanspruchungen. Kennzeichnet wird der Widerstandswert durch die bekannten Farbringe oder auch mittels Stempelaufdruck im 'Klartext'. Bevor die Widerstände verpackt werden, müssen sie sich in der Qualitätskontrolle noch umfangreichen Endmessungen unterziehen lassen.

Typen

Schichtwiderstände sind grundsätzlich universell einsetzbar (Bild 2). Metallschichtwiderstände im besonderen besitzen ein sehr gutes Rauschverhalten und eine geringe Nichtlinearität. Aber auch Parameter wie Toleranz, Temperaturkoeffizient und Stabilität sind überdurchschnittlich gut. Dickschichtwiderstände lassen sich dagegen kostengünstiger produzieren. Qualitativ sind sie für solche Anwendungsbereiche ausreichend, bei denen der Schwerpunkt nicht auf geringem Rauschen, kleinem Temperaturkoeffizienten und geringer Drift liegt.

Bei Massewiderständen bildet der gesamte Widerstandskörper das Widerstandselement (Bild 3). Die Widerstandsmasse wird zusammen mit den Anschlußdrähten gepreßt und gehärtet. Da kein Abgleich stattfindet, sind die Anliefertoleranzen mit 10 % beziehungsweise 20 % verhältnismäßig groß. Dafür bieten Massewiderstände sehr gute Hochfrequenzeigenschaften und eine im Verhältnis zur Baugröße hohe Überlastbarkeit. Aus diesem Grund werden die relativ teuren Bauelemente in Motorsteuerungen, Stromversorgungen, Schweißsteuerungen und als 'Dummy Loads' eingesetzt.

Das Innenleben eines Drahtwiderstands besteht aus einem Keramik- oder Glasfaserträger, der – entsprechend seinem Wert – mit Widerstandsdraht

Dipl.-Ing. Thomas Bluhm studierte Informationstechnik an der TH Ilmenau. Anschließend entwickelte er bei der Firma Harms & Wende in Hamburg Steuerungen für Punktschweißmaschinen. Seit einem Jahr berät er als Applikationsingenieur beim Widerstandshersteller Beyschlag in Heide Kunden bei technischen Problemen.

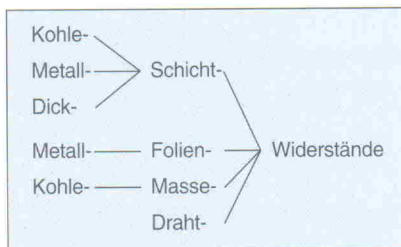


Bild 1. Der 'Typenstammbaum' linearer Festwiderstände

bewickelt ist (Bild 4). Die Drahtenden werden mit den Kapfen verschweißt oder verpreßt. Herausragendes Merkmal ist die sehr hohe mögliche Oberflächentemperatur von bis zu +450 °C. Diese Eigenschaft sorgt für eine extrem hohe Belastbarkeit der Widerstände. Das Einsatzgebiet ist dem der Massewiderstände vergleichbar. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die HF-Eigenschaften der Drahtwiderstände deutlich schlechter sind.

Metallfolienwiderstände bestehen aus einer geätzten metallischen Folie, die elektrisch isoliert auf einem wärmeleitfähigen Material fixiert wird (Bild 5). Sie werden heute bereits in großem Umfang als niederohmige Strom-Meßwi-

derstände (Shunts) eingesetzt. Die wichtigsten Anforderungen an einen solchen Widerstand sind:

- kleiner Temperaturkoeffizient,
- niedrige Thermospannung gegen Kupfer,
- hohe Langzeitstabilität.

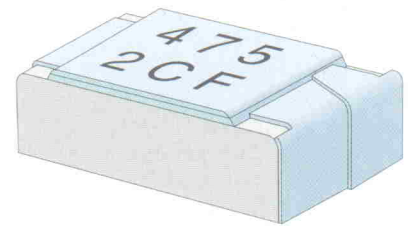
Diese Eigenschaften werden von ätztechnisch hergestellten Folienwiderständen und den Eigenschaften der Legierungen Manganin und Zeranin hervorragend abgedeckt. Zu den weiteren technischen Vorteilen zählen eine niedrige Induktivität und eine gute Impulsbelastbarkeit. Hohe Dauerleistung (bis zu 500 W) erreicht man hier durch den Aufbau auf einem sehr gut wärmeleitenden Substrat (Aluminium), das bei Hochlei-

stungsausführungen (ähnlich den Leistungstristoren) auf einen externen Kühlkörper geschraubt werden kann. Die Folientechnologie ist besonders geeignet zur Herstellung von Widerständen im Wertebereich von 100 µΩ ... 100 Ω.

Neben den bisher vorgestellten Grundtypen gibt es eine Reihe von Spezialwiderständen:

- trimmbare Widerstände, die erst in der Anwenderschaltung mittels Laser auf den Sollwert abgeglichen werden,
- Hochfrequenzwiderstände, die für Anwendungen im Mikrowellenbereich optimiert sind,

Bild 2. Schichtwiderstände sind universell einsetzbar.



Quelle: Beyschlag

– Sicherungswiderstände, die nach Überschreiten eines definierten Stromwertes hoch-ohmig werden,

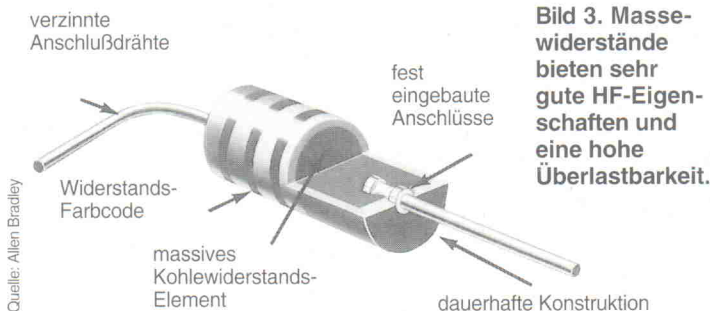
– kundenspezifische Widerstandsarrays und -netzwerke in beliebigen Konfigurationen.

Physik im Spiel

Das wesentliche Merkmal linearer Widerstände ist, daß der Quotient aus Spannung und Strom immer konstant ist oder, anders ausgedrückt,

$$R = U/I = \text{konst.}$$

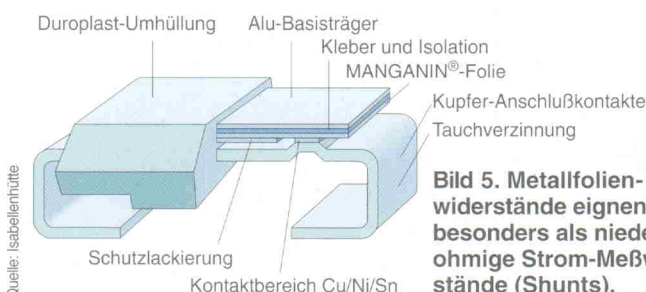
Ein idealer Widerstand besitzt darüber hinaus keine Abwei-



Quelle: Allen Bradley



Quelle: Virohm



Quelle: Isabellenhütte

Der schnelle Einstieg in Ihr C166 - Projekt

Moderne Software-Technologie für



fast-view66/WIN

Controller
SAB C167
SAB C165
SAB 80C166

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

Host
Windows 3.1
Windows NT
Windows 95

pls

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

Professionelle Betreuung bei Entwicklung, Testung und Wartung

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 7, Stand C 14

chung vom Nennwert, ist temperaturunabhängig, läßt sich beliebig elektrisch belasten und ändert seinen Wert im Laufe seines Lebens nicht.

In der realen Welt hat jedoch immer noch die Physik ein Wörtchen mitzureden. Und so gibt es bei den auf den ersten Blick scheinbar simplen Widerständen Eigenschaften, die ein Entwickler – egal ob analoger oder digitaler Schaltungen – zu berücksichtigen hat. Will er ein bestimmtes Schaltungsverhalten wie eine besonders hohe Impulsfestigkeit oder ein gutes Signal/Rauschverhalten garantieren, so kommt er um einen Blick in die Datenblätter nicht herum. Im folgenden werden alle relevanten Eigenschaften der Reihe nach erläutert.

Zunächst ist da der *Nennwert*. Er gibt die Größe an, die der Widerstand auf Grund seiner Konstruktion haben sollte. Obwohl es möglich ist, beliebige Widerstandswerte zu fertigen, haben sich in der Praxis wegen der vereinfachten Lagerhaltung die E-Reihen nach IEC 62 durchgesetzt. Ausgehend vom Prinzip der konstanten Toleranz und von den Widerstandswerten 1 Ω , 10 Ω , 100 Ω und 1 k Ω wird eine geometrische Folge von Werten nach folgender Formel gebildet:

$$R_m = (R_1 \cdot 10)^{m/n}$$

Dabei steht n für die Anzahl der Werte innerhalb einer Dekade: $n = 6, 12, 24, 48, 96, 192$ (die wichtigsten Reihen sind fett gekennzeichnet), und m kennzeichnet ein konkretes Element innerhalb einer Reihe: $m = 1 \dots n$.

Jeder vom Hersteller angegebene Nennwert ist zusätzlich mit einer Toleranz behaftet. Die *Anlieferungstoleranz* beschreibt den Bereich, um den ein Widerstand zum Zeitpunkt der Anlie-

ferung beim Kunden vom Nennwert prozentual abweichen darf. Zu dieser Toleranz können sich im Betrieb weitere Wertänderungen wie Drift oder Temperaturkoeffizient addieren. Oft werden die Nennwerte aus den E-Reihen mit der Toleranz so kombiniert, daß sich die Streubereiche zweier aufeinanderfolgender Werte geringfügig überlappen, zum Beispiel: E24/5 %, E96/1 %, E192/0,5 %.

Wie bereits erwähnt, gibt es neben Herstellungstoleranzen noch andere Effekte zu berücksichtigen. Einer der wichtigsten ist das Temperaturverhalten, denn der Widerstandswert ändert sich geringfügig nichtlinear mit der Temperatur. Der *Temperaturkoeffizient* (TK) ist die relative Änderung des Widerstandswertes in einem gegebenen Temperaturintervall. Es gilt:

$$TK = \frac{R_{\vartheta} - R_{20}}{R_{20} \cdot (\vartheta - 20^\circ C)}$$

mit R_{ϑ} = Widerstandswert bei der Temperatur ϑ , R_{20} = Widerstandswert bei +20 °C und ϑ = Betriebstemperatur.

Der TK ist somit die mittlere Steigung der Temperatur-Widerstandskurve und gilt immer nur in einem genau spezifizierten Temperaturbereich. Üblicherweise werden in Normen empfohlene Temperaturbereiche – sogenannte *Klimakategorien* – verwendet, zum Beispiel $-55^\circ C \leq \vartheta \leq +125^\circ C$ für $TK = 0 \pm 50$ ppm/K. Der Temperaturkoeffizient ist in den Datenblättern enthalten. Für jede Temperaturänderung in diesem Bereich kann die maximale Widerstandsänderung berechnet werden:

$$\frac{\Delta R}{R_{20}} = \Delta T \cdot TK$$

Der Schlüssel zu den Größen

Bauform	genormt nach	Beispiel	Beschreibung
zylindrisch	DIN	0204	Maße: gerundete, maximale in mm Reihenfolge: Durchmesser – Länge $\phi \approx 2$ mm, $l \approx 4$ mm
	CECC	RC 3715	Maße: maximale in 1/10 mm Reihenfolge: Länge – Durchmesser Resistor Cylindrical, 1 = 3,7 mm, $\phi = 1,5$ mm
rechteckig (Chip)	EIAJ	3216	Maße: 1/10 mm Reihenfolge: Länge – Breite $l = 3,2$ mm, $b = 1,6$ mm
	CECC	RR 1206	Maße: 1/100" (Zoll, 1" = 25,4 mm) Reihenfolge: Länge – Breite Resistor Rectangular, $l = 0,12$ ", $b = 0,06$ "

DIN: Deutsches Institut für Normung
EIAJ: Electronic Industries Association of Japan

CECC: CENELEC Electronic Components Committee

Darüber hinaus kann sich der Widerstandswert unter thermischer, elektrischer oder mechanischer Beanspruchung ändern. Um diese Einflüsse spezifizieren zu können, hat man mehrere *Stabilitätsklassen* eingeführt (Tabelle 'Stabilitätsklassen'). Sie geben die maximal zulässige Änderung an. Geprüft wird die Stabilität durch in Normen festgelegte Verfahren. Dabei handelt es sich um Kurzzeitprüfungen wie Überlast, mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse, Lötwärmebeständigkeit, rasche Temperaturänderung, Schwingen und Langzeitprüfungen wie Klimafolge, Feuchte, Wärme, Dauerprüfung bei oberer zulässiger Temperatur und Dauerprüfung bei +70 °C.

Vor allem in Anwendungen, bei denen höhere Ströme fließen, spielt die *Nennbelastbarkeit* eine Rolle. Sie gibt die Belastbarkeit des Widerstands bis zu einer definierten Umgebungstemperatur (+70 °C oder +40 °C) an. Bei dieser Leistung werden noch keine kritischen Temperaturen am Bauelement erreicht. Oberhalb dieser Temperatur darf nur noch ein Teil der Leistung ohne Änderung der Widerstandseigenschaften umgesetzt werden. Beschrieben wird

das mit der Lastminderungskurve (Derating, Bild 6). In diesem Zusammenhang gilt es auch, die spezifizierte *Betriebsspannung* zu beachten. Das ist die höchste Gleichspannung oder der Effektivwert einer sinusförmigen Wechselspannung, die im Dauerbetrieb am Widerstand anliegen darf.

Leicht gekrümmt

Auf Grund von Inhomogenitäten des Widerstandsmaterials, des Substrats oder schlechten Übergängen zwischen Anschlüssen und Widerstandsmaterial verhalten sich auch lineare Widerstände nicht exakt linear, das heißt die Strom-Spannungs-Charakteristik verläuft nicht streng geradlinig. Zur Bestimmung dieser *Nichtlinearität* wird die dritte Harmonische einer 10-kHz-Sinusschwingung gemessen. Das Spannungsverhältnis

$$A_3 = 20 \cdot \log \frac{U_{10kHz}}{U_{30kHz}}$$

ist ein Qualitätskriterium des Widerstandes. Fehlerhafte Widerstände können durch zu kleine A_3 -Werte erkannt werden. Das Meßverfahren ist in IEC 440 festgelegt.

Typen und ihre Eigenschaften

Widerstandstyp	Kohleschicht	Metallschicht	Dickschicht	Metallfolien	Kohlemasse	Draht
Widerstands-Wertebereich	10 Ω ...22 M Ω	0,22 Ω ...22 M Ω	1 Ω ...100 M Ω	0,1 m Ω ...1 M Ω	2,7 Ω ...100 M Ω	0,5 Ω ...300 k Ω
Toleranzbereich [%]	2...10	0,1...2	1...5	0,005...5	5...20	0,1...10
Temperaturkoeffizient, TK [0 \pm ... ppm/K]	-200...-1500	5...50	50...200	2...50	-200...-1500	1...200
max. Betriebstemperatur [°C]	+155	+155	+155	+175	+150	+400
Nennbelastbarkeit, P_{70} [W]	0,25...2	0,063...1	0,063...0,25	0,25...250	0,1...4	0,25...100
Stabilität, $P_{70}/1000$ h [%]	$\pm 0,8$... ± 3	$\pm 0,25$... $\pm 0,5$	± 1 ... ± 3	$\pm 0,05$	+4/-6 (typ. -3)	± 1 ... ± 10
Betriebsspannung, U_{max} [V]	200...1000	50...300	50...200	200...500	150...750	25...1000
Stromrauschen [μ V/V]	<1	<0,1	<10	<0,025	2...6	<<
Nichtlinearität, A_3 [dB]	>100	>110	>50	<<	~60	<<

Die Stabilitätsklassen

Stabilitätsklasse	Langzeitprüfungen	Kurzzeitprüfungen
0,5	$\pm(0,50 \% \cdot R + 0,05 \Omega)$	$(0,10 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$
0,25	$\pm(0,25 \% \cdot R + 0,05 \Omega)$	$(0,05 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$
0,1	$\pm(0,10 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,02 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$
0,05	$\pm(0,05 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% \cdot R + 0,01 \Omega)$

In der Meßtechnik, Sensorik oder auch der Audiotechnik kommt es oft auf die Realisierung extremer Signal/Rauschabstände an. So hat das Rauschverhalten einer empfindlichen Eingangsstufe einen erheblichen Einfluß auf das Gesamtverhalten einer Schaltung. Rauschen entsteht aber nicht nur innerhalb von Halbleiterelementen, sondern auch bei passiven Bauelementen. Hier sind in erster Linie zwei Formen des Rauschens von Interesse: Das durch die Brownsche Molekularbewegung hervorgerufene *thermische Rauschen* und das von der angelegten Spannung abhängige *Stromrauschen*. Während das thermische Rauschen über einen weiten Frequenzbereich konstant ist (weißes Rauschen), nimmt das Stromrauschen mit steigender Frequenz ab. Um Rauschspannungsangaben vergleichbar zu machen, hat man die Meßanordnung und die Meßanweisung in der IEC 195 genormt. In dieser Norm ist ebenfalls eine Kennziffer für das Rauschen eines individuellen Widerstandes, der Stromrauschindex, eingeführt worden.

Vor dem Hintergrund der Forderung nach EMV-Festigkeit wird die *Impulsfestigkeit* zu einem immer wichtigeren Merkmal. Sind in einer Schaltung leitungsgebundene Störungen in Form von sehr kurzen Impulsen zu erwarten, zum Beispiel verursacht durch elektrostatische Entladungsvorgänge oder kapazitiv über eine Störleitung eingekoppelt, so wird ein Widerstand einer Impulslast ausgesetzt, die kurzzeitig ein Vielfaches seiner Nennlast betragen kann. Bis zu einem gewissen Grad darf ein

solcher Belastungszustand die Langzeitstabilität nicht beeinträchtigen.

Um vergleichbare Aussagen über die Impulsbelastbarkeit zu erhalten, gibt es zwei Normimpulse: 1,2/50 μ s und 10/700 μ s. Die erste Zahl steht dabei für die Anstiegszeit, die zweite für die Impulsdauer (Abfall der Impulsspannung auf 50 %). Die Messung 1,2/50 erfolgt mit fünf Impulsen mit mindestens 12 s Abstand, die Messung 10/700 mit zehn Impulsen mit mindestens 60 s Abstand. Der Widerstandswert darf sich dabei um nicht mehr als den für Langzeitprüfungen zulässigen Wert ändern. Um die Frage zu klären, ob ein Widerstand in der konkreten Anwendung ausreichend impulfest ist, müssen die folgenden drei Kriterien erfüllt sein:

- Die mittlere Belastung darf nicht größer sein als die Nennbelastbarkeit bei der geforderten Umgebungstemperatur,
- die zulässige Impulsleistung in Abhängigkeit von der Impulsdauer darf nicht überschritten werden,
- die am Widerstand anliegende Impulsspannung muß kleiner sein als die zulässige Impulsspitzenspannung.

Unter dem *Wärmewiderstand* versteht man den thermischen Widerstand, welcher der Abgabe der im Widerstand erzeugten Wärme entgegenwirkt. Da die Wärmewiderstände stark von den Einbaubedingungen abhängig sind, ist der in den Herstellerkatalogen angegebene Wert

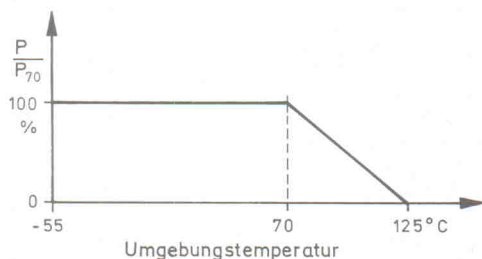


Bild 6.
In der Lastminderungskurve läßt sich die Belastbarkeit eines Widerstandes ablesen.

take five pay for one

IEC 1000-4-4
IEC 1000-4-5
IEC 1000-4-8
IEC 1000-4-9
IEC 1000-4-11

HILO TEST



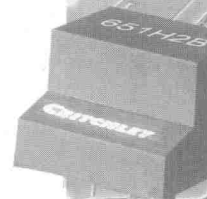
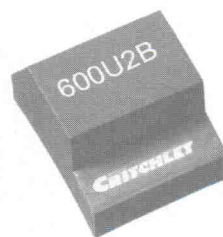
CE-Tester

einschalten, testen, dokumentieren

HILO-TEST GmbH · Hennebergstr. 6 · 76131 Karlsruhe
Telefon 07 21 / 93 10 90 · Telefax 07 21 / 37 84 28

Wir stellen aus: **electronica 96**
Halle 20 Stand 20 D 22

ISDN/HDSL-Übertrager



mit EN60950-Zulassung

Die neue Baureihe 600 von Critchley Components sorgt in einem einzigen Bauelement für einfache, ergänzende und verstärkte Isolation. Die Übertrager konfigurieren ISDN/HDSL-Ausgangsimpulse nach ANSI/ETSI-Empfehlungen sowohl mit 2B1Q- als auch 4B3T-Leitungscode. Die Baureihe 600 erfüllt aufgrund ihrer Konzeption die EG-Niederspannungsrichtlinie, weshalb sie -anwendungsunabhängig - ohne die Notwendigkeit umfassender Sicherheitsprüfungen eingesetzt werden kann.



® electronica 96

Stand A21
Halle 3

Critchley Components Limited
Verkaufsbüro Deutschland
Schillerstraße 37, 90547 Stein, Deutschland
Tel: +49 (0) 911 678790 Fax: +49 (0) 911 6880837



in einem genormten Meßaufbau ermittelt worden. Für einen konkreten Betriebsfall gilt die folgende Formel zur Bestimmung der Temperaturerhöhung gegenüber der Umgebungstemperatur:

$$\Delta T = P \cdot R_{th}$$

Mit zunehmender Signalfrequenz sind auch parasitäre Eigenschaften bemerkbar. Die *Hochfrequenzeigenschaften* eines Widerstands hängen in erster Linie von der Induktivität der Wendel bei zylindrischen Widerständen und der Kapazität zwischen den Anschlüssen ab. Ein Widerstand ist genau dann gut in HF-Schaltungen einsetzbar, wenn die parasitären Elemente im betrachteten Frequenzbereich vernachlässigbar klein sind. Die Hochfrequenzeigenschaften müssen sich in der Serienfertigung reproduzieren lassen. Spezielle Abgleichverfahren

bei Schichtwiderständen und Wickelverfahren bei Drahtwiderständen verbessern das Hochfrequenzverhalten der Bauelemente entscheidend. Weiterhin sollte ein Widerstand modellierbar, das heißt mit Hilfe eines einfachen Ersatzschaltbildes beschreibbar, sein.

Eine komplette Übersicht über charakteristische Werte verschiedener Widerstandstypen ist in der Tabelle 'Typen und ihre Eigenschaften' zusammengefaßt. Nicht berücksichtigt sind Spezialitäten, wie zum Beispiel bei den Metallschichtwiderständen die Ultrapräzisionswiderstände (0,01 % Toleranz, TK = 0 ± 5 ppm/K).

Gut in Form

Kannte man noch vor Jahren hauptsächlich die kleinen bunten Zylinder mit den blanken

Anschlußdrähten, hat sich das Bild heute weitgehend verändert. Bedrahtete Widerstände machen heute lediglich noch einen Marktanteil von zirka 30 % aus. Wegen der zunehmenden Integrationsdichte auf den Leiterplatten und der Automatisierung in der Fertigung setzen sich SMD-Bauformen zunehmend durch. Die sogenannten MELF-Typen (Metal Elektrode Face) – sie unterscheiden sich zusätzlich noch in zylindrische und Chip-Bauformen – bringen es immerhin auf 60 %. Den Rest teilen sich Spezialtypen wie zum Beispiel Widerstandsnetzwerke und Hochlastwiderstände, die über Anschlußschellen kontaktiert werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang noch, daß der Anteil der 1-%-Typen 87 % beträgt. Eine Übersicht der gebräuchlichsten genormten Bauformen und -größen

zeigt Bild 7 (siehe auch Tabelle 'Der Schlüssel zu den Größen', S.66).

Trends

Die Entwicklung in der Welt der Widerstände ist noch lange nicht abgeschlossen. In den nächsten Jahren wird die Miniaturisierung weitergehen. Die Baugröße 0402 wird zunehmend für solche Anwendungen interessant, in denen es wie in der Mobilfunktechnik auf jeden Quadratmillimeter Platz ankommt.

Ein weiterer Trend verläuft entgegengesetzt. Zunehmend werden SMD-Widerstände gesucht, die Verlustleistungen größer 0,25 W umsetzen können und netzspannungsfest sind. Die Nachfrage nach der MELF-Bauform 0207 unterstreicht diese Entwicklung.

Ein Widerstand wird geboren

Seit Einführung der Surface-Mount-Technologie (SMT) ist klar, daß die Zeichen der Zeit auf Miniaturisierung mit deutlich steigenden Qualitätsanforderungen stehen. Der Widerstand hat sich längst zum High-tech-Produkt entwickelt. Dementsprechend haben sich auch die Produktionsverfahren verändert. Sie gleichen sich immer mehr denen der Mikroelektronik an. Die Firma Beyschlag in Heide hat uns hinter die Kulissen ihrer neuesten Fertigungsmethoden blicken lassen. Das Endprodukt sind Metallschicht-Flachchipwiderstände (MFC-Widerstände) hergestellt in Dünnschichttechnologie.

Dazu wird auf ein Substrat aus Aluminiumoxid die Widerstandsschicht gesputtert. Unter Sputtering versteht man das Auftragen von Metallschichten – hier NiCr oder CrSi, in der Halbleiterfertigung auch Polysilizium – mittels Teilchenstrahlen. Die folgende Wärmebehandlung (Tempern) stabilisiert die Widerstandsschicht und beeinflusst den Temperaturkoeffizienten. Für eine ausgezeichnete Langzeitstabilität und hervorragende Überlast- und Impulsbelastbarkeit sind gute Kontakte eine wesentliche Voraussetzung. Diese werden ebenfalls gesputtert. Damit die entstandenen Bauelemente die

geforderten Toleranzen, Stabilitätskriterien und Impulsbelastbarkeiten einhalten, werden sie in einem weiteren Arbeitsgang mittels Laser optimal abgeglichen. Das anschließende Lackieren der Widerstände mit einem umweltverträglichen Lack dient nicht nur dem schönen Aussehen, sondern beeinflusst die Widerstandsfähigkeit der Widerstandsschicht gegen klimatische Einflüsse entscheidend. Nach dem Kennzeichnen

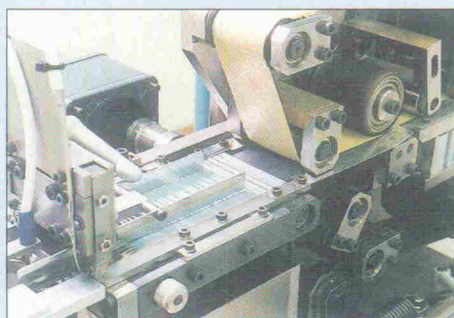
der Widerstände (Wert, Toleranz und Temperaturkoeffizient) folgt das galvanische Verzinnen der Kontakte. Wichtig dabei ist, daß eine exzellente Lötbarkeit in Lötprozessen mit unterschiedlichen Parametern erzielt wird. Abschließend wird jeder Widerstand optisch kontrolliert, elektrisch gemessen und verpackt.

Die Produktion findet unter Reinraumbedingungen statt, bei

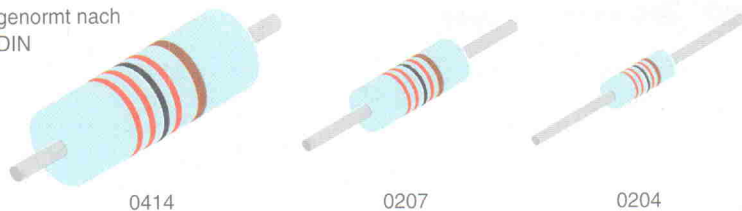
denen der Mensch praktisch erst dann mit dem Bauelement in Berührung kommt, wenn die fertigen Widerstände hundertprozentig endkontrolliert und verpackt sind (Bilder 9 oben und unten). Möglich ist diese logistische Anforderung nur mit Hilfe von computergesteuerten und vernetzten Handlings-Automaten, die die einzelnen Fertigungsschritte miteinander verbinden. Jeder Produktionsabschnitt wird genauestens überwacht. Sobald Abweichungen von den vorgegebenen Toleranzgrenzen auftreten, ergreift die Prozeßregelung sofort die geeigneten Maßnahmen.

Mit Hilfe der Rechentechnik ist auch die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Produkts bis hin zu seinen Rohstoffen gewährleistet. Auftretende Probleme lassen sich leichter analysieren und lösen. Die Arbeit der Logistiker beginnt jedoch nicht in der Fertigung. Sie umfaßt vielmehr den kompletten Ablauf von der Bestellung des Widerstands bis zur Ablieferung beim Kunden. Denn für ihn ist es wichtig, daß die Produkte zuverlässig zum bestellten Zeitpunkt im Lager oder direkt an der Fertigungsline eintreffen. Die derzeit installierte Anlage ist für einen Durchsatz von einer Milliarde Widerstände pro Jahr ausgelegt.

Bild 9. Die 'Geburt' eines Schichtwiderstands geschieht heute weitestgehend vollautomatisch. Oben die Beschichtung in modernen Sputtering-Anlagen, unten das Brechen des gesputterten Substrats in einzelne Streifen.



genormt nach
DIN



0414

0207

0204

Bild 7.
Die gebräuch-
lichsten
genormten
Widerstands-
bauformen auf
einen Blick.

genormt nach

DIN
CECC



'MELF'
0207
RC6123



'MINI-MELF'
0204
RC3715



'MICRO-MELF'
0102
RC2211

genormt nach

CECC
EIAJ



RR1206
3216



RR0805
2012



RR0603
1608



RR0402
1005

Neben der Entwicklung neuer Baugrößen wird daran gearbeitet, die Fertigungsprozesse zu verbessern (siehe auch Kasten: 'Ein Widerstand wird geboren'). Die Dickschichttechnik dringt hinsichtlich Temperaturkoeffizienten und Tole-

ranz für Standardprodukte in Bereiche, die bisher Domäne der Metallschichten war. Im selben Maße erschließt sich die Metallschichttechnik Standardwerte von $TK = 0 \pm 25$ ppm/K und Toleranz = 0,5 %. Neben der Erweiterung des Wi-

derstandsbereichs nach unten und oben werden das Hochfrequenzverhalten und die Impulsfestigkeit verbessert.

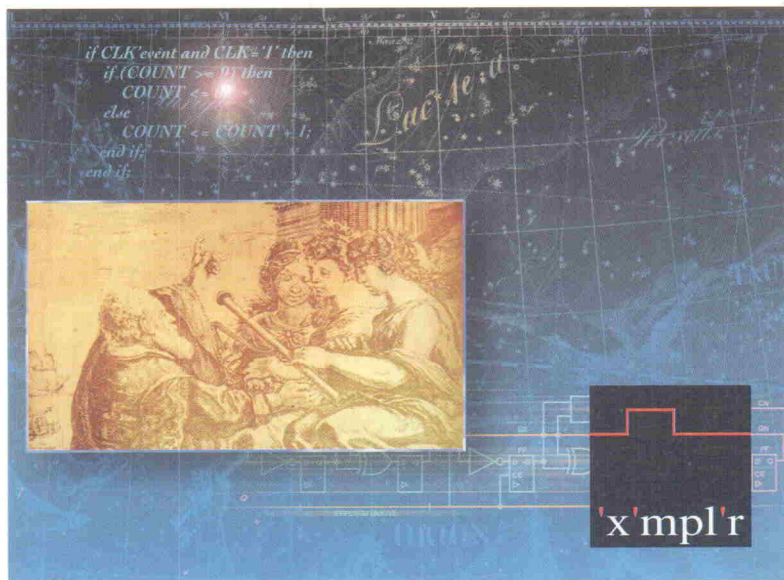
Auch Spezialitäten, wie trimmbare (vom Endproduzenten abgleichbare) Widerstände ge-

winnen an Bedeutung. Entfällt in diesen Fällen doch der zeit- und kostenintensive Abgleich teurer mechanischer Spindeltrimmer. Die zunehmenden Anwendungen in der Sensor-, Automobil-, Industrie- und Mobilfunktechnik werden die Rolle des Widerstands als meistbenötigtes Bauelement weiter festigen. *pen*

Literatur

- [1] O. Zinke, H. Seither, *Widerstände, Kondensatoren, Spulen und ihre Werkstoffe*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York 1982
- [2] Georg Hoffmeister, *Widerstandskunde für Elektroniker – Die Festwiderstände in Berechnung und Anwendung*, RPB – Taschenbücher 16, Franzis Verlag, München 1978
- [3] *Mini-Melf und Micro-Melf, Hinweise für Anwender*, Beyschlag-Firmenschrift, Heide 1993
- [4] *Metallschichtwiderstände Präzision*, Beyschlag-Firmenschrift, Heide 1993

G A L I L E O TM



High Level Design Automation – Höchste Qualität in kürzester Zeit



Produktivität

2-10 mal höher, als mit konventionellen Designmethoden



Handgefertigte Qualität auf Knopfdruck

auch die feinsten Spezifikationen des Bausteines –
entscheidend in kritischen Situationen – werden
kompromisslos unterstützt



Hohe Design-Sicherheit für FPGAs und ASICs

- durch innovative Synthese Engine
- präzise statische Timinganalyse mit dem Komfort des Time ExplorersTM (voll hierarchisch)
- extrem schnelle VITAL95 basierende VHDL-Simulation mit sämtlichen Vorteilen Ihrer Master-Testbench-Umgebung: jede Zeitverletzung wird angezeigt und sofort lokalisiert
- durch den in der Industrie umfangreichsten VHDL/Verilog/VITAL/Plattform-Support



Mit Preisen, die sich jeder professionelle Designer leisten kann.



Machen Sie heute den entscheidenden Schritt für den Erfolg Ihrer Innovationen.



Logic Innovations

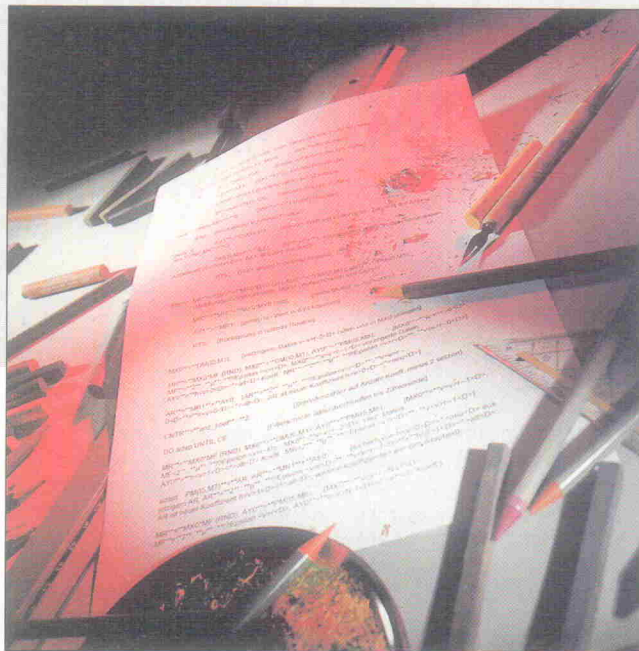
Böhmerwaldstr. 18 · D-85560 Ebersberg
Tel.: + 49 (0) 80 92-8 72 39
Fax: + 49 (0) 80 92-2 07 16
email: 100043.426@compuserve.com

Das Auge denkt mit

Software für die Systementwicklung

Ulrike Kuhlmann

Nie mehr mühsam Gatter für Gatter im schematischen Schaltplaneditor verbinden, noch Zeile für Zeile reinen HDL-Code eingeben, sondern den eigenen Ideen in Grafiken oder gar multimedial animierten Bildern freien Lauf lassen? Klingt reizvoll und kann Realität werden – mit ESDA-Tools. Diese Werkzeuge für die automatisierte Systementwicklung setzen auf Visualisierung anstelle langer Zeichen- und Buchstabenkolonnen.



Die Vision vom automatisierten Entwurf kompletter elektronischer Systeme übt eine große Faszination auf die gesamte EDA-Industrie aus. ESDA (Electronic System Design Automation) steht dabei gerade an der Schwelle, sich einen gewichtigen Platz in allen Industriezweigen zu erobern. Ist automatisiertes Systemdesign heute bereits Standard in Militär und Luftfahrt, setzt man in anderen Bereichen zu großen Teilen noch auf herkömmliche Entwurfsmethodik und wendet sich nur sehr vorsichtig dieser neuen Art des Designflow zu. Dies ist vergleichbar dem Wandlungsprozeß Anfang der achtziger Jahre, als die erste Automatisierung Einzug in die meisten Elektronikunternehmen hielt und sich Entwickler von der rein schematischen Schaltungserstellung per Hand mit anschließender manueller Netzlistengenerierung verabschiedeten. An die Stelle mühsamer Handskizzen, die im Sinne einer vollständigen Dokumentation an spätere Updates anzupassen waren, traten schematische Editoren, Simulationswerkzeuge und Testsoftware, die den Entwicklungsvorgang erheblich vereinfachten

und beschleunigten. Wenige Jahre später begann sich die Schaltungsentwicklung auf der Basis von Hardwarebeschreibungssprachen (HDLs) durchzusetzen. Wurde diese zu Beginn noch wie bei der Softwareentwicklung per Hand eingegeben, geht der Trend seit einiger Zeit zu den grafischen HDL-Tools und zur sogenannten ESDA-Software (Bild 1).

Definitionssache

Die verschiedenen Phasen eines Entwurfs und die Zuordnung zu den jeweiligen Abstraktionsbeziehungsweise Eingabeebenen zeigt Bild 2: Im Anschluß an die konzeptionelle Phase wird das System in Einzelteile zerlegt, diese in verschiedenen Abteilungen entwickelt, getestet, alles zu einem 'Großen' zusammengesetzt und das komplette System verifiziert. Eine Automatisierung mit ESDA-Tools erfolgt dabei entweder von Beginn an oder aber partiell bei der Komponentenentwicklung.

Es existiert derzeit keine einheitliche Definition für ESDA. Die Software-Unternehmen deuten dieses vielschichtige Kürzel gerne so, daß es zu ihrer je-

weiligen Produktpalette paßt. Im wesentlichen lassen sich jedoch zwei unterschiedliche Ansätze ausmachen, die sich teilweise überschneiden: So umfaßt ESDA-Software zum einen die Klassen von Tools, die für das automatisierte Design der Systemteile vorgesehen sind; oder die Software kommt schon während der Konzeption zum Einsatz, unterstützt also bereits die Systemspezifikation.

Eine Automatisierung auf der konzeptionellen Ebene besitzt den Vorteil, daß ein System bereits im Vorfeld, lange vor der eigentlichen Realisierung in Hardware beziehungsweise Software auf Machbarkeit, Funktionalität und Einhaltung der Spezifikationen überprüfbar ist. Als wichtigstes Stichwort sei in diesem Zusammenhang das Hardware/Software-Co-Design genannt. Das Zusammenspiel von Software und Hardware wird dabei mit Hilfe virtueller Prototypen getestet. Damit verringert sich die Gefahr von Fehlplanungen, Re-engineering oder gar Rückrufaktionen. Zudem lassen sich bei einer frühzeitigen Zusammenarbeit von Systementwicklern, Designern (Hardware beziehungsweise Software) und Kunden etliche Mißverständnisse und Fehlinterpretationen vermeiden.

Durchgängige Lösung

Die Alta Group, eine Tochtergesellschaft von Cadence Design Systems, die aus dem Zusammenschluß der kalifornischen Unternehmen Comdisco Systems und Redwood Design hervorging, ist quasi Visionär unter den Systemdesign-Häusern. Sie will mit ihrer Produktpalette den oben genannten Ansprüchen gerecht werden. Die Tools BONEs, SPW und HDS unterstützen das Systemdesign von der Entwurfsphase bis hin zur Code-Analyse und bieten Schnittstellen zu CAE-Werkzeugen zur Implementierung der Hardware. Zur Eingabe und Visualisierung auf Architekturebene dient BONEs, nach der Aufteilung des Systems in Hardware und Software erlaubt SPW die Umsetzung des Hardwareanteils in eine Verhaltensbeschreibung auf Behavioral Level und des Softwareanteils in Algorithmen. Auch auf dieser Ebene kann das System visualisiert und interaktiv analysiert werden. Der Hardwareteil des

Systems läßt sich mit HDS auf Register Transfer Level (RTL) synthetisieren und simulieren, von wo aus schließlich die Implementierung in die Zielhardware – zum Beispiel in ein IC oder ein ASIC – erfolgt.

Das US-Unternehmen i-Logix Incorporation verfolgt ebenfalls das Ziel eines automatisierten Systementwurfs. Das Tool Statemate Magnum erzeugt und visualisiert komplexe Entwürfe auf einer hohen Abstraktionsebene und stellt Werkzeuge für die Verhaltensanalyse zur Verfügung. Damit lassen sich Systeme noch vor der Partitionierung in Hardware und Software definieren, grafisch darstellen und auf jeder beliebigen Stufe des Designs validieren. Nach der Aufteilung repräsentieren Software-Code in C oder Ada und Hardware-Code in VHDL oder Verilog das komplette Systemmodell. Der generierte Code läßt sich als virtueller Prototyp benutzen, mit dem dann verschiedene Szenarien (beispielsweise der Einfluß von Geschwindigkeit oder Verlustleistung einzelner Teile auf das gesamte System) durchgespielt werden können.

Das Tool *Eagle* der Viewlogic-Tochtergesellschaft Eagle Design Automation baut auf existierende Designflows und den Einsatz von HDL (Hardwarebeschreibungssprachen). *Eagle* bietet die Möglichkeit, insbesondere das Zusammenspiel von Hardware und Software vor der Schaltungssynthese beziehungsweise Hardwarerealisierung auszutesten. Dabei läuft die Prototypensoftware auf einer virtuellen Hardware, die beispielsweise in Form einer VHDL-Verhaltensbeschreibung vorliegt. Ein solches Hardware/Software-Co-Design macht besonders Sinn, wenn man bedenkt, wie ein herkömmliches Systemdesign verläuft: Nach der Realisierung von Hardware und Software gilt es zu überprüfen, ob diese zusammenspielen. Ist dem nicht so, wird im allgemeinen die Software angepaßt, also verändert, da eine Revision der Hardware – beispielsweise eines ASICs – aufgrund der hohen NRE-Kosten teuer zu Buche schlagen würde. (Natürlich liegt mitunter auch ein Denkfehler vor, wenn man annimmt, daß eine Software 'mal eben kostengünstiger' umgeschrieben werden kann). Da *Eagle* das Austesten des kompletten HW/SW-Systems noch vor der Realisierung beider

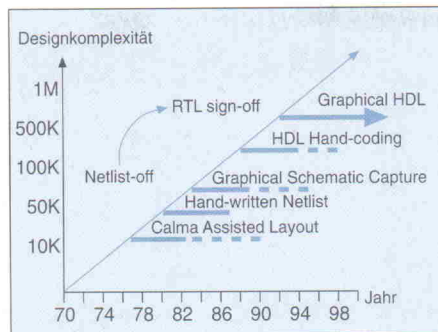


Bild 1. Die steigende Designkomplexität erfordert immer neue Eingabemethoden.

Komponenten ermöglicht, lassen sich solche Kosten minimieren.

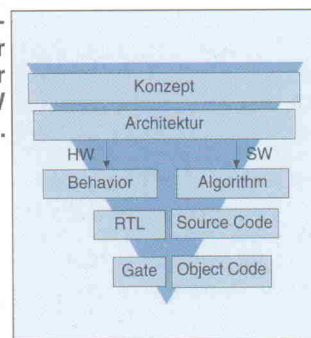
Grafisches HDL

Geht man von der Definition aus, daß ESDA-Software die Entwicklung der Systemteile unterstützt, finden sich etliche Tools, die auf dem Behavioral Level oder auf RT-Ebene 'einstiegen'. Sie zielen vornehmlich darauf ab, den Designflow bei der Hardwareentwicklung mit grafischen Eingabemethoden zu vereinfachen. Dabei steht die bessere Kommunikation der an der Entwicklung beteiligten Parteien, eine saubere Partitionierung des Designs in sinnvolle Einheiten sowie eine vollständige Dokumentation im Sinne eines möglichen Design Re-use im Vordergrund.

Die bessere Verständigung bezieht sich insbesondere auf den Austausch zwischen den an der Entwicklung beteiligten Ingenieuren. Da es angesichts der Komplexitäten heutiger Systeme üblich ist, daß mehrere Teams an ein und derselben Entwicklung arbeiten, muß eine schnelle Kommunikation zwischen ihnen gewährleistet sein, um Fehlern aufgrund von Mißverständnissen vorzubeugen. Hier setzen die grafischen Eingabetools an, denn der Mensch 'denkt' visuell. So wie fast jeder unbewußt die auf einer digitalen Anzeige übermittelte Zeitangabe auf ein traditionelles Uhrenziffernblatt transformiert, um sie zu deuten (beispielsweise also '12.13 h' in 'Mittag' plus großer Zeiger knapp ein Viertel weiter' umsetzt), wird bei einer Entwicklung die grafische Darstellungsform eingesetzt, lange bevor es zur finalen Umsetzung in die Hardware kommt. Niemand wird beispielsweise eine Schaltungs*idee* mit Booleschen Gleichungen oder gar in einer HDL niederschreiben.

Die Verständigung anhand von Grafiken fällt leichter und ist weniger fehleranfällig, als der

Bild 2. Ein Systementwurf von der Konzeption bis zur Realisierung in HW und SW.



Austausch langer Spezifikationslisten. Mit Flußdiagrammen und Blockschaltbildern erfolgt die Definition des gewünschten Systemverhaltens und die Verteilung der Aufgaben an die Designteams. Die Schaltungsbeschreibung selbst kann grafisch über Flußdiagramme, Zustandsdiagramme (FSM), Blockdiagramme, Wahrheitstabellen, Spreadsheets oder aber in Form von textuellem HDL-Code erfolgen (VHDL oder Verilog erzeugen oder einbinden). Anschließend wird aus den eingegebenen Grafiken automatisch Code erzeugt, der synthetisierbar und simulierbar ist.

Die Software sollte über die Möglichkeit einer Backannotation verfügen, damit im Laufe einer Entwicklung aufgetretene Änderungen automatisch in allen Beschreibungsformaten angepaßt werden können. Dies ist insbesondere wichtig, da aus Entwicklersicht die Zeit für Dokumentationsarbeiten knapp bemessen ist und diese nicht gerade beliebt sind, wenn das Projekt läuft – was erst recht gilt, wenn das Projekt abgeschlossen ist. Eine vollständige Dokumentation ist jedoch elementare Voraussetzung für ein mögliches Re-use von Designteilen.

Tools zur Erzeugung von Testumgebungen gehören ebenfalls zur Kategorie ESDA-Software.

Angesichts der Komplexität ganzer Systeme übersteigt der Code von Testbenches oftmals den Code zur Beschreibung des Systems selbst. Das bedeutet jedoch auch, daß der zeitliche Aufwand zur Erstellung und zum Überprüfen solcher Stimuli immens groß wird. Verifikationstools ermöglichen deshalb die automatische Generierung von Testumgebungen aus Waveform-Editoren oder in Form von HDL-basierten Spreadsheets zu jedem Zeitpunkt im Integrationsprozeß. Sie überwachen auch den Abdeckungsgrad des Tests – also die Genauigkeit der Testbench. Eine rund 98 %ige Abdeckung reicht dabei im allgemeinen anstelle der optimalen 100 Prozent aus.

Management

Auch die automatische Verwaltung von Projektdaten fällt in den Bereich ESDA. Für eine fehlerfreie Zusammenarbeit von einzelnen Abteilungen beziehungsweise verschiedenen Arbeitsplätzen ist diese beinahe unumgänglich [1]. Hierzu müssen alle projektrelevanten Daten in einer konfigurierbaren und transparenten Dateistruktur gespeichert werden und im Sinne der Datensicherheit ein begrenzter Zugang für autorisierte Benutzer eingerichtet werden. Weiterhin sollten angesichts der Mehrfach-

Universal Programmers



SPRINT Plus 48

der kostengünstige
Zugang zur
universellen Baustein-
programmierung!



Vertriebspartner:

LOGIC DESIGN
Tel. 0 53 21 / 97 14 0
Fax. 0 53 21 / 97 14 97

MSC
Tel. 0 72 48 / 910 175
Fax. 0 72 49 / 910 221

Special Electronic
Tel. 0 53 22 / 203 0
Fax. 0 53 22 / 203 120

SYNTRON
Tel. 0 89 / 460 20 71
Fax. 0 89 / 460 56 61

TRIAS
Tel. 0 21 51 / 47 67 01
Fax. 0 21 51 / 47 47 15



SMS
D-88239 Wangen / Germany
Telefon 0 75 22 / 97 28-0
Telefax 0 75 22 / 97 28-50
BBS 0 75 22 / 97 28-88

zugriffe sämtliche Dateien hierarchisch und logisch untereinander gegliedert und eine Bearbeitung nur jeweils einem Benutzer möglich sein (file locking). Die historische Entwicklung des Projektes sollte sich ebenfalls in der Dateistruktur wiederfinden. Dazu gilt es, neben den aktuellen auch die vorhergehenden Versionen aller Files, möglichst mit einer kurzen Beschreibung der durchgeführten Änderungen zu organisieren.

Neben der Datenverwaltung begleitet ein Designflow-Manager die Benutzer während des gesamten Entwicklungsprozesses. So kann jeder zu jedem Zeitpunkt erkennen, wie der Stand des Projektes ist, welche Schritte bereits erfolgt sind und was weiterhin zu tun ist. Bei großen Projekten ist zudem die Vorgabe eines zeitlichen Ablaufplans sowie die Definition der notwendigen Kommunikationschnittstellen zwischen den beteiligten Partnern (Systemmanagement, Entwickler und Kunden) und der Schnittstellen zu anderen Tools sinnvoll.

Für und Wider

Trotz der Vorteile, die ein auf grafischer Form basierender Designflow mit sich bringt, lehnen viele – sowohl Entwickler als auch Unternehmensführung – den Umstieg auf ESDA-Tools ab. Nach den Gründen gefragt, wird oftmals die zeitintensive Eingewöhnung, die notwendige Anschaffung neuer Werkzeuge oder auch mangelndes Vertrauen in die Software genannt. Die Umstellung kann jedoch schrittweise erfolgen, und 'alte' Projektdaten lassen sich relativ leicht in die 'neuen' Tools einbinden, wenn sie auf Hardwarebeschreibungssprachen (VHDL oder Verilog HDL) basieren. Der Kauf neuer Werkzeuge ist natürlich eine Kostenfrage und lohnt sich nur, wenn sich durch diese entweder die Designarbeit wesentlich verbessert oder aber die bestehende Software sowieso einem Upgrade unterzogen werden mußte.

Die grafischen Werkzeuge setzen immer auch ein gewisses Maß an HDL-Kenntnissen voraus. Ist das Design eingegeben, sind einige Angaben in einer HDL-spezifischen Schreibweise einzufügen. So muß man beispielsweise Busbezeichnungen, Flipflop- oder Porttypen und so weiter per Hand eintippen beziehungsweise mit der Maus aus

einer vorhandenen Bibliothek einbinden. Dazu sind zumindest Grundkenntnisse einer HDL notwendig; eine grafische ESDA-Umgebung befreit die Entwickler also nicht von gewissen 'Grundfertigkeiten'. Zur Erzeugung sinnvoller Testergebnisse sind zudem die Testschnittstellen festzulegen. Weiterhin müssen die Interfaces zu anderen Systemteilen definiert werden. Die ESDA-Tools erzeugen aus einer eingegebenen Grafik inklusive der genannten Angaben einen synthetisierbaren HDL-Code, der in der gegebenen Designumgebung weiterverarbeitet werden kann. Da dieser Konvertierungsprozeß automatisch geschieht, ist entweder ein gewisses Maß an Vertrauen notwendig oder das Vermögen, sich von der Konsistenz und Korrektheit des erzeugten HDL-Codes zu überzeugen – wobei letzteres sehr zeitaufwendig ist und die Vorteile der Tools schnell zunichte machen kann.

Schnell und einfach

Den Systementwurf von der konzeptionellen Phase bis zur Implementierung in Hardware beziehungsweise bis zum Kodieren der Software unterstützen eine große Auswahl an ESDA-Tools. Werkzeuge, die bereits auf der konzeptionellen Ebene greifen und dort eine Visualisierung des Systems und Fallstudien an selbigen ermöglichen, sind insbesondere für sehr große Projekte – und damit für eine kleinere Anzahl von Unternehmen – interessant. Die größere Gruppe der Anwender steht dagegen an dem Punkt, ihre Entwicklungen durch eine Umstellung auf grafische Unterstützung des gewohnten Designflow zu beschleunigen und zu vereinfachen. Hierbei kommen die Tools zum Einsatz, die auf der Verhaltensebene oder dem RT-Level ansetzen und über Zustandsautomaten (FSM), Blockdiagramme, Flußdiagramme und so weiter sowohl die Designeingabe als auch die Testbencherzeugung unterstützen (Bild 3).

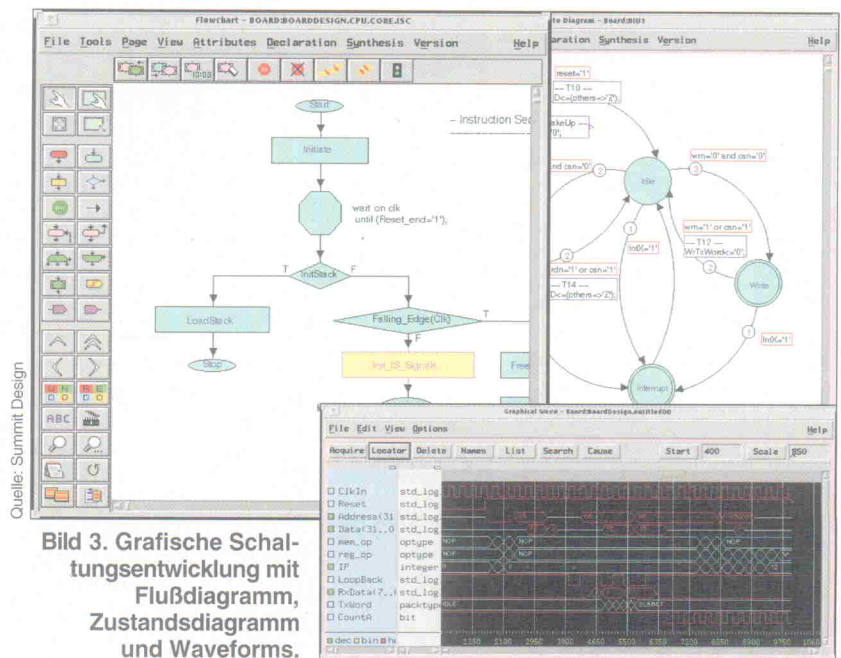


Bild 3. Grafische Schaltungsentwicklung mit Flußdiagramm, Zustandsdiagramm und Waveforms.

Anbieteradressen

Hersteller:

Aldec Inc.
Three Sunset Way, Suite F
Henderson, Nevada 89014
☎ 001/702/4 56 12 22
☎ 001/702/4 56-13 10

Alta Group
190 Aztec West, Prk Avenue
Almondsbury, Bristol, BS12 4TP
☎ 00 44/4 54/61 42 56
☎ 00 44/4 54/61 88 80

i-Logix
Three Riverside Drive
Andover, MA 01810
☎ 001/5 08/6 82 21 00
☎ 001/5 08/6 82 59 95

Eagle Design Automation
Dreue du Corps de Garde No.104
7850 Petit Enghien, Belgium
☎ 00 32/2/3 95 89 91
☎ 00 32/2 3 95 38 56

Isdata GmbH
Daimlerstraße 51
76185 Karlsruhe
☎ 07 21/75 10 87
☎ 07 21/75 26 34
electronica: Halle 19 D08

Mentor Graphics GmbH
Elsenheimer Straße 41-43
80687 München
☎ 0 89/5 70 96 -0
☎ 0 89/5 70 96 400
electronica: Halle 19 E18

Minc-IST
6755 Earl Drive
Colorado Springs, CO 80918-1064
☎ 001/719/5 90 711 55
☎ 001/7 19/5 90 73 30
electronica: Halle 24 C23

Speed Electronic
710 Lakeway, Suite 290
Sunnyvale, CA 94086
☎ 001/4 08/3 28 09 50
☎ 001/4 08/3 28 09 62
electronica: Halle 20 A07

Summit Design
Ifflingerstraße 19
78078 Niedererschach
☎ 0 77 28/2 35
☎ 0 77 28/12 89
electronica: Halle 19 E04A

Synario Design Automation
10525 Willows Road N.E.
P.O.Box 97046
Redwood, Washington 98073-9746
☎ 001/2 06/8 81-64 44
☎ 001/2 06/8 81-55 39

Veribest GmbH
Carl-Zeiss-Ring 17
85737 Ismaning
☎ 0 89/96 28 41 16
☎ 0 89/96 28 41 00
electronica: Halle 19 B14

Viewlogic Systems GmbH
Münchener Straße 12
85774 München
☎ 0 89/95 72 49 0
☎ 0 89/95 72 49 49
electronica: Halle 20 C08

Distributoren:

AK Elektronik Vertriebs GmbH
Eichenstraße 11
86567 Hilgershausen
☎ 0 82 50/99 95 -0
☎ 0 82 50/99 95 20

Berner & Mattner GmbH
Otto-Hahn-Straße 34
85521 München
☎ 0 89/6 08 09 00
☎ 0 89/6 09 81 81

iNt
Bunsenstrasse 6
82152 Planegg
☎ 0 89/8 57 66 67
☎ 0 89/8 56 12 13

MegaSolutions GmbH
Wiesenstraße 4
82110 Germering
☎ 0 89/84 70 77
☎ 0 89/84 70 79

PLC2
Lindenweg 4
79206 Breisach-Niederrimsingen
☎ 0 76 64/40 03 30
☎ 0 76 64/40 03 60

Wann?

Agenda: (9 bis 17 Uhr)

-
- The diagram illustrates the internal structure of a PCI Component. It is a central rectangular block labeled "PCI Component". The component has four main signal lines connected to its corners, each represented by a series of small squares indicating a bus or data path. The signal lines are labeled as follows:
- Top:** A single horizontal line.
 - Bottom:** A single horizontal line.
 - Left:** A vertical line labeled "JTAG" with a bracket indicating the range "AD(31:24)". Below this, a list of signals is shown: "RST#", "CLK", "INT#", and "RFG".
 - Right:** A vertical line with a bracket indicating the range "AD(63:32)". Below this, a list of signals is shown: "C/BE(7:4)#", "REQ24#", "ACK24#", "AD(7:0)", and "C/BEO#".
- At the bottom of the component, there is a horizontal line with a bracket indicating the range "AD(23:16)". Below this, a list of signals is shown: "C/BE(3)", "ADV#", "ADV#", "D", "STOP#", "LOCK#", "SERV", "C/BE(1)", and "AD(15:8)".

In der begleitenden Ausstellung zeigen die wichtigsten Anbieter ihre Chip- und Board-Lösungen sowie interessante Applikationen. (Die Anmeldung für Aussteller läuft noch!)

Preis?

280,- DM (zzgl. MwSt)
inkl. Tagungsband und
Verpflegung

Wo?

München, Holiday Inn

Weitere Auskünfte erhalten Sie unter (089) 4613-629

Anmeldung zum Entwicklerforum »PCI für die Industrie«

Name Vorname

Firma Abteilung

.....
 Straße PLZ, Ort

Tel. *Bitte vollständig ausfüllen!*

Bitte vollständig ausfüllen!

Fax Datum und Unterschrift

Die Teilnehmergebühr beträgt 280,- Mark und für Studenten 140,- Mark (Immatrikulationsbescheinigung bitte beilegen). Die Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer. In diesem Betrag enthalten sind ein Forumsband, Mittagessen und Getränke. 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.

Bitte kopieren und faxen! Fax **089/4613-139** oder per Post an: Design & Elektronik, Hans-Pinsel-Str. 2, 85540 Haar.

In der Anbietertabelle ist diese Klasse von ESDA-Werkzeugen aufgelistet und näher spezifiziert. Da sich der HDL-basierte Designflow immer stärker durchsetzt, wurde insbesondere nach den möglichen Ein- und Ausgabeformaten in VHDL und Verilog gefragt. Die betrachteten Tools verfügen entweder über eine eigene Synthese und Simulation oder bieten Schnittstellen zu Werkzeugen anderer Firmen.

Die weiteren Kriterien der Tabelle sind folgendermaßen zu verstehen: Schematic ist der 'normale' schematische Editor, Blockdiagramme kommen zum Einsatz, um die Struktur und die Hierarchie eines Designs darzustellen. Zustandsdiagramm meint die grafische Darstellung von State Machines (FSM), oftmals versehen mit HDL-Anweisungen. Flußdiagramme stellen den Schaltungsaufbau mit der

Verknüpfung grafischer Symbole (im allgemeinen Kreise, Rechtecke usw.) durch If-Else-, For- oder While-Schleifen dar. Wahrheitstabellen zeigen die verschiedenen Zustände einer Schaltung mit binären Werten (0 oder 1) in einer Tabelle, Spreadsheets unterscheiden sich von diesen durch die Möglichkeit, neben digitalen auch weitere Zahlenwerte oder Verhaltensbeschreibungen einzugeben. Waveforms dienen in den meisten Fällen zum Erzeugen einer Testbench und der funktionalen Schaltungsverifikation aus den Kurvenzüge der Eingangssignale. Einen Verilog- oder VHDL-Texteditor benötigt man zur direkten Eingabe von HDL-Code und für mögliche Änderungen des erzeugten Codes.

Zur Organisation eines größeren Projektes können die folgenden Editoren sinnvoll sein: Ein

Hierarchienavigator verwaltet sowohl das Gesamtprojekt auf seinen verschiedenen Ebenen (vgl. Bild 2) als auch die unterschiedlichen Hierarchien einer Teilschaltung. Für eine grafische Designeingabe sind sowohl vorgefertigte als auch selbst angelegte Bibliotheken unumgänglich; diese organisiert ein Library Manager. Der Design Navigator unterstützt Anwender darin, im Verlauf einer Entwicklung immer im Blick zu haben, welcher Schritt sinnvollerweise als nächstes getan werden muß. Der Constraints Editor erlaubt die Eingabe von applikationsspezifischen Voreinstellungen beispielsweise für eine optimale Synthese oder die Schaltungssimulation auf verschiedenen Ebenen (Behavioral, RTL oder Gate Level).

Unter der Rubrik 'Features' befinden sich neben der bereits be-

schriebenen Testbenchgenerierung aus Waveforms Werkzeuge, die Grafik aus HDL-Code erzeugen. Dies ist insbesondere für eine umfassende Dokumentation wichtig, wenn Teile des Designs als existierender HDL-Code eingelesen (Design Reuse) oder aber eingegeben werden. Die Backannotation zwischen Grafik und Code kommt zum Tragen, wenn man Änderungen im Code (beispielsweise Signalbezeichnungen oder Porttypen) vornimmt. Auf die entsprechenden Stellen wird hiermit entweder in der Grafik hingewiesen oder aber sogar automatisch aktualisiert. *uk*

Literatur

- [1] *Proceedings Euro-DAC '96, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Kalifornien, Seite 92ff.*

Grafische HDL-Werkzeuge im Überblick

Hersteller	Aldec	Isdata	Isdata	Mentor Graphics	Minc-IST	Minc-IST	Speed electronic	Summit Design	Synario Design Automation	Veribest	Viewlogic	Viewlogic
Produkt	ACTIV-CAD 2.2	LOG/IC2	LOG/IC2 CL	HDL Architect	PLD	PLS	speed-CHART 3.4	Visual HDL	Synario 2.3	Graphical HDL	Powerview 6.0	Workview Office 7.2
Distributor	PLC2				iNt	iNt	Mega Solution		AK Elektronik			
Plattform: PC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
WS				✓	✓	✓		✓		✓	✓	
BS: Win 95	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
Win NT 4.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
Unix				✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Preis in DM: PC	ab 9250 modular	auf. Anfr.	ab 980,-	auf. Anfr.	4950	9950		ab \$ 14 400 modular	auf. Anfr.	22 000		auf. Anfr.
WS				auf. Anfr.	DM 14 450	DM 14 450	auf. Anfr.	ab \$ 25 000 modular		DM 26 400	auf. Anfr.	
Eingabe:												
Schematic	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Blockdiagramm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zustandsdiagramm	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Flußdiagramm				✓		✓	✓	✓		✓		
Wahrheitstabelle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Spreadsheet				✓			✓			✓		
Waveformeditor	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Verilog Texteditor	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VHDL Texteditor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ausgabe:												
VHDL	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verilog		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
andere		✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓
Organisation:												
Hierarchienavigator	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Library manager	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Design flow editor	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Constraints editor	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Features:												
Testbench aus waveform editor		✓	✓	✓			✓	✓	✓			
Grafik aus HDL	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Backannotation	✓	✓		✓			✓		✓	✓		
Synthese:	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Simulator:	✓	✓		✓						✓	✓	✓
Besonderheiten:												
Update für Xilinx, Interface zu PCB					MACH ab 995,-	VHDL ab 795,-	Versionskontrolle speed-EXPLORER		Interface zu PCB			

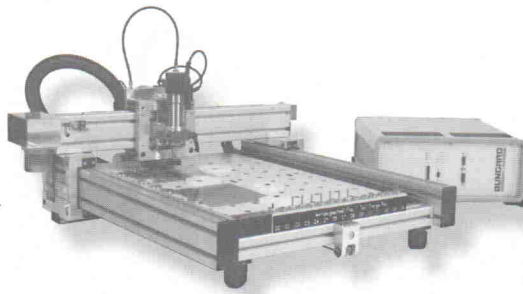
alle Daten laut Herstellerangaben

DIE PLATINENPROFIS

IHR WEG ZUR LEITERPLATTE FÜHRT SIE ZU UNS

CNC-BOHRMASCHINE BUNGARD CCD

Diese Maschine ist das Multitalent in unserem Programm. Sie ist komplett ausgestattet und einfach zu bedienen. Die Stundenleistung beträgt 18.000 Löcher! Die Software gehört genauso zum Lieferumfang wie Schnellfrequenzspindel, Steuereinheit und Staubabsaugung.



SPLASH

Unsere neue doppelseitige Laborätzmaschine hat ein innovatives Konzept: Sie ätzt im Sprühverfahren und ermöglicht sauberes und spülwasserarmes Arbeiten. Robuste Bauweise und hoher Bedienungskomfort lassen dabei keine Wünsche offen.

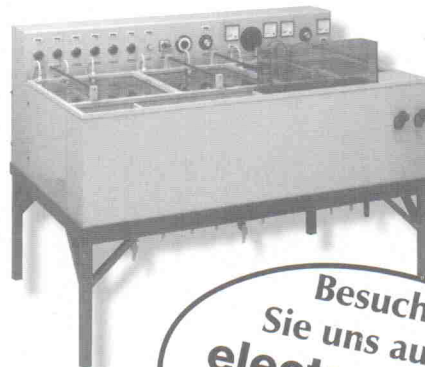


DURCHLAUFÄTZ- MASCHINE DL 500

Mit einer Stundenleistung von 10m² und einer Nutzbreite von 510 mm ist die DL 500 kompakt und schnell. Die Optimale Bedienerfreundlichkeit und die hohe Linienauflösung machen sie in dieser Preisklasse unübertroffen.

ROLLVERZINNER RT 12

Dieses Gerät versorgt Ihre Leiterplatten mit einem schützenden, gut lötbaren und optisch ansprechenden Oberflächenschutz. Machen Sie mit Ihren Bearbeitungszeiten kurzen Prozeß!



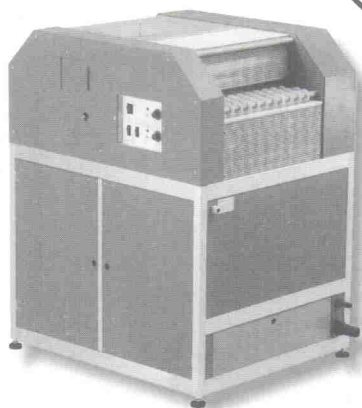
COMPACTA

Unsere Kleingalvanikanlage bietet grundsätzliche, moderne Technik auf kleinem Raum und zum günstigen Preis. Die Anlage ermöglicht das Durchkontaktieren von bis zu vier Europakarten gleichzeitig. So können Sie den heutigen Anforderungen auch in der Kleinserienfertigung gerecht werden.

Besuchen
Sie uns auf der
electronica 96
12.-15. November 1996
Halle 19, Stand 19 G01A

IONEX

Unsere 3-stufige Falle für Metalle. Filtration, Ionenaustausch und Neutralisation garantieren die Einhaltung der Grenzwerte für Schwermetalle im Abwasser. Das gereinigte Wasser kann in den Spülkreislauf der Ätzmaschine zurückgeführt werden.



BÜRSTMASCHINE

Die RBM 400 ist die ideale Naßbürstanlage für Schulen, Labors und andere Bereiche der Leiterplattenfertigung. Sogar eine Filtrationsstufe zur Abwasseraufbereitung ist neben Waschstation, Abquetschzone und Warmlufttrocknung komplett integriert. Eine zeitgemäße Maschine, die hohen Anforderungen gerecht wird.

TROCKENRESIST- LAMINATOR RLM 419 P

Der ideale Trockenresistlaminator für die anspruchsvolle Leiterplattenfertigung. Die solide und durchdachte Konstruktion garantiert gleichbleibend gute Ergebnisse. Der Einstieg in die Profi-Line!



Schaltungsentwicklung mit VHDL

Teil 1: Modellierung und Simulation

Hans Dicken,
Michael Koch

Anfang der Achtziger vom US-Department of Defence entwickelt, 1985 erstmals freigegeben, 1987 vom IEEE standardisiert und seit einigen Jahren in Europa das bedeutendste Werkzeug im Hardware-Design-Prozeß: So liest sich die imponierende Genesis der Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Dieser Beitrag ist der Start einer praxisorientierten Artikelserie über die Möglichkeiten und Grenzen dieser Sprache sowie deren Umfeld.



Die kryptische Bezeichnung VHDL ist eigentlich eine Abkürzung für eine Abkürzung: das V steht für VHSIC und meint 'Very High Speed Integrated Circuits', die Buchstaben HDL bedeuten 'Hardware Description Language'. Damit läßt sich VHDL in einem Satz durch 'Hardwarebeschreibungssprache für sehr schnelle integrierte Schaltungen' umschreiben. Mit dieser zugegebenermaßen etwas langatmigen Erklärung stößt man oftmals auf Erstaunen, insbesondere bei fachfremden Zuhörern. Nichtsdestotrotz hat sich VHDL gerade in den vergangenen Jahren zu einer der bedeutendsten Hardwarebeschreibungssprachen gemauert. Während in den USA bei der IC-Entwicklung derzeit

noch vermehrt auf Verilog zurückgegriffen wird, konnte sich VHDL in Europa binnen relativ kurzer Zeit als Standard etablieren: 'Wer bei uns VHDL nicht beherrscht, muß Restarbeiten erledigen', erklärte vor einiger Zeit ein Mitarbeiter im Bereich IC-Design eines großen deutschen Elektronik-Konzerns. Man kann es ihm glauben: Die Komplexität heutiger integrierter Schaltungen mit bis zu 200 000 Gattern macht es den Ingenieuren in vielen Fällen unmöglich, diese – wie bis vor wenigen Jahren üblich – am Bildschirm zu zeichnen und für Testzwecke als Prototypen aufzubauen. Allerdings gibt es noch einen weiteren Grund für die Popularität von VHDL gerade in Deutschland beziehungs-

weise Europa (wo die gleichen Mechanismen herrschen). Setzen Großunternehmen wie Siemens auf die Hardwarebeschreibungssprache, erwarten diese von ihren Zulieferern ebenfalls Produkte auf der Basis von VHDL. Anpassung ist also von all den Firmen gefordert, die auch zukünftig mit den 'Großen' zusammenarbeiten möchten – und das sind nicht eben wenige.

Mit VHDL lassen sich integrierte Schaltungen als Hardwarebeschreibung in Textform implementieren, simulieren, synthetisieren und optimieren. Die Entwicklungszeit ('Time-to-Market') und die Entwicklungskosten reduzieren sich damit erheblich. Einer Umfrage unter US-In-

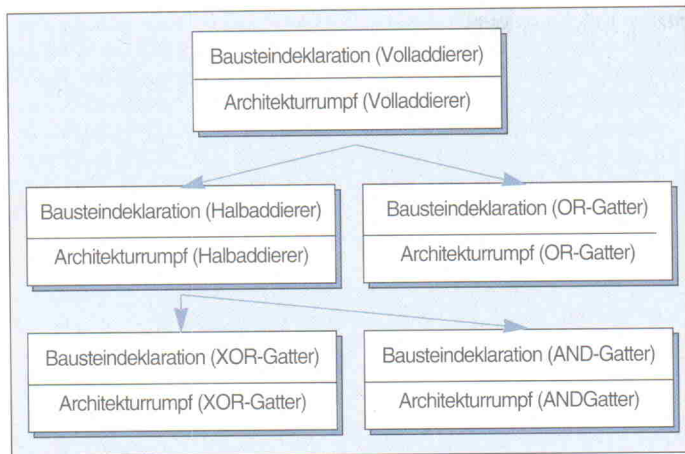


Bild 1. Nur die Bausteindeklarationen sind für andere Entities sichtbar.

genieuren im Jahre 1993 zufolge wird ein zukünftiger Marktanteil von bis zu 70 % für VHDL an den Hardwarebeschreibungssprachen erwartet [1]. Neueste Untersuchungen des weltweit operierenden Analyseinstituts Dataquest unterstützen diese Einschätzung. In zahlreichen aktuellen Forschungsgebieten der Technischen Informatik und der Elektrotechnik – derzeit ist beispielsweise das *Hardware-Software-Codesign* in aller Munde – spielt VHDL eine zentrale Rolle. Gerade die Entwicklung von komplexen Designs macht den Einsatz von VHDL beinahe unabdingbar. Und wer sich mit dem Gedanken trägt, in Zukunft einmal auf dem Gebiet des Hardwareentwurfs oder einem angrenzenden Bereich tätig zu werden, sollte VHDL nicht nur dem Namen nach kennen, sondern in der Praxis einsetzen können.

Genesis

Die Hardwarebeschreibungssprache VHDL entstand Anfang der achtziger Jahre als Produkt des US-Verteidigungsministeriums. Nachdem Mitte der Achtziger ein Entwicklungsvertrag mit der Firma IBM und einigen weiteren Firmen geschlossen war, wurde die erste Version 7.2 im Jahre 1985 freigegeben. 1987 wurde VHDL erstmals vom IEEE (Institute for Electrical and Electronics Engineers) standardisiert (IEEE-1076-1987, kurz VHDL-87), eine Überarbeitung erfolgte 1993 (IEEE-1076-1993, kurz VHDL-93). Aufgrund der konsistenten, vom IEEE kontrollierten Spezifikation ist VHDL im Gegensatz zu anderen Eingabesprachen unabhängig von den verwendeten Werkzeugen. Der größte 'Konkurrent' Verilog ist

zwar nach wie vor ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Cadence, wurde aber im vergangenen Jahr ebenfalls zum IEEE-Standard erhoben. Verilog ist speziell für das IC-Design ausgelegt, während VHDL die Entwicklung ganzer Systeme erlaubt und dazu ein großes Spektrum an Werkzeugen für die Simulation, die Synthese und das Layout komplexer Hardwarekomponenten bereitstellt. In VHDL ist die mehrwertige Logik beispielsweise frei definierbar, während Verilog lediglich eine 4wertige Logik unterstützt. Zudem verlangt Verilog im Gegensatz zu VHDL, daß die gesamte Beschreibung auch komplexer Komponenten in einer einzigen Datei stehen muß, was eine getrennte Compilerbarkeit ausschließt. Damit ist jedoch keine teamorientierte Designmethodik möglich, in der Systeme in Einzelkomponenten zerlegt und unabhängig voneinander bearbeitet und getestet werden.

Der Vollständigkeit halber sollte noch die Hardwarebeschreibungssprache UDL/I erwähnt werden, die Anfang der neunziger Jahre in Japan entstand. Da der Einsatz von UDL/I bis heute weitgehend auf Japan beschränkt ist und allenfalls noch in den Vereinigten Staaten partiell an Universitäten Verwendung findet, blieb ihr Marktanteil bislang in recht bescheidenen Grenzen.

Der rote Faden

Dieser Artikel eröffnet eine Serie, die eine umfassende und praxisorientierte Einführung in VHDL geben soll. Es handelt sich dabei nicht um eine trockene Einführung in die Syntax und Semantik dieser Sprache – wer

sich dafür interessiert, sollte sich zum Beispiel das Reference Manual [2] besorgen. Das Ziel der VHDL-Serie ist eine praktisch angelegte Vorstellung der Sprache, ihrer Möglichkeiten und Grenzen sowie ihres Umfeldes.

Die Mächtigkeit von VHDL läßt sich durch drei wichtige Features umschreiben: Die systematische Modellierung, die Simulation und die Synthese komplexer Hardwarekomponenten. Diese Aspekte bilden deshalb den roten Faden der Artikelreihe. Da man eine Sprache wie VHDL letztlich nicht allein durch Lesen erlernen kann, sondern nur durch die praktische Bearbeitung von Schaltungsbeispielen, wurde die CD-ROM VHDL!start ergänzend zu dieser Artikelreihe aufgelegt. Die CD beinhaltet einen am Institut für Technische Informatik der Universität Rostock entwickelten und dort im Lehrbetrieb eingesetzten VHDL-Kurs (einen kurzen Überblick über das System bekommt man im World Wide Web unter <http://www.tec.informatik.uni-rostock.de/hypervhdl/>). Das Lernsystem bietet neben einer kompletten multimedialen Einführung in VHDL die Möglichkeit, Übungen interaktiv zu bearbeiten. Ergänzend zum Rostocker Compiler und Simulator befindet sich auf der CD-ROM eine Evaluierungsversion des Green Mountain-VHDL-Compilers. Die Beispiele innerhalb der Artikelreihe sind immer auf einen der beiden Compiler abgestimmt, womit sie sofort praktisch nachvollziehbar sind. Der Erwerb der VHDL!start ist insbesondere denjenigen unter den LeserInnen zu empfehlen, die ihr erlerntes Wissen parallel zur Artikelreihe in der praktischen Arbeit mit VHDL festigen möchten. Aber auch ohne CD-Unterstützung geben die Artikel einen tiefen Einblick in den Umfang und die Eigenheiten von VHDL. Und wer bereits Zugriff auf ein VHDL-Entwicklungstool hat, sollte durch diese Serie ein besseres Verständnis von den Möglichkeiten dieser Hardwarebeschreibungssprache bekommen.

Intern und extern

Für einen ersten konkreten Eindruck zeigt der Kasten 'VHDL-Werkstatt' ein praktisches Designbeispiel: Dort sind die einzelnen Schritte bei der Erstellung einer VHDL-Beschreibung und deren Simulation am

Beispiel eines NAND-Gatters mit vier Eingängen dargestellt. Zunächst sei ein genauerer Blick auf die VHDL-Beschreibung geworfen.

Das zentrale Konstrukt einer VHDL-Beschreibung ist der *Baustein*, englisch: *entity*: Jede VHDL-Beschreibung beinhaltet mindestens eine Entity. Im Beispiel der 'VHDL-Werkstatt' heißt der Baustein 'nand_4', wobei nand_4 hier nichts weiter als ein Bezeichner ist – man hätte den Baustein genauso mit 'mein-erster-VHDL-Baustein' bezeichnen können.

Der Baustein selbst beinhaltet immer eine *Bausteindeklaration*, englisch: *entity declaration* und mindestens einen *Architekturumpf* (*architecture body*). Auch der Architekturumpf bekommt einen beliebigen Namen, im Beispiel nand_4 sei dies 'behaviour'. Die Beschreibung im Architekturumpf wird durch die Schlüsselwörter *begin* und *end* eingeschlossen. Im Architekturumpf legt man die Einzelheiten der Implementierung fest. Diese bestimmen das interne Verhalten des Bausteins und sind damit für andere Module irrelevant. Die Bausteindeklaration beschreibt dagegen die externe Sicht auf einen Baustein. Sie bildet die Schnittstelle zu weiteren Bausteinen des Designs und enthält sämtliche Parameter, die die anderen Module zur Kommunikation mit diesem Baustein benötigen.

Päckchenweise

Dieses auf dem Gebiet der modularen oder objektorientierten Programmierung wohlbekannte Prinzip des *information hiding* bietet manche Vorteile. Die Wartbarkeit ist im Vergleich zu nicht-modularen Programmen wesentlich besser. Man kann die Implementierung eines Bausteins – der sich zum Beispiel in einer Bibliothek befindet – im Architekturumpf ändern, ohne daß andere Entities, die diesen Baustein als Komponente benutzen, davon betroffen sind (denn andere Entities 'sehen' nur die Bausteindeklaration) (Bild 1).

Ein weiterer wichtiger Vorteil dieses Paradigmas ist die Unterstützung von systematischer Teamarbeit. Im Bereich der modernen Softwaretechnik gibt es den Begriff des *waterfall model* (Bild 2). Dieser umschreibt nichts anderes als die einzelnen Phasen bei der Entwicklung

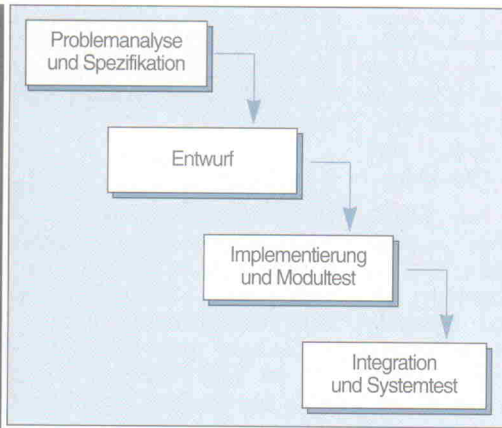


Bild 2.
Das Waterfall-Modell zeigt die einzelnen Schritte einer Software-entwicklung. Es existieren unterschiedlich abstrakte Modelle; das hier dargestellte ist das einfachste.

großer Softwarepakete (was natürlich – wie so viele schöne Modelle – in der Praxis in vielen Fällen allenfalls als grober Leitfaden dient). Nach der Spezifikation der Anforderungen an die Software erfolgt eine Entwurfsphase. In dieser zerlegt das Entwicklungsteam das Problem in Teilprobleme, die später als Softwaremodule zu implementieren sind. Zu diesen Modulen werden die externen Schnittstellen – dies wären in VHDL die Bausteindeklarationen – festgelegt. Anschließend

können die Team-Mitgliedern die einzelnen Bausteine völlig unabhängig voneinander implementieren und testen (die Entwicklung der Architekturrümpfe), bevor alle Module zusammengefaßt und auf ihre Gesamtfunktionalität hin überprüft werden.

Verbindung hergestellt

Die Trennung in sichtbare Bausteindeklaration und unsichtbaren Architekturrumpf unter-



VHDL-Werkstatt

Ein NAND-Gatter mit vier Eingängen

gen soll zunächst einmal sehr abstrakt betrachtet werden: Eine 'black box' mit vier Eingängen *eingang1* bis *eingang4* und einem Ausgang *ausgang* (Bild 3). Ihr logisches Verhalten kann mit einer Wahrheitstabelle beschrieben werden, in der der Ausgang immer 1 ist, außer sämtliche Eingänge liegen auf 1 (NAND (1,1,1,1) = 0).

Das Verhalten des NAND-Gatters würde man in VHDL wie im nebenstehenden Listing 1 gezeigt beschreiben.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf dem VHDL-Compiler des Institutes für Technische Informatik der Universität Rostock, der sich auf der VHDL!start-CD befindet; bei anderen Simulatoren ist das Vorgehen partiell anders. Man erhält aber auch unabhängig vom verwendeten Tool einen Eindruck, welche Komponenten für die Simulation einer in VHDL beschriebenen Schaltung benötigt werden, denn das Prinzip ist weitgehend simulatorunabhängig. Nach dem Abspeichern der gerade erstellten VHDL-Beschreibung, zum Beispiel unter C:\VHDL\NAND_4.VHD, wird der VHDL-Compiler gestartet:

VHDL NAND_4.VHD

Für die Simulation des beschriebenen Gatters benötigt man Stimuli, die – je nach Compiler – in einer Stimulidatei (hier NAND_4.SIG) abgelegt werden. In diesem Beispiel sollen dies die folgenden Stimuli sein:

```

eingang1 0 0
eingang1 20 1
eingang2 0 0
eingang2 10 1
eingang2 20 0
eingang2 30 1
eingang3 0 0
eingang3 10 1
eingang4 0 0
eingang4 30 1

```

Eingang1 befindet sich demnach zum Zeitpunkt Null auf logisch 0 und wechselt nach 20 ns auf logisch 1, Eingang2 ändert seinen Pegel nach 10 ns von 0 auf 1 und so weiter. Nach 30 ns führen alle Eingänge High-Pegel, das Ausgangssignal müßte auf Low wechseln.

Jetzt muß man noch die Signale definieren, die beim Simulationslauf beobachtet werden sollen. Diese bezeichnet man auch als Checkpoints und trägt sie in eine Signaldatei (hier NAND_4.LIS) ein. Im Beispiel sollen sämtliche Ein- und Ausgangssignale beobachtet werden. Die Signaldatei sieht daher so aus:

```

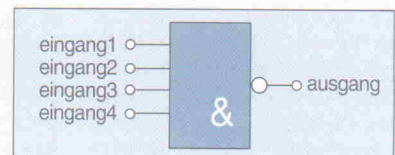
eingang1
eingang2
eingang3
eingang4
ausgang

```

Mit der Anweisung NAND_4 wird der Simulator gestartet (worauf sich ein gewisses 'feeling' einstellen sollte, denn es ist eine Datei mit Namen 'NAND_4.DAT' entstanden (Bild 4), in der sich die Simulationsergebnisse befinden).

In den interaktiven Übungen des VHDL-Lernsystems, das sich auf der CD-ROM VHDL!start befindet, werden die Simulationsergebnisse grafisch ausgegeben. Im Beispiel würde das etwa so aussehen, wie in Bild 5 dargestellt.

Bild 3.
Ein NAND-Gatter als 'Black Box' ...



Verhaltensbeschreibung eines NAND-Gatters mit vier Eingängen

```

entity nand_4 is
  port (eingang1, eingang2, eingang3, eingang4 : in Bit;
        ausgang : out Bit);
end nand_4;

architecture behaviour of nand_4 is
begin
  process (eingang1, eingang2, eingang3, eingang4)
  begin
    ausgang <= not (eingang1 and eingang2 and eingang3 and
                    eingang4) after 5 ns;
  end process;
end behaviour;

```

Listing 1. Entity und Architecture zum NAND_4.

ns	EINGANG1	EINGANG2	EINGANG3	EINGANG4	AUSGANG
0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1
10	0	1	1	0	1
20	1	0	1	0	1
30	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	0

Bild 4. In der Initialisierungsphase liegen alle Signale auf Low; der Ausgang wechselt nach 35 ns erneut auf Low.

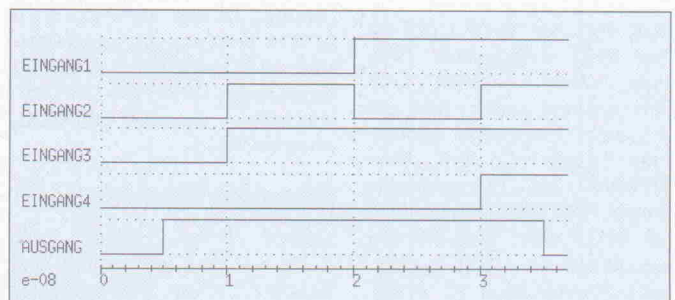


Bild 5. Die Simulationsergebnisse deuten darauf hin, daß die VHDL-Beschreibung das Gewünschte leistet.

stützt die hierarchische Anordnung von Bausteinen auf Dateiebene. (Dies ist nicht zu verwechseln mit der Zusammensetzung einer VHDL-Strukturbeschreibung aus mehreren Komponenten, die in späteren Artikeln ausführlich behandelt wird). Die Verbindung zwischen einzelnen Bausteinen wird durch die *Port-Beschreibung* (*port declaration*) gebildet. Dort definiert man die am Datenaustausch beteiligten Signale, also die Ein- und Ausgänge des Bausteins, in der sogenannten *Schnittstellenliste* (*port list*). Für jedes dieser Signale wird die Richtung des Datenflusses definiert (*in*, *out*, *inout* oder *buffer*). Im Beispiel *nand_4* gibt es vier Signale mit Datenflußrichtung *in*, nämlich genau die Eingänge der Schaltung 'eingang1' bis 'eingang4'. Ferner befindet sich ein Signal mit Datenflußrichtung *out* in der Schaltung, das folgerichtig den Ausgang des Bausteins darstellt. Den Modus *inout* benutzt man für bidirektionale Leitungen, den Modus *buffer* für Ausgangsleitungen, auf die innerhalb des Bausteins auch lesend zugegriffen werden soll (gelegentlich werden Ausgangssignale zusätzlich intern noch benötigt, zum Beispiel im Falle der rückgekoppelten Ausgangsleitungen eines Flipflops).

Aktion gestartet

Innerhalb des Architekturrumpfes befindet sich ein *Prozeß*, der durch das VHDL-Schlüsselwort *process* eingeleitet und von *begin* und *end process* umschlossen ist. Ein Prozeß in VHDL ist eine Folge von Befehlen, die sequentiell, das heißt nacheinander abgearbeitet werden. Existieren mehrere Prozesse innerhalb einer Architektur, erfolgt die Bearbeitung parallel. Hinter dem Schlüsselwort *process* steht in Klammern eine Liste sogenannter *sensitiver Signale*, die man als *sensitivity list* bezeichnet. Diese Signale steuern die Aktivierung des Prozesses: Ein Prozeß mit einer sensitivity list wird zunächst bei der Initialisierung einmal komplett abgearbeitet und anschließend in den Wartezustand versetzt. Er wird erst wieder aktiv, wenn sich der Zustand eines der Signale in der Liste ändert. Beim *nand_4* stehen beispielsweise alle Eingangssignale zu einem gewissen Zeitpunkt auf logisch 1. Ändert sich irgendwann ein Eingangssignal auf lo-

gisch 0 (im Beispiel kann dies nur von außen vorgegeben worden sein), läuft der Prozeß zu diesem Zeitpunkt nochmals vollständig durch – das Ausgangssignal bekommt einen neuen Wert zugewiesen (nach einer gewissen *Verzögerungszeit*, aber dazu gleich mehr).

Es gibt noch eine grundlegend andere Möglichkeit, Prozesse zu aktivieren oder zu beenden, nämlich durch die *wait*-Anweisung. Dies sei an dieser Stelle aber nur erwähnt, die *wait*-Anweisung wird in der nächsten Folge bei der Darstellung von Prozessen ausführlicher zur Sprache kommen. Prozesse spielen gerade in VHDL-Verhaltensbeschreibungen eine so zentrale Rolle, daß man VHDL gelegentlich auch als prozeßorientierte Sprache bezeichnet.

Funktion zugewiesen

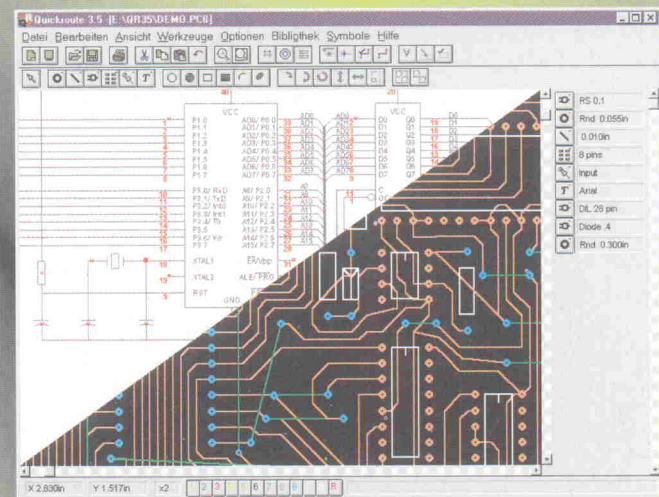
Innerhalb des Prozesses befindet sich im Falle des NAND-Gatters lediglich eine einzige Signalzuweisung: Dem Ausgang wird das Ergebnis einer logischen Verknüpfung aller Eingänge zugewiesen. Die benutzten Operatoren *NOT* und *AND* sind in VHDL vordefiniert. Weitere wichtige vordefinierte Operatoren sind auf der arithmetischen Seite die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, auf der logischen Seite sind dies *AND*, *OR*, *NAND*, *NOR*, *XOR* (jeweils binär, also mit zwei Operanden), *NOT* (unär, also mit einem Operator) sowie alle bei Programmiersprachen üblichen Vergleichsoperatoren (gleich, kleiner als, größer als, usw.). All diese Operatoren werden im Laufe der Artikelreihe noch des öfteren auftauchen und auch entsprechend erläutert. Außerdem gibt es in VHDL zwei Arten von Zuweisungen: die Signalzuweisung mit dem Operator '*<=*' ist bereits im Beispiel des NAND-Gatters aufgetreten. Daneben gibt es auch die Möglichkeit der Variablenzuweisung mit dem Operator '*:=*'. Solche Operatoren werden im Rahmen dieser Artikelreihe ebenfalls zur Sprache kommen.

Am Ende der logischen Verknüpfung

ausgang <= not (eingang1 and eingang2 and eingang3 and eingang4)
after 5 ns

in der VHDL-Beschreibung des *nand_4* Beispiels befindet sich die etwas unscheinbare Teilan-

QRTM Das integrierte Leiterplatten- und Schaltplan-Designsystem für WindowsTM



Schnell und effizient ! Der Entwurf von Schaltplänen und Leiterplattenlayouts. Quick Route wird Sie mit einer preisgekrönten intuitiven Benutzeroberfläche und einem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis begeistern.

- ☐ Autorouter in SmartRouteTM-Technologie
- ☐ RouteAssistTM (für Teilrouting)
- ☐ Design-Rule-Check
- ☐ Beliebige Masseflächen
- ☐ Kupferflächen mit beliebigen Geometrien
- ☐ SMD-Unterstützung
- ☐ Annotation-Funktionen
- ☐ Gerber und Tango Import/Export
- ☐ Orcad, SPICE, WMF und DXF Export
- ☐ Export von Bohrrdaten und Materiallisten
- ☐ Software und Handbuch in Deutsch !
- ☐ Für Windows 3.1x, Windows 95, Windows NT
- ☐ u.v.m.

DM 897,-

Professional+ Version V3.6

DM 429,-

Lite-Version V3.6

DM 0,-

Demoversion V3.6 und Infomaterial

Exklusiv bei:

Com Pro Hard- & Software Vertriebs GmbH
Reinsburgstr. 82, 70178 Stuttgart

Tel: 0711-627740, Fax: 0711-627760
BBS: 0711-6150323, CompuServe: Go Compro
E-Mail: 102212,1123@compuserve.com

Skelett eines VHDL-Bausteins

```
-- Allgemeiner syntaktischer Aufbau eines VHDL-Bausteins
-- (alle VHDL-Schlüsselwörter sind fett gedruckt).
-- Es beginnt mit der Bausteindeklaration:
entity Bausteinname is
-- Das folgende generic-Statement erlaubt die Übergabe
-- modellabhängiger Parameter (wie etwa Verzögerungszeiten)
-- an einen Baustein:
generic (Parameterliste, optional);
-- In der folgenden Port-Beschreibung werden die Signal-
-- schnittstellen des Bausteins nach außen definiert.
-- Im Falle eines Gatters mit zwei Eingängen und einem Aus-
-- gang wären dies beispielsweise gerade die Ein- und Ausgänge:
port (Schnittstellenliste, optional);
-- Nachfolgend können diverse Deklarationen vorgenommen
-- werden, die zum Beispiel in verschiedenen Architektur-
-- rümpfen benutzt werden können. Dies sind u. a. Unter-
-- programme, Typdeklarationen, Konstantendeklarationen
-- und Signaldeklarationen:
-- (Deklarationen, optional);
-- Nun können noch einige Anweisungen in der Baustein-
-- deklaration vorgenommen werden, die für alle Architektur-
-- rümpfe (zu dieser Bausteindeklaration!) durchzuführen sind.
-- Dies verkürzt die Architekturbeschreibung, denn die in der
-- Bausteindeklaration aufgeführten Anweisungen müssen
-- nicht mehr in den Architekturrümpfen stehen:
begin
-- (Anweisungen, optional);
...
end Bausteinname;
-- Ende der Bausteindeklaration. Es folgt der Architekturrümpf:
architecture Rumpfname of Bausteinname is
-- An dieser Stelle folgt nun entweder eine Verhaltens- oder
-- eine Strukturbeschreibung des Bausteins. In jedem Fall sind
-- die folgenden syntaktischen Vorgaben einzuhalten.
-- Es beginnt (optional) mit Deklarationen für Typen, Konstan-
-- ten und Signale, die im Gegensatz zu den Anweisungen in
-- der obigen Bausteindeklaration nur für genau diesen
-- Architekturrümpf gültig sind:
-- (Deklarationen, optional);
-- Jetzt folgen die eigentlichen Anweisungen, die das Verhalten
-- oder die Struktur des Bausteins beschreiben:
begin
-- Anweisungen;
...
end Rumpfname;
```

weisung *after* 5 ns. Diese bringt erst Bewegung ins Spiel: Um das dynamische Verhalten einer Schaltung abbilden zu können, werden in VHDL Verzögerungszeiten als Parameter in die Modelle aufgenommen. Eine VHDL-Simulation ermöglicht damit nicht nur das Testen auf logische 'Korrektheit', sondern gleichzeitig das Beobachten des zeitlichen Schaltungsverhaltens. Dies ist bekanntermaßen ein wichtiger Aspekt, denn die Geschwindigkeit einzelner Bauteile spielt gerade heute eine sehr wichtige Rolle auf dem Markt – man denke nur an die Spezifika-

tion für PCI-Interfaces oder DSP-Cores. Die im Beispiel *nand_4* dargestellte Einbeziehung einer Verzögerungszeit innerhalb des Prozesses ist sehr simpel. Es existieren in VHDL wesentlich komplexere Möglichkeiten für die Einbindung von Zeitkomponenten in Hardwarebeschreibungen (etwa Verzögerungszeiten für die Aktivierung einzelner Prozesse). Der Wert von 5 ns im Beispiel *nand_4* ist an die in den Datenblättern der Zielhardware angegebenen Durchlaufzeiten angepaßt. Bei der Vorgabe von Verzögerungszeiten einzelner Kom-

ponenten sollte man sich immer an den technologischen Gegebenheiten orientieren, sofern man mit Hilfe einer Simulation realistische Schaltungslaufzeiten ermitteln möchte.

Relativ richtig

Nach dem Erstellen der VHDL-Schaltungsbeschreibung interessiert das logische und dynamische Verhalten des Bausteins. Vorweg: Einen Korrektheitsbeweis im Sinne einer Verifikation liefert eine VHDL-Simulation nicht. Lediglich eine sogenannte *Validierung* ist möglich, in der die korrekte Implementierung einer gegebenen Spezifikation vorgeführt wird. Für eine vollständige Verifikation müßte man nämlich beweisen, daß der VHDL-Code das Problem richtig umschreibt und alle funktionalen, zeitlichen oder sonstigen Anforderungen erfüllt sind. Eine im Sinne der Spezifikation falsche VHDL-Beschreibung könnte in den (in begrenzter Anzahl) getesteten Fällen korrekte Ergebnisse liefern. Beim recht überschaubaren *nand_4* ist es noch mit einem vertretbaren Aufwand möglich, sämtliche Eingangskombinationen zu testen. Dazu müßte man lediglich 16 Eingangskombinationen anlegen, was bis zu 64 Einträge in der Stimuli-Datei (vgl. Kasten 'VHDL-Werkstatt') erfordern würde.

Bei größeren Schaltungen lassen sich dagegen nicht mehr alle möglichen Eingangskombinationen testen. In diesem Fall wird auch das Überprüfen eines Bausteins zu einer kreativen Angelegenheit: Erst nach einiger Erfahrung erwirbt man ein 'Gefühl' für die Auswahl geeigneter Stimuli, die das zeitliche und logische Verhalten der Schaltung repräsentieren. So läßt sich beispielsweise die Dynamik des NAND-Gatters recht gut zeigen, trotzdem in der Schaltung nur vier Eingangskombinationen im Zeitablauf angelegt wurden (siehe 'VHDL-Werkstatt'). Als ein möglicher Weg sei hier das Testen sämtlicher Extremwerte genannt. Im Falle einer Strukturbeschreibung sind dies alle Eingangskombinationen, die den 'längsten Weg' benötigen, um auf die Ausgänge zu wirken. Doch selbst das Auffinden dieser wenigen Kombinationen erweist sich gelegentlich als etwas mühsam. Der Trend geht daher zunehmend in Rich-

tung Automatisierung der Testumgebung – worauf in einer späteren Folge ausführlicher eingegangen wird.

Die Vorgabe eines Stimuli beinhaltet immer den Namen eines Signals, einen Zeitpunkt und einen Wert zu diesem Zeitpunkt. In der Stimuli-Datei der 'VHDL-Werkstatt' wird also das Signal 'ingang1' zum Zeitpunkt 0 ns (relativ zum Startzeitpunkt der Simulation) mit dem Wert '0' belegt, zum Zeitpunkt 20 ns wechselt dieser Signalwert auf '1'. Nach 30 ns sind alle Signale mit logisch 1 belegt. Die hier dargestellte Form entspricht der Notation des Simulators des Institutes für Technische Informatik der Universität Rostock, der sich auf der *ELRAD* CD-ROM VHDL!start befindet. Bei anderen Simulatoren ist es meist ähnlich, so wird beispielsweise beim V-System-Compiler von Model Technology nach dem Signalnamen zuerst der Wert und dann der Zeitpunkt angegeben – was inhaltlich keinen Unterschied macht. Man kann auch bereits innerhalb der VHDL-Beschreibung eine sogenannte Testbench vorgeben (was ebenfalls Gegenstand eines späteren Artikels sein wird).

Nach Eingabe der Checkpoints und Starten des Simulators lassen sich die Simulationsergebnisse beobachten. Sie zeigen folgendes: Der Prozeß innerhalb des Architekturrümpfes wird am Beginn der Simulation (zum Zeitpunkt 0 ns) zur Initialisierung einmal vollständig durchlaufen. Der Ausgang steht zu diesem Zeitpunkt auf logisch 0. Erst nach der in der VHDL-Beschreibung vorgegebenen Verzögerungszeit von 5 ns ist die Schaltung korrekt initialisiert, der Ausgang steht auf logisch 1, denn

NAND (0,0,0,0) = 1

Erst wenn alle Eingangssignale auf logisch 1 gesetzt sind (Zeitpunkt 30 ns), wechselt das Ausgangssignal auf logisch 0 (wiederum nach der Verzögerungszeit von 5 ns, also zum Zeitpunkt 35 ns). Dies deutet darauf hin, daß die VHDL-Beschreibung im Sinne der Schaltung korrekt ist.

So geht's weiter

VHDL ermöglicht die Beschreibung von Schaltungen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen. Die zentralen Konzepte

sind dabei die Verhaltensbeschreibung und die Strukturbeschreibung. Den Schwerpunkt des folgenden Artikels bildet die VHDL-Verhaltensbeschreibung. Diese ist eine algorithmische Umsetzung der Funktionalität einer Schaltung und kann viele sprachliche Möglichkeiten von VHDL enthalten, wie zum Beispiel Unterprogramme und Schleifen. Entsprechend stellt der folgende Beitrag die VHDL-

Daten- und Kontrollstrukturen generell und anhand eines größeren Beispiels vor. *uk*

Literatur

- [1] M. Jain: *The VHDL forecast*, IEEE Spectrum, Juni 1993, S. 36
 [2] IEEE Standard VHDL Language Reference Manual (IEEE-1076-1993), New York 1993

Die Autoren der VHDL-Serie

Die Beiträge zur VHDL-Reihe sind der Feder von Mitarbeitern der Universität Rostock entsprungen. Am dortigen Institut für Technische Informatik sollen allerdings keine rein theoretischen Exkurse zu Hardwarebeschreibungssprachen angestellt, sondern praxisnahe Hilfen und Tips für diese neue Art der Schaltungsentwicklung vermittelt werden. Aus diesen Ansprüchen heraus ist auch das VHDL-Lernsystem entstanden, das den Rostocker Studenten die interaktive Auseinandersetzung mit der Modellierung, der Entwicklung und der Simulation von Hardwarekomponenten auf multimedialer Basis erlaubt. Wer sind sie nun, die VHDL-Kenner? Hier ein kleiner Einblick:

Dipl.-Inf. Andreas Falkenberg

studierte Informatik an der Universität Dortmund. Seit Mai 1995 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Rechnerarchitektur der Universität Rostock. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Hardwareentwurf und Synthese mit VHDL. Ziel seiner Forschungsaktivitäten ist die Beschleunigung der Synthese durch Parallelisierung von Syntheseschritten auf verschiedenen Rechnern. Dabei setzt er unter anderem auf die Aufteilung elementarer Syntheseschritte mit Hilfe genetischer Algorithmen.

Dipl.-Ing. Frank Burchert

studierte Elektrotechnik an der Universität Dortmund. Seit Mai 1995 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Rechnerarchitektur der Universität Rostock. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Si-

mulation und Synthese elektronischer Schaltungen. Frank Burcherts Aktivitäten zielen ebenfalls auf eine beschleunigte Synthese. Er widmet sich jedoch im Gegensatz zu Andreas Falkenberg vornehmlich der Aufteilung von Synthesemodellen und der Clusterorganisation der Rechner.

Dipl.-Inf. Dipl.-Ing. Hans Dicken

ist der 'Software-Vertreter' unter den Autoren. Er studierte Architektur und anschließend nebenberuflich Informatik an der FernUniversität Hagen. An der Uni Rostock beschäftigte sich Hans Dicken seit Anfang 95 unter anderem intensiv mit VHDL und war maßgeblich an der Entwicklung und Betreuung des Rostocker VHDL-Lernsystems beteiligt. Im Juli 1996 wechselte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur HIS Hochschul Informations System GmbH in Hannover. Seine Interessenschwerpunkte bilden Programmiersprachen und Softwareentwicklungsmethoden sowie Datenbanken, Multimedia und das WWW.

Dr. rer. nat. Michael Koch

studierte Elektrotechnik an der Universität Dortmund. Nach seiner Promotion an der FernUniversität Hagen, arbeitet er seit 1996 als Oberingenieur am Lehrstuhl Rechnerarchitektur der Universität Rostock. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Entwurf von Rechnersystemen, Hardwarebeschreibungssprachen (VHDL) und Simulation. Außerdem zielen seine Forschungsaktivitäten in Richtung Multimedia und Rechnernetze. Er entwickelte die Grundlagen für den im VHDL-Lernsystem verwendeten Simulator.

Mobile 150 MHz in Farbe: Das Schnellste seiner Klasse.

Hitachi's „kleine“ digitale Erfolgsserie für den mobilen Einsatz ist bis zu 50% schneller als andere. Und Sie erhalten alles, was Sie von einem „großen“ Digital-Oszilloskop erwarten.



■ Neu: Jetzt mit 100 Ms/s Abtastrate, 10 ns Störspitzen-erfassung und 8 Kbyte Speichertiefe pro Kanal.

- Drei Modelle: 20 MHz, 50 MHz, 150 MHz Bandbreite.
- Brillantes TFT-Farb-Display.
- Abtastraten 15, 30, 60 oder 100 Ms/s pro Kanal.
- 2 Kbyte oder 8 Kbyte Speichertiefe pro Kanal.
- 10 ns Störspitzenenerfassung.
- Automatische Berechnung von 17 Signal-Parametern.
- GO-NOGO-Betrieb.
- Bis 100 Messungen speicherbar.
- RS232C- und Centronics-Schnittstelle zum Programmieren, Drucken, Plotten.
- 3 Jahre Hitachi-Garantie.

Kostenlose Vorführungen
vor Ort anfordern: Telefon 0 61 06 / 69 92-32

HITACHI

Hitachi Denshi (Europa) GmbH
Weiskircher Str. 88, D-63110 Rodgau
Tel. 0 61 06 / 69 92-0
Fax 0 61 06 / 69 92-12

Jetzt
zugreifen:
Einstiegsmodell
für
weniger
als DM

3000,-

Serie
VC-5400



electronica 96
Halle 20, Stand 20 B 06

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



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



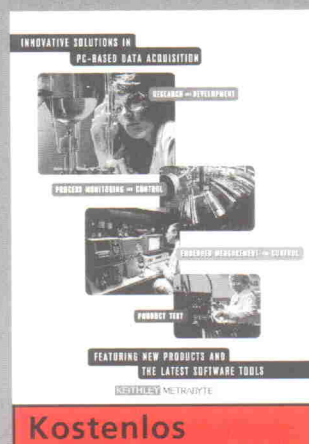
Verlag
 Heinz Heise
 GmbH & Co KG
 Postfach 610407
 D-30604 Hannover

Beispielhafte Anwendungen aus der PC-gestützten Meßtechnik:

- Tests von PC-Karten, Audio-Bändern, programmierbaren Thermostaten, u. ä.
- Checks von Parametern zur Wartung von Düsentriebwerken
- Entwicklung eines Systems zur Bestimmung des Wärmeverlaufs an Bauelementen unter Belastung mit hohem Strom
- Bestimmung der Viskosität von Polymeren
- Medizinische Forschung: Aufnahme elektrischer Signale vom menschlichen Körper unter Belastung und deren Auswertung, z.B. zur physiologischen Diagnose und Therapie

Neuer Applikations-Katalog Praxisbeispiele aus der PC-Meßtechnik

NEU!



Der neue vierfarbige PC-Meßtechnik-Applikationskatalog enthält auf 36 Seiten viele Anwendungen, innovative Lösungen und neue Produkte. Die Applikationen kommen aus den Bereichen Produktionstest, Prozeßkontrolle, -steuerung und -regelung, Forschung und Entwicklung. Spezifische Subsysteme als Teile integrierter Gesamtlösungen runden diesen Teil ab. Zwei weitere Abschnitte beschäftigen sich mit Meßsoftware und Hardware für die Meßwerterfassung. Inklusive eines einleitenden Beitrages über Meßtechnik unter Windows 95 und Windows NT.

Fordern Sie Ihr Exemplar des Applikations-Kurzkataloges am besten noch heute an. Er ist natürlich kostenlos.

Tel.: (089) 84 93 07-40

Fax: (089) 84 93 07-34

KEITHLEY

The Measurement Consultant

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Str. 65
82110 Germering
Tel.: 089/84 93 07-0, Fax: -34

DAQ Designer 1996



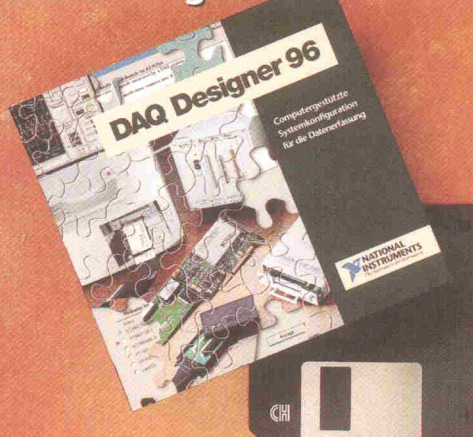
Eine **kostenlose** DAQ Designer Software erhalten Sie unter
Tel.: (089) 741 31 30
E-mail: info@natinst.com
WWW: <http://www.natinst.com>



National Instruments
Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
Im November findet unser VIP'96 Kongreß statt -
Fragen Sie nach den Teilnahmebedingungen

Wie Sie PC-gestützte Datenerfassung für Ihre Anwendung nutzen können...



...zeigt Ihnen
DAQ Designer 96 !

DAQ Designer 96 ist ein kostenloses PC-Tool zur Konfiguration von Datenerfassungssystemen. Er führt Sie schrittweise durch Ihre Anwendung, stellt Fragen und empfiehlt passende Komponenten, einschließlich:

- PC-Einsteckkarten für Datenerfassung
- PCMCIA-Karten für Datenerfassung
- Signalkonditionierung und Anschlußtechnik
- Kabel
- Software

Mit DAQ Designer 96 erfahren Sie alles, was Sie für das Zusammenstellen eines Systems zur Datenerfassung wissen müssen.

**DAQ Designer 96 erhalten
Sie kostenlos unter:**
Tel.: 089/741 31 30
Fax: 089/714 60 35



1 Eurokarte*
+ Einrichtung
+ Photoplot
+ MwSt.
=
DM 99.-

*doppelseitig, durchkontaktiert

Pay more ?



INFO:
FAX-ABRUUF: 06120 - 907015
INTERNET: <http://www.pcb-pool.com>

NO !





bitte schicken Sie mir Ihren neuen
Applikationskatalog kostenlos und
unverbindlich zu.

(Bitte deutlich lesbar schreiben – vielen Dank!)

Absender:

Name _____ Vorname _____

Firma _____

Abteilung _____

Straße _____

Postleitzahl/Ort _____

() _____

Telefon _____ Durchwahl _____

() _____

Fax _____

Antwort

80 Pfennig
die sich
lohnen

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Str. 65

82110 Germering

21285

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.

elr 11/96



National Instruments
Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München

50 JAHRE

1946 – 1996

KEITHLEY INSTRUMENTS, INC.



30 JAHRE

1966 – 1996

KEITHLEY INSTRUMENTS GMBH

DAQ Designer 1996



Eine **kostenlose** DAQ Designer
Software erhalten Sie unter

Tel.: (089) 741 31 30

E-mail: info@natinst.com

WWW: http://www.natinst.com



National Instruments
Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35

Meine Adresse / Fax-Nummer:

Mach
mich
frei !



Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL
Teilnahmebedingungen !



Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC
kostenlos zu !

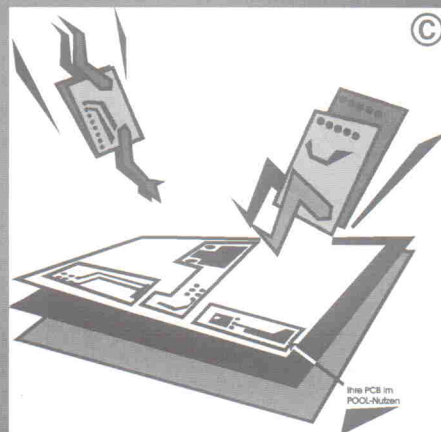


Die PREVUE Software kann ich aus
der BETA MAILBOX downloaden !



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

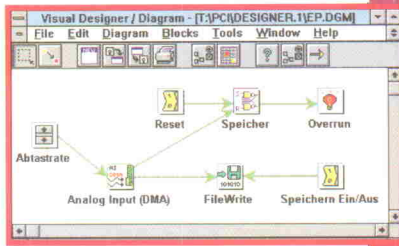
BBS isdn 90701.8

beta-layout@pcb-pool.com

http://www.pcb-pool.com

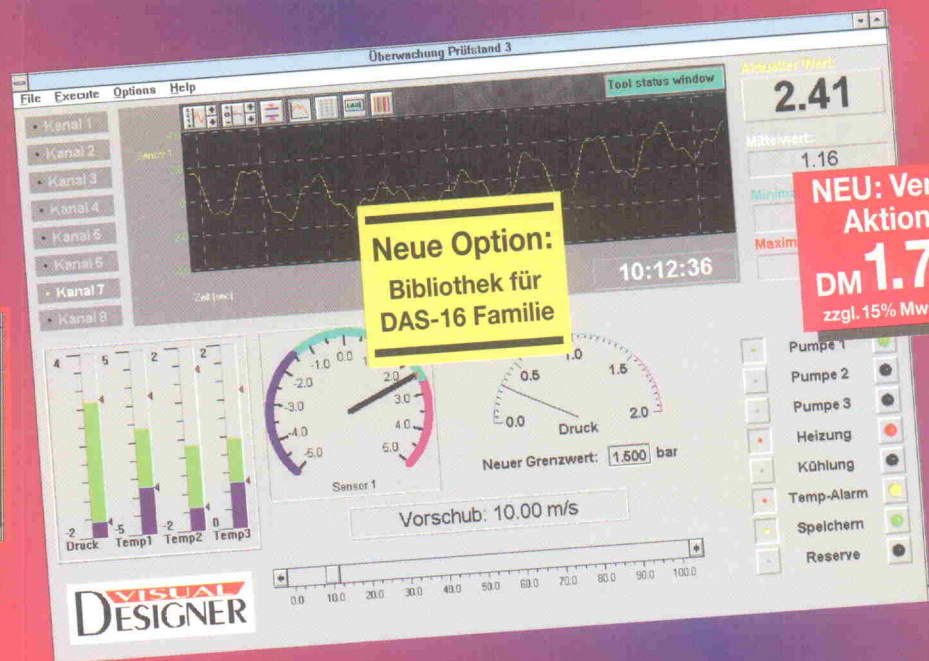
VISUAL DESIGNER

- ▶ Applikations-Generator für Windows
- ▶ erfordert keine Programmierkenntnisse
- ▶ keine Kosten für Runtime-Lizenzen
- ▶ Datenerfassung bis 100 MHz unter Windows
- ▶ **günstige Paketpreise:**
Hardware, Software und Anschlußtechnik



**INTELLIGENT
INSTRUMENTATION**

Tel. (0711) 9 49 69-0



**Neue Option:
Bibliothek für
DAS-16 Familie**

**NEU: Version 3.0
Aktionspreis
DM 1.740,-
zzgl. 15% Mwst = DM 2.001,-**

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am:

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis
erteilt am:

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige* (mit  gekennzeichnet)

DM	
4,30 (7,20)	
8,60 (14,40)	
12,90 (21,60)	
17,20 (28,80)	
21,50 (36,00)	
25,80 (43,20)	
30,10 (50,40)	
34,40 (57,60)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.

*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr. **Bitte umstehenden Absender nicht vergessen!**

 **eMedia GmbH**

Bestellung

7948

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr. _____ BLZ _____

Bank _____

☐ Scheck liegt bei.

☐ Eurocard

☐ Visa

☐ American Express

Card-Nr. _____

Gültigkeitszeitraum von _____ bis _____
Monat/Jahr Monat/Jahr

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

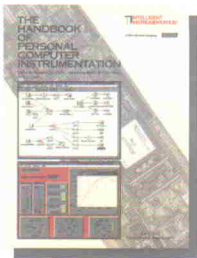
- Platinen und Software zu
ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Absender nicht vergessen!

Datum _____ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) _____



☐ Bitte schicken Sie mir das kostenlose neue PCI-Handbuch mit Preisliste.

☐ Bitte rufen Sie mich an

Absender:

Firma _____
Name _____
Abt. _____
Straße _____
PLZ/Ort _____
Telefon _____
Telefax _____

Antwortkarte



Postfach 200 140
70750 Leinfelden - Echterdingen

Bitte
freimachen

Hauptniederlassung

Intelligent Instrumentation GmbH
Esslinger Strasse 7
70771 Leinfelden-Echterdingen
Postfach 200 140
70750 Leinfelden-Echterdingen
Telefon (0711) 9 49 69-0
Telefax (0711) 9 49 69-89
Mailbox (0711) 79 79 805

Geschäftsstelle Bremen

Telefon (0 42 07) 79 15
Telefax (0 42 07) 79 17

Geschäftsstelle Düsseldorf

Telefon (0 21 62) 3 57 31
Telefon (0 21 62) 2 22 17



PCI 20.000

Absender:

Name/Vorname _____

Beruf _____

Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. _____ BLZ _____

Bank _____

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.

Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 000-019 968
Postgiro Hannover, BLZ 250 520 99, Kto. Nr. 9305-308

☐ Scheck liegt bei.

X

Datum _____ Unterschrift _____
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte
ausreichend
frankieren.

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 4,30 DM

Gewerbliche Kleinanzeigen
je Druckzeile 7,20 DM

Chiffregebühr 6,10 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

☐

Beihefter

☐

Beilage

☐

Ausgabe Nr.

Seite

Produkt

Schlagzeile

☐

Senden Sie mir Ihre Unterlagen

☐

Rufen Sie mich bitte an

☐

Ich wünsche Ihren Besuch

VON

(Absender)

Firma

Abteilung

Name

Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Telefon

Fax-Nr.

Kleiner Tip:

Kopieren Sie sich diese Seite.

ELEKTRONIKRING 1
26452 SANDE
TEL: 0 44 22 / 9 55 - 0
FAX: 0 44 22 / 9 55 - 111
ANRUFBENTWORTER:
0 44 22 / 9 55 - 222

KATALOG KOSTENLOS!

Versand ab DM 10,-/ Ausland ab DM 100,-
Versand per Nachnahme oder Bankinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)
Versandkostenpauschale: NN 7,-
Bankinzug: DM 5,80
LPS: DM 9,00

Stand: 1. Oktober 1996

Transistoren

BC	BD	BDW	BFR	BUW
107A 0.31	238 0.60	93B 1.40	38 1.40	11A 2.05
107B 0.31	239C 1.05	93C 1.50	90 0.83	12A 6.20
108B 0.31	240C 0.87	94B 1.40	91 0.87	13A 5.45
108C 0.31	241B 0.93	94C 1.35	96 0.97	41B 1.70

Halbleiterangebot

BU 208A	2,15
BU 208D	2,40
BU 508A	1,85
BU 508AF	1,85
BU 508D	2,30
BU 508DF	2,30
BU 2508AF	2,50
BUT 11A	1,10
BUT 11AF	1,20
BUT 12A	1,60
BUZ 11	1,85
BUZ 11A	1,80

uA 7805	-55
uA 7812	-55
uA 7815	-55
uA 7905	-53
uA 7912	-53
uA 7915	-53

LM 317-220	-73
LM 324 DIL	-36
LM 339 DIL	-36
LM 358 DIP	-36
NE 555 DIP	-39
NE 556 DIL	-49
NE 5532 DIP	0,98
NE 5532A DIP	1,05
NE 5534 DIP	0,98
NE 5534A DIP	1,00

TL 071 DIP	-67
TL 072 DIP	-69
TL 074 DIP	-83
TL 081 DIP	-57
TL 082 DIP	-63
TL 084 DIL	-77

BD	
135 0.41	
136 0.33	
137 0.35	
138 0.41	
139 0.52	
140 0.41	
175 0.48	
179 0.53	
180 0.54	
189 0.93	
190 0.69	
224 0.60	
235 0.60	
236 0.60	
237 0.67	

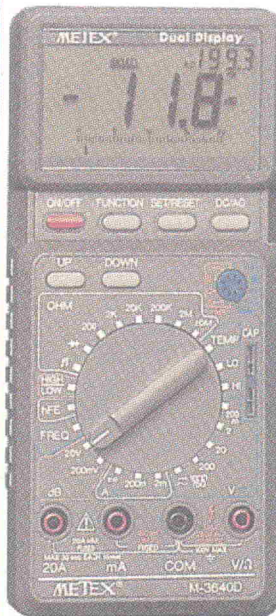
Integrierte Schaltungen

uA (TSL)	LM	NE	OP	TDA	TDA	MOS	MOS	LS
7805 0.55	336-22.5 1.25	521DIL 3.25	01CP 9.45	2002 1.35	2593 1.50	4000 0.29	4075 0.34	00 0.33
7806 0.56	337T03 4.65	522DIL 2.50	02CP 9.15	2003 1.10	2594 5.05	4001 0.34	4076 0.64	01 0.35
7807 0.94	337-220 1.30	532DIP 0.49	04CV 17.00	2004 2.35	2595 3.20	4002 0.29	4081 0.38	02 0.30
7808 0.56	338T03 9.65	538DIP 6.00	05CP 15.35	2005 2.25	2611A 1.75	4006 0.59	4082 0.38	03 0.31
7809 0.56	339DIL 0.36	542DIP 2.20	06GZ 7.95	2005B 2.30	2653A 6.30	4007 0.29	4536 1.95	04 0.36
7810 0.63								05 0.36
7812 0.55								06 0.64
7815 0.55								07 0.67
7818 0.56								08 0.36
7820 0.56								09 0.34
7824 0.56								10 0.34
								11 0.31
								12 0.34
								13 0.36
								14 0.41
								15 0.29
								20 0.35
								21 0.34
								26 0.35
								27 0.34
								28 0.31
								30 0.31
								32 0.35
								37 0.32
								38 0.34
								40 0.35
								42 0.46
								47 1.00
								48 0.98
								73 0.57
								74 0.46
								75 0.44
								76 0.64
								83 0.59
								85 0.56
								86 0.44
								90 0.58
								92 0.58
								93 0.60
								95 0.74
								96 0.87
								107 0.58
								112 0.45
								113 0.45
								122 0.65
								123 0.63
								125 0.37
								126 0.44
								132 0.44
								133 0.35
								136 0.35
								138 0.51
								139 0.55
								145 1.15
								147 4.25
								148 1.65
								151 0.56
								152 0.63
								153 0.61
								154 2.10
								155 0.59
								156 0.54
								157 0.53
								158 0.59
								161 0.63
								163 0.80
								164 0.63
								165 0.82
								166 0.59
								169 0.72
								173 0.76
								174 0.54
								175 0.53
								190 0.58
								191 0.56
								192 0.58
								193 0.58
								194 0.58
								195 0.61
								196 0.74
								221 0.73
								240 0.65
								241 0.55
								244 0.71
								245 0.75
								247 1.05
								248 0.90
								688 2.80

METEX

Fortschritt in richtungs-
weisender DMM-Messtechnik

mit DUAL-Display



- Memory für 10 Messungen sowie Vergleichsmessungen
- True RMS measurement
- Überlast- und Überspannungsschutz
- Auto-Polaritätsanzeige, Low-Bat
- Auto/ Min/ Max/ Daten-Aufzeichnung
- Computer-Schnittstelle sowie Software
- Kapazitätsmessung:
2/20/200nF 2/20/200µF
- Frequenzmessung:
2/20/200kHz, 1MHz
- db-Messung:
200mVAC / 20VAC
- Temperaturmessung:
-40°C ~ 1200°C
- Standardbereiche:
0,2/2/20/200V DCAC
750V AC / 1000V DC
2/200mA / 20A DCAC
200Ω / 2/20/200K / 2/20M

Metex M-3640D
DM 133,00

inkl. Metex-Software, Kabel, Tasche und Temperaturmessfühler

448DIL 0.67	555DIP 0.39	07CP 1.15	2006 1.85	4600 2.85	4011 0.36	4538 0.71
350T03 10.35	556DIL 0.39	09FP 16.35	2008 2.40	4601 2.35	4017 0.64	4539 0.92
350-220 4.40	564DIL 2.85	11FP 13.80	2009 3.00	4605 3.35	4030 0.33	4541 0.63
358DIP 0.35	565DIL 1.70	12ES 32.65	2010 1.90	4950 2.10	4040 0.65	4543 0.39
380DIL 1.40	566DIP 1.30	15GZ 8.05	2020 2.55	7000 2.45	4043 0.58	4553 1.10
380DIP 2.30	567DIP 0.68	16PZ 18.10	2030 1.60	8140 3.05	4044 0.49	4555 0.53

ICL						
7207A 15.75						
7216D 55.00						
7217DIP 27.30						
7218A 13.40						
7224 22.80						
7226A 86.80						
7535 0.77						
7556 1.35						

ICS						
1700A 14.80						
1702N 16.30						

ISD						
1016 AP 24.50						
2560 P 32.80						

LF						
347DIL 1.35						
351DIP 0.77						
353DIP 0.77						
355DIP 1.35						
356DIP 1.35						
357DIP 1.40						
358DIP 2.80						

LM						
35CZ 9.60						
239DIL 0.98						
258DIP 0.68						
301DIP 0.67						
308DIP 0.98						
309T03 3.25						
310DIP 0.47						
311DIP 0.43						
317-220 0.73						
318DIP 1.80						
319DIL 1.35						
323T03 3.75						
324DIL 0.36						
334T092 1.35						
335T092 1.25						

382DIL 6.35	570DIL 5.80	27GP 3.70	2030AV1.95	4046 0.61	4553 2.10
38522.5 1.25	571DIL 3.75	37GP 3.70	2030H 2.10	4047 0.78	4555 0.53
386DIP 0.60	572DIL 4.25		2040 1.70	4049 0.46	4556 0.63
397DIP 2.50	592DIL 0.75		2054M 2.35	4050 0.40	4557 2.60
398DIP 0.37	593DIP 0.98		2270 4.20	4051 0.64	4560 2.20
567DIP 0.70	612DIP 2.45		2320 0.93	4052 0.64	4572 0.42
188DIP 8.10	614DIL 5.70		2532 1.35	4053 0.68	4583 1.05
189A 3.55	645DIL 4.95		2540 1.90	4054 0.78	4584 0.54
2901DIL 0.47	646B DIL 1.70		2541 3.10	4060 0.68	4585 0.74
2902DIL 0.49	4558DIP 0.83		2545 3.65	4063 0.63	40098 0.95
2903DIP 0.49	5205DIP 5.00		2556V 4.40	4066 0.36	40103 1.25
2981A 1.80	532DIP 0.98		2576A13.10	4067 2.90	40106 0.51
2982DIP 0.89	533DIP 0.98		2577A 6.55	4068 0.29	40107 0.55
390DIL 0.89	533ADIP 0.05		2578A 5.95	4069 0.36	40108 0.99
3909DIP 2.00	533ADIP 0.98		5030 7.30	4070 0.35	40161 0.94
3914DIL 2.55	534ADIP 1.00		5246P20.00	4071 0.35	40162 1.05
3915DIL 2.70	539DIP 3.50		5246A17.80	4073 0.36	40174 0.69

392DIP	6.35	570DIL	5.80	27GP	3.70	2030AV1	95	4046	0.61	4553	2.10
38522.5	1.25	571DIL	3.75	37GP	3.70	2030H	2.10	4047	0.78	4555	0.53
386DIP	0.60	572DIL	4.25			2040	1.70	4049	0.46	4556	0.63
397DIP	2.50	592DIL	0.75								

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

Microprozessorgesteuertes Ultra-Schnell-Ladegerät für NC + NiMH

ΔU



NC +
NiMH

mit ΔU Abschaltautomatik und Temperaturüberwachung.
Zum Laden und Entladen von Ni-Cd und Ni-MH Akkus

Weitere Ausstattung

- Entladefunktion, - beugt dem Memory-Effekt vor
- automatische Ladestromanpassung für die verschiedenen Akkugrößen
- leistungsstarke Impuls-Erhaltungsladung
- exakte Ladestatus-Anzeige durch LED
- mechanischer Verpolenschutz, 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 prismatisch	NiCd/NiMH 600-1200 mAh	1-2 h

Bestellnummer:

Ultra Box

86.00

!!!! Tagespreise !!!

Simm-Module

Simm 1Mx9-70	24, ⁹⁰
Simm 4Mx9-70	56,-

PS/2-Module

ohne Parity , 60nS

PS/2 4MB OP-60 (1x32)	49,-
PS/2 8MB OP-60 (2x32)	83,-
PS/2 16MB OP-60 (4x32)	185,-

mit Parity, 70nS

PS/2 4MB MP (1Mx36)	59,-
PS/2 8MB MP (2Mx36)	125,-
PS/2 16MB MP (4Mx36)	219,-

EDO-Module, 60nS

PS/2 4MB EDO60 (1Mx32)	53,-
PS/2 8MB EDO60 (2Mx32)	85,-
PS/2 16MB EDO60 (4Mx32)	209,-

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

Bitte beachten Sie
unsere neue
Anschrift sowie
unsere neuen Telefon-
und FAX - Nummern.

Katalog (11/96)
kostenlos

Pfostenstecker

mit Verriegelungshebel

PSL 10	10pol	0.69
PSL 14	14pol	0.89
PSL 16	16pol	0.90
PSL 20	20pol	0.93
PSL 26	26pol	1.10
PSL 34	34pol	1.30
PSL 40	40pol	1.55
PSL 50	50pol	1.85

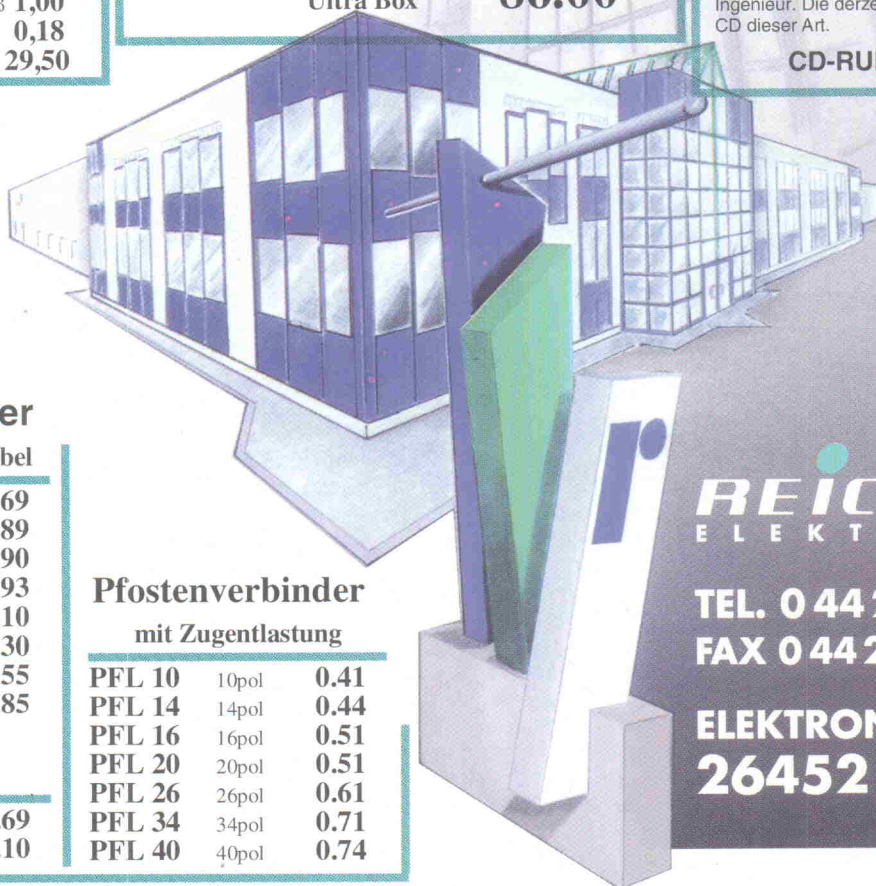
gewinkelt:

PSL 10W	10pol	0.69
PSL 26W	26pol	1.10

Pfostenverbinder

mit Zugentlastung

PFL 10	10pol	0.41
PFL 14	14pol	0.44
PFL 16	16pol	0.51
PFL 20	20pol	0.51
PFL 26	26pol	0.61
PFL 34	34pol	0.71
PFL 40	40pol	0.74



REICHELT
ELEKTRONIK

TEL. 0 44 22-955-0
FAX 0 44 22-955-111

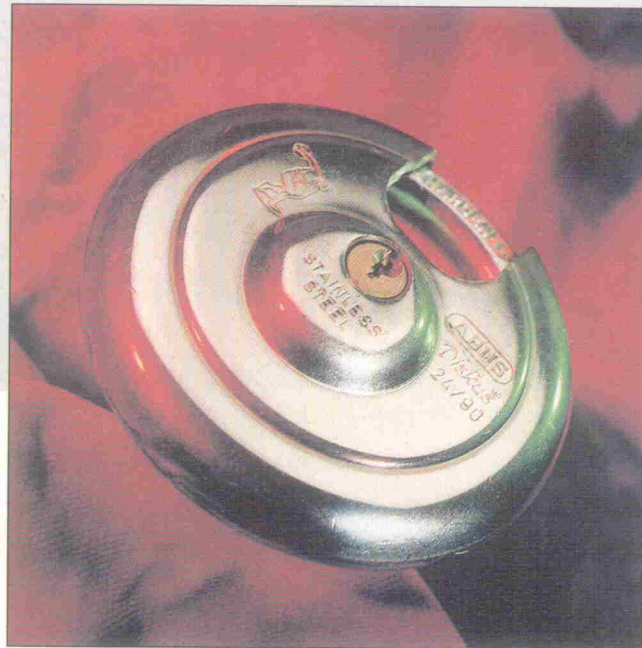
ELEKTRONIKRING 1
26452 SANDE

Verriegelt

EEPROMs mit verbesserter Datensicherheit

**Francesco P. Volpe,
Hartmut Schrenk,
Jürgen Kuttruff**

An Datenkorruption dank ungewollter Schreibvorgänge bei EEPROMs mit serieller Schnittstelle sind Entwickler beinahe schon gewöhnt. Die Sicherheit war bei solchen Bauelementen bislang nicht sehr hoch. Basierend auf Chipkarten-Know-how hat Siemens die Robustheit serieller EEPROMs mit einem neuartigen Schutzkonzept gesteigert.



Zur nichtflüchtigen Speicherung von Daten sind unterschiedliche Konzepte bekannt, beispielsweise EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory), EPROM und Flash. Bei EEPROMs läßt sich der Speicherinhalt byteweise im System elektrisch neu beschreiben. Diese Funktion unterscheidet EEPROMs von den beiden anderen Speichertypen: EPROMs erlauben nur das Löschen des kompletten Speicherinhalts per UV-Licht. Flash-Chips lassen sich zwar elektrisch im System löschen, dies kann aber aufgrund der Bauelement-Architektur nur blockweise erfolgen.

EEPROMs stehen sowohl mit paralleler als auch serieller Schnittstelle zur Verfügung. Die Typen mit parallelem Interface besitzen eine hohe Speicherdichte von 64 KBit bis 4 MBit. Bei seriellen EEPROMs fällt die Kapazität mit 1 KBit bis 256 KBit kleiner aus. Auf dem heutigen Markt haben sich drei Schnittstellen für serielle EEPROMs etabliert: I²C-Bus, Microwire und SPI (Serial Peripheral Interface) [1...3].

Mit rund 70 % Marktanteil ist der I²C-Bus die meistverbreitete

Schnittstelle, sie dominiert vor allem in Anwendungen der Unterhaltungselektronik. Dabei handelt es sich um einen Zweileiter-Bus, der weniger Verdrahtungsaufwand erfordert als die Microwire- oder SPI-Schnittstelle, die beide mindestens drei Leitungen zur Kommunikation mit dem Mikrocontroller benötigen.

Microwire nimmt mit etwa 20 % Marktanteil heute noch den zweiten Platz hinter dem I²C-Bus ein, wird aber zunehmend vom SPI bedrängt. Sowohl Microwire wie auch SPI bieten beide den Vorteil einer hohen Datenübertragungsrate von bis zu 3 MHz. Die Tatsache, daß immer mehr Mikrocontroller die SPI-Schnittstelle bereits hardwaremäßig enthalten, dürfte für einen steigenden Marktanteil der SPI-Speicher sorgen. Typische Einsatzgebiete serieller EEPROMs sind:

- Datenspeicherung von Sensoren oder analogen Kontrollfunktionen (Lautstärke, Farbe, etc.) in der Unterhaltungselektronik oder Telekommunikation; die Wahlwiederholung im Telefon wird beispielsweise mit einem EEPROM realisiert.

- Diagnose- und Sicherungsspeicher in der Automobilelektronik wie zum Beispiel im ABS oder im Airbag.
- Konfigurationsspeicher in Anwendungen der Informationstechnologie wie unter anderem Drucker oder PCs.

Auch wenn das serielle EEPROM nur ein Peripheriebauelement in einem Gesamtsystem ist, können Fehlprogrammierungen mit erheblichen Kosten für den Hersteller verbunden sein. Eine Rückrufaktion, beispielsweise von Fernsehern, verursacht Aufwand, der in keinem Verhältnis zum Preis eines EEPROM steht. In der Automobilelektronik, in denen der Speicher teilweise eine sicherheitsrelevante Funktion hat, ist eine Fehlprogrammierung noch folgenschwerner.

Im Vordergrund steht zunächst die Frage, wie ungewollte Programmierungen entstehen und welche Schutzmechanismen bisher existieren. Anschließend werden Kriterien festgelegt, die ein Fehlprogrammierschutz zu erfüllen hat. Diese Rahmenbedingungen dienen als Ausgangsbasis des von Siemens entwickelten Konzeptes zur Vermeidung von Fehlprogrammierungen. Als Fallbeispiel dient der I²C-Bus, viele der Überlegungen sind aber gleichermaßen auf andere Protokolle anwendbar.

Störquellen

Ein grundsätzliches Problem bei seriellen nichtflüchtigen Speichern ist, daß abgelegte Daten unter gestörten Betriebsbedingungen unbeabsichtigt geändert werden. Ursache dafür kann einmal sein, daß Spannungseinbrüche oder Störspannungen ein laufendes I²C-Telegramm so verfälschen, daß daraus ein Programmierbefehl des EEPROMs entsteht. Eine grundsätzliche Schwäche bei EEPROMs mit I²C-Bus ist der fehlende Reset-Eingang.

Der Reset-Zustand des Speichers läßt sich nicht zuverlässig kontrollieren, da er intern aus der Versorgungsspannung abgeleitet wird. Des weiteren besteht bei low-voltage-fähigen Bausteinen die Gefahr, daß diese beim Hochfahren des Systems bereits bei einer niedrigeren Versorgungsspannung als der ansteuernde Mikrocontroller arbeiten. Während sich der Mikrocontroller also noch in sei-

Dr. Jürgen Kuttruff, Dr. rer. nat. Hartmut Schrenk und Dr.-Ing. Francesco P. Volpe sind im Geschäftszweig Chipkarten- und Identysteme-ICs des Geschäftsbereichs Halbleiter der Siemens AG tätig. Dr. Kuttruff leitet das Projekt 'Nichtflüchtige Speicher'. Dr. Schrenk und Dr. Volpe befassen sich mit der Produktdefinition.

nem internen Reset befindet, sind die Pegel auf den Port-Leitungen, die den Speicher ansteuern, nicht definiert. Das gleiche gilt für das Ausschalten, da die Reset-Schwelle des Mikrocontrollers früher als die des Speichers erreicht wird (Bild 1).

Eine weitere Ursache kann aber auch eine Störung des steuernden Prozessors selbst sein, der bei zufälligen Sprüngen unbeabsichtigt eine Programmerroutine im EEPROM oder Teile davon auslöst. In beiden Fällen ist die gestörte Adresse nicht vorhersehbar, und es kann somit ungewollt der Inhalt einer unbekannten Adresse geändert werden.

Ein im Automobilbereich typisches Störszenario sieht beispielsweise so aus: Der Mikrocontroller beginnt das I²C-Bus-Protokoll ordnungsgemäß, indem er eine Startbedingung, gefolgt vom Chip-Select-Byte zum Schreiben (CSW) und der Wortadresse (WA), sendet. Nachdem das EEPROM den Empfang der Wortadresse mit einem Acknowledge-Bit (ACK) quittiert hat, tritt eine Störung des Mikrocontrollers auf. Daraufhin schaltet dieser seine Ports hochohmig (Bild 3).

Die Pullup-Widerstände halten zunächst die Leitungen SDA und SCL auf High. Unter den extrem gestörten Betriebsbedingungen, wie sie im Auto zum Beispiel beim Betätigen des Anlassers oder durch die Zündspule auftreten, kann die SCL-Leitung in ungünstigen Fällen Störpulse auffangen, die der Speicher als Taktsignale interpretiert. Das EEPROM taktet in der Folge das Datenbyte OFFH ein, da die SDA-Leitung auf High gehalten wird. Beim neunten Störsignal auf der SCL-Leitung quittiert der Speicher den Empfang des Datenbytes mit einem ACK-Bit.

Die Low-High-Flanke des Störsignals wertet der Baustein als Stopbedingung, woraufhin der Speicher die Programmierung startet.

In der zuvor mit dem CSW-Byte und der Wortadresse WA adressierten Speicherstelle steht dann der falsche Wert OFFH. Abhilfe würden hier langsamere Eingangsfilter schaffen, die kurze Störsignale nicht durchlassen. Der allgemeine Trend zu immer höheren Übertragungsgeschwindigkeiten – heutige EEPROMs mit I²C-Bus arbeiten mit maximalen Taktfrequenzen von 400 kHz bis 1 MHz – macht aber schnelle Filter nötig, da sonst auch die kurzen Takt- und Datensignale nicht durchkommen.

Neuere Protokolle, wie SPI, lassen gesteigerte Taktraten bis zu 3 MHz zu, was die Gefahr von Fehlprogrammierungen erhöht. Zwar besitzt das SPI-Protokoll spezielle Befehle, die man senden muß, bevor programmiert werden darf, aber durch eine Störung des Mikrocontrollers ist es denkbar, daß eine falsche Adresse angesprungen und gerade dieser Befehl ausgeführt wird. Solange die Schreibbefehle fertig im Programmspeicher des µC stehen, ist immer die Gefahr von Fehlprogrammierungen gegeben.

Bisherige Maßnahmen

Die meisten EEPROMs besitzen einen Schreibschutzzeigang WP (Write Protection), um eine Änderung der Daten zu verhindern. Liegt WP auf Low, so ist eine Programmierung im Datenspeicher erlaubt. Ist dagegen WP logisch high, so unterbindet dies über eine chipinterne Hardware das Programmieren in be-

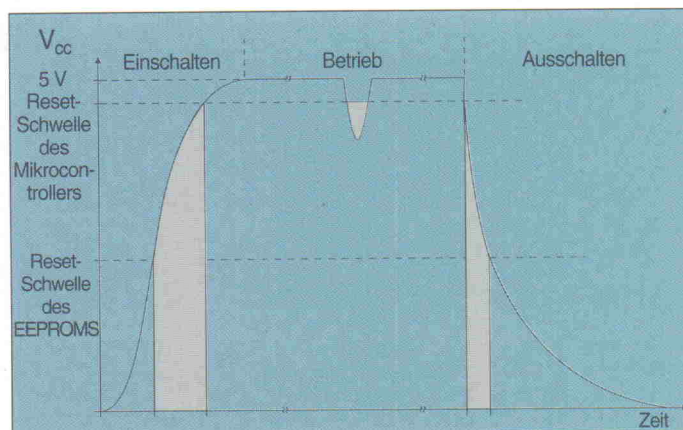


Bild 1. Drei Betriebszustände eines µC/EEPROM-Systems sind für Fehlprogrammierungen prädestiniert: In den markierten Bereichen arbeitet der Speicher korrekt, während der µC sich im internen Reset befindet.

stimmten Adreßbereichen oder im gesamten Datenspeicher. Soll der Speicher mit diesem konventionellen Block-Schreibschutz als Festwertspeicher fungieren, so werden die Daten häufig während der Fertigung mit WP = low eingegeben, und danach wird WP über eine Hardware, etwa über einen Schalter auf der Platine, in den Blockierzustand High gebracht.

Diese Lösung gibt zwar optimale Sicherheit, ist aber unflexibel, weil anschließend keine Daten mehr ohne Hardwareänderung speicherbar sind. Soll das EEPROM dagegen auch im Feld variable Daten aufnehmen, so ist dies entweder nur in einem durch WP nicht geschützten Speicherblock möglich oder der Schreibschutz darf nicht gesetzt sein. In den unge-

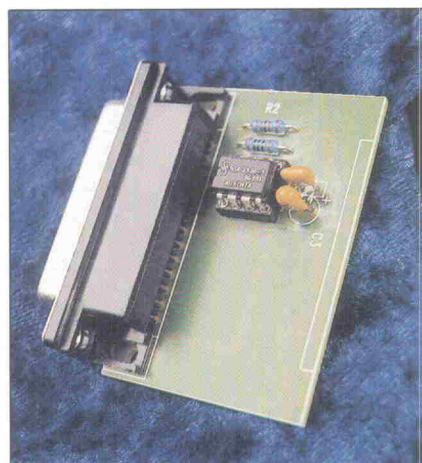


Bild 2. Minimalistisch: Das Evaluation-Board beherbergt neben dem gesockelten Speicherbaustein lediglich zwei Widerstände und Kondensatoren.

Schweizer Qualität zu vernünftigen Preisen.

Wir lösen Ihre EMV- und Störschutzprobleme

- in der Antriebstechnik
- in der Datenverarbeitung
- im Maschinenbau
- in der Medizintechnik etc.

Sie finden bei uns ein breites Angebot an Filtern, Drosseln und EMV-Komponenten.

Wir führen als Dienstleistung Störspannungsmessungen und Störsimulationen durch.

TIMONTA GmbH + Co. • Wöhlerstraße 1-3 • D-79108 Freiburg
Telefon (07 61) 50 41 50 • Fax (07 61) 50 21 87

Bitte besuchen Sie uns: electronica '96, Halle 20, Stand 20C15

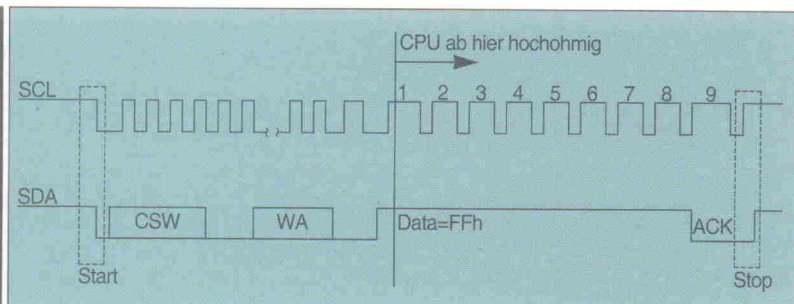


Bild 3. Geht der μ C nach der Initialisierungsphase eines I²C-Telegramms in den Reset-Zustand mit hochohmigen I/O-Pins, dann können Störpulse dem EEPROM einen gültigen Datenblock vortäuschen.

geschützten Bereichen sind weiterhin Datenverluste möglich. In diesem Zustand ist die Flexibilität zwar gewährleistet, nicht aber die Sicherheit gespeicherter Daten.

In der Praxis muß ein EEPROM häufig feste Fertigungsdaten, beispielsweise über das Kennfeld eines Motors oder für die Abstimmungsspannung eines Tuners, neben variablen Daten aufnehmen. Weil eine Hardwareumschaltung unflexibel ist, wird WP in einem EEPROM mit konventionellem Block-Schreibschutz ersatzweise auch softwaremäßig über den Mikrocontroller vor jedem Programmervorgang auf Low gesetzt. Damit wird aus dem Hardware-Programmierschutz tatsächlich wieder nur eine Software-Schutzmaßnahme mit geringerer Wirkung. Über den konventionellen Block-Schreibschutz läßt sich eine volle Schutzwirkung mit großer Flexibilität der Datenverwaltung nicht vereinigen.

Ein weiteres gängiges Schutzkonzept kombiniert den WP-Eingang mit einem nichtflüchtigen Bit (WPEN, Write Protection Enable) im EEPROM. Der logische Zustand dieses WPEN-Bits entscheidet darüber, ob der Pegel am WP-Eingang ausgewertet wird. Damit ist es möglich, ein auf der Platine befindliches EEPROM mit WP = high zu programmieren. Nachdem die Daten gespeichert sind, muß man das WPEN-Bit set-

zen, damit der Block-Schreibschutz greift. Eine Änderung der Daten und des WPEN-Bits ist anschließend nicht mehr möglich, da der WP-Eingang auf High gehalten wird und auch das WPEN-Bit schützt.

Mit diesem Schutzkonzept ist eine Änderung der Daten im Feld nicht mehr möglich, was zu Lasten der Flexibilität geht. Ferner kann durch Fehlprogrammierungen das WPEN-Bit ungewollt gesetzt werden, bevor alle Daten im EEPROM programmiert wurden, was den Ausbau des Chips zur Folge hätte.

Seitenschutz

Der neue Page-Protection-Mode (PPM) der EEPROMs von Siemens soll nun trotz gesteigerter Schutzwirkung die Flexibilität nicht beeinträchtigen. Die wichtigsten Kriterien, die für die Entwicklung dieses Schutzkonzepts ausschlaggebend waren, sind:

- Kompatibilität: das Schutzkonzept und das Übertragungsprotokoll sind vollständig kompatibel zum I²C-Bus.
- Flexibilität: die Schutzbits lassen sich setzen und löschen, damit ist das Schutzkonzept sehr flexibel.
- Sicherheit: der Page-Protection-Mode bietet verbesserten Schutz gegen Fehlprogrammierungen.

Der PPM basiert auf einem vom Datenspeicher unabhängigen Schutzbitspeicher. Jeder Seite des Datenspeichers ist ein spezielles Schutzbit zugeordnet, das gleichzeitig mit dem Datenspeicher adressiert wird (Bild 4). Ist das Schutzbit gesetzt (entspricht dem geschriebenen Zustand '0' der EEPROM-Zelle), so sind Programmervorgänge im Datenspeicher unterbunden. Hat das Schutzbit dagegen den Zustand '1', so hat es keinen Einfluß auf das Programmverhalten des zugeordneten Datenspeichers. Für die Schutzwirkung sind zwei Merkmale wesentlich:

- das Schutzbit schützt die zugeordnete Page hardwaremäßig, ist also immer wirksam.
- das Schutzbit kann aufgrund seines benötigten speziellen Protokolls nicht zufällig vom Mikrocontroller zurückgesetzt werden.

Das verwendete Übertragungsformat ist vollständig kompatibel zum I²C-Bus-Protokoll. Die Steuerung der Schutzbits erfolgt über einen leicht erweiterten Page-Write-Befehl.

Beim normalen Page-Write-Befehl folgen auf die Startbedingung das CSW-Byte und die Wortadresse WA. Anschließend werden die Datenbytes gesendet. Die Anzahl der maximal übertragenen Datenbytes hängt von der Pagegröße des EEPROMs ab. Den Empfang der

einzelnen Bytes quittiert das EEPROM mittels ACK-Bits. Den Abschluß der Übertragung bildet eine Stopbedingung, die der Master sendet (Bild 5a).

Zum Lesen, Schreiben und Löschen der Schutzbits verwendet man eine modifizierte Folge (Bild 5b). Die Erweiterung der Standardsequenz um eine Startbedingung, ein CSW-Byte und ein neues Steuerbyte CTx sorgt für eine klare Unterscheidung zu I²C-Befehlen. Die eigentliche Schutzbitfunktion liegt in den 'untersten' zwei Bits (B0 und B1) von CTx. Hiermit lassen sich die Befehle zum Lesen (CTR), Schreiben (CTW) und Löschen (CTE) unterscheiden. Die restlichen sechs Bits ignoriert der Baustein.

Soll eine Page geschützt werden, muß man das zugeordnete Schutzbit setzen. Dazu schreibt der steuernde μ C zunächst die Daten in die Page, entweder als einzelne Bytes oder als Block. Dabei wird angenommen, daß das Schutzbit dieser Page gelöscht ist. Anschließend sendet der Master die Sequenz zum Setzen eines Schutzbits (vgl. Bild 5b).

WA enthält die Adresse der ersten Speicherstelle der Page. Das CTW-Byte wählt man entsprechend der Tabelle 'Schutzbefehle'. Im Anschluß muß der μ C jedes Byte der Page *erneut* übertragen. Nach jedem Datenbyte überprüft das EEPROM mit einem internen 8-Bit-Komparator, ob das gespeicherte Datum mit dem erneut gesendeten übereinstimmt. Nur wenn alle acht Bits identisch sind, antwortet das EEPROM mit einem Acknowledge. Stimmt schließlich die gesamte Page, setzt der Baustein das Schutzbit der Page.

Mit dieser Prozedur kann man zum einen sicher sein, daß bei der Übertragung der Daten kein Fehler aufgetreten ist und zum zweiten, daß nur die wirklich gewollten Daten geschützt werden. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß 128 Bits gerade 'richtig' gestört sind. Eine so geschützte Page kann nur überschrieben werden, indem man das zugehörige Schutzbit wieder löscht.

Zum Rücksetzen eines Schutzbits muß der Master die gespeicherten Daten kennen. Dazu liest der Mikrocontroller zunächst den Inhalt der Page. An-

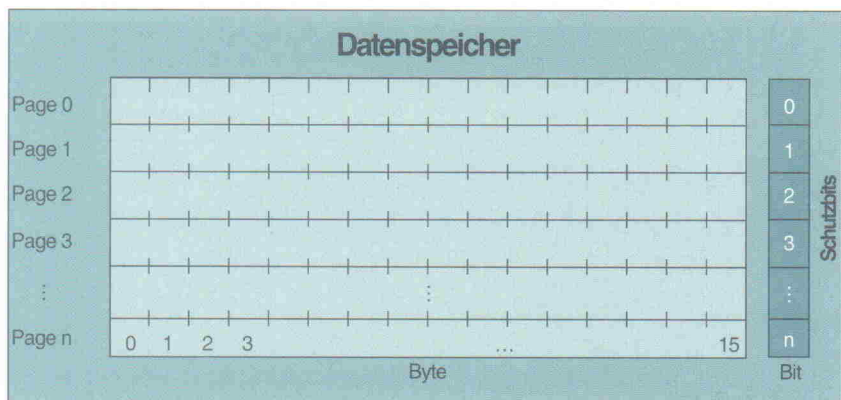


Bild 4. Bei den Page-Protection-Mode-EEPROMs ist jeder Daten-seite – hier beispielhaft für 16-Byte-Pages – ein Schutzbit zugeordnet.

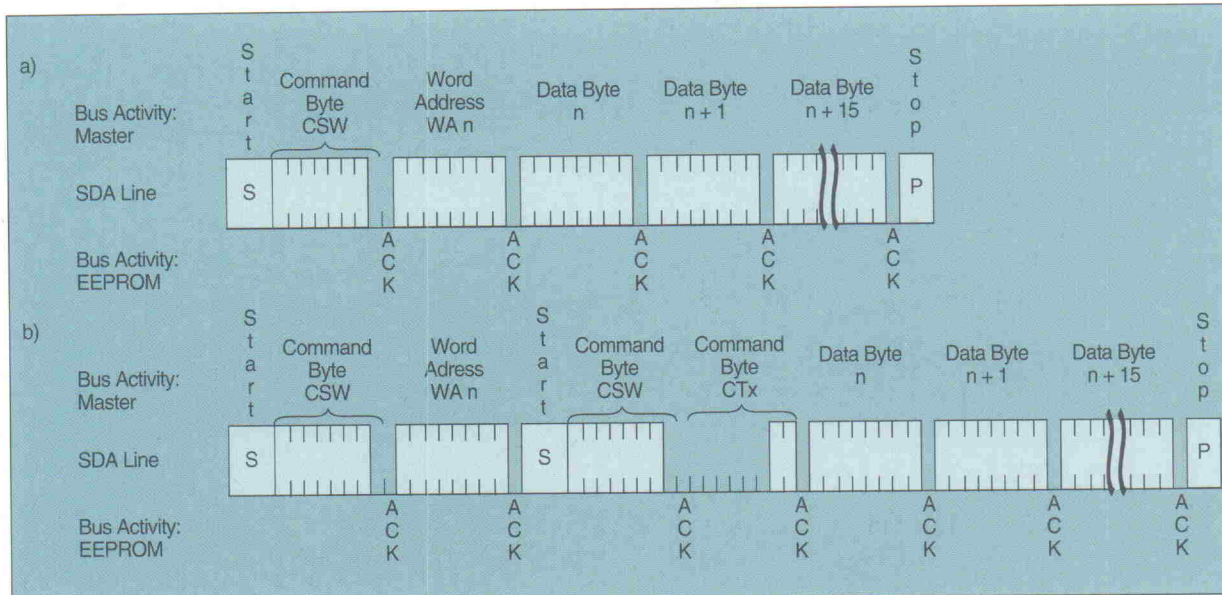


Bild 5. Zur Steuerung der Schutzbits wird die Page-Write-Sequenz (a) leicht erweitert (b). Das Protokoll ist vollständig I²C-kompatibel.

Schutzbefehle

	B7...2	B1	B0	Funktion
CTR	X	0	0	Schutzbit lesen
CTW	X	0	1	Schutzbit schreiben
CTE	X	1	1	Schutzbit löschen

schließlich sendet er die Sequenz gemäß Bild 5b mit dem CTE-Byte. Der weitere Ablauf entspricht dem Vorgang beim Setzen des Schutzbits.

Die Überlegenheit dieses Konzepts gegenüber den konventionellen Schutzmaßnahmen beruht unter anderem darauf, daß der µC keine fertigen Befehle in seinem Programmspeicher hat, um den Schutz ein- oder auszuschalten. Es ist immer eine zweiseitige Datenübertragung zwischen Master und EEPROM nötig. Möchte man beispielsweise nur ein Byte umprogrammieren, muß man dennoch alle Page-Daten kennen, bevor eine Schutzbitoperation ausgeführt

werden kann. Die Tatsache, daß man zur Änderung eines Schutzbits immer einen 'Schlüssel' von 128 Bit (bei einer Page-Länge von 16 Byte) senden muß, erhöht die Datensicherheit enorm.

Der Status der Schutzbits läßt sich mittels des Lesebefehls CTR abfragen. Die Sequenz lehnt sich wieder an die aus Bild 5b an. Der Mikrocontroller muß in diesem Fall keine Daten senden, sondern erhält Daten vom Speicherbaustein. Das MSB der 8-Bit-Pakete gibt den Zustand des Schutzbits der adressierten Page an. Den Empfang muß der Master mit einem ACK-Bit bestätigen. Der Spei-

cher sendet solange Daten, bis der µC diese nicht mehr bestätigt und die Übertragung mit einer Stopbedingung beendet.

Checkout

Als ersten Vertreter der neuen Bausteinfamilie will Siemens den SLx24C16, einen 16-KBit-Typ, herausbringen. Muster sowie Datenblätter dazu sollen ab Januar 1997 erhältlich sein. Zur Erprobung der PPM-EEPROMs wird dann auch ein Evaluation-Kit zur Verfügung stehen. Dieses Tool umfaßt eine kleine Platine (Bild 2) zur Aufnahme eines EEPROMs sowie ein DOS-Programm. Der Anschluß des Boards erfolgt über die Centronics-Schnittstelle des PCs. Aus dieser bezieht die Schaltung auch ihre Versorgungsspannung.

Das Kit stellt eine Art Programmiergerät für EEPROMs mit I²C-Bus dar, das auch den Page-Protection-Mode unterstützt. Ein

Menüpunkt erlaubt, Störungen im Übertragungsprotokoll zu simulieren. Dabei wird ein gewisser Prozentsatz – abhängig von den Vorgaben des Anwenders – der Daten beeinflusst. Ein Zufallszahlengenerator steuert, welches Bit bei der Übertragung gestört werden soll. Der Benutzer kann sich so von der Funktion des Page-Protection-Mode überzeugen. *ea*

Literatur

- [1] Ludwig Brackmann, *Der I²C-Bus, Ein serieller Bus für die Inter-IC-Kommunikation*, ELRAD 5/91, S. 44
- [2] Microwire/Plus Serial Interface for COP800 Family, als NS_AN579.PDF in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52 -401) oder im Web auf <http://www.nsc.com/ds/AN/AN-579.pdf>
- [3] Oliver Thamm, SPIIntern, *Das Serial Peripheral Interface des 68HC11*, ELRAD 7/96, S. 58

Wir stellen aus:
electronica 1996
Halle 7, Stand C20

DAS VERSTEHEN WIR UNTER OPTO-KOMPETENZ

Als langjähriger Distributor für Optoelektronik bietet Getronic eine nicht alltägliche Bauelemente-Vielfalt: Hallogie™ Hall-Effekt-Sensoren, Photowiderstände, Leuchtdioden, LED-Zeilen, IR-Komponenten und Fiber Optic – in unterschiedlichen Gehäuse- und Modulbauformen. Sie profitieren aber auch von einem umfassenden Produkt-, Beratungs- und Entwicklungs-Know-how. Sprechen Sie deshalb immer erst mit dem Spezialisten aus Hamburg.

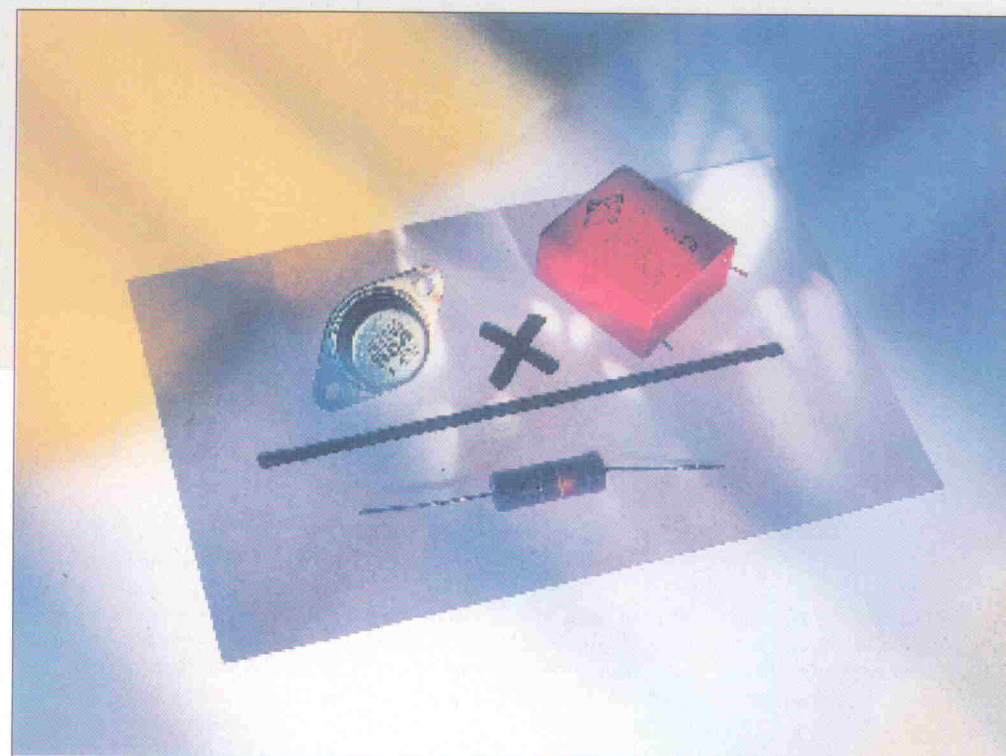
GETRONIC GMBH
Elektronische Bauelemente und Systeme
Warnstedtstraße 57/59 • 22525 Hamburg
Telefon (040) 54 74 41-00 • Telefax (040) 54 74 41-50

Symbolisch Rechnen

Teil 4: Faustformeln automatisch ableiten

Dr. Ralf Sommer
Eckhard Hennig

Der Sinn einer computergestützten Schaltungsanalyse liegt nicht allein darin, beliebige Netzlisten in möglichst exakte Übertragungsfunktionen umzusetzen. Denn nicht selten ergeben sich hierbei Formelausdrücke mit mehreren tausend Termen, welche zwar beeindruckend aussehen, aber die wesentlichen schaltungstechnischen Eigenschaften nicht gerade plakativ wiedergeben. Für den Entwickler viel wichtiger ist es, derartige Gebilde so weit zu vereinfachen, daß man zu sinnvollen, kompakten und damit leicht interpretierbaren 'Faustformeln' gelangt.



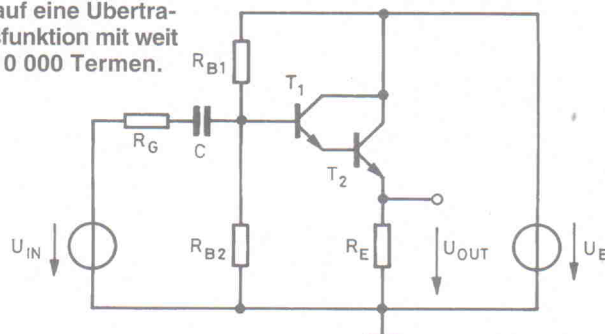
Mit dem Softwareduo Analog Insydes und dem Computeralgebraprogramm Macsyma steht Entwicklern elektronischer Analogschaltungen ein mächtiges Paket zur rechnergestützten Schaltungsanalyse zur Verfügung. Beide Programme stehen in exklusiv erstellten Evaluationversionen auf der aktuellen ELRAD-Mailbox-CD (Symbolre) oder aber im Internet unter der Adresse http://www.e-technik.uni-kl.de/organizations/itwm/ai/readme_elrad.html als Download (Achtung, das Paket hat einen Umfang von über 10 MByte) zur Verfügung. Wie bereits in den ersten drei Teilen der Artikelreihe gezeigt, lassen sich damit in einfacher Weise Netzwerkgleichungen anhand eingegebener Netzlisten sowohl automatisch aufstellen als auch lösen. Grundlage für eine effektive Berechnung sind eine wohlüberlegte Schaltungs- als auch Bauteilmodellierung. Denn diese sind maßgeblich mitbestimmend für den Umfang der erzeugten Übertragungsfunk-

tionen. Daß sich aber symbolische Netzwerkgleichungen auch automatisch per Rechner vereinfachen lassen, stellt nun dieser Beitrag dar.

Ein Blick in ein Standardwerk über Schaltungstechnik zeigt, daß sich die Funktionsweise der meisten kleineren Analogschaltungen mit recht einfachen und überschaubaren Faustformeln beschreiben läßt [1, 2]. Für einen Darlington-Verstärker (Bild 30) ist bekannt, daß seine Spannungsverstärkung

Eins und seine Stromverstärkung näherungsweise gleich dem Produkt $\beta_1 \cdot \beta_2$ der jeweiligen Stromverstärkungsfaktoren der beiden Transistoren ist. Auf den ersten Blick scheint dies im Widerspruch zu den umfangreichen Ergebnissen der symbolischen Berechnung des Verstärkungsfaktors der Darlington-Stufe zu stehen, wie sie im dritten Teil der Reihe 'Symbolisch Rechnen' durchgeführt wurde (siehe ELRAD 6/96, S. 86). Formelberge mit über zehntausend Termen auf der einen

Bild 30. Die symbolische Berechnung einer Darlington-Stufe führt auf eine Übertragungsfunktion mit weit über 10 000 Termen.



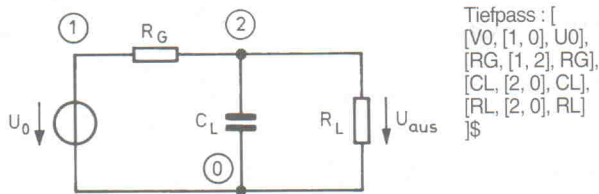


Bild 31. Frequenzabhängiger Spannungsteiler mit Netzliste für Analog Insydes.

$$\frac{U_4}{U_0} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_4 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2} \quad [41]$$

$$\frac{U_4}{U_0} = \frac{10\,000}{10\,000 + 10\,000 + 10\,000 + 10\,000 + 100} \quad [42]$$

Seite und zwei griffige Einzel-
er auf der anderen Seite. Die
per symbolischer Netzwerkana-
lyse bestimmten Formeln sind
auf jeden Fall mathematisch
korrekt. Sind also demnach die
kurzen Faustformeln falsch?
Wie kaum anders zu erwarten,
lautet die Antwort 'Nein', aller-
dings mit gewissen Einschrän-
kungen.

Die Lösung symbolischer Netz-
werkgleichungen mit Comput-
eralgebraprogrammen liefert
immer Formeln, die im Rah-
men der Genauigkeit der zu-
grundegelegten Modelle das
Verhalten der untersuchten
Schaltung exakt beschreiben,
und zwar für alle möglichen
Kombinationen ihrer Elemente-
werte und im gesamten Fre-
quenzbereich. Betrachtet man
dazu die Ersatzschaltung für
ein belastetes Wechselspan-
nungsnetzgerät (Bild 31), so
lautet die exakte vollsymboli-
sche Lösung für die Ausgangs-
spannung U_{aus} :

$$U_{\text{aus}} = \frac{RL \cdot U_0}{CL \cdot RG \cdot RL \cdot s + RL + RG} \quad [40]$$

Diese Gleichung ist allgemei-
n gültig, denn sie liefert korrekte
numerische Ergebnisse für be-
liebige Werte der Elemente RG ,
 RL und CL sowie der komplexen
Frequenz $s = j\omega$. Damit re-
präsentiert der Ausdruck das
vollständige Spektrum des
Schaltungsverhaltens für diese
Schaltungstopologie.

Bei vielen Netzwerkberech-
nungsaufgaben sind aber von
vornherein weitere Informatio-
nen über die Größenordnungen

und Wirkungsweisen der einge-
setzten Bauelemente bekannt.
Solches Zusatzwissen erlaubt
es dem Schaltungsentwickler,
während der Analyse eines
Netzwerks sinnvolle Vereinfach-
ungen in den Berechnungen
vorzunehmen, um so zu kom-
pakteren und damit leichter in-
terpretierbaren Formeln zu ge-
langen. Hier spielen qualitative
Überlegungen wie 'der Basis-
strom des Transistors ist klein
gegenüber seinem Kollektor-
strom', 'R1 ist sehr viel größer
als R2' oder 'die Koppelkapa-
zität verhält sich für genügend
hohe Frequenzen wie ein Kurz-
schluß' eine wichtige Rolle. Im
vorliegenden Beispiel seien nun
zunächst die Voraussetzungen
gegeben, daß der Wert des
Lastwiderstandes RL etwa in
der gleichen Größenordnung
wie der Innenwiderstand RG
des Netzgerätes liegt und die
Lastkapazität CL ebenso wie
die Frequenz s der Wechsel-
spannungsquelle klein ist. Unter
diesen Bedingungen kann der
Einfluß von CL auf die Aus-
gangsspannung vernachlässigt
werden, und die Übertragungsfunktion vereinfacht sich zu der bekannten
Spannungsteilerformel

$$U_{\text{aus}} = \frac{RL \cdot U_0}{RL + RG}$$

Im zweiten Fall wird die Fre-
quenz hoch und RL wesentlich
kleiner als RG angenommen.
Damit läßt sich in der Summe
($RL + RG$) im Nenner von
Gleichung 40 der Beitrag von
 RL vernachlässigen. Die Kapa-
zität besitzt nun im Gegensatz
zur ersten Annahme einen gro-
ßen Einfluß auf das Schal-

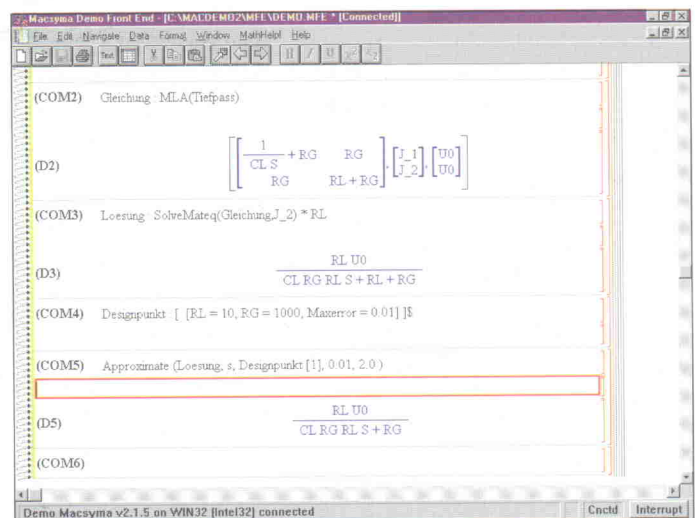


Bild 32. Formelapproximation des frequenzabhängigen Spannungsteilers mit Analog Insydes.

tungsverhalten. Mit diesen
Voraussetzungen ergibt sich
für U_{aus}

$$U_{\text{aus}} = \frac{RL \cdot U_0}{RG \cdot (CL \cdot RL \cdot s + 1)}$$

Das Ergebnis dieser Betrachtun-
gen sind zwei stark unterschied-
liche symbolische Ausdrücke
für dieselbe Beobachtungs-
größe. Beide Formeln sind für
sich genommen korrekt, aber
nur für ihren konkreten Anwen-
dungsfall. Sie spiegeln also
nicht mehr das globale Schal-
tungsverhalten wider. Dafür be-
schreiben sie spezielle Schal-
tungseigenschaften in kompakter
und leicht verständlicher Form.

Solche aufgrund qualitativer
Größenordnungsvergleiche von
Hand durchgeführten Vereinfach-
ungen sind in der Praxis sehr
häufig anzutreffen. Ansonsten
wären die meisten Schaltungen
kaum symbolisch berechenbar
und erst recht nicht zu verste-
hen. Besonders letzter Punkt ist
das Hauptziel der rechnerge-
stützten symbolischen Schal-
tungsrechnung. Das heißt, der
Computer muß in der Lage sein,
solche Vereinfachungen selbst-
ständig vorzunehmen. In Ana-
log Insydes sind zwei
unterschiedliche Vorgehenswei-

sen zur Faustformelableitung
implementiert. Deren Wirk-
ungsweise wird im folgenden
an einem einfachen Beispiel
verdeutlicht.

Blick fürs Wesentliche

Um symbolische Gleichungen
näher zu können, bedarf es
stets einer Information über die
hinter den Symbolen stehenden
Größenordnungen. Ein Aus-
tausch des Ausdrucks $R_1 + R_2$
durch R_1 ist nur dann möglich,
wenn die Größenordnungsanga-
ben bekannt sind, beispielswei-
se in der Form: $R_1 \gg R_2$ oder
 $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ und $R_2 = 10\ \Omega$.
Derartige Vereinfachungen sind
für einen Praktiker nichts Un-
gewöhnliches. Allerdings stößt
man bei einer Nachfrage nach
dem 'wie' und 'wo' für solche
Näherungen oft auf die Ant-
wort: 'Erfahrung und Gefühl'.
Einem Rechner ist letzteres
nicht abzuverlangen. Trotzdem
lassen sich Faustformeln auch
automatisiert gewinnen.

Dazu wieder ein konkretes Bei-
spiel. Grundlage ist der doppel-
te Spannungsteiler nach
Bild 33. Von Interesse ist die
Spannungsübertragungsfunktion
 $H = U_4/U_0$. Als weitere Annah-
men sollen gelten: R_1 ,

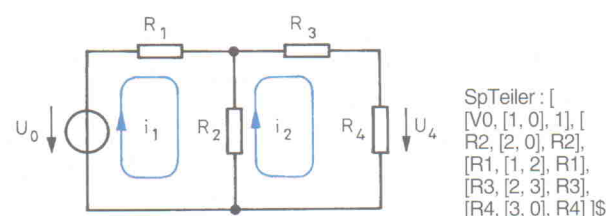


Bild 33. Doppelter Spannungsteiler mit zugehöriger Netzliste.

$$\frac{U}{U_0} \approx \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_4 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3 \cdot R_4} \quad [43]$$

$$\begin{pmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [44]$$

$$\begin{pmatrix} R_1 + R_2 & 0 \\ -R_2 & R_3 + R_4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad [45]$$

$$\begin{pmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 2010 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow J_2 = 2,4937 \cdot 10^{-4} \quad [46]$$

$$\begin{pmatrix} 10 & -10 \\ -10 & 2010 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} J_1 \\ J_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow J_2 = 5,00 \cdot 10^{-4} \quad [47]$$

$$\frac{GM2 \cdot RB2 \cdot RE}{(GM2 \cdot RE2 + GM2 \cdot RE + 1) \cdot (RG + RB2)} \quad [48]$$

$R_2 \gg R_3, R_4$, als konkreter sogenannter Designpunkt zum Beispiel $R_1 = R_2 = 10 \Omega$ und $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$. Derartige Designpunkte lassen sich in Analog Insydes wie folgt definieren: Designpunkt: [[$R_1 = 10$, $R_2 = 10$, $R_3 = 1000$, $R_4 = 1000$, Maxerror = 0.01]]\$.

Ein erster Ansatz zeigt ein *lösungs-basiertes* Näherungsverfahren. Ausgehend von der exakten (ungenäherten) symbolischen Lösung (siehe Gleichung 41) wird diese mit den angegebenen Designpunktswerten ausgewertet, wobei die Summenterme noch nicht aufaddiert werden. So ergibt sich Gleichung 42.

Diese Schreibweise zeigt, daß der Term $R_1 \cdot R_2$ in Gleichung 41 nur etwa 0,25 % zum Wert des Nenners beiträgt und daher bedenkenlos weggelassen kann. Das führt unmittelbar auf die vereinfachte Beziehung nach Gleichung 43, die natürlich auch für andere Widerstandswerte als die für den Designpunkt angegebenen gültig ist, solange die Eingangsvoraussetzungen $R_3, R_4 \gg R_1, R_2$ zutreffen. Die Näherung kann übrigens als die Übertragungsfunktion zweier rückwirkungsfrei hintereinandergeschalteter Spannungsteiler interpretiert werden. Dies ist dadurch zu erklären, daß R_3 und R_4 aufgrund ihrer Größenordnung den ersten Spannungsteiler kaum belasten.

Ein Näherungsverfahren nach dieser Vorgehensweise ist leicht

zu programmieren. Prinzipiell muß man dazu nur die Summenterme im ausmultiplizierten Zähler und Nenner eines symbolischen Ausdrucks mit ihren Designpunktswerten auswerten und sortieren. Anschließend werden die jeweils numerisch kleinsten Terme gestrichen, bis der vorgegebene prozentuale Fehler erreicht ist. Der in Analog Insydes implementierte Algorithmus besitzt noch einige zusätzliche Fähigkeiten, die auch symbolische Übertragungsfunktionen in der Frequenzvariablen s vereinfachen kann [4].

Ein entscheidender Nachteil des *lösungs-basierten* Approximationsverfahrens besteht allerdings darin, daß die Software zunächst die komplette symbolische Lösung berechnen muß. Um diesen Aufwand zu vermeiden, nimmt man bereits an den Netzwerkgleichungen selbst Vereinfachungen vor. Exemplarisch soll dies am Maschengleichungssystem des doppelten Spannungsteilers demonstriert werden. Gleichung 44 erhält man in Analog Insydes über den Befehl 'MLA(Netzliste)' (Bild 34).

Nach den Voraussetzungen über die Größenordnungen der Widerstände läßt sich hier wie folgt argumentieren: Der Maschenstrom J_2 wird sehr viel kleiner als J_1 sein, deshalb kann man den Beitrag $-R_2 \cdot J_2$ in der ersten Gleichung vernachlässigen. Ebenso fällt der Summand R_2 im Vergleich zu $R_3 + R_4$ in

der zweiten Gleichung nicht ins Gewicht. Daher vereinfacht sich das Gleichungssystem entsprechend Gleichung 45.

Diese Gleichungen sind nun viel leichter zu lösen als das Originalsystem. Für $H = R_4 \cdot J_2 / U_0$ ergibt sich dasselbe Resultat wie in Gleichung 42, nur daß hier nicht erst die vollständige Lösung berechnet werden muß.

Der Einsatz eines solchen *gleichungsbasierten* Näherungsverfahrens auf dem Computer erfordert wie zuvor eine numerische Quantifizierung der Bauelementgrößen. Ein Designpunkt wird einerseits benötigt, um überhaupt Entscheidungen über die Vernachlässigung einzelner Terme treffen zu können, und andererseits, um genaue Aussagen über den durch die Näherung eingeführten Fehler in bezug auf die Lösung des Originalsystems machen zu können. In diesem Punkt liegt auch der große Vorteil der automatischen Vereinfachung gegenüber der Handrechnung.

Automatisch genähert

Der Computeralgorithmus funktioniert im Prinzip so: Zu Beginn wird auf der Grundlage der oben angegebenen Designpunktswerte für die interessierende Variable (hier J_2) die numerische Lösung des ungeänderten Gleichungssystems berechnet. U_0 besitzt der Einfachheit halber den Wert Eins, da sich die Spannung ohnehin herauskürzt (siehe Gleichung 46).

Nun entfernt die Software der Reihe nach jeweils ein Symbol aus dem Gleichungssystem und berechnet die Auswirkung auf die numerische Lösung. Begonnen wird mit der Entfernung von R_1 an der Position (1, 1) der Matrix (siehe Gleichung 47).

Aus der numerischen Lösung folgt, daß die Entfernung von R_1 einen relativen Fehler von $1,005 = 100,5 \%$ in der Beobachtungsvariablen J_2 verursacht. Nun wird die Entfernung von R_1 wieder rückgängig gemacht und statt dessen der nächste Term, nämlich R_2 an Position (1, 1), weggelassen, um den Fehler erneut zu berechnen. Genauso verfährt die Software mit allen anderen Einträgen in der Matrix. Anschließend Sortierung der Ergebnisse

Symbol	Position	Relativer Einfluß auf J2
-R2	(1,2)	$2,488 \cdot 10^{-3}$
R2	(2,2)	$5,013 \cdot 10^{-3}$
R4	(2,2)	0,995
R3	(2,2)	0,995
-R2	(2,1)	1
R1	(1,1)	1,005
R2	(1,1)	1,005

nach geringstem relativen Fehler führt zu der Einflußliste nach obiger Tabelle.

Aus der Übersicht geht klar hervor, daß der Term an der Position (1,2) fast keinen Einfluß auf den Wert des zu berechnenden Ergebnisses hat; er wird deswegen entfernt. Dasselbe gilt für den an zweiter Stelle der Tabelle stehenden Term an der Position (2,2). Auch er wird somit gestrichen.

Das Entfernen von Termen mit geringem Einfluß geschieht so lange anhand der Reihenfolge in der Tabelle, wie eine vom Anwender vorgegebene relative Fehlerschranke in bezug auf den Betrag der exakten numerischen Lösung nicht überschritten wird. Der entsprechende Befehl in Analog Insydes lautet für das Spannungsteiler-Beispiel: ReduceMatrix (Gleichungen, Designpunkt, J_2) und führt zu der Form nach Gleichung 43. Daraus ergibt sich mittels 'SolveMatEq (%J_2) * R4' die vereinfachte Übertragungsfunktion wie in Gleichung 43 (Bild 34).

Im Detail ist der in Analog Insydes implementierte gleichungsbasierte Approximationsalgorithmus etwas komplizierter als hier beschrieben, aber das Funktionsprinzip ist dasselbe [5]. Welche extremen Auswirkungen die Anwendung des Verfahrens haben kann, das soll an dem bereits zu Beginn erwähnten Beispiel des Darlington-Verstärkers demonstriert werden.

Die Schaltung kann leider nicht in der Evaluationversion von Macsyma/Analog Insydes nachvollzogen werden, da die Dimensionen der verwendeten Gleichungssysteme je nach Transistormodell bis auf 62×62 anwachsen. Würde die exakte Formel für die Spannungsverstärkung der Schaltung unter Verwendung des kompletten SPICE-Kleinsignalmodells für die Transistoren und ohne Vernachlässigung der Koppelkapazität berechnet, so ergäbe

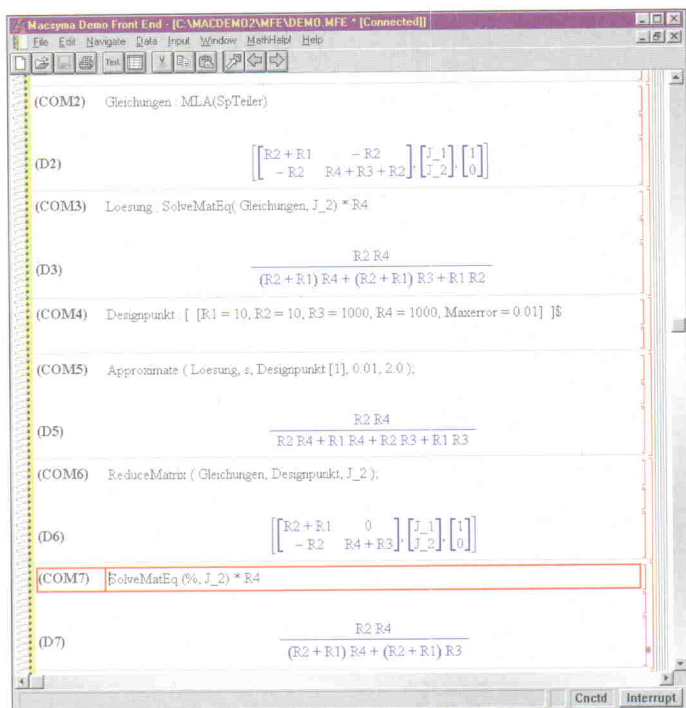


Bild 34. Formelapproximation des doppelten Spannungsteilers mit Analog Insydes.

sich ein Ausdruck mit über 127 000 Termen. Das Sparse-Tableau-Gleichungssystem enthält 187 Einträge bei einer Größe von 62×62 . Eine sehr vorsichtige gleichungsbasierte Approximation mit einem zulässigen Fehler von nur einem Prozent bei einer Frequenz von 1 kHz entfernt bereits 106 Matriceinträge, das sind knapp 57%. Das genäherte Gleichungssystem liefert sofort die kompakte Lösung in Gleichung 48. Bei maximal fünf Prozent erhält man als Näherungslösung für die Spannungsverstärkung nur noch $VU = 1$, also das erwartete Resultat.

Nun kann dieses Ergebnis allerdings nicht auf alle analogen Problemstellungen übertragen werden. Es gibt nämlich genügend Schaltungen, die nicht ein so leicht extrahierbares dominantes Verhalten aufweisen, so daß die gewünschten Ergebnisse meist mühselig erarbeitet werden müssen. Das erfordert oft viel Aufwand, sowohl von netzwerktheoretischer Seite durch geeignete Netzwerkmodellierungen wie auch von numerischer Seite in Form der nötigen 'Rechenpower'.

So sind industrielle Problemstellungen Ausgangspunkt für weitreichende Umstrukturierungen von Analog Insydes geworden, über deren Lösungen in loser Abfolge berichtet werden soll. Besonders erwünscht dabei

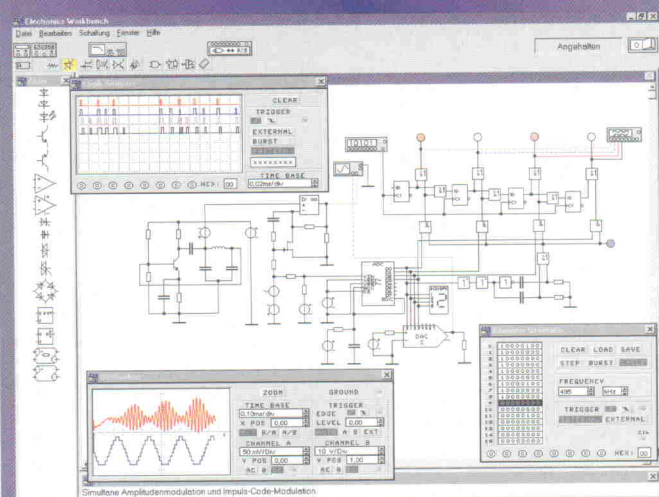
ist der Dialog mit den Lesern, denn viele Entwicklungen sind noch offen, so daß durch ein Feedback wertvolle Impulse für die weiteren Entwicklungen gegeben werden können. In der kommenden Ausgabe jedoch zunächst noch ein Bonbon, und zwar die komplette symbolische Analyse des allseits bekannten Operationsverstärkers $\mu A741$ mit Analog Insydes im Vergleich zu einer Simulation mit MicroSim PSpice.

Literatur

- [1] U. Tietze, Ch. Schenk, 'Halbleiterschaltungstechnik', 9. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- [2] D. Nührmann, 'Professionelle Schaltungstechnik', Franzis-Verlag, München 1989
- [3] S. G. Burns, P. R. Bond, 'Principles of Electronic Circuits', Second Edition, PWS Publishing Company, (Vorabversion), erscheint 1997
- [4] G. Gielen, W. Sansen, 'Symbolic Analysis for Automated Design of Analog Integrated Circuits', Kluwer Academic Publishers, 1991
- [5] R. Sommer, E. Hennig, G. Dröge, E.-H. Horneber, 'Equation-Based Symbolic Approximation by Matrix Reduction with Quantitative Error Prediction', Alta Frequenza - Rivista di Elettrotecnica 6/93, Italien, Dez. 1993

Electronics Workbench®

Das Elektronenlabor im Computer™



Analoge, digitale und gemischte Schaltungen schnell und effizient simulieren. Entwickeln und analysieren Sie Ihr Schaltungsdesign mit Electronics Workbench, dem Marktführer unter den computerunterstützten Simulatoren mit weltweit über 70.000 Anwendern.

- ☐ Interaktiver 32-Bit Mixed-Mode-Simulator
- ☐ DIN/IEC/EN/ANSI-Symbole
- ☐ Software und Dokumentation in Deutsch
- ☐ Kostenloser technischer Support
- ☐ Transienten-, Zeitbereichs- und Frequenzanalyse
- ☐ Über 60 analoge & digitale Grundbauelemente
- ☐ Über 2.500 verschiedene Bauteilmodelle
- ☐ Über 140 TTL- und CMOS-IC's
- ☐ Import und Export von SPICE-Netzlisten
- ☐ Export nach Tango, Orcad, Protel, QuickRoute, Eagle, Ultimate, Layo
- ☐ Für Windows 3.1x, Windows 95 und NT
- ☐ u.v.m.

DM 897,- Professional Version V4.1

DM 0,- Demoversion V4.1 und Infomaterial

Exklusiv bei:

Com Pro Hard- & Software Vertriebs GmbH
Reinsburgstr. 82, D-70178 Stuttgart

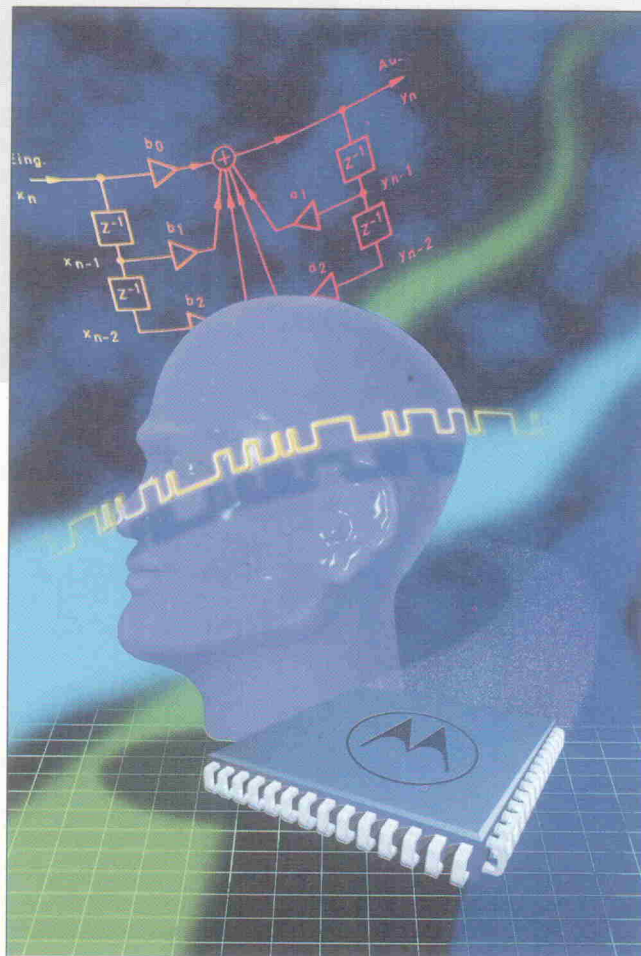
Tel: 0711-627740, Fax: 0711-627760
BBS: 0711-6150323, CompuServe: Go Compro
E-Mail: 102212,1123@compuserve.com

Signal Processing

Digitale Signalverarbeitung, Teil 12: FIR- und IIR-Filter

Dipl.-Ing. Holger Strauss

Bei der Synthese von IIR-Filtern greift man meist auf die umfangreichen Erfahrungen und Algorithmen zur Synthese von Analogfiltern zurück, denn auch hier handelt es sich genaugenommen um Filter mit einer unendlich langen Impulsantwort. Die berechneten Analogfilter werden durch eine geeignete Transformation in Digitalfilter überführt.



Dabei stößt man auf ein grundlegendes Problem: In der analogen Welt hat man es mit einem unbeschränkten, theoretisch unendlich weit ausgedehnten Frequenzbereich zu tun. Im Digitalen ist der relevante Frequenzbereich dagegen durch die Abtastung eingeschränkt. In der ersten Folge haben wir gesehen, daß sich das Spektrum eines zeitdiskreten Signals periodisch mit der Abtastfrequenz f_A wiederholt.

Filtersynthese

Dies ist eine immanente Eigenschaft von abgetasteten Signalen, die auch nicht durch Filterung zerstört werden kann. Hieraus folgt zwangsläufig, daß auch der Frequenzgang eines Digitalfilters periodisch mit der Abtastfrequenz sein muß. Die Freiheitsgrade beim Digitalfil-

terdesign beschränken sich also beispielsweise auf den Frequenzbereich von der negativen bis zur positiven halben Abtastfrequenz, also von $-f_A/2$ bis $+f_A/2$. Beim Übergang von einem Analogfilter zum Digitalfilter besteht nun die Schwierigkeit, einen ursprünglich unendlich ausgedehnten Frequenzbereich auf einen endlichen Frequenzbereich abzubilden. Bei der *Bilinear-Transformation* wird die Arcustangens-Funktion entsprechend der folgenden Formel benutzt, um analoge (Kreis-)Frequenzen ω_A in digitale Frequenzen ω_D zu überführen.

$$\omega_D = 2f_A \arctan \frac{\omega_A}{2f_A} \quad (1)$$

Umgekehrt gilt

$$\omega_A = 2f_A \tan \frac{\omega_D}{2f_A} \quad (2)$$

Bild 1 zeigt grafisch den Zusammenhang zwischen beiden Frequenzen. Unendlich große 'analoge Frequenzen' werden hiermit auf die halbe Abtastfrequenz des Digitalfilters abgebildet. Während bei niedrigen Frequenzen noch eine näherungsweise 1:1-Umsetzung der Frequenzen vorzufinden ist (die Tangente an den Arcustangens im Ursprung hat die Steigung 1), wird der Frequenzgang immer stärker gestaucht, je größer die Frequenzen werden. Der analoge Frequenzgang wird also bei der Bilinear-Transformation 'verbogen'.

Beim Digitalfilter-Entwurf transformiert man die durch die gewünschten Anforderungen gegebenen Eckfrequenzen mittels Formel 2 in entsprechende Spezifikationen eines Analogfilters und wendet bekannte Syntheseverfahren an. Hierzu werden oft Bandpässe, Bandsperren und Hochpässe durch eine weitere Transformation in ein normalisiertes Tiefpaßfilter überführt, für das man beispielsweise ein Tschebyscheff-, Butterworth- oder Bessel-Filter bestimmt. Das *Tschebyscheff-Filter* zeichnet sich durch eine gleichmäßige Welligkeit im Durchlaßbereich und durch einen monotonen Verlauf im Sperrbereich aus (Bild 2b). Je größer die Welligkeit ist, die man beim Filterdesign zuläßt, desto steilflankiger wird das Filter bei konstanter Ordnung. Ein *Butterworth-Filter* verläuft dagegen sowohl im Durchlaß- als auch im Sperrbereich monoton (ohne Überspringen) und maximal flach (Bild 2a). *Besselfilter* zeichnen sich durch eine nahezu konstante Gruppenlaufzeit im Durchlaßbereich aus. Die Übertragungsfunktionen der gefundenen Analogfilter werden abschließend mit der Bilinear-Transformation in eine Übertragungsfunktion für Digitalfilter transformiert, aus der man die Filterkoeffizienten direkt ablesen kann. Die exakte Vorgehensweise ist keinesfalls trivial, so daß an dieser Stelle auf weiterführende Literatur [1, 3] verwiesen werden muß. Alternativ kann auch hier fertige Filterdesign-Software eingesetzt werden (Bild 3).

Beschränkt man sich aber auf IIR-Filter 2. Ordnung, so kann man die notwendigen Koeffizienten auch ohne Umweg über Analogfilter bestimmen, da hierfür fertige Formeln zur Berechnung existieren. Diese sind im Kasten auf Seite 100 für alle

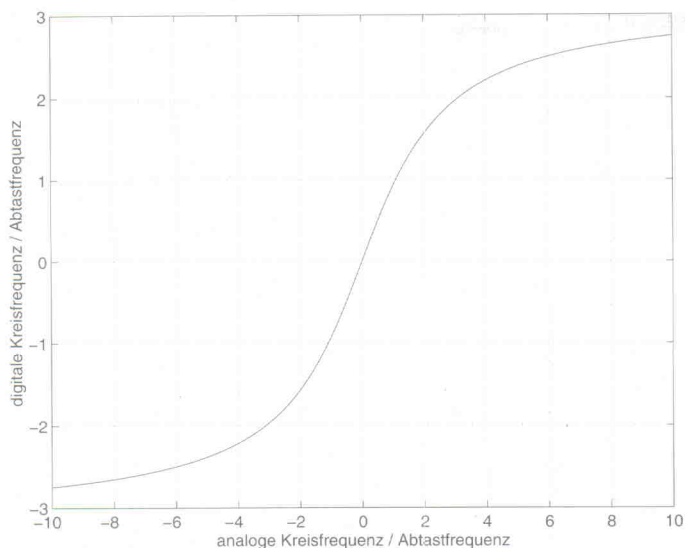


Bild 1. Bilinear-Transformation: Ein unendlich großer analoger Frequenzbereich wird auf einen endlichen digitalen Frequenzbereich abgebildet.

gängigen Filtertypen zusammengefaßt.

IIR-Filter in der Praxis

Berechnet man mit den angegebenen Formeln die Filterkoeffizienten, so wird man feststellen, daß sich bei bestimmten Parametern Koeffizienten ergeben, die betragsmäßig größer als eins sind. Kritisch sind hierbei die Koeffizienten a_1 und b_1 . Die Implementierung auf einem Festkomma-DSP, wie beispielsweise unserem DSP56002, dessen Zahlenformat auf den Wertebereich von -1 bis fast +1 beschränkt ist, muß daher in einer anderen Struktur erfolgen, bei der die Koeffizienten immer im erlaubten Bereich liegen. Eine mögliche Lösung stellt die in

Bild 5 gezeigte Direkte Form I des Biquad-Filters dar, die genau das gleiche Übertragungsverhalten wie die Direkte Form II aus Bild 11 im letzten Heft aufweist. Der Vorteil ist, daß bei dieser Filterstruktur alle Koeffizienten betragsmäßig kleiner als eins sind. Die Multiplikation mit 2 stellt kein Hindernis dar, da sie sich durch einen weiter unten beschriebenen Trick leicht bewerkstelligen läßt. Man erkaufte sich die Vorteile der Direkten Form I allerdings durch einen erhöhten Speicherbedarf aufgrund der doppelten Anzahl von Verzögerungselementen und durch einen zusätzlich benötigten Taktzyklus bei der Ausführung.

Als Beispiel für eine Implementierung soll ein Bandpaßfilter mit der Mittenfrequenz von 800 Hz und der Güte 0,5 die-

```
; IIR.ASM
; IIR Biquad-Filter Beispiel. Bandpaß. f0 = 800 Hz, Q = 0.5
; ELRAD DSP-Reihe; Holger Strauss, 02/95

ca1 EQU 1.79986985 ; Filterkoeffizienten
ca2 EQU -0.80978403
cb0 EQU 0.09510798
cb1 EQU 0.0
cb2 EQU -0.09510798

coeffs ORG x:$10 ; Koeffizienten im X-Speicher
        BSM 5
        ORG x:coeffs
        DC cb0/2
        DC cb1/2
        DC cb2/2
        DC ca1/2
        DC ca2/2

data_x ORG y:0
        BSM 2 ; x[n-1], x[n-2]
data_y BSM 2 ; y[n-1], y[n-2]

INCLUDE 'init.asm' ; Routinen einbinden

move #coeffs,r0 ; r0 zeigt auf Koeffizienten
move #4,m0 ; 5 Koeffizienten
move #data_x,r4 ; r4 zeigt auf x[n-1], x[n-2]
move #1,m4 ; 2 Speicherplätze
move #data_y,r5 ; r5 zeigt auf y[n-1], y[n-2]
move #1,m5 ; 2 Speicherplätze

bset #11,sr ; Scale up

loop jset #2,x:SSISR,* ; auf nächsten Frame warten
      jclr #2,x:SSISR,*

      move x:RX_BUFF_BASE,y1 ; linken Kanal filtern

      move x:(r0)+,x0 ; x0 = b0/2
      mpy x0,y1,a x:(r0)+,x0 y:(r4)+,y0 ; a = b0/2*x[n]
      mac x0,y0,a x:(r0)+,x0 y:(r4),y0 ; a += b1/2*x[n-1]
      mac x0,y0,a x:(r0)+,x0 y:(r5)+,y0 ; a += b2/2*x[n-2]
      mac x0,y0,a x:(r0)+,x0 y:(r5),y0 ; a += a1/2*y[n-1]
      macr x0,y0,a y1,y:(r4) ; a += a2/2*y[n-2]
      move a,y:(r5) ; y[n-2] = 2*A (mit Shift)
      move a,x:TX_BUFF_BASE ; Ergebnis schreiben (mit Shift)

      move x:RX_BUFF_BASE+1,x0 ; rechten Kanal durchschleifen
      move x0,x:TX_BUFF_BASE+1

      jmp loop ; und wieder von vorne
```

Listing 1. Beispiel für ein Biquad-Filter.

nen. Mit den im Kasten angegebenen Formeln erhält man

$$\begin{aligned}\Omega_0 &= 0,10471976 \\ a_1 &= -1,79986985 \\ a_2 &= 0,80978403 \\ b_0 &= 0,09510798 \\ b_1 &= 0,0 \\ b_2 &= -0,09510798\end{aligned}$$

Das Listing IIR.ASM zeigt das DSP-Programm für diesen Bandpaß. Der linke Kanal wird

gefiltert und der rechte zum Vergleich unverändert durchgeschleift. Das Programm macht ausgiebig Gebrauch von parallel ablaufenden Datenbewegungen, indem bei jeder Multiplikation bereits die Daten für die folgende Multiplikation in die Prozessorregister geladen werden. R0 wird als Zeiger auf die fünf Filterkoeffizienten, R4 als Zeiger auf die verzögerten Eingangs-

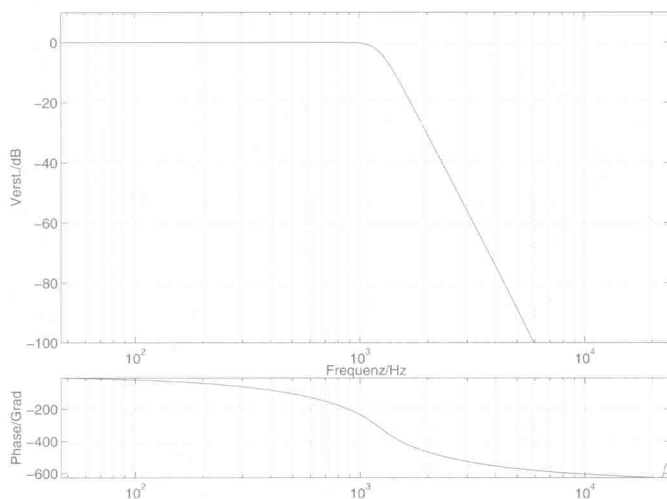


Bild 2a. Butterworth-Tiefpaß 7. Ordnung: das Filter zeigt kein Überschwingen, der Abfall in den Sperrbereich ist dafür aber vergleichsweise wenig steil.

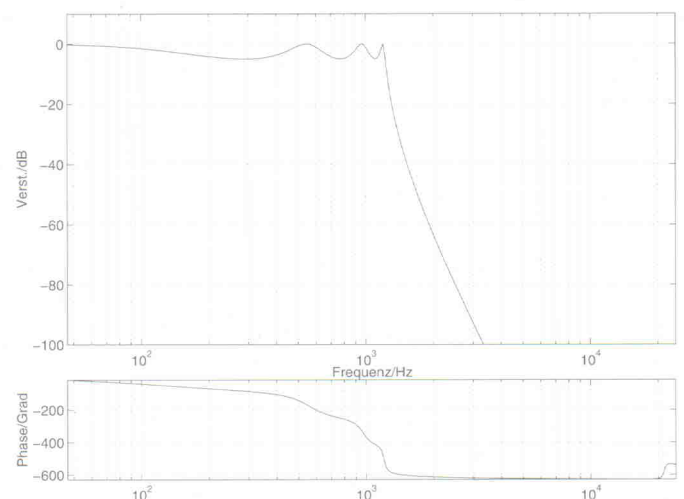


Bild 2b. Tschebyscheff-Tiefpaß 7. Ordnung: Zwischen maximaler Welligkeit im Durchlaßbereich und Steilheit beim Übergang in den Sperrbereich muß ein Kompromiß gefunden werden.

werte $x[n-1]$ bzw. $x[n-2]$ und R5 als Zeiger auf die verzögerten Ausgangswerte $y[n-1]$ bzw. $y[n-2]$ benutzt. Die Möglichkeiten der Modulo-Adressierung können auch hier besonders effizient eingesetzt werden. Durch schrittweises Nachvollziehen der einzelnen Befehle erkennt man schnell die Biquad-Filterstruktur. Wo aber steckt die Multiplikation mit 2?

Der DSP56002 beinhaltet eine Shift-Logik, die alle Bits beim Auslesen aus den Akkumulatoren automatisch um eine Position nach links oder rechts schieben kann. Die Funktion des Shifters wird durch zwei Bits im Statusregister des DSP gesteuert: Ist Bit 10 gesetzt, so wird der Wert beim Auslesen um ein Bit nach rechts verschoben, also durch 2 dividiert. Ist dage-

gen Bit 11 gesetzt, so wird nach links verschoben – also mit 2 multipliziert. Normalfall ist: keines der Bits gesetzt und der Shifter somit inaktiv. Im Beispielprogramm wird Bit 11 nur einmal während der Initialisierungsphase gesetzt und bleibt für den weiteren Programmablauf unverändert. Hierdurch spart man einen 'asl'-Befehl, den man ansonsten hätte ver-

wenden können. Während eines (langen) Interrupts werden die Scaling-Mode-Bits automatisch gelöscht und nach Beendigung des Interrupts wieder hergestellt, so daß keine Konflikte durch den Shifter auftreten können.

Durch Zusammenschalten mehrerer Biquad-Filter eröffnen sich zahlreiche interessante Anwendungsmöglichkeiten. Beispiels-

Biquad-Filter, Grundtypen

Für den Filterentwurf müssen alle Frequenzen normiert werden. Hierzu wird die halbe Abtastfrequenz auf π normiert, das heißt

$$\Omega = 2\pi \frac{f}{f_A} \quad (3)$$

Tiefpaß

Aus der gewünschten Grenzfrequenz Ω_0 und dem Dämpfungsfaktor d des Filters berechnen sich die Koeffizienten des Biquad-Filters folgendermaßen:

$$a_2 = \frac{d \sin \Omega_0 - 2}{d \sin \Omega_0 + 2} \quad (4)$$

$$a_1 = (1 - a_2) \cos \Omega_0$$

$$b_0 = b_2 = \frac{1}{4} (1 - a_1 - a_2)$$

$$b_1 = 2b_0$$

Bild 4a zeigt den Frequenzgang des Filters für unter-

schiedliche Dämpfungsfaktoren d (Schrittweite 0,3).

Für kleine Werte von d zeigt sich eine deutliche Resonanz des Filters. Die Verstärkung bei der Resonanzfrequenz beträgt $1/d$. Für $d = \sqrt{2}$ ist Ω_0 also genau die 3-dB-Eckfrequenz des Filters.

Hochpaß

Die Formeln für die Koeffizienten a_1 und a_2 sind identisch mit denen vom Tiefpaß. Die Koeffizienten b_0 , b_1 und b_2 berechnen sich gemäß

$$b_0 = b_2 = \frac{1}{4} (1 + a_1 - a_2) \quad (5)$$

$$b_1 = -2b_0$$

Es ergeben sich die in Bild 4b ersichtlichen Frequenzgänge.

Wiederum findet man für kleine Werte von d Resonanz-

scheinungen im Bereich der Eckfrequenz. Genau wie beim Tiefpaß beträgt die Verstärkung bei der Resonanzfrequenz $1/d$.

Bandpaß

Der Bandpaß ist charakterisiert durch seine Mittenfrequenz Ω_0 , bei der die Verstärkung mit genau 1 ihr Maximum erreicht, und durch die Güte Q , die die Steilheit des Filters bestimmt. Die Filterkoeffizienten lassen aus diesen zwei Parametern mit folgenden Formeln berechnen:

$$a_2 = \frac{\tan \frac{\Omega_0}{2Q} - 1}{\tan \frac{\Omega_0}{2Q} + 1} \quad (6)$$

$$a_1 = (1 - a_2) \cos \Omega_0$$

$$b_0 = \frac{1}{2} (1 + a_2) \quad (5)$$

$$b_2 = -b_0$$

$$b_1 = 0$$

Bild 4c zeigt den Frequenzgang für verschiedene Filtergüten (Schrittweite 0,3).

Bandsperr

Die Bandsperr filtert Frequenzanteile bei der Mittenfrequenz Ω_0 vollständig heraus. Die Filterkoeffizienten werden mit folgenden Formeln berechnet:

$$a_2 = \frac{\tan \frac{\Omega_0}{2Q} - 1}{\tan \frac{\Omega_0}{2Q} + 1} \quad (7)$$

$$b_0 = b_2 = \frac{1}{2} (1 - a_2)$$

$$a_1 = 2b_0 \cos \Omega_0$$

$$b_1 = -a_1$$

Bild 4d zeigt den Frequenzgang für unterschiedliche Filtergüten (Schrittweite 0,3) im Bereich von $Q = 0,2 \dots 2,9$

Bild 4a.
Tiefpaß mit unterschiedlichen Dämpfungsfaktoren d .

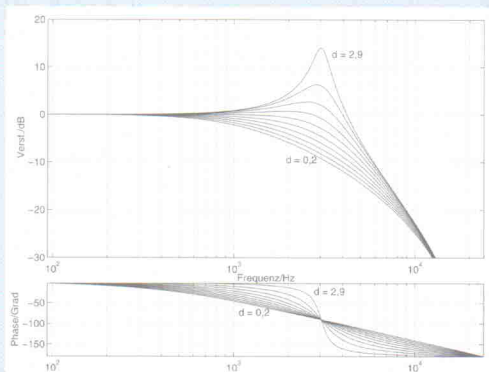


Bild 4b.
Hochpaß mit unterschiedlichen Dämpfungsfaktoren d .

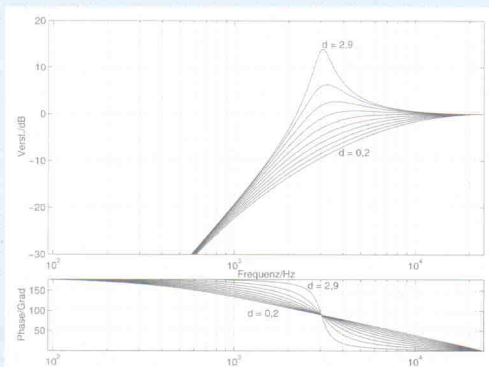


Bild 4c.
Bandpaß mit unterschiedlichen Gütewerten.

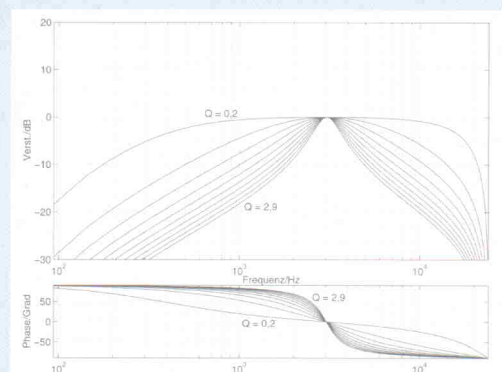
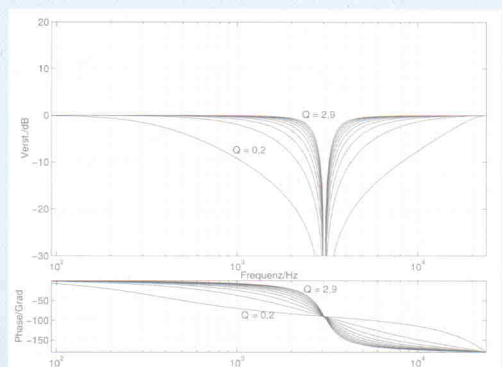


Bild 4d.
Bandsperr mit unterschiedlichen Gütewerten.



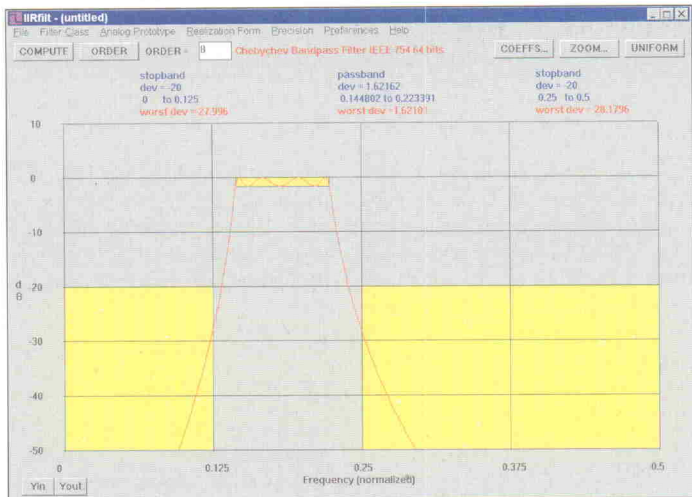


Bild 3. Filtersynthese mit grafischer Benutzeroberfläche als Shareware (IIRFILT.EXE von Robert A. Schnitzer).

weise kann so eine digitale Klangregelung realisiert werden. Einen grafischen Equalizer erhält man, indem man mehrere Biquad-Filter mit unterschiedlichen Mittenfrequenzen parallel schaltet. Das Eingangssignal wird durch diese Filterbank in unterschiedliche Frequenzbänder aufgespalten. Die Ausgänge der Biquad-Filter müssen anschließend mit einem Faktor gewichtet werden, der den Reglereinstellungen des Equalizers entspricht und zum Ausgangssignal aufsummiert werden. Bild 6 zeigt das Blockschaltbild für einen derartigen grafischen Equalizer. Die Implementierung ist mit den bisher vorgestellten Befehlen leicht möglich und bleibt dem Leser überlassen. Es sind nicht für jedes Biquad-Filter eigene Zeigerregister not-

wendig; statt dessen kann man die Offset-Register verwenden, um von einem zum nächsten Biquad-Pufferspeicher zu gelangen. Wenn man sich auf Bandpaßfilter beschränkt, dann läßt sich das allgemeine Biquad-Filter IIRINTRO.ASM aus dem letzten Heft noch optimieren, indem man die Multiplikation mit dem Koeffizienten b_1 , der in diesem Fall immer Null ist, herausnimmt. Die Filtergüten der Equalizer-Bänder sollten so ein-

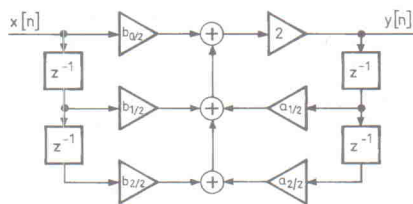


Bild 5. Biquad-Filter in der Direkten Form I.

FIR- und IIR-Filter im Vergleich

FIR-Filter

immer stabil (+)
relativ hoher Rechenzeitbedarf (-)
relativ hoher Speicherbedarf (-)
linearphasige Filter möglich (+)
keine Grenzzyklen möglich (+)

IIR-Filter

können instabil sein (-)
relativ geringer Rechenzeitbedarf (+)
relativ geringer Speicherbedarf (+)
keine linearphasigen Filter möglich (-)
Grenzzyklen möglich (-)

gestellt werden, daß sich bei gleicher Gewichtung aller Frequenzbänder ein möglichst glatter Frequenzgang ergibt.

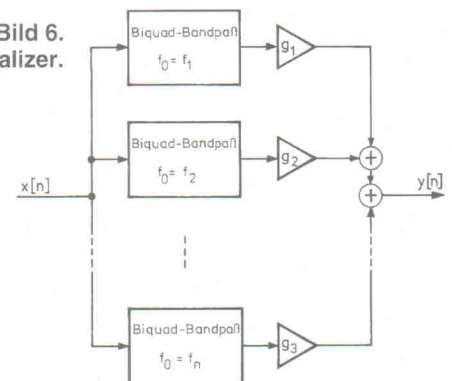
Zwischenbilanz

Die in dieser und den letzten Folgen vorgestellten FIR- und IIR-Filterstrukturen sind in der digitalen Signalverarbeitung die mit Abstand am häufigsten verwendeten. Beide Filtertypen sind jeweils mit Vor- und Nachteilen verbunden, die im obestehenden Kasten zusammengefaßt sind und bei der Auswahl für eine konkrete Anwendung beachtet werden sollten. roe

Literatur

- [1] Oppenheim, Schäfer: *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*, Oldenbourg Verlag
- [2] Motorola; *Application Note: Implementing IIR/FIR-Filters with Motorola's DSP56000/DSP56001*
- [3] Tietze, Schenk: *Halbleiterschaltungstechnik*
- [4] Matthias Carstens: *Effekthascherei, Von der Stereobasisverbreiterung zur Surround-Matrix*, ELRAD 7/94
- [5] Matthias Carstens: *Umzingelt, Evaluation-Board für NEC (PC1892 und National LM2876/LM3876, ELRAD 8/94*

Bild 6. Digitaler Grafik-Equalizer.

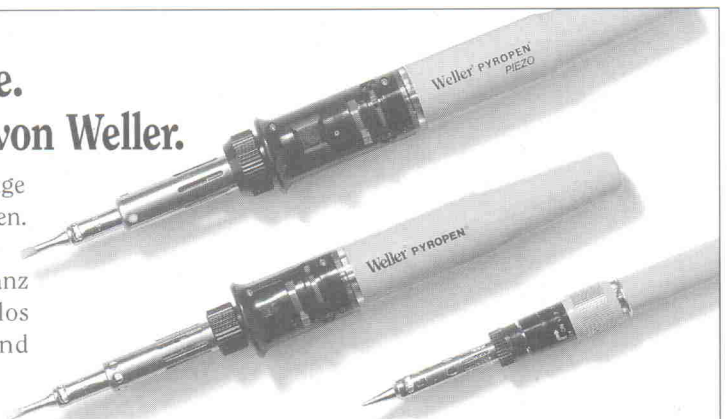


Vergessen Sie Kabel und Steckdose. Jetzt gibt es zum Löten Pyropens von Weller.

Pyropens von Weller, das sind kabellose Lötwerkzeuge mit der vollen Kraft von 200°C bis 500°C in nur 30 Sekunden. Bis zu drei Stunden können Sie wahlweise Weichlöten, Hartlöten oder mit Heißluft schrumpfen. Dafür sorgt ganz normales ISO-Butangas. Alle Pyropens sind problemlos nachfüllbar und mit verschiedenen Lötspitzen und Zubehör erhältlich.

- Pyropen Standard: Das vielseitige Original.
- Pyropen Piezo: Mit Selbstzünder.
- Pyropen jr.: Klein im Format, groß in der Leistung.

Weller Pyropens. Kein Kabel. Viel Power.



Weller®

COOPER
CooperTools

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

Copyright © 1996, Cooper Industries, Inc.

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 10/96.

Analogtechnik

Schaltungen verstehen, dimensionieren, selbst entwickeln

Teil 7: Gleichrichter, Elkos, Transformatoren

Dr. Stephan Weber

Der Transformator ist bei weitem kein ideales Bauteil. In vielen Anwendungen ist gerade er es, welcher mit seinen unerwünschten Eigenschaften die Leistungsfähigkeit der Schaltung einschränkt; es lohnt sich also schon, ihn etwas genauer zu betrachten. Außerdem sollen in dieser Folge weitere Eigenschaften der einfachen Netzteilschaltung unter die Lupe genommen werden.

Bei Dioden fließt nur dann ein Strom, wenn die Spannung zwischen Anode und Kathode positiv ist, in Gegenrichtung fließt nur ein extrem geringer Sperrstrom (typisch einige pA bis nA, nimmt bei hohen Temperaturen deutlich zu). Dies hat zur Folge, daß bei Wechselspannung nur in einer Halbwelle der Strom fließen kann. In Verbindung mit einem Ladekondensator fließt sogar nur in einem Bruchteil dieser halben Periode ein Ladestrom, der allerdings aus Ladungserhaltungsgründen wesentlich höher ist als der DC-Laststrom des Netztes. Im Einschalt Augenblick ist er am größten, da nicht nur der Verbraucher (Lastwiderstand R_L) beliefert werden muß, sondern auch der Ladekondensator C_L aufgeladen werden muß. Um die Zusammenhänge präzise zu berech-

nen, kommt man um eine Simulation kaum herum, doch ist es zum Verständnis sinnvoll, die grundlegenden Einflüsse sich quasi per Hand klar zu machen. Am einfachsten sind die Vorgänge beim Einweggleichrichter. Allerdings kann man bis auf wenige Details die Ergebnisse auch für den häufiger verwendeten Zweiweggleichrichter übernehmen. Der Netztransformator wird zunächst als ideal angenommen.

Unter Strom

Im Ruhezustand hat sich der Ladekondensator C_L über den Lastwiderstand R_L entladen, so daß seine Spannung Null ist. Wenn man nun das Netzteil an das Netz schaltet, wird – sobald die Trafoausgangsspannung (gleich Eingangsspannung U_e für den Gleichrichter) die Diodenschwellspannung überschritten hat – ein großer Ladestrom fließen, der in erster Linie durch den Innenwiderstand des Netztrafos und den Diodenserienwiderstand bestimmt wird. Wenn diese Widerstände relativ hochohmig sind, dann wird es sogar mehrere Perioden dauern, ehe sich ein stationärer Zustand einstellt. Von einem stationären Zustand spricht man, wenn sich von einer Periode zur nächsten nichts mehr am Zustand des Systems ändert, also die Einschwingvorgänge abgeklungen sind. Hat man also die Ströme und Spannungen in einer Periode beschrieben, dann spielt sich in allen anderen Perioden dasselbe ab. Stationär heißt, im Gegensatz zu statisch, daß sich durchaus noch wechselnde Vorgänge abspielen, diese aber wie gesagt periodisch sind.

Im stationären Zustand wird die Ausgangsspannung U_a näherungsweise sägezahnförmig sein, denn durch den Lastwiderstand R_L wird der Ladekondensator C_L wie in der letzten Folge beschrieben *etwas* entladen und dann, wenn die Gleichrichterdiode leitet, wieder sehr *schnell* aufgeladen. Dies hat für bestimmte Bauteile und ihre Kenngrößen wesentliche Konsequenzen:

1. Diodensperrspannung: Einweggleichrichter: Die höchste Sperrspannung, die an der Diode anliegt, beträgt etwa $2 \cdot U_{e\max}$, denn die Kathode liegt – unter Vernachlässigung der Diodenflußspannung – an der gleichgerichteten Ausgangsspannung $U_a \approx U_{e\max}$ und die Anode an der Wechselspannung, die negativ bis zu $U_{e\min} = -U_{e\max}$ werden kann. Es gilt:

$$U_{\text{sperrmax}} = U_{e\max} - U_{e\min} = 2 \cdot U_{e\max}$$

2-Weg-Brückengleichrichter: Die höchste Sperrspannung, die an den Dioden anliegt, beträgt hier nur angenähert $U_{e\max}$. Dies ist neben der kleineren Brummspannung und der Vermeidung einer Vormagnetisierung ein weiterer Vorteil dieser Schaltung.

2. Diodendurchlaßstrom: Da die Ausgangsspannung und damit die Spannung an der Anode *positiv* ist, kann nur dann ein Durchlaßstrom fließen, wenn die Eingangsspannung *noch* positiver ist. Dies ist aber nur noch in einem sehr schmalen Zeitabschnitt der positiven Halbwelle der Fall. Ohne Ladekondensator C_L würde dagegen fast in der gesamten Halbperiode ein Durchlaßstrom fließen. Je größer also der Ladekondensator, desto kürzer die Stromimpulse durch die

Gleichrichterdiode! Je kürzer aber die Stromimpulse, desto höher der Spitzenstrom, da die in der Sperrphase abgeflossene Ladung Q wieder nachgeliefert werden muß. Es gilt:

$$Q = I \cdot \Delta t = C \cdot \Delta U$$

$$\Rightarrow I_{\max} = C \cdot \Delta U / \Delta t$$

Mit diesen Formeln kann man nun herausfinden, welchen maximalen Spitzenstrom und welche Sperrspannung die verwendete Diode aushalten muß.

Ein Beispiel mit den Werten aus der letzten Folge (2-Weg-Gleichrichter):

$$U_{A\min} = 10V$$

$$U_s = 1.4V \text{ (entspricht } U_{\text{eff}} = 10V \text{ – also } 10V\text{-Trafo)}$$

$$U_F = 0.7V$$

$$I_L = 100mA$$

$$\Rightarrow U_{A\max} = U_s - 2U_F = 14V - 1.4V = 12.6V$$

$$\Rightarrow U_{Br}(\text{Soll}) = U_{A\max} - U_{A\min} = 2.6V$$

$$\Rightarrow C_L = I_L \cdot \Delta t / U_{Br} \approx 380\mu F$$

Für den (Auf-)Ladestrom folgt dann:

$$I_{CL\max} = C_L \cdot U_{Br} / \Delta t$$

Unbekannt ist darin noch die Ladezeit Δt . Sie kann abgeschätzt werden, wenn man annimmt, daß die Kondensatoraufladung etwa dann beginnt, wenn die Eingangsspannung $U_e(t)$ die minimale Lastspannung $U_{a\max} - U_{Br}$ erreicht hat:

$$14V \cdot \sin \omega t = 14V - 2.6V$$

$$\Rightarrow \sin \omega t = 0.814$$

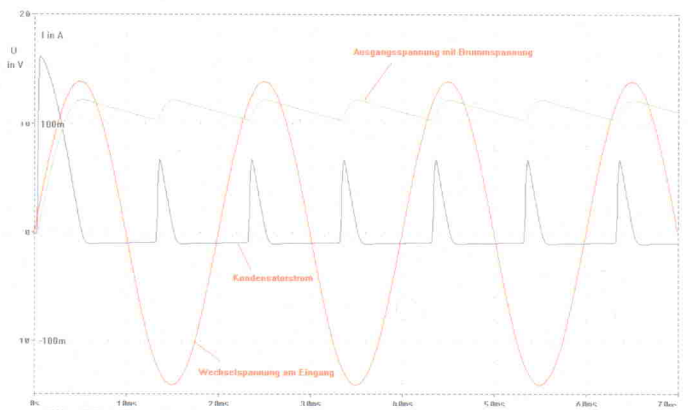


Bild 1. Spannungen und Ströme beim Zweiweggleichrichter ermittelt per Simulation.

$$\Rightarrow 2\pi f \cdot t = 0,951$$

$$\Rightarrow t = 0,951/(2\pi f) = 3\text{ms}$$

Ab dieser Zeit bis zum Maximum bei $t = 5\text{ms}$ wird der Kondensator geladen. Damit folgt $\Delta t = 2\text{ms}$ und schließlich $I_{CL\max} = 500\text{mA}$. Zwar ist die Rechnung nur eine Überschlagsrechnung, doch wird hier sehr deutlich, daß intern im Netzteil ein fünfmal höherer Strom fließt als an der Last! Die sicher genaueren Werte aus der Simulation zeigen übrigens, daß die Brummspannung rund 30% kleiner ist (die 10ms in der Rechnung aus dem vorherigen Heft sind zu pauschal) und daß der maximale Ladestrom im stationären Zustand sogar 20% größer ist (in der Rechnung wurde ein konstanter Strom angenommen).

Verkopplungen

Der Netztrafo wurde bisher als nahezu ideal behandelt. Doch ist er es bei weitem nicht. Erste Ansätze einer genaueren linearen Beschreibung liefert die Physik. Ein Transformator besteht aus zwei (oder mehr) (magnetisch) gekoppelten Spulen (Induktivitäten). Die Funktionsweise einer Induktivität wird durch ihre Grundgleichung $u = L \cdot di/dt$ beschrieben. Diese Gleichung läßt sich auch umformen zu $j\omega t = L \cdot i$. Analog zu $j\omega t = Q$ wird das Spannungsintegral $\int u dt = \Phi$ (Phi, Einheit 1 Vs = 1 Weber) Fluß genannt. Ähnlich wie eine Kapazität C ist also eine Induktivität L lediglich ein Proportionalitätsfaktor. Dieser hängt zum Beispiel vom Material (Eisenkern oder nicht) und von der Geometrie ab, im linearen Fall dagegen nicht vom Strom selbst. Aus diesen Größen (Größe, Windungszahl, μ_r) läßt sich dann auch eine Induktivität mathematisch berechnen. Wirklich einfach ist diese Berechnung allerdings nur bei sehr simplen, idealisierten Formen. Eine Messung ist über die Erfassung der Wechselstromimpedanzen $Z = j\omega L = 1/j\omega C$ möglich.

Bei gekoppelten Spulen wirkt das Magnetfeld der einen Spule nicht nur auf sich selbst, sondern auch auf die andere Spule! Um die beiden Arten zu unterscheiden, nennt man den ersten Anteil wie gehabt Selbstinduktivität L und den zweiten Anteil Gegeninduktivität M . Beide haben dieselbe Einheit $V/As = H$ (Henry) und hängen nur

vom Material und der Geometrie ab. Beim Kondensator war alles relativ klar: Ein Strom i bewirkt eine Spannungsänderung $u = C \cdot \Delta u / \Delta t$. Da i in der Realität immer endlich ist, muß auch $\Delta u / \Delta t$ endlich sein, so daß sich die Kondensatorspannung u nur stetig (d. h. ohne Sprünge) ändern kann. Der Kondensator 'wehrt' sich sozusagen gegen Spannungsänderungen. Die Induktivität verhält sich dazu genau komplementär (ergänzend): $u = L \cdot \Delta i / \Delta t$, hier kann sich der Strom nur stetig verändern! Der Grund liegt in der Selbstinduktivität L , welche eine Gegenspannung induziert, die nach der aus der Physik bekannten Lenzschen Regel immer der Ursache entgegenwirkt.

Bei einer Gegeninduktivität M entsteht eine solche induzierte Spannung nun nicht in der eigenen Windung, sondern in den Windungen der anderen Spule, die mit der ersten magnetisch gekoppelt ist.

Selbstinduktivität:

$$u_1 = L_1 \cdot \Delta i_1 / \Delta t \text{ und } u_2 = L_2 \cdot \Delta i_2 / \Delta t$$

Gegeninduktivität:

$$u_2 = M \cdot \Delta i_1 / \Delta t \text{ und } u_1 = M \cdot \Delta i_2 / \Delta t$$

In der Praxis überlagern sich die Spannungsanteile linear:

$$u_{1\text{ges}} = u_1(\text{Selbstinduktivität}) + u_1(\text{Gegeninduktivität})$$

$$u_{2\text{ges}} = u_2(\text{Selbstinduktivität}) + u_2(\text{Gegeninduktivität})$$

Diese Gleichungen beschreiben, warum allein durch magnetische Kopplung überhaupt eine Ausgangsspannung an der Sekundärseite unseres Transformators zustande kommt.

In der Praxis ist man hier natürlich an geringen Verlusten bei einer starken Kopplung interessiert, wozu der Kern aus Weicheisen dient. Dieser Kern sorgt dafür, daß nahezu alle Feldlinien (d. h. der gesamte Magnetfluß Φ) der einen Spule auch die andere Spule durchsetzen. Ähnlich wie Metalle gut leiten, bündelt praktisch das Eisen (ebenso Nickel, Cobalt und viele Legierungen) mit seiner hohen relativen Permeabilität μ_r die Feldlinien.

Bei idealer Kopplung gilt:

$$M = k \sqrt{L_1 L_2} \quad \text{mit } k = 1 \text{ (oder } -1, \text{ je nach Wicklungssinn)}$$

Bei allen anderen Fällen ist der sogenannte Koppelfaktor $|k| < 1$. Eine besonders gute Kopplung

($k > 0,99$) läßt sich mit Ringkernen realisieren.

Des Kaisers neue Kleider

Bei neuen Begriffen stellt sich immer wieder die Frage, wie das Neue sich in bereits Bekanntes einfügt. Bekannt ist beispielsweise, daß die Spannungen am Trafo sich wie die Windungszahlen verhalten und daß bei einer Spule die Induktivität mit dem Quadrat der Windungszahl n wächst. Die obigen neuen Beziehungen erweitern letztlich die alten um Fälle, die bisher – weil weniger idealisiert – außen vor bleiben mußten.

Aus dem Physikunterricht ist noch bekannt, daß L proportional n^2 ist. Andererseits weiß man, daß sich die Einzelinduktivitäten L_1 und L_2 bei Serienschaltungen addieren, also $L_{\text{ges}} = L_1 + L_2$ gilt. Bei zwei gleichen Induktivitäten würde sich also die Gesamtinduktivität verdoppeln. Wenn man nun bedenkt, daß die Einzelinduktivitäten praktisch die doppelte Wicklungszahl n haben, dann müßte sich eigentlich die vierfache Gesamtinduktivität ergeben! Dieser scheinbare Widerspruch läßt sich nun elegant mit der Gegeninduktivität auflösen. Bei Serienschaltung gleicher Induktivitäten $L_1 = L_2 = L$ gilt:

$$\begin{aligned} U_{\text{ges}} &= U(L_1) + U(L_2) \\ &= I \cdot (j\omega L + j\omega M) + (j\omega L + j\omega M) \\ &= I \cdot j\omega (2L + 2M) \\ &= I \cdot j\omega L_{\text{ges}} \end{aligned}$$

Wenn beide Spulen magnetisch nicht gekoppelt sind ($k = M = 0$), dann stellt sich tatsächlich nur der doppelte Wert ein. Bei idealer Kopplung ($k = 1$ und $L = M$) ergibt sich dagegen der vierfache Wert. Die Wahrheit liegt wie so oft in der Mitte, denn einerseits gibt es immer eine gewisse Kopplung, einige Feldlinien gelangen eben auch zur anderen Spule, und andererseits ist auch eine ideale Kopplung nicht 100%ig realisierbar (insbesondere wenn kein Eisenkern verwendet wird). Da auch der Wicklungssinn beachtet werden muß, kann die Gesamtinduktivität auch kleiner als die Einzelselbstinduktivitäten sein (theoretisch bis Null). Negative Induktivitäten sind allerdings durch Spulen nicht realisierbar.

Auch die Zusammenhänge am idealen Transformator lassen sich mit

den neuen Formeln herleiten. Im Leerlauf $i_2 = 0$ gilt bei idealer Kopplung $k = M/\sqrt{L_1 L_2} = 1$:

$$U_1 = j\omega \cdot L_1 \cdot I_1$$

$$U_2 = j\omega \cdot M \cdot I_1 = j\omega \cdot I_1 \sqrt{L_1 L_2}$$

$$\Rightarrow j\omega \cdot I_1 = u_1/L_1 = u_2/\sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

$$\Rightarrow u_1/u_2 = \sqrt{L_1/L_2} = n_1/n_2$$

Die Gleichungen zeigen außerdem, daß auch ohne Laststrom $I_2 = 0$ ein gewisser Primärstrom $I_1 = U_1/j\omega L_1$ fließt. Zwar ist die Wirkleistung wegen der 90°-Phasenverschiebung theoretisch Null, doch wird in der Realität wegen der ohmschen Verluste (z. B. in den Cu-Wicklungen) trotzdem eine gewisse Grundleistung verschwendet. Um also den Ruhestrom nicht unnötig hoch werden zu lassen, muß die Induktivität L_1 (und entsprechend L_2) möglichst groß sein. Dies erfordert viele Windungen und einen ferromagnetischen Kern. Ferner erkennt man, daß bei höheren Frequenzen die benötigten Induktivitäten abgesenkt werden können. Bei hohen Frequenzen kann man deshalb wesentlich kleinere Transformatoren aufbauen. Bei Gleichstrom würde L_1 die Quelle kurzschließen, DC-Transformatoren (direct current) sind also mit gekoppelten Spulen nicht unmittelbar realisierbar. DC-Spannungen muß man quasi zuerst zerhacken und kann sie erst anschließend transformieren.

Im Leerlauf mißt man also beim Trafo eine relativ hohe Induktivität primärseitig, doch was passiert beim Kurzschluß am Ausgang $U_2 = 0$? Es folgt

$$U_2 = -I_1 \cdot M/L_{22} \text{ und schließlich}$$

$$Z_1 = U_1/I_1 = j\omega \cdot (L_{11} - M^2/L_{22}).$$

Mit dem Kopplungsfaktor k ergibt sich $Z_1 = j\omega \cdot L_{11} (1 - k^2)$. Wenn k nahe eins ist, wird Z_1 fast Null. Dies entspricht auch primärseitig einem Kurzschluß, doch bei $k < 1$ mißt man eine Induktivität, die durch den Streufaktor $\sigma = 1 - k^2$ bestimmt wird. Genug der Mathematik und statt dessen etwas Anschauung.

Überfütterung

Neben den nichtidealen – aber linearen – Effekten wie Streufeld ($|k| < 1$) und ohmschen Verlusten ($R_{Cu} > 0$) gibt es auch nichtlineare Effekte. Unter diesen versteht man Effekte, die nicht konstant oder proportional zur Eingangsspannung (oder zum Strom) sind. Ein wichti-

ges Beispiel hierfür ist die magnetische Sättigung eines Magnetkerns. Bei niedrigen magnetischen Feldstärken H (in A/m) richten sich proportional zur Magnetisierung immer mehr der sogenannten Weischen Bezirke aus. Aber was passiert, wenn bereits alle ausgerichtet sind?

Dann kann die sogenannte magnetische Flußdichte $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$ (in Tesla, $1\text{ T} = 1\text{ Vs/m}^2$), die normalerweise proportional zur magnetischen Feldstärke H (und damit zum Spulenstrom I) ist, nicht mehr weiterwachsen und es stellt sich ein Sättigungseffekt ein. Normale Netztransformatoren sind so dimensioniert, daß Sättigung nur im Einschalt Augenblick, aber nicht im Normalbetrieb auftritt. Im Einschalt Augenblick wird durch die Sättigung des Magnetkerns die effektive Induktivität wesentlich verringert ($\mu_r = 1$ statt einige 100), und es tritt ein hoher Einschaltstrom auf. Eine immer sinnvolle Schutzsicherung auf der Primärseite muß also nicht nur den normalen Maximalstrom $I_{\text{primax}} = P_{\text{max}}/U_{\text{pri}}$ aushal-

Netzteil-Arten

	Schaltnetzteile	Normale Netzteile
Leicht aufzubauen	Nein, da aufwendige Schaltungen mit speziellen Bauteilen	Ja, da einfache Schaltung mit wenigen robusten Bauelementen
Hoher Wirkungsgrad $P_{\text{out}}/P_{\text{in}}$	möglich auch bei geregelter Ausgangsspannung	oft nicht möglich, da Vorhalte für maximale Last und Netzspannungsschwankungen
Baugröße und Gewicht	klein, da keine großen Ladekondensatoren und 50-Hz-Trafos	relativ groß bedingt durch 50-Hz-Trafo und Ladeelkos

ten, sondern den oft höheren Einschaltstrom! Eine Sättigung des Magnetkerns ließe sich zwar durch einen größeren Eisenquerschnitt verhindern, doch wäre dies wegen des hohen Materialaufwands wirtschaftlich gesehen nicht sinnvoll. Außerdem sind primärseitig träge Sicherungen zu empfehlen.

Rechnerisch beschreiben lassen sich die Nichtlinearitäten bei Induktivitäten beispielsweise dadurch, daß man die Induktivität L nicht mehr als konstant betrachtet, son-

dern stromabhängig ansetzt. Ganz analog können auch Kapazitäten oder Widerstände spannungsabhängig und damit nichtlinear sein. Da einfache Gleichungen dann oft nicht mehr zur Berechnung ausreichen, verwendet man zur Beschreibung Kennlinien. Das Arbeiten mit Kennlinien wird deshalb am konkreten Beispiel in den nächsten Folgen beschrieben.

Einige Leser mögen die Effekte in einem simplen Netzteil überraschen, treten doch hier störende

Spitzenströme auf, die man ansonsten eher bei den sogenannten Schaltnetzteilen vermuten würde. Bei einem solchen Schaltnetzteil wird meistens kein normaler 50 Hz-Netztransformator eingesetzt, sondern um Gewicht (sowie Platz und Geld) zu sparen, ein kleinerer Trafo für typisch 30...300 kHz. Fast immer wird dabei zunächst die 230 V-Netzspannung gleichgerichtet (Brückengleichrichter), dann zerhackt (mit Transistoren) und schließlich per Transformator heruntertransformiert. Die nebenstehende Tabelle zeigt die wichtigsten Vor- und Nachteile.

In der nächsten Folge wird mit der sogenannten Z-Diode ein neues nichtlineares Bauelement vorgestellt und das Arbeiten mit Kennlinien erläutert. Als wichtigste Anwendung wird damit das Netzteil in Hinsicht auf eine konstante Ausgangsspannung wesentlich verbessert.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 12/96.

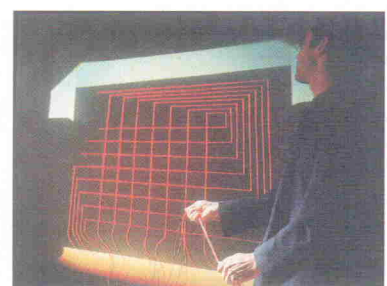
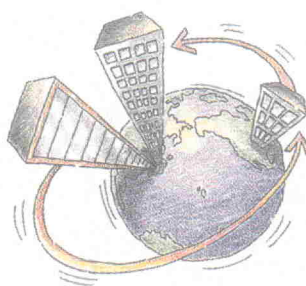
Das bringen

Änderungen vorbehalten

ct magazin für
computer
technik

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

X MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN



Grafikkarten: Neue Chips beflügeln das Weihnachtsgeschäft

Motherboards: Der Nutzen neuer Features, der Ärger über alte Macken

Mac-Office: Star Division tritt gegen die amerikanische Konkurrenz an

Internet: Was der Surfer über sich verrät – und wer davon profitiert

ISDN: Schneller Draht zur Welt auch per externem Adapter

Corporate Networks: Kosten reduzieren – Verfügbarkeit verbessern

Backup-Software: Daten sichern über Plattformgrenzen hinweg

IP Version 6: Was das neue Adressenschema bringt

Backbone: Ein Vergleich unterschiedlicher Techniken

Systemmanagement: Desktops und Server im Griff

Systemmanagement: Kann Software die Client-Server-Kosten senken?

E-Mail-Kontrolle: Virenschutz- und Überwachungssoftware – was kann, darf sie?

Mac-Emulator unter Linux: Eine Brücke zwischen zwei Welten?

Neuer HTML-Browser von W3C: Test einer Linux-Vorversion von Amaya

Internet Relay Chats: IRCs sind mehr als eine Tauschmöglichkeit für kommerzielle Software und pornografische Bilder

Heft 12/96 am 14. November am Kiosk

Heft 11/96 am 24. Oktober am Kiosk

Heft 11/96 am 21. Oktober am Kiosk

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir unsere Einplatinencomputer mit der entsprechenden Software vorstellen. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regels gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlertkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optokoppelt oder über Relais). Darüberhinaus auch Buserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen in unserer Broschüre „Für PALs und GALs“ eine weite Auswahl an Ingenieurwerkzeugen. Neben EPROM-Simulatoren und Logic-Analysen finden Sie eine weite Auswahl an Programmieren. Wir bieten Ihnen neben dem kleinen GAL-/EPROM-/MPU-Programmierer GALEP III die bekannten und bewährten Universalprogrammierer ALL-07A und ALL-07A/PC, die mittlerweile an die 4000 verschiedene Bausteine programmieren.

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

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

ICC11

Optimierender low-cost ANSI-C Compiler für HC11 incl. Preprozessor, Linker, Librarian, Headerfiles, Standardlibrary, Crossassembler und Shell. Mit umfangreichen deutschen Handbuch.

ICC11	ANSI-C Compiler für HC11	348,— DM
-------	--------------------------	----------

HC11-Welcome-Kit

Der einfache Einstieg in die Controllertechnik mit dem Motorola 68HC11. Enthält: IDE11-Entwicklungsumgebung, original Buch Dr. Sturm, Mikrorechentechnik, Aufgaben 3 mit Simulator TESTE8, 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 allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serienseinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St. 91,— DM

ZSLIC-11

41mm x 54mm kleines HC11E1-Modul mit 8K EEPROM realisiert über XICOR SLIC-Baustein. Entwicklungspaket mit ZSLIC11, IF232LC, Kabel, Handbücher und IDE11-Software (Editor, Assembler, Download, Monitor).

ZSLIC11/ENT	Entwicklungspaket ZSLIC11	429,— DM
ZSLIC11/FB	ZSLIC11-Karte, mit Manual	215,— DM

Hip Hop HC11

Das von Oliver Thamm herausgegebene Praxisbuch zur 68HC11 Microcontrollerfamilie

HipHopHC11	Das Praxisbuch zum HC11	59,— DM
------------	-------------------------	---------

CONTROLBOY/2

Die etwas andere Art mit Controllertechnik umzugehen. Ideal für Einsteiger: HC11-Karte mit 8KB EEPROM, Relais. Applikationserstellung erfolgt unter Windows!

CONTR/2	Controlboy/2 HC11-Karte mit 8KB EEPROM mit der Entwicklungssoftware unter Windows	299,— DM
---------	---	----------

KAT-Ce 68332

Die neue KAT-Ce mit 68332-CPU. Erstmals vorgestellt von Hans-Jörg Himmeröder in ELRAD 3/94 und 4/94. Europakarte in 4-Lagen-Multilayer. Betriebssystem wie die bekannte Software zu den bisher in der c't veröffentlichten KAT-Cen 1.3, 1.4 und 70, also auch mit Pascal-Compiler.

KAT332-LP	Leerplatte, ohne Software	118,— DM
KAT332-LP/SW	Leerplatte, mit Software	257,— DM
KAT332-BS1	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku	398,— DM
KAT332-BS2	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku	598,— DM
KAT332-BS1/SW	wie BS1, jedoch mit Software	498,— DM
KAT332-BS2/SW	wie BS2, jedoch mit Software	698,— DM
KAT332-FB1	wie BS1, jedoch Fertigkarte	498,— DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigkarte	698,— DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,— DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,— DM
332-Term/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,— DM
332-Term/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,— DM
332-DAT/5.3	Motorola-Datenb. zu 332 CPU/TPU	46,— DM

PICs

Der Nachfolger des erfolgreichen "PICSTART-16" ist das original MIKROCHIP Kit PICSTARTplus ist ab Lager lieferbar. PICSTARTplus enthält: Programmierer, Assembler, Simulator, Muster-Bausteine, Daten-CD. PICSTARTplus ermöglicht die Arbeit mit PIC16xx, PIC17xx, PIC1400.

PICSTARTplus	Das neue PICSTART-Evaluation Kit von MICROCHIP, Komplett mit CD, Programmier, Software.	399,— DM
--------------	---	----------

fuzzyTexpl. Microchips fuzzyTexexplorer, wie vorgestellt in ELRAD 6/96

PIC-ASS/Buch	Edwards/Kühnel, Parallax-Assembler Arbeitsbuch für die Microcontroller PIC16Cxx in deutsch. Der Titel des US-Original lautet THE PIC SOURCE BOOK, DIN A4, geringt. inclusive Assembler und Simulator	269,— DM
--------------	--	----------

EASY-PIC'n Lehrbuch zum Einstieg in PICs (vor allem 16C84) aus den USA. Als Begleitbuch zu PICSTARTplus empfehlenswert.

PIC-Programmer	150 Seiten, DIN A4, in englisch für PIC16-Cxx aus ELRAD 1/94 und 6/94. Fertiggerät im Gehäuse mit Programmierungsfassungen und Software.	68,— DM
----------------	--	---------

C-Mark/ENT Eine runde Sache! Das PIC18C84-Entwicklungspaket mit C-Compiler. Enthält Hardware, C-Compiler (engl. Handb.), SW-Beispiele, Programmieradapter, Kabel

PIC-C-Compiler	C-Compiler für PIC16Cxx, PIC16C7x und PIC16C84, engl. Handbuch (im C-Mark/ENT enthalten)	398,— DM
----------------	--	----------

CP-537 Einplatinen-Rechner mit 80C537 (oder 517), der tausendfach im Einsatz ist. 32KB EPROM, 32KB RAM und 32KB EEPROM sind onboard möglich, 2 ser. Schnittstellen, Watchdog optional.

CP-537M-3A	Baugruppe mit 80C537, ohne RAM, E/EPROM, mit Handbuch	299,— DM
------------	---	----------

EM-537 Komfort-Monitor mit SAA-Oberfläche

CM-51	Bauer, mit 80C31/32, 32KB RAM, ohne E/EP.	170,— DM
-------	---	----------

CP-537M-3A Baugruppe mit 80C537, ohne RAM, E/EPROM, mit Handbuch

CP-537M-3A	Baugruppe mit 80C537, ohne RAM, E/EPROM, mit Handbuch	299,— DM
------------	---	----------

EM-537 Komfort-Monitor mit SAA-Oberfläche

CM-51	Bauer, mit 80C31/32, 32KB RAM, ohne E/EP.	185,— DM
-------	---	----------

CP-537

Einplatinen-Rechner mit 80C537 (oder 517), der tausendfach im Einsatz ist. 32KB EPROM, 32KB RAM und 32KB EEPROM sind onboard möglich, 2 ser. Schnittstellen, Watchdog optional.

CP-537M-3A	Baugruppe mit 80C537, ohne RAM, E/EPROM, mit Handbuch	299,— DM
------------	---	----------

EM-537 Komfort-Monitor mit SAA-Oberfläche

CM-51	Bauer, mit 80C31/32, 32KB RAM, ohne E/EP.	185,— DM
-------	---	----------

V40-Starter

Das Starterkit für die V40-Card enthält: Eine V40-Card mit 256KB stat. RAM und 640KB FLASH-Memory, Embedded BIOS Lizenz, Embedded DOS (Runtime), ein EVA-Board als „Unterkarte“, das Terminalprogramm für den PC, das serielle Kabel und ein Steckernetzteil wie in ELRAD 8/96 beschrieben.

V40-Starter	Starterkit für V40-Card	527,70 DM
-------------	-------------------------	-----------

V40-Card Starterkit für V40-Card

V40-Card	einzel, ohne Speicher	299,— DM
----------	-----------------------	----------

OKTAGON

Der neue H8-Rechner aus ELRAD 2/96ff. Alle angebotenen Versionen mit der Software (GNU-C, Monitor-EPROM, Fort-Interpreter) und den Hitachi-Handbüchern.

H8-Kit/2	kpl. Bausatz, LP, SW und sämtl. Bauteile, Steckverbinder und Kabel	369,70 DM
----------	--	-----------

H8-FB/1 Fertigkarte, kompl. mit Stecker-Netzteil und Kabel

H8-FB/1	Fertigkarte, kompl. mit Stecker-Netzteil und Kabel	410,— DM
---------	--	----------

MACH-445

Das MACH-445 EVAboard, vorgestellt in ELRAD 12/95. Beide Lieferformen (LP + BS) werden mit aufgelötetem MACH 445 und der benötigten Software auf Diskette geliefert.

445-EV/LP	Leerp. m. MACH445 und SW	158,— DM
-----------	--------------------------	----------

445-EV/BSMax wie oben, mit allen zum Betrieb des MACH445 benötigten Bauteilen

445-EV/BSMax	wie oben, mit allen zum Betrieb des MACH445 benötigten Bauteilen	189,— DM
--------------	--	----------

ispLSI/CPLD-Designer

Die Prototypenplatte zur Programmierung „im System programmierbarer Logik“ nach ELRAD 10/94 mit der LATTICE-Software pds1016 und den drei LATTICE-ispLSI Chips. Nur als Bausatz lieferbar.

ispLSI/BS	Leerkarte mit sämtlichen Bauteilen und der zugehörigen Software	155,— DM
-----------	---	----------

EPROM-Simulatoren

Unentbehrliche Hilfsmittel für den ernsthaften Programmierer. Alle Modelle für 16 Bit-Betrieb kaskadierbar.

EPsim/1	Eprom-Simulator 2716 – 27256	249,— DM
---------	------------------------------	----------

PEPS3/27010 Eprom-Simulator 2716 – 271001

PEPS3/274001	Eprom-Simulator 2716 – 274001	457,70 DM
--------------	-------------------------------	-----------

PEPS3/274001 Eprom-Simulator 2716 – 274001

PEPS3/274001	Eprom-Simulator 2716 – 274001	897,— 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	Leerplatte und GAL	39,— DM
------------	--------------------	---------

Bausatz mit LP und GAL

Zeitspeicher	Leerplatte (Multil.)	55,— DM
--------------	----------------------	---------

Bausatz mit LP

Zeitspeicher	Leerplatte (Multil.)	49,— DM
--------------	----------------------	---------

Bausatz mit LP

Zeitspeicher	Leerplatte (Multil.)	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

EZ-Hostflash	Die schnelle Verbindung zum PC./Bausatz	139,— DM
--------------	---	----------

C3x-DSK, der neue DSP Einsteiger-Kit von TEXAS INSTRUMENTS. "DSP-Design ein Kinderspiel" schreibt IT. Eine ausbaufähige Entwicklungsplattform für Echtzeitanwendungen.

C3x-DSK	Der neue DSP Einsteiger-Kit von TEXAS INSTRUMENTS. "DSP-Design ein Kinderspiel" schreibt IT. Eine ausbaufähige Entwicklungsplattform für Echtzeitanwendungen.	199,— DM
---------	---	----------

Meßtechnik für PCs

ADIODA-12LAP

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 1 Stück D/A-Eingang 12Bit, 24 Stück I/O TTL und Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LAP		598,— DM
--------------	--	----------

ADIODA-12LC

PC-Karte mit 8 Stück A/D-Eingänge 12Bit (bis 25KHz, programmierbare Eingangsverstärker), Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LC		379,50 DM
-------------	--	-----------

ADIODA-12EXT

PC-Karte mit 32 A/D-Eingängen 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 4 Stück D/A 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
--------------	--	-----------

WITIO-48ST

PC-Karte mit 48 Kanal Ein-/Ausgabe und 3x16Bit Timer. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-48ST		149,50 DM
------------	--	-----------

WITIO-48EXT

PC-Karte mit 48 Kanal Ein-/Ausgabe, 8 Stück programm. Interrupteingänge, 3x16Bit Zähler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-48EXT		264,50 DM
-------------	--	-----------

WITIO-240EXT

PC-Karte mit 240 Stück Ein-/Ausgänge TTL, 8 Stück Interrupteingänge, 3x16Bit Abwärtszähler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

WITIO-240EXT		368,— DM
--------------	--	----------

OPTIO-16ST

PC-Karte mit 16 Ein- und 16 Ausgängen mit Potentialtrennung. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

OPTIO-16ST		425,50 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 7141/45 11 70

MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20

LEIPZIG 0 341/2 11 83 54

SCHWEIZ 0 62/7 71 69 44

ÖSTERREICH 0 22 36/4 31 79

NIEDERLANDE 0 34 08/8 38 39

oder

http://members.aol.com/elmikro

Digital Audio Monitor DAM-1



Projekt aus Elrad Heft 9 und 10/96:

- Messung des Audio-Pegels (Peak, RMS)
- Anzeige und Manipulation der Channel Status Daten
- Erkennung von Fehlerzuständen

Fertigergerät: 599,- DM

Komplettbausatz: 449,- DM
(mit Software, inkl. MWSt.)

Ingenieurbüro Müller, 09648 Mittweida, Goethestr. 22, ☎: 03727/62050, Fax: 620522

Das ultimative Tool für Digital Audio !

Ihre Platinen in hoher Qualität ? Kein Problem !

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...
+ 1000 DPI-Plott oder Reprofilm von uns
+ CNC bohren und fräsen
+ hohe Auflösung durch Sprühätzen
+ Rollverzinn



Layout Service Oldenburg

Kostenlose Preisliste anfordern

Layout Service Oldenburg Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145

GEYER ELECTRONIC

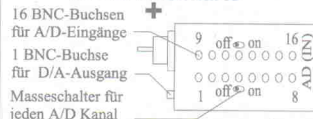
Egal welches „Batterie-Problem“ Sie haben: GEYER löst es. Denn auf diesem Sektor sind wir Spezialisten, Generalisten und Allrounder. Wir führen Batterien aller wesentlichen Hersteller. Auch kundenspezifische Konfektionierung von Akkupacks sind kein Problem. Zubehör ebenso. Fordern Sie unseren über 80-seitigen Katalog an – und vergessen Sie Batterie-Probleme!



GEYER-ELECTRONIC
Camerloherstraße 71
80689 München-Laim
Telefon 0 89 / 54 68 68-0
Telefax 0 89 / 54 58 68-90



AD-DA Meßkarte



Anschlußpanel



Meßsoftware für Windows 95™

(eingetrag. Warenzeichen der MICROSOFT Corp.)

Gratisinfo anfordern! **DM 399,-**

Christof Weschenbach
Systemlösungen

Rütscher Str. 34, 52072 Aachen
Telefon und Fax: (0241) 911578

Nicht vergessen!

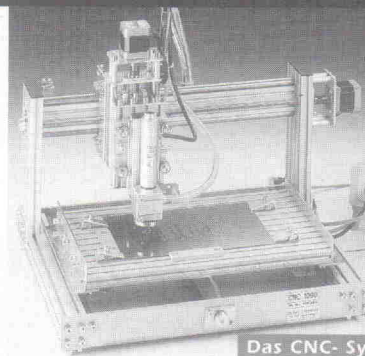
Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre Adreßänderung, damit Ihr Abo auch weiterhin pünktlich ankommt.

Fax:

05 11/53 52-289 **ELRAD**

Schwanekamp CNC Graviermaschine



Neues Modell

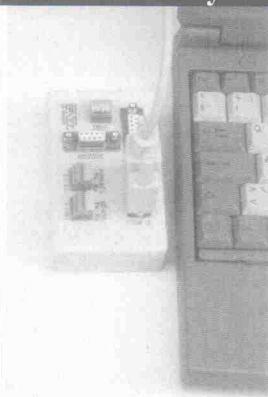
Das CNC-System zum Preis eines PC's.

- **Musterplatinen** mit Abtastfrässpindel (optional)
- **Bohren + Fräsen** Gehäuse und Fronten
- Kugelgelagerte spielfreie Linearführungen und Antriebe
- Auflösung < 0.004 mm
- X-Y-Z Wege 310/210/50 mm

Paket Preis 3998,- DM exkl. MwSt.
4597,70 DM inkl. MwSt.
(Maschine, Interface u. Software/HP-GL/Bohren)

Ing.-Büro Schwanekamp • Klausenhofstr. 45 A
46499 Hamminkeln • Tel. 02852/4926 • Fax 5224

Protokoll Analysator für serielle Schnittstellen



Zur Analyse, Überwachung, Fehlersuche der meisten gängigen Protokolle zwischen SPS und Host oder Peripheriegeräten.

- 32 Byte Trigger
- 1 ms Zeitstempel
- Timeout Überwachung
- bis 115 200 Baud
- Mausgesteuert, Online Handbuch
- Windows 95 & Win 3.1 kompatibel
- Optionaler Konverter
- RS 422 / 485
- 20 mA TTY Stromschleife
- Potentialtrennung für RS232
- Benötigt nur eine PC-Schnittstelle für Halbduplexprotokolle
- Externer Trigger Kontakteingang
- Keine Speisung erforderlich

Demoversion DM 10,- (Begrenzte Aufzeichnung, kann nicht speichern)
Light version (Deutsch) ab DM 395,-, weitere Information anfordern bei:

EMB ELEKTRONIK Im Moos 11 79730 Murg
Tel. 07763-20810 FAX 07763-1378



Compact Flash ATA Cards mit Adapter, 2 bis 15 MB

CSM

Ihr Partner für Flash Speicher von **SanDisk**



IDE Flash Drives 4 bis 60 MB



PCMCIA ATA Cards Typ II und III, 2 bis 175 MB



Ihr Spezialist für:
• Mobile Messtechnik
• PC Cards und Drives

CSM GmbH
Mörkestraße 58
D-70794 Filderstadt
Tel. 0711/77 30 71-73
Fax 0711/77 66 66



Gebrauchte Meßgeräte

ADVANTEST TR 4131



Spectrum Analyzer 10KHz-3.5 GHz, Auflösungsbandbreite: 1KHz...1MHz, Video Filter, 70 dB Dynamik, Spitzenwert und Quasi-Peak nach CISPR, Speicher, Impedanz, 50 Ohm IEEE-488 Schnittstelle **DM 9.800,-**

FLUKE 105



SCOPEMETER 2x100MHz, Autoset, Meßcursor, Infrarotschnittstelle, Dual-Funktion Multimeter und OSCILLOSCOPE echte Effektivwertanzeige und vieles mehr **DM 3.250,-**

HEWLETT PACKARD 8970 A



NOISE GAIN METER automatisches Rauschzahlmeßgerät, 10MHz-1600MHz Anzeige von Rauschzahl und Verstärkung HP-IB Schnittstelle, Lieferung mit Rauschquelle HP 346B **DM 13.500,-**

HEWLETT PACKARD 853 A/8559 A



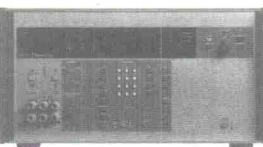
Spectrum Analyzer 10MHz-21GHz, in 6 Bändern, Abschwächer 0-70dB, 8 Auflösungsbandbreiten 1KHz...3MHz, einfache 3-Knopf-Bedienung, direkt Plot über HP-IB Schnittstelle **DM 9.800,-**

DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE



4 Kanäle, 150MHz Bandbreite, 100MS/s Sampling, Zoom 1000 : 1, 10ns Glitchfassung, Voll Programmierbar IEEE 488, und RS 423 Schnittstellen, 4 Farb Plotter eingebaut, incl. 4 Tastköpfe Handbuch, Kalibrierzertifikat **DM 7.900,-**

FLUKE 5102 B



Multimeter Calibrator bis 4 1/2 Stellen, AC/DC Spannungen und Strom, Widerstandsmessungen, im Fiberglaskoffer für den mobilen Einsatz **DM 9.800,-**

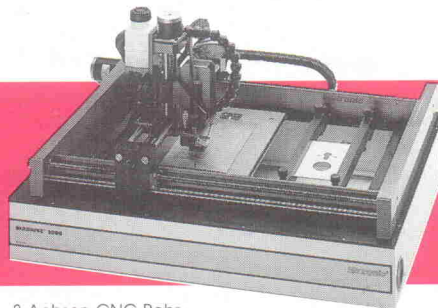
FLUKE 5205 A Power Amplifier

erweitert den Bereich vom 5102 B bis 1100V Strombereich bis 20 A **DM 2.900,-**

HTB ELEKTRONIK, Ennen

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

CNC für SCHULEN+LABORS



3 Achsen CNC-Bohr-,

Fräs- und Gravierautomat mit Windows-Steuerung

Leiterplatten-Prototyping

Prüfkörper-Herstellung

3-D Fräsen/Gravieren



Mutronic Präzisionsgerätebau GmbH & Co. KG · St. Urban Str. 20
D-87669 Rieden · Tel. 08362/7062 · Fax: 08362/7065

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 15 (OG), Stand D05

BASISTA

CAD-Design · Leiterplatten-Prototyping · Leiterplatten-Serien

Prototypen

umweltfreundlich hergestellt im Outline-Verfahren, 1-, 2- u. 4-lagig, durchkontaktiert.

Wir arbeiten mit LPKF, der No 1 in Prototyping.

Serienleiterplatten

innerhalb von 15 Arbeitstagen

Zu schnell ?

innerhalb
72 Std. ... ??

Versuchen Sie's
doch mal !!!

<http://www.basista.de>

Technik auf den Punkt gebracht

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

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb
elektronischer Bauelemente
Gunnar Tennert

ELEKTRONIK VON A-Z AB LAGER LIEFERBAR

AD-DA-WANDLER -ICs
CENTRONICS-STECKVERBINDER
CERMET-SPINDELTRIMMER, 19 mm- 1 GANG- 12 GANG- 25 GANG-
C-MOS -40xx - 74 HC - 74 HCT - 74 ACT
DC-DC-WANDLER-MODULE BIS 160W
DIODEN - BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDER + KABEL
EINGABETASTEN, DIGITASTEN
EINSTELLREGLER - POTIS, 10 GANG WENDEL-
EDV-KABEL + DATA-T-SWITCH + SCHNITTSTELLENTESTER
IC-SOCKEL + TEXTTOOL - ZIP - DIP - PLCC
INDUKTIVITÄTEN (AXIAL + RADIAL)
KABEL RUND - FLACH - KOAX - NETZ-
KONDENSATOREN KERKO, FOLIEN, ELKO, TANTAL
KUHLEKÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP. PLATINEN, BUS-, PC-AT-
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER IC RS232, RS422, RS423
LINEARE + SONSTIGE ICs
LOTLÖTLÖSEN - STATIONEN-ZINN
LUFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE - KOPPLER 7 SEGMENT LED
QUARZE + -OSZI. SCHALLGEBER
RELAIS REED-PRINT-KARTEN-STARKSTROM
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP-, WIPP-, DIP, KODIER-
SICHERUNGEN 5 x 20 + 6 x 3 x 32 + KLEINST.-HALTER
SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV + MECHANISCH
SOLID-STATE-RELAIS
SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR. SCHALTREGLER
SPEICHER-EPROM-EEPROM-RAM-PAL-GAL-EPLDs
STECKVERBINDER DIVERSE
TAST. + CODIERSCHALTER
TRAFOS, PRINT. OFFENE, RINGKERN- 1.6 - 450VA
TRANSISTOREN KLEIN- + LEISTUNGS-
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS-74S-74F-74ALS-74ASxx
WIDERSTÄNDE + NETZWERKE (SIL UND DUAL)
Z-DIODEN + REF. DIODEN

KATALOG ANFORDERN 360 SEITEN

GEGEN EINSENDUNG DIESER ANZEIGE KOSTENLOS

71371 Weinstadt
Postfach 2222

Tel.: 0 71 51 / 66 02 33 + 6 89 50
Fax: 071 51 / 6 82 32 + 66 09 29

Telefonanlage K110



1 Amtsleitung, 10 Nebenstellen, Türspeichstelle.

IWW, MFV, Wahlumsetzung

- Einstellung über PC mit Windows
- Gesprächs- und Gebührenfassung
- MFV-Durchwahl
- Uhrzeitsteuerung
- Fernwirken
- 100 Wahlziele
- Alarmeingang, und vieles mehr.



Türsprechsysteme

zum Anschluß an alle KEIL-Telefonanlagen oder zum Anpassen an bestehende Türsprecheinrichtungen.



Weitere Information erhalten Sie im Fachhandel oder bei:

KEIL TELECOM

Bretonischer Ring 15 · 85630 Grasbrunn
Tel. (089) 45 60 40-0 · Fax (089) 46 81 62

(A) (01) 8 77 41 18 (NL) (020) 6 18 69 11

PC - Meßtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)

AD12LC 16 Kanal, 12 Bit A/D, < 40µs, 8 TTL-I/O 289,-
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-
ADGV12 12ch, 12Bit A/D, galv. getr. ±3.3/5/10V, 10µs 789,-
AD16Bit 8ch, 25µs, DA12Bit, 3 Timer, 20 TTL, 2 Relais 1998,-
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4µs 529,-
AD-MESS 2.0 A/D-Messungen für Windows ab 290,-
24 TTL I/O Karte mit 1 x PPI 8255 99,-
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-
OPTO-3 Optokopplerkarte mit 16 IN, 16 OUT, 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*LCAs 598,-
RS422/485 DUAL 2*RS422/RS485 jeweils galv. getr. 698,-
3*24Bit U/D-Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-
IEEE-488 Karte (mit NEC 7210), mit DEVICE-Treiber 298,-
Watchdog1/2NEU für autom. PC-Reset, 1*Relais111,-/139,-

NEU:

Meßkarten für den PCI-BUS

- Automatische I/O-Adressevergabe
- Windows-NT-Treiber im Lieferumfang

PROTO-1/PCI Prototypenkarte mit Lochrasterfeld f. PCI 298,-
Relais1/PCI 8*Relais für den PCI-BUS 298,-
Relais2/PCI 16*Relais für den PCI-BUS 398,-
UNIREL/PCI 16*Relais, 8*Opto-IN, 24 TTL-I/O für PCI 449,-
OPTO16IN/PCI 16*OPTO-IN für den PCI-Bus 398,-
OPTOREL/PCI 16*Relais, 16*Opto-In für den PCI-BUS 498,-
Watchdog1/2/PCI für autom. PC-Reset, 1/2*Relais198,-/230,-
Extender f. PCI Karten, Tauschen bei laufendem System 899,-

Logikanalysatoren

LOG50 50MS/sec-32Kanäle 698,-
LOG50/100 zusätzlich 100MS-16 Kanäle 898,-
LOG100 100MS/sec-32 Kanäle 1248,-
LOG100/200 zusätzlich 200MS-16 Kan. 1498,-
32 Kanäle/32Kbit Tiefe * Windows-Software

DCF-77 Funkuhren für LPT/ISA/PCI

CLOCK-77/LPT, Atomzeit für den PC, DOS, Windows 99,-
CLOCK-77/ISA mit 8-Bit Einsteckkarte, DOS, Windows 129,-
CLOCK-77/NLM für Novell 3.xx und 4.xx (ohne UHR) 198,-

QUANCOM ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl
Tel.: 02232/9462-20 · Fax: 9462-99
www.quancom.de · Mailbox: 9462-98

Mobile konfigurierbare Programmiergeräte

Mit DIL-40 Fassung
8/16bit Eprom, GAL
87C518
PIC



ab DM 575,-

Universal DIL-48

ab DM 1150,-

Eprom-Programmiergerät & Simulator

1 MBit
DM 1490,-

4 MBit
DM 1605,-
DOS &
Windows-Software

Taschenformat, Standalone &
115 kBaud V24, Akkubetrieb

UV-Löschgeräte

ab DM 225,-

Labor & Produktions Programmiergerät

LabTool-48

DM 2175,-



Windows-NT
Treiber

ELECTRONIC
els

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • Service-BBS 991714-2

Tools für Embedded Control

- Emulatoren
- Compiler
- Assembler
- Eval Boards

68HC05
68HC08
68HC11
68HC12
683XX
PIC
8051
80196
Z80

AMV GmbH
Spitalplatz 1
78199 Bräunlingen
Tel.: 0771/973110
FAX 0771/973111

PIC-BASIC-COMPILER
16C5x/16C71/16C84

BASIC-Compiler iL BAS16 DM 172,50

- erzeugt echten, optimierten Maschinencode (Assembler-sources)
- leicht erlernbar: Quelltextdebugging mittels Simulator
- integrierte Bedieneroberfläche kostenlos, keine Lizenzkosten
- i2C-, LCD-Routinen, serielle Schnittstelle u.v.m. implementiert
- kein lästiges Berechnen von Zeitschleifen und Timing
- eigene Interruptroutinen einfach zu programmieren (16C71/84)
- 16-Bit vorzeichenlose Arithmetik, AD-Wandler wird unterstützt (71)
- deutsche Entwicklung, deutsche Handbücher

Simulator iL SIM16 DM 172,50

- schnell, interaktiv, Symbole, Mausbefehle, Interrupts, ADC
- übersichtlich, alles auf "einen Blick", div. Signalgeneratoren etc.
- BASIC-Quelltextdebugging (in Verb. mit iL BAS16)

Weitere Produkte rund um den PIC, z.B. In-Circuit-Simulator, Prototyping-Platine, In-Circuit-Emulator, Programmiergerät, PICGRAPH Shareware (voller Funktionsumfang, 16C54) für DM 10,-
Interessante Kombipreise, Preise incl. 15% MwSt.

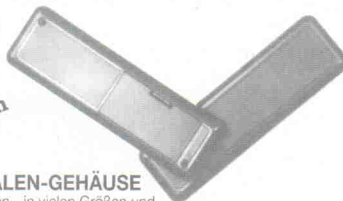
INGENIEURBÜRO
LEHMANN

Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach
Tel. 07831/452, Fax 07831/96428

Strapu-ABS-Kunststoffgehäuse für viele Verwendungsmöglichkeiten

STRAPU®

NEU
im
STRAPU-
Programm



L	B	H
85	65	28
85	65	23
165	88	28
165	88	23
135	44	26
129	40	26

HALBSCHALEN-GEHÄUSE

Modernes Design - in vielen Größen und Ausführungen, mit u. ohne Batteriefach - teilweise mit Clips lieferbar.
• Alle Gehäuse sind auf Anfrage mit EMV-Abschirmung lieferbar und können auch mit Clips ausgerüstet werden.

u. in vielen anderen
Maßen, Katalog
anfordern!

STRAPU - Lothar Putzke

Vertrieb von Kunststoffzeugnissen
Hildesheimer Str. 306 H, 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867
Tel. 0 51 02/42 34, Telefax 0 51 02/40 00

Lieferung nur
an den Fachhandel
od. Gewerbebetriebe

GAL-Development System GDS 3.5

das komplette PLD-Entwicklungspaket



NEU!
Programmiergerät für GALs, PALCE
EPROMs, EEPROMs, FLASH EPROMs
im Taschenformat.
mit GDS 3.5 nur 635,- DM

Der einfache Einstieg in die PLD-Technologie.
SAA-Oberfläche, komplett in deutsch, mit Editor, Assembler,
Minimierer, Macros und Simulation. Erzeugt 100% JED-Code
für GALs 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26CV12, 20RA10 und
PALCE 16V8, 22V10. Integriertes Programmierinterface für
ispGAL 22V10 und Switch-Matrix Bausteine GDS 14, 18, 22.

GAL-Entwicklungspaket GDS 3.5
für ALL-03, ALL-07, GALEP-II usw. 198,- DM

GAL-PALCE-Programmiergerät GDS-Pro2
komplett anschlussfertig mit GDS 3.5 398,- DM

EP-LC-4 EPROM-GAL-Programmiergerät im Taschenformat
komplett anschlussfertig mit GDS 3.5 635,- DM

Info, Demo, Preisliste kostenlos anfordern.
Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungseinrichtungen.

SH-ELEKTRONIK

Marthastr. 8 24114 Kiel
Tel. 0431 6651116 Fax 0431 674109

**gebrauchte
Tektronix-
Oszilloskope**

Modell	MHz	Preis
2215A	2x 60	1.098
465	2x 100	1.298
475 m. Akku	2x 200	1.498
475A	2x 250	1.748
485	2x 350	2.448



alle Geräte haben eine Doppelzeitbasis für
Kurvendetailbetrachtung, komplexe Triggereigenschaften
(Delaytrigger, A&B, getrennte Flanken-
und Levelwahl für A&B, ext. Trigger), Z-Eingang,
XY-Modus, Rasterbeleuchtung, 10x Zeitdehnung
(nicht 485), das 475A zusätzlich ein DMM, etc.

Wilhelm Heupke Elektronik K.-F.-Promenade 159
D-61362 Bad Homburg Tel. 061 72-459663

**IHR ZUVERLÄSSIGER
ELEKTRONIK-PARTNER**

Horst Boddin · Import-Export
Postfach 100231 Telefon 051 21/51 20 17
D-31102 Hildesheim Telefax 051 21/51 20 19
Steuerwalder Straße 93 51 66 86
D-31137 Hildesheim

TOP-SERIE

DT-60



DT-64



DT-68

- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platinen- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikell
- 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 -

**Immer eine
priffige Lösung!****Multi-I/O-Karten**

CIO-DAS1600/12 nur: 1116,- DM*
16-Kanal, 160 kHz, 12 Bit-A/D, 40s Burst Modus, prog.
Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 3 Zähler

CIO-DAS1600/16 nur: 1302,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 16 Bit-A/D, 100s 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 dgt. Ein-/Ausgänge

PCM-DAS16 ab: 836,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 12 od. 16 Bit-A/D, je 3 dgt. Ein-/Ausg.

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 HPVIE, DASLab, LabTech
Notebook, LabView, LabWindows CVI,
TestPoint u. v. m. lieferbar! *zzgl. ges. MwSt.

PLUG-IN
ELECTRONIC GMBH

Postfach 345 D-82219 Eichenau
Telefon 08141/3697-0 Telefax 08141/8343

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****So!oE**

Sontheim Industrie Elektronik GmbH
Mittlere Eicher Straße 49 · 87435 Kempten Allgäu
Tel. (08 31) 1 82 30 · Fax (08 31) 2 29 21

ELRAD**Studenten lesen
billiger!**

Gegen
Einsendung
Ihres Studien-
nachweises
erhalten Sie Ihr
ELRAD-Abo zum
Vorzugspreis
von 69,- DM

Die
Abokarte
finden Sie
in der Heftmitte

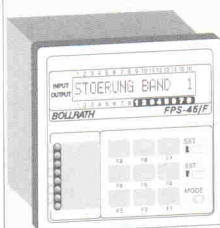
Warum immer
hinterherlaufen?

ELRAD gibts
auch im Abo.
Bequem und
preiswert.

Nutzen Sie
die Abo-
Bestellkarte
in der
Heftmitte.

ELRAD

SPS-Kleinststeuerungen



digitale
und
analoge
ein-/
ausgänge
textanzeige



f - tasten
pc - programmierung

BOLLRATH elektronik
D-46414 Rhede
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 • Fax 02872-6907

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

Incircuit- und Funktionstest zu einem Bruchteil der Kosten und Zeit bei höchster Testgeschwindigkeit und Prüfschärfe

Unsere Preise für das automatische Testen sind revolutionär: Incircuit- und Funktionstest ab 19.500 DM + MwSt, Adaptionkosten ab 300 bis 1500 DM + MwSt und Programmerstellung ab 300 bis 3000 DM + MwSt.

Testsysteme von REINHARDT haben über komfortable Oberflächenprogrammierung alle Möglichkeiten zur einfachen, schnellen und praxisnahen Programmerstellung. Sie benötigen z.B. nur die Eingabeparameter oder CAD-Daten und erlernen die Ausgabeparameter in Sekunden an einem guten Prüfling.

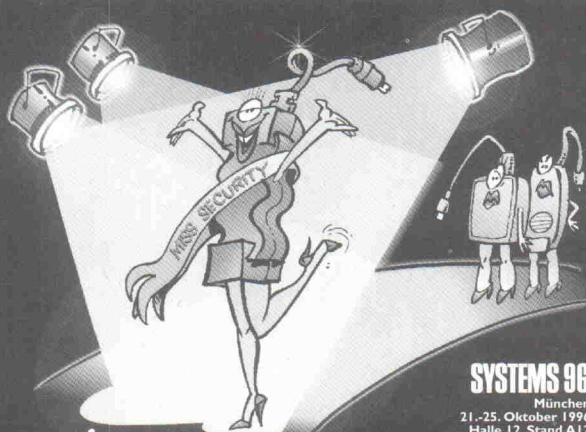
Unser Prüfspektrum: analog, Impulse, Leistungselektronik, Stromversorgungen, Digitaltest bis 10 MHz, automatische Programmerstellung aus JEDEC-Daten für LSI-Test, Logikanalyse, Mikroprozessortest, ROM Emulation, PC-Bus, Incircuittest, CAD-Anbindung, optische Anzeigenauswertung, motorischer Abgleich, eigene Prüfadapter und Prüfadapter-Erstellungssystem, pneumatische Tastenbedienung, graphische Fehlerortanzeige auf dem Bildschirm für Pinkkontakt, Leiterbahnkurzschluß, defekte bzw. fehlende Bauteile, SMD IC-Lötfehlertest, Polaritätstest von Elkos und Tantal, dezentrale Programmier- und Reparaturstationen, Vernetzung von Testsystemen und Qualitätsmanagement mit ISO 9001.

Mehr als 860 gelieferte Testsysteme in 17 Jahren sprechen für unsere Fachkompetenz, Qualität und Praxisnähe. Über diesen Zeitraum hatten wir nur 26 Service-Einsätze vor Ort.

REINHARDT System- und Messelectronic GmbH

Bergstr. 33 D-86911 Diessen Tel. 08196/7001 Fax 7005

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 19, Stand 19D07



SYSTEMS 96

München
21.-25. Oktober 1996
Halle 12, Stand A12

COMDEX
Fall '96 \$ 2031

Sands Expo, Las Vegas
18.-22. November 1996

Jetzt im Web:
www.wibu.de



Fordern Sie noch heute Ihr Test-Kit an: 0721/93172-0

Der Kopierschutz – sicher gegen systematisches Knacken.
Für LPT, COM, ADB, als (E)ISA- und PCMCIA-Karte.
DOS, Windows (3.x, 95, NT), Netzwerke, OS/2, MacOS.

High Quality in Software Protection

**WIBU
SYSTEMS**

WIBU-SYSTEMS AG
D-76137 Karlsruhe · Rüppurrer Straße 54
Tel.: 0721/93172-0 · Fax: 0721/93172-22



Kirchstraße 23
33178 Borcheln / Etteln

Tel.: 0 52 92/93 02 25
Fax: 0 52 92/93 02 26

Overstock and Recovering IC's

Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Micro-Prozessoren	Preis/Stück	Eprom-DIP	Preis/Stück
8031	2,50 DM	68040-33	60,00 DM	27c011	4,00 DM
8032	2,50 DM	68040-40	70,00 DM	27c020	4,90 DM
8051	2,60 DM	68060-33	120,00 DM	27c040	8,60 DM
8251	1,30 DM	68060-40	130,00 DM	27c080	12,40 DM
8253	1,50 DM	68060-50	150,00 DM	S-RAM	Preis/Stück
8254	1,50 DM	68000-xx DIP	2,40 DM	8k x 8	1,50 DM
8748	4,20 DM			32kk x 8	3,30 DM
8749	5,90 DM	Eprom-DIP	Preis/Stück	128k x 8	8,50 DM
8752	5,00 DM	27c64	1,20 DM		
8751	8,20 DM	27c256	2,10 DM	DRAM	Preis/Stück
Z 80 A/B CPU DIP	1,90 DM	27512	2,30 DM	1M x 1-70	Preis a. A.
80c535	5,00 DM	27c512	2,30 DM	256k x 4	Preis a. A.
68040-25	45,00 DM	27c010	2,70 DM	1M x 4	Preis a. A.

Auch in DIP, ZIP, SOJ, TSOP, und PLCC lieferbar
Die angegebenen Preise sind Nettopreise und gelten ab Lager Etteln.
Sie können die jeweils aktuellen Preise jederzeit telefonisch oder per Fax anfragen.

messen | steuern | regeln

Modulares PC-Steckkartensystem

I/O-Module	Single-Board-Computer
Galvanisch getrennte I/O-Module	A/D-Module
Relais-Module	D/A-Module
Timer-/Zähler-Module	FCU-Fuzzy-Software
Drehgeber-Module	SPS-programmierbar
Schrittmotor-Module	Testware-Prüfplatzautomation
	Meßwert-Erfassungs-Software

Deutsche Produktion | Nachlieferung garantiert

OKTOGON

G. Balzarek Elektronik und Computer Service
Hauptstraße 43 | 68259 Mannheim | Tel. 06 21 - 7 99 20 94 | Fax 06 21 - 7 99 20 95
Norddeutschland: M2-Systemtechnik | Tel. 05 31 / 34 76 07 | Fax 05 31 / 34 76 08
Schweiz: Wyland Elektronik GmbH | Tel. +41 (0) 52 / 3 17 27 23 | Fax +41 (0) 52 / 3 17 25 96

ADVANTECH® LabTool-48

No adapter required for any DIP device up to 48-pins—Guaranteed!

High-tech Design mit CPU & FPGA

Extrem schnell - 100s / Byte

Direkte Programmierung aller Bauteile bis DIL48 • Nur ein Garantier ohne Adapter • Arbeitet am Adapter für alle PLCC44-Bauteile • PC-Druckport • ist mobil • Integrierte Stromversorgung

Option: 2 EPROM-Simulatoren

ELECTRONIC

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • BBS 991714-2

DOS & Windows

els

μ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungssysteme

μ-BASIC/51-Compiler

1 Strukturiertes BASIC • 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilennummernfrei Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch

Assembler/51-Paket

2 Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kbaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotor-Steuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch

Hardware (Bausatz)

3 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32kB RAM & EPROM • Serieller RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-Entwicklungssystem, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:

2+3 = **228.-**

1+2+3 = **357.-**

Dto., inkl. μ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:

Kostenlose Info anfordern!

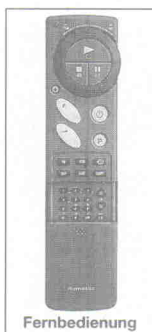
Versand: NN-UPS 11.50, NN-Post 12.-, Vorkasse (Scheck) 8.50. Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen: Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage.

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Ihr Elektronik-Spezialist Neuheiten:

- 3 vorprogrammierte Universalfernbedienungen für jeweils 2, 5 und 8 Geräte.
- Drahtloser IR-Stereo-Kopfhörer.
- 3 neue Meßgerätetypen von „Finest“ u. a. die AC/DC-Stromzange F-135 mit True RMS.
- Neue Alarmanlagen mit Zubehör.
- Taschenlampenserie im schwarzen Design mit Metallgehäuse, 5 attraktive Typen mit Längen von ca. 18 cm bis 47 cm. Sehr robust und teils auch mit Magnethalter, zu ganz kleinen Preisen.



Fernbedienung



Kopfhörer

Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

Bauelemente, Stromversorgungen, Meßtechnik, Audio-Geräte und vieles mehr.



F-135



F-503

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an und lassen Sie sich in unseren Verteiler für monatliche Sonderangebotsaktionen aufnehmen (nur gewerbliche Anfragen).



Pop electronic GmbH
Postfach 22 01 56, 40608 Düsseldorf
Tel.: 02 11/2 00 02 33-34
Fax: 02 11/2 00 02 54



DRAFTSMAN-EE

Das hochwertige, professionelle
CAD-Programm zur
Erstellung von Schaltbildern und Leiterplatten

Läuft unter DOS, OS/2,
WINDOWS 3.11 und 95

- Schnell (32 Bit), vielseitig und flexibel
- Große Bauteile-Bibliothek (8 MB)
- voll SMD-fähig (Auflösung 1/1000 Zoll)
- Vergrößern, Verkleinern von Zeichnungen und Elementen
- Drehen, Spiegeln, Duplizieren, Verschieben von Symbolen
- Hinterlegung, mit beliebigem Punkt- oder Gitter-Raster
- Bedienbar mit Maus- und/oder Tastatur
- Volle Bildschirmfläche durch abschaltbares Menü
- Autoplacer und Ripup-Retry-Autorouter
- Ausgabe auf Drucker, Plotter, Gerber- und Postscript-Format
- Video-Treiber bis 1024x768
- Automatische Kupferflächenherzeugung
- Einlesen fremder Gerber-Dateien möglich
- Ein- und Auslesen von DXF-Dateien etc, etc, etc

Ausführliches deutsches Trainingshandbuch
Weitere Unterlagen auf Anforderung

Einzigtartiges Preis-/Leistungsverhältnis!
Einstiegerversion mit *allen* Funktionen
(Speichern und Drucken) und vollen
Bibliotheken DM 248.- (netto).

Vollversionen DM 420.- bis 990.- (netto)

LABOR STÖLLNER

A-6600 Reutte, Klosterweg 29
Tel: 0043-(0)5672-719 50
Fax: 0043-(0)5672-719 51

ELECTRONICA Halle 15 OG, Stand 15D05

KLEIN

ganz groß

Nutzen Sie den
Kleinanzeigenteil
in **ELRAD**.

Die
Bestellkarte
finden Sie
in der Heftmitte.

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

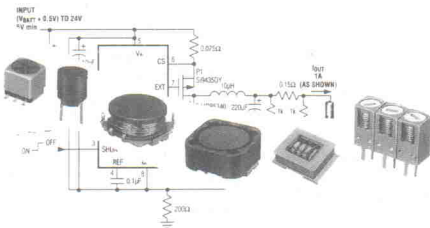
Brennerstr. 5
D-71229 Leonberg
Tel. 07152/97991-0
FAX 07152/97991-20

Internet: <http://www.tasking.com> • CompuServe: GO TASKING

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 20, Stand E08

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 Ferritkern und Abschirmung.



Weitere Produkte:
Audio/Video Filter
AC/DC Line Filter
AM Keramik Filter
Helical Filter
Transformator
für DC-DC Converter
Inverter Transformator
IFT-/ RF-/Molded-Coils

electronica 96
Halle 15
Stand 15D11

MECHATRONIK

Elektronische Bauelemente GmbH+Co.
Eschenbrunnlestr. 16 • D-71065 Sindelfingen • Telefon 07031/7970-0 • Fax 07031/797070

Mikrocontroller- versand

8051 Derivate

in DIL und LCC Gehäusen
EPROM, OTP und ROMlose Versionen
Entwicklungstools
Fachbücher
Datenblätter und -bücher

Und NEU: **Programmier-Service**
Wir brennen Ihr Programm in EPROMs
und Mikrocontroller (DIP + LCC)
zu einem fairen Preis.

kostenloses Lieferprogramm anfordern

OHLTRONIK Dipl. Ing. Sven Pohl
Schlehenweg 6
31812 Bad Pyrmont

Fax 052 81 - 60 75 71

Fernstudium

Staatl.
geprüft

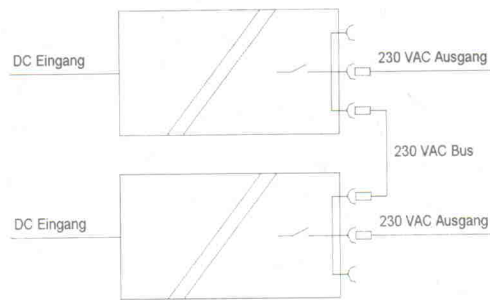
Computer-Techniker Fernseh-Techniker Elektronik-Techniker

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte,
kostengünstige und gründliche Aus-
bildung für jedermann ohne Vor-
kenntnisse. Teststudium unverbind-
lich. Info-Mappe kostenlos.

FERNSCHULE WEBER

D-26192 Großenkneten - PF 21 61
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

Innovative Wechselrichter



z.B.:

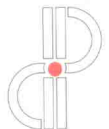
INV-1000

Eingang: alternativ 24, 48, 60, 110 oder 220 VDC
Ausgang: 230 VAC, 1000 VA, 800 W,
potentialfrei, sinusförmig, prozessorgesteuert,
kurzschlußfest und überlastsicher
Gehäuse: 19"-Einschub oder Tischgehäuse 3HE 84TE
Anschluß: Steckverbinder auf Frontplatte oder Rückseite
Neu: **Parallel-Betrieb**

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Fordern Sie
detaillierte Unterlagen an oder besuchen Sie uns auf der
electronica 96 Halle 11 Stand 11B11

Power Innovation

Stromversorgungstechnik GmbH
Fahrenheitstraße 1, 28359 Bremen
Tel.: 0421-2208-171, Fax: 0421-2208-247



externe PC- Meßgeräte

Anschluß über parallele / serielle Schnittstelle
verschiedene Modelle, einsetzbar als:
Digit. Speicheroszilloskop, NF- Spektrumanalysator,
Digital- Voltmeter, Datenlogger, Kennlinienschreiber
ADC-10 : 1Kan., 8Bit, 0 - 5VDC, 22kSps 169,-
ADC-11 : 11Kan., 10Bit, 0-2,5VDC, 18kSps 293,-
ADC-12 : 1Kan., 12Bit, 0 - 5VDC, 17kSps 293,-
ADC-16 : 8Kan., ±16Bit, ±2,5VDC, 200/ 25Sps 431,-
ADC-100: 2Kan., 12Bit, einstellbar, 100kSps 687,-
TC-08 : 8Kan., 16Bit für Thermoelemente 736,-
ADC-200-20: 2Kan., 8Bit, 20MSps neu! 1095,-
ADC-200-50: 2/1Kan., 8Bit, 25/50MSps neu! 1395,-
Preise in DM/Stück zuzüglich MwSt.

außerdem lieferbar:

Seriöse Umwelt- Meßtechnik
Fordern Sie spezielle Unterlagen an!

PSE - Priggen Special Electronic

Postfach 1466, D-48544 Steinfurt
Tel.: 02551/5770 Fax: 02551/82422

Einschalt-Stoßstrombegrenzer

Vorteile: Geringe Verluste, wenig
Platzbedarf, kostengünstig,
einfache Montage und
zuverlässig.



Anwendungen:

- In Schaltkreisen
- An niederohmigen Lampen
- Vor Ringkerntransformatoren
- Wenn Sicherungen auslösen

Thomatronik 83022 Rosenheim
Brückenstr. 1 • Tel. 08031/21 75-0

electronica 12.-15.11.96, Halle 22, Stand E07

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

INFO
49-(0) 21 31-34 99 11

FAX

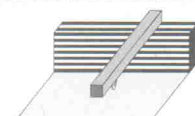
CTX



Laser Technik GmbH

GTU Laserbeschriftung für Aluminiumfrontplatten, Plexiglas, Folien
Laserdiodenmodule im sichtbaren Bereich ab unter DM 100,-

Sie suchen moderne Laserbeschriftung, zu
vernünftigen Preisen? Sie wollen Plexiglas
zu Schablonen oder Folien schneiden?
Rufen Sie uns an, hier ein Auszug:
Linear-Laserbeschriftung bestehend aus:
Beschriftungsmechanik, Elektronik mit allen
optischen Komponenten, Pilotlaser,
Software und 20 Watt CW CO₂ Laser,
Beschriftungsfeld 250 x 500 mm zum
Einführungspreis bis 12/96 **DM 14850,-**
Sie suchen Komponenten, Laser?
CO₂-Rohr, z.B. 15 W **DM 1334,-**
CO₂-Netzteil für 15 W **DM 998,-**
Ge Linsen, f=100mm **DM 288,-**
CO₂ Laser CW Leistung > 75 W, Impuls-
leistung ca. 1 kW **DM 22770,-**



Probleme mit Ihrer Lichtschranke? 100 kHz
modulierte Laserlichtschranke 1 - 10 mW
hilft, praktisch unempfindlich gegen
fremdeleinstrahlung ab **DM 1367,-**
Laserdiodenmodule bis 5-12 mW, sichtbar
zum Dauerniedrigpreis **DM 89,- / 130,-**
IR Laserdiode 30 mW **DM 167,-**
HeNe Laserrohre für Showanwendung
40 mW, mit 220V Netzteil **DM 1350,-**

Sie hätten gerne unseren neuen Katalog? Mit DM 5,- Ausland DM 12,- (z.B. Briefmarken)
sind Sie dabei. Besuchen Sie uns doch einmal! (Bitte um tel. Voranmeldung)

GTU Laser Technik **76534 Baden-Baden** **Tel. 07223/58915**
GmbH **Im Lindenbosch 37** **Fax 07223/58916**



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds - doppelseitig, durchkontaktiert; ob - ohne Bestückungsdruck; M - Multilayer, E - elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Wir liefern, solange der Vorrat reicht. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion montags bis freitags von 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 (Assembler-Routinen) 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
Mepag PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hofline 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
— 101-901/ds	64,00	
Centronics-Umschalter		
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Messfolie Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
DCF77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00
InterBus-S-Chauffeur		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzyrierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00
PC-CAN		
— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00
PC-LA, PC-Logikanalysator		
— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00

Sparschwein Low-Cost-IEEE-488-Board		
— Platine + Diskette	074-1022	45,00
Harddisk-Recording		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
20-Bit-A/D-Wandler	025-1042/ds	64,00
Quickie, 50-MHz-Transientenrecorder		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00
Overdrive 16-Bit-A/D für PCs		
— Platine + FPGA + progr. EPROM + Disketten m. Pascal-Programmen + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
Lightline DMX-512-PC-Interface-Karte		
— Platine + GAL	025-1038/ds	86,00
Andy A/D-Wandler am Printerport inkl. Software	035-1040	98,00
PICs Kartentricks Chipkartenleser		
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
Crystal-Klar		
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00
Home-Interface inkl. Software	065-1046/ds	78,00
DIN-Gate-Platine		
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLEIT1, Slave DTEIL1, Testprogramm DTEST inkl. GAL	065-1054	178,00
ROMulator		
1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	085-1052/ds	198,00
— Platine, 2 GALs, Treibersoftware, 16-Bit-Adapterplatine		
Meßpunkt Slave-Knoten für den DIN-Meßbus		
— Platine	095-1060/ds	37,00
— Programmierter Controller	095-1061	25,00
— Treibersoftware auf Anfrage		
Port Knox Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle		
— Platine	095-1062	64,00
Knopfzellen PC-Interface für Dallas-Touch-Memories		
— Platine und programmierter PIC	105-1064	79,00
TRIethlon PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26		
— Platine, programmiertes CPLD EPM7064, PAL und GAL, Programmdiskette, Hardwaredokumentation	105-1070	320,00
Motormaster PC-Servo-Karte		
— Multilayer-Platine, GALs, Software-Bibliothek	115-1071	328,00
— DOS-Software SYNC (interaktive Steuerung, HPGL-Interpreter)	115-1072	98,00
Maestro PC-Meßkarte		
— Leertplatine, IMP50E10, isPLSI1016, Software	026-1087	129,00
Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port		
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00
Safer Port Optokontakte PC-Parallelschnittstelle		
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt	056-1089	98,00
— GAL	S056-1090	6,00
Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorolas DSP56002EVM		
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00
CAN-Dongle Flexibler 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
IE3-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 Z280		
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00

TASK 51 Multitasking f. 8051		
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141		
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00
Bus-Depot InterBus-S-Controller		
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
Rex Regulus		
— Miniproz.-Controllerplatine		
— Win Reg.-Simulationsprogramm		
— Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00
PIC-Programmer V.2.0		
— Platine		
— Betriebssoftware EPROM		
— Betriebssoftware PC-Diskette	014-1005/ds/E	156,00
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)	064-1017/ds	36,00
— PIC-Simulator	064-1018/ds/E	33,00
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00
Kat-Ce 68 332		
— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00
CANtate CAN-Bus-Knoten		
— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00
Background-Debugging-Mode		
— Platine + GAL + Diskette	114-1028	38,00
Fuzzy-Compakt Fuzzy-Regler-Entwicklungssystem		
— Platine + progr. Controller + Software + Handbuch	025-1037	385,00
Blitzbrenner		
— Programmiergerät für AT89C51/52/1051/2051 inkl. Platine, PLCC-44-Adapter, DIP-20-Adapter und Software	085-1063	175,00
— Flush-µC-Prototyp-Platine für AT89C51/52	085-1051	88,00
BDMops Minimal-Mops als BDM-Interface an RS-232		
— Platine + Diskette	105-1065	49,00
PICTerm Kleinstterminal mit PIC-Controller		
— Platine, prog. PIC, Diskette	115-1067	79,00
— Tastaturplatine	115-1068	20,00
Oktagon Evaluierungsboard für H8/338		
— Leertplatine, CPU H8/338, EPROM m. ROM-Monitor, Reset Chip MAX709, H8/338 Hardware Manual und Programmierung Guide, GNU-C-Compiler und Assembler	026-1074	268,00
Steuermann 68HC11-basierte industrietaugliche SPS		
— Industrie-CPU-Platine, programmierter GAL und programmierte CPU	026-1080	248,00
— SPS-Upgrade: Anzeige-Platine, Netzteil-Platine, programmiertes EPROM, Online-Kabel, SPS Programmiersoftware auf 3,5"-Disk.	026-1081	398,00
Im Gleichklang adaptiver Einplatinencomputer miniMAX-40		
— Light Version: V40 HL, XC3020, 32kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, 24 MHz Quarz, komplett bestückt und konfiguriert	026-1083	298,00
— Vollversion: V40 HL, XC3042, 128 kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, 32 MHz Quarz, RTC72423 Uhrenbaustein, DS2401 Silicon Serial Number, Batterie, komplett bestückt und konfiguriert	026-1084	398,00
— Emulatorboard EMU-40 68HC11, XC3042, 2 x 128 kB RAM, 128 kB Flash-EPROM, kompl. bestückt und konfiguriert, Locator UniLOC, Multitasking Betriebssystem UniMOS inkl. Bibliotheken, ohne Quellen	026-1085	498,00
UniMOS-Sourcecode für Turbo Assembler	S026-1086	298,00
Weichgespielt fuzzyTECH-MP Explorer für die PIC 16/17-Familie		
— Platine, Netzteil, Software u. Datenbücher	066-1091	269,00
Zeitspeicher RAM-Erweiterung für das DSP56002-EVM		
— vierlagige Multilayer-Platine	076-1095/M/E	49,00

Atari-Projekte

Aufmacher II AD/D/A 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

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks oder einer einmaligen Abbuchungserlaubnis für Ihr Konto. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 Uhr

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147
eMail: elrad@emedia.de

Platinen und Software

SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Hameg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuerungssoftware	S101-899A	30,00
ST-MessLab		
— Platinsatz + Software + GAL	023-941	568,00

Software

LablPascal Softwarepaket für die Meßtechnik		
— Offline-Version		98,00
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise Achtung Aufnahme, Wandelboard oder Stecker A/D Unicard oder Multi Port		198,00
ELRAD-Internet-Paket	S025-1039	20,00
PLDstart Vol.1 CD-ROM		
Designtools für programmierbare Logik	S026-1077	49,00
PLDstart Vol.2 CD-ROM		
Designtools für programmierbare Logik	S026-1078	98,00
IC-Scout-CD-ROM Wer liefert Was in der Elektronik	095-1058	148,00
IC-Scout-Diskette Wer liefert Was in der Elektronik	095-1059	148,00
PSpicestart CD-ROM		
Schaltungssimulation mit PSpice	S026-1079	98,00
ELRAD-Mailbox-CD-ROM 2/96		
Inhalt der ELRAD-Mailbox auf CD-ROM	S076-1094	29,00

Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84		
— Endstufe	032-912	46,00
— Netzteil	032-913	43,00
MOSFET-Monoblock		
— MOSFET	070-838	25,50
µPA	011-867/ds	14,00
IR-Fernbedienung		
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908	49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds	54,00

Surround Board	084-1026	75,00
Surround Extension		
— Platine + EPROM	094-1030	45,00
Harddisk-Recording		
— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00
16 und 4		
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds	64,00
Lückenfüller Sample-Rate-Converter		
— Platine	105-1066/ds	45,00
Digital-Audio-Monitor DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten		
— vierlagige Multilayer-Platine	096-1096M	56,00
— Software zum Projekt DAM	S096-1097	98,00

Sonstige Projekte

Modu-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhm	011-868/ds	32,00
V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940	25,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
Opto-Schnitt RS-232C/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063-977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978	38,00
— Platine Repeater	063-979	42,00
VMEconomy 12-Bit A/D-Wandlerkarte für den VME-Bus		
Platine und GAL	064-1019/ds	129,00
Entwicklungshilfe		
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds	79,00
24 fixe Sterne		
— Träger-Board für NavCore V	074-1023	68,00
Patty, 50 MHz, Patterngenerator		
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB	348,00
Volks-PLD		
— Platine inkl. 3 isPLDs		
— Entwicklungssoftware inklusive Dokumentation	104-1026	129,00

DSO Trainer	123-1029	126,00
Patty, 50 MHz, Patterngenerator		
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB	348,00
Der 445 MACHts MACH 445-Evaluationsboard mit Controller-Modul		
— Platine bestückt mit MACH 445		
— Entwicklungssoftware für MACH 445 und HC11	125-1069	158,00

Artikel-Recherche in



Das 'offizielle' Gesamtregister der Heise-Fachzeitschriften c't (12/83 bis 12/95), ELRAD (11/77 bis 12/95), iX (11/88 bis 12/95) und Gateway (1/94 bis 12/95). Die Fundstellen aller erschienenen Artikel mit Stichwörtern und aktualisierten Querverweisen. Inklusive Recherche-Programm mit komfortabler, fehler-toleranter Suchfunktion. Das Heise-Zeitschriftenregister ist auf 3,5"-Diskette lieferbar für

Windows, OS/2, Apple Macintosh, Atari ST/TT/Falcon Preis: 20 DM

Media GmbH

BESTELLKARTE

Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,—	6,—

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Bestellung nur gegen Vorkasse

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

☐ Scheck liegt bei.

☐ Eurocard ☐ Visa ☐ American Express

Card-Nr. _____

Gültigkeitszeitraum von ____ / ____ bis ____ / ____

X

Datum Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

LEAPER-10

- Größe B*H*T = 11cm * 6cm * 1cm
- nur 50g Gewicht (ohne Akku und Netztteil)
- Anschluß an die IPT-Schnittstelle des PCs
- Spannungsversorgung über Netztteil oder 9V-Akku
- deutscher und englischer Handbuch

LEAPER-3 DM 598.--

EPROM-Programmierer

- programmiert E(P)ROMs, FLASH PROMs und testet SRAMs
- schnelles Lesen, Programmieren, Blank Check, Kopieren von E/EEPROMs, SRAMs
- Bedienung ohne PC mit LCD-Display und Ser-Tastatur möglich
- Stand-Alone-Kopieren (ohne PC!)



LEAPER-10 DM 1148.--

Universal-Programmierer

- programmiert E(P)ROMs, FLASH EPROM, serial PROM, BPROM, MPU, PLD und IC-Test
- standardmäßig mit DIP-42 Sockel
- erkennt 26 verschiedene Dateiformate
- direkte Steuerung über Hatch-Datien (Kommandozeilenparameter)
- verschiedene Adapter und Converter verfügbar (z.B. SIM, PLCC, Motorola MPU)



Besuchen Sie uns auf der
Electronica
12. bis 15. November 1996
Halle 4 / Stand B-16

LILIPUT

Serieller Hightech
Miniatur-EPROM-Emulator



NEU!

- klein wie ein EPROM
- Emuliert 2764 bis 27010 (opt. bis 27040)
- Goldcap für Datenerhalt
- Anschluß an seriellen Port (optoelek. isoliert)

LILIPUT1 (1 Mb) DM 630.--
LILIPUT4 (4 Mb) DM 978.--
LILIPUT15 (15 Mb-70ns) DM 1140.--

ISA-Bus Sloterweiterung



PCFACE-III

Kartenwechsel ohne

PC-Abschaltung

- aktive Busenerweiterung zum Testen von Slotkarten
- Meßpunkte für alle Signale
- 4 Steckplätze für alle 8/16-Bit-ISA-Karten

DM 687.70

CPU-Boards

AP-4100AA All-In-One CPU-Board
für Prozessor 486SX-DX4



- kompletter PC auf einer Karte von 185 * 122mm
- 2 schnelle serielle Schnittstellen, 1 parallele Schnittstelle
- IDE-Controller, FDD-Controller, Tastatur-Anschluß
- max. 128MB RAM
- Watchdog-Timer, PC/104 Erweiterungsbasis

nur DM 516.-- (ohne CPU, RAM)

AP-5200IF All-In-One CPU-Board für Pentium
nur DM 799.-- 75-150MHz (ohne CPU, RAM, Cache)

Ebenfalls in unserem Angebot sind:

- 386DX-HalfSize-CPU-Karten
- Pentium-HalfSize-CPU-Karten (mit VGA!)
- Passive Backplanes
- Gehäuse mit 4-8 ISA-Slots

Fordern Sie unseren Katalog an!

Lieferung ab Lager

alle Geräte getestet

kostenloser Update-Service über Mailbox

Wir akzeptieren:



HLERS
EDV. SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
☎ 08761 / 4245
FAX 08761 / 1485
e-mail: 100270.1035@compuserve.com

Mailbox 02904

BLECH
verarbeitend
Konstruieren
Stanzen Biegen
Siebdruck Lackieren

97424 Schweinfurt ☎ 09721/7665-0
Carl-Zeiß Str.10-14 FAX 09721/7665-18

Platinen Design und Fertigung

- Prototypen doppelseitig, durchkontaktiert, Stopplack, Doku, Euro-Format in 1A-Qualität für 80,-DM

- Klein- u. Großserien i.o. Ausführung: bei größerer Anzahl 7,-DM / 1Euro-Karte
Als Option: vergolden, bestücken etc.

- Alle CAD-Board-Dateiformate

Robert Dulski
Elektronik Engineering
Rothenring 15
68167 Mannheim
Tel./Fax: 0621-301084

Preise incl. MwSt.



Digitale Einbauminstrumente



DIN - Gehäuse
48 x 24
96 x 24
72 x 36
96 x 48
144 x 72
192 x 72
19" - Einbaurack
Wandgehäuse

Ausführungen

Spannungsmeßgerät
Strommeßgerät
Leistungsmeßgerät
Widerstandsmeßgerät
Temperaturmeßgerät
Impulszähler
Drehzahlmeßgerät
Programmierbare Meßgeräte

Frequenzmeßgerät
Zeitmeßgerät
Fernanzeigen, parallel
Fernanzeigen, seriell
Meßumformer
Großanzeigen, 100 mm
Mengen/Durchflußmesser

Optionen

galvanisch getrennter Analogausgang, galvanisch getrennte Schnittstellen, Grenzwertüberwachung, DC-Versorgung, Spitzenwerterkennung, usw.

Kundenspezifische
Entwicklungen von
Sondergeräten



ERMA-Electronic GmbH - 78194 Immendingen
Max-Eyth-Str.8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554

ERMA
Electronic GmbH

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Seminarführer



MICROCHIP

Arizona Microchip Technology GmbH
Gustav-Heinemann-Ring 125, D-81739 München
Tel. +49 89 627 1440, Fax. +49 89 627 144 44

PIC16/17 Seminare

Unsere Seminare wenden sich sowohl an Einsteiger als auch an erfahrene PIC16/17-Benutzer. Vormittags erhalten Sie eine detaillierte Einführung in die PIC16/17-Architektur, nachmittags Informationen zu neuen Produkten, Entwicklungswerkzeugen und Applikationen. Eine detaillierte Agenda und Anmeldeunterlagen bekommen Sie direkt von Arizona Microchip Technology GmbH oder jedem autorisierten Microchip-Distributor in Zentraleuropa.

Termine	Wien	29. Oktober 1996
	Zürich	31. Oktober 1996
	Utrecht	4. November 1996
	Antwerpen	5. November 1996
	München	26. November 1996
	Stuttgart	27. November 1996
	Frankfurt	28. November 1996
	Dortmund	29. November 1996
	Hamburg	10. Dezember 1996
	Berlin	11. Dezember 1996

Preise:
Einsteiger: DM 100,- (inkl. Mittagessen, zzgl. MWST.)
Fortgeschrittene: DM 40,- (nur nachmittags, zzgl. MWST.)

Themen
Termin
→ CE-Kennzeichnung nach EMV, Niederspannungs- und Maschinenrichtlinie
Termin: 29.10./12.11./27.11.1996
Preis: 670,- DM

→ Rechtliche Konsequenzen der CE-Kennzeichnung
Termin: 29.10./12.11./27.11.1996
Preis: 690,- DM

→ EMV-gerechtes Design von Geräten, Systemen und Anlagen
Termin: 30.10./14.11./9.12.1996
Preis: 670,- DM

→ Technische Dokumentation - Konsequenzen nach dem EMV-Gesetz
Termin: 31.10./25.11./10.12.1996
Preis: 690,- DM

→ CE-Kennzeichnung nach EMV, Niederspannungs- und Maschinenrichtlinie
Termin: 28.10./12.11./27.11.1996
Preis: 670,- DM

→ EMV in der Gebäudetechnik
Termin: 15.11./26.11./12.12.1996
Preis: 670,- DM

→ EMV-Meßpraxis (incl. Messen eines eigenen Gerätes im akkreditierten Prüflabor)
Termin: 29.11./13.12./16.12.1996
Preis: 860,- DM

Seminar-Angebot des EMV-Fördervereins

IV.96

EMV Förderverein e.V.

Rabattgewährung bei Teilnahme an mehreren Seminaren!

Verein zur Förderung der EMV-Technologie im Land NRW e.V.
Heinrich Heine-Str. 4 / 44227 Dortmund
Telefon: 0231 / 75 443 - 200
Telefax: 0231 / 75 443 - 266

Für weitergehende Informationen rufen Sie uns an!
Ihre Ansprechpartner: Jürg Koch
Diana Schuch

Im Anschluß an die Seminare kann je nach Terminoption ein EMV-Laboratorium besucht werden

Veranstaltungsort: Dortmund
Veranstaltungsdauer: 09:00 - ca. 17:00

**JANTSCH-Electronic**

87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

(09 41) 40 05 68

Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23

... immer ein guter Kontakt!

Neueröffnung!

Unser bekanntes Sortiment
nun auch im Ladenverkauf:

SIMONS
electronic

Öffnungszeiten:
Mo.-Fr. 9.30-12.30
14.30-18.00
Sa. 9.30-13.00
Mi. nur vormittags

Fröbelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702
Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

263280 **CONRAD**
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Leonhardtstr. 3
90443 Nürnberg
0911 / 263280

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191

74072 Heilbronn

408538 **CONRAD**
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Klaus-Conrad-Str. 1-16
92533 Wernberg
09604/408538

balü
electronic

20095 Hamburg

Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –

☎ 040/33 03 96

24103 Kiel

Schülperbaum 23 – Kontorhaus –

☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck

Hansestraße 14 – gegenüber dem ZOB

☎ 04 51/8 13 18 55

K KUNITZKI
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 20 65/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

K A T A L O G K O S T E N L O S

REICHELT
ELEKTRONIK-VERTRIEB

26452 SANDE
ELEKTRONIKRING 1
SAMMELTEL: 0 44 22 - 9 55 0
SAMMELFAX: 0 44 22 - 9 5 1 1 1
24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 9 5 2 2 2

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 90402 Nürnberg

Ruf (09 11) 22 41 87

Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher



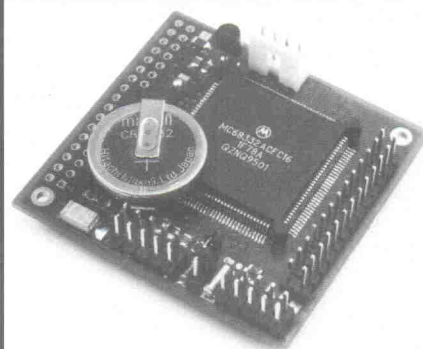
Einplatinencomputer
natürlich von MCT

Besuchen Sie uns auf der

electronica 96

vom 12. - 15.11 in München

Halle 7 Stand D23

ZWERG332

- bis max. 512 KByte statisches RAM
auch batteriepufferbar
- Maße: 51 x 53 mm
- 1 serielle Schnittstelle TTL-Pegel
- Time Prozessor Unit (TPU)
- SPI Interface
- Background Debug Schnittstelle (BDM)
- Optionen: Realtimeclock RTC4553
AD-Wandler (11 Kanal, 12Bit)

ab DM 346,00

Dazu passend lieferbar:

ECO-C C-Crosscompiler DM 515,00
EDB Source-Level-Debugger DM 515,00

IF-Module

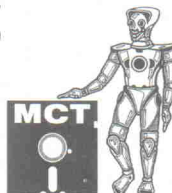
IF-Module sind Umsetzer von einer asyn-
chronen seriellen Schnittstelle mit TTL-Pegel
auf verschiedene physikalische Protokolle.

Zur Zeit sind folgende IF-Module von MCT
lieferbar:

IF232	RS232-Schnittstellenumsetzer	DM 49,45
IF485LC	RS485/RS422 Protokoll	DM 49,45
IF485OC	RS485/RS422 Protokoll opto- entkoppelt	DM 139,15
IFIR	Infrarot Sender/Empfänger	DM 59,00

Tel. 030 4631067
FAX 030 4638507
Mailbox 030 4641429
E-Mail mct@mct.de
Internet www.mct.net

MCT Paul & Scherer
Mikrocomputertechnik GmbH
Wattstraße 10, 13355 Berlin

**KLEINANZEIGEN**

TPU-Microcode für Motorola 68332 erstellen wir
laut Ihrer Spezifikation. Wolf Systemtechnik Tel.
072 74/91 91 20

TPU Goes IIC! Microcode für IIC-Bus; voll konfi-
gurierbar, 100kHz bei 16MHz, handshakefähig;
universelle Treiberstatemachine und TPU
BootSW im C verfügbar RTSys Gronbach Tel.
09 11/5 26 40 34, Fax: -5 26 33 28

TARGET V3 WIN + 2.1 DOS, DM 800,- Tel.
09 91 41/66 55

Wir entwickeln Hard- und Software für Microcon-
troller und PC's. unverbindliche Kontaktaufnahme
Tel. 021 73/1 28 00 oder Fax: -1 83 87

Suche elektronische Tischrechner der 60-er Jahre,
programmierbare bis 1973, Computer bis 1976
sowie Literatur hierüber. Tel. 061 95/21 70

Microchip Entwicklungssystem PICSTART 16B1
für Einsteiger + Zubehör Tel. 076 41/5 33 95

Störschutztransformator 3,5kVA, gebraucht, Ein-
gang 120/240V, Ausgang 120/240V, Capacitance
0,005pF, Noise suppression >120dB, DM 498,-
Tel. 0 84 41/80 32 36, Fax: -80 48 81

Ist Ihre Firma präsent im Internet? Student gestal-
tet Ihre Homepage und plziert Ihre Seite im
Netz. Infos unter Tel. 02 31/3 57 83 69

CAN-Dongle Projekt in ELRAD 7/96+8/96 Fertig-
gerät+Software **280,-DM+MwSt.** PEAK-Service
GmbH Tel. 0 61 51/89 36 54 Fax: 0 61 51/89 36 53

+++ Leiterplatten TOP Qualität +++ Feinleiter-
technik Ni/Gold veredelt, z.B. EURO-Format, dop-
pelseitig-dk, 2xLötstop 2 Stck. 99,-DM/Stck., 5
Stck. 85,-DM/Stck. MULTILAYER zu Top-Preisen
bitte anfragen! Spectra-Autorouter Leiterplatten-
Layouterstellung Fa. ATK, Tel. 021 33/9 03 91
Fax -9 32 46

Verkaufe Universalzähler HM8021-3, Impulsge-
nerator HM8035, Sinusgenerator HM8032 und
Grundgerät HM8001 für 1700 DM; Design 51 von
Ahlens für 200 DM; Ätz- und Belichtungsgerät für
250 DM. Telefon 0 64 06/7 37 85 ab 18 Uhr

SPS-Simulation (STEP5) unter Windows. Simulieren Sie ein SPS-Programm in AWL, FUP, KOP auf Ihrem PC. (bis 135U!). Programmierung eines AGS ist ebenfalls möglich! Fordern Sie kostenloses Informationsmaterial an. MHJ-Software • Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Tel. 072 52/878 90, Fax 7 87 80

LEISE

*** **Leiterplattenfertigung** ***
 *** **Bestückung, Bauteile** ***
 *** **Gerätemontage, aller Art** ***

bitte Angebot anfordern unter Fax 066 45/71 64
 Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engelrod

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 097 76/98 16, Fax 71 85

— **Bild-, Mustererkennung, Datenklassifikation** — mit PC oder Mikrocontroller sowie Entwicklung von Hard- und Software. Ingenieurbüro Hoch, Bergstr. 11, 79426 Buggingen, Tel./Fax 076 31/48 58

Günstige **HP48G/GX**, HP PalmTops, OmniGos, etc. und Zubehör. **Interne RAM-Erweiterungen** für **HP48G/S**. <http://members.aol.com/digitalisr/home.html> Digitalis, Dieter Goller, Burgstr. 66, 72764 Reutlingen, Tel./Fax 071 21/47 88 62

Elektronikfertigung. Wir bestücken Ihre Platine oder fertigen Ihr komplettes Gerät. Groß- oder Kleinserien, mit SMD- oder bedrahteten Bauteilen. Bei uns stimmen Qualität, Lieferzeit und Preis. Fordern Sie uns! Tel. 071 51/59 463 oder 01 72/9 18 04 88, Fax: 071 51/1 83 49

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68 mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u.A. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, "WINDOWS-CorelDraw" → Konverter CAM68, "Pixel" → CAD-Vektorisierung a.A. EAGLE 2.6x ab DM 795,-. **SMS68-CPU-Austauschkarte** für **ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 022 08/28 18. Info DM 2,-.

*****EPROM-EMULATOREN***** ab DM 138,-. Für 32-64KByte Eproms. Im stabilen Aluminiumprofilgehäuse mit allen Zuleitungen und Software. Stob & Robitzki GbR Tel. 04 31/20 47-04 Fax -26

Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität mit **Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** 0 0,2-0,5 mm 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0 0,6-3,1 mm 4,50 DM/7 St., ab 10 St. 3,80/St. Versand per Nachnahme, zzgl. Porto/Verpackung Fa. B.T.S. Heinrich Gredy Str. 4, 55239 Gau Odernheim, Tel./Fax 067 33/55 4

* **PIC-Programmer** (Elrad 1/94 und 6/94) *
 * Programmiert fast alle PIC-Typen *
 * **PIC-Eval.-/Prototypenkarte** (Elrad 5/94) *
 * **PIC-Chipkartenleser** (Elrad 2/95) *
 * **PIC-LCD Terminal** (Elrad 11/95) *
 * Nicht nur PIC ist unsere Stärke! *
 * Auch bei der Konzeption der Hard- und *
 * Software Ihrer Produkte auf der Basis von *
 * 805xx, 68xx, Toshiba und NEC Prozessoren *
 * sind wir ein kompetenter Partner. *
 * Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str. 2a *
 * D-41812 Erkelenz, Tel. 024 31/64 44 Fax 45 95 *

Bausätze / Fertigplatinen zum **Messen Steuern Regeln** mit dem **PC** / Notebook. Liste gratis. **BITTERLE ELEKTRONIK** Panoramastr. 21 89604 Allmendingen Fax: 073 91/49 65

Über 6000 Artikel von **A** wie aktive Frequenzweiche bis **Z** wie Zubehör: Lautsprecher, Selbstbauzubehör, Mischpulte, Endstufen, Licht-effekte, Nebelgeräte, Lichtsteuergeräte - **direkt vom Hersteller bzw. Importeur.** Fordern Sie unseren 340seitigen Farbkatalog für 10,- an. Für Händler supergünstige EK-Preise! **STEINIGKE SHOW-TECHNIC GmbH**, Andreas-Bauer-Str. 5, D-97297 Waldbüttelbrunn, Tel. 0931/40 61 60, Fax 0931/40 61 70

Analoge und digitale Schaltungen, Mikrocontroller Hard- und Software (8051), Platinenlayouts und Geräte entwickeln wir nach Ihren Wünschen. Dipl.-Ing. M. Schmidt 02 412 05 22

VERKAUFE: 68HC11A1 - 12 DM, FLASH-N28FD20 - 15 DM, 7805CT - 0,40 DM, DC-DC 24V-12V-3A - 20 DM, uvm. Bitte Restpostenliste anfordern. Tel. 064 32/6 32 36.

Meßgeräte aller Art aus Laborauflösungen von Tektronix, R+S, Gould, HP, Fluke Liste anfordern; Tel. 064 61/8 86 21 Fax -8 82 46

Kostenlose Layoutsoftware: Protel Easytrax BBS: Tel. 061 20/90 70 16

Universalterminal zur Zeit-, Projektzeit- und/oder Datenerfassung, µ-Controller Bausätze, 8032-Basiccompiler, Magnetkartenschreiber/-leser, Peripherie u.v.a. bei Ziegler Elektronik, Am Leimerich 13, 97720 Nüdlingen Tel. 0971/6 04 84 Fax 6 00 81

Microcontrollerboards für Versuch und Serie. Für 32 / 64KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf Steckverbindern, Adress und Datenbus im JEDEC-Layout herausgeführt, Komplettbausatz Preise: APB51v2: 55x73mm², 8031 µC, 51.-. APB51v3: 55x82mm², 8031 µC, ser. Schnittst., umschaltbar zw. Havard und Von Neumann Architektur, 69.-. APB51v4: 55x82mm², 8031 µC, ser. Schnittst., Resetgenerator, GAL (16V8) zur Adressdecodierung, 86.-. APB53v5: 41x84mm², 80535 µC, 69.-DM. APB53v6: 41x105mm², 80535 µC mit serieller Schnittst. und Resetgenerator, 77,40DM. APB53v7: 41x115mm², 80535 µC mit serieller Schnittst., Resetg. GAL (16V8) zur Adressdecodierung, 95.-. APB53v1: 47x105mm², ser. Schnittst., Resetg., 121.-DM. APB53v2: 47x115mm², ser. Schnittst., Resetg., ser. 4KB EEPROM, GAL (16V8) zur Adressdecodierung, 138.-. Alle Preise zuzüglich der gesetzlichen MwSt. Besuchen Sie uns auf der Hobby+Elektronik vom 7.-10.11.96 in Stuttgart. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic Tel. 07392/17123, FAX 17125.

EPROM Emulatoren gemeinsame Daten: Spannungsversorgung aus dem Zielsystem, Resetzeugung High- und Low-aktiv, mit Gehäuse **EMU1:** serielle Schnittstelle, emuliert 2764 bis 27256-EPROMs, Resetausgang, Bausatz 103,50 DM, Fertiggerät 129,60 DM.

EMU1512: parallele Schnittstelle, emuliert 2716 bis 27512-EPROMs, Bausatz 121.- DM, Fertiggerät 146,95 DM.

EMU12000: parallele Schnittstelle, emuliert 2716 - 272001-EPROMs (8Bit), Bausatz 173.-, Fertiggerät 215,65 DM.

SMS1 Schrittmotorsteuerung Geeignet für alle bipolaren Schrittmotoren bis 0,7 A Strangstrom umschaltbar von Vollschritt auf Halbschritt Preis 26,10 DM.

CESY-Entwicklungssystem-für 80x51 Reihe für die µC's 8031, 8032, 80535 und 80537, CESY Vollversion V2.5 Preis: 77,40.-.

CD-ROM "RUESS electronic V2.0 für PC's. Erhalten Sie bei uns für 34,78 DM.

Alle Preise zuzüglich der gesetzlichen MwSt. Besuchen Sie uns auf der Hobby+Elektronik vom 7.-10.11.96 in Stuttgart. Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic Tel. 07392/17123, FAX 17125.

EXP535 Entwicklungsboard für 80c535 µC kpl. Entwicklungsboard (DIN A4) im Aktenordner, mit µC-APB 535 v7, (incl. Entwicklungssystem CESY) Schrittmotorsteuerung, LC-Display 1x16 (vorbereitet für Bus- und Portbetrieb), Summer, Taster, Schalter, Steckbrett, LED-Anzeige für Ports, Steckernetzteil, Beispielssoftware. Fertiggerät 517,40 DM.

Alle Preise zuzüglich der gesetzlichen MwSt. Besuchen Sie uns auf der Hobby+Elektronik vom 7.-10.11.96 in Stuttgart.

Unterlagen anfordern bei ESEM-electronic Tel. 07392/17123, FAX 17125.

Entwicklungen, Schaltpläne - professionell, sehr günstig. Fax: 091 31/4 89 36

Sie brauchen Frontplatten, Leiterplatten, Schilder oder sonst. Kleinfrästeile! Durch **CNC-Gravier- u. Frästechnik** fertigen wir individuell alles zu fairen Preisen. Fa. **DYNA-Grav, Hr, Düsel, Fax 0951/4 45 16**

SMD Leiterplattenbestückung. Preisgünstig und professionell - Bestückung und Lötarbeiten aller Art (inkl. SMD-Technik) - Leiterplattenfertigung - Gerätemontage - Hardwareentwicklung. Fa. Kusch, Tel./Fax 02 11/48 54 31

******Wir haben was Sie suchen****** µController, AD-DA, Touch-LCD, optok-IO, Relais, 4-20mA Modul, ISO-Chipkarten, Entwicklungsumgebung und Tools, Locator, Win-Tools, Datenbankprog., Infos und Demos unter <http://home.t-online.de/home/ing.buero.rstute@t-online.de/home.htm> Tel. 02 31/5 31 04 32 Fax: -5 31 04 30

Achtung! Kostenlose Ausbildungssoftware! DIGI-SIM, Simulator für digitale Schaltungen. Ab sofort neue Version 2.2 mit Animationsbausteinen! Internet: <http://www.sss.de> oder 2.-DM frankierter Rückumschlag (22cm x 11cm) an: Triple-S GmbH, Herrmann-Geib-Str. 18, 93053 Regensburg

Mittelwert-Thermometer 100 DM, **Computer-Bücher** zum halben Preis: PC-Progr. in Masch.-Sprache, PC-Intern, Qbasic. Tel. 063 36/14 90 ab 14h

PIC PASCAL Pascal u. Modula-2 Compiler für PIC 16C71, 16C73, 16C74, 16C84. Entwicklungssystem: Editor u. Compiler f. WIN3 + WIN95 Demo gegen 5.- in Briefmarken. PPreis DM 450,- + MwSt. E-LAB Computers Tel. 072 68/9 12 40, Fax: 072 68/91 24 24

**** **Leiterplatten-Service****** Wir bieten Ihnen hochqualitative Platinen zu niedrigen Preisen. Fordern Sie unsere kostenlose Information an bei: Heller-Elektronik, Am Weiher 2, 90556 Wächendorf.

BAUTEIL BIBLIOTHEKEN für Eagle, Info in der ELRAD Mailbox. Derzeit Restposten V2.61/93, 887MAC mit Doku für 50 DM inkl. MwSt. per NN, Franz Weber 88171 Weiher, Tel. 08387/27 78 G

Sammler sucht Grundig Verstärker, Typ SV 140 oder SV 240, auch defekt. Tel. 057 72/12 94 (abends) oder per Fax: 057 72/2 98 03. Evtl. auch 01 71/6 82 12 94. Rufe auch zurück, Danke!

Rohrnieten L=2mm, verzinkt, 1000=30,-, 3000 mit Werkzeug=78,- Typ I:0.4x0.6, A: 0.6x0.8, B:0.8x1 C:1.1x1.5. VHM-Bohrer 3x38:0.6-2.0, 0.65, 0.85, 1.05 10=40,- Ossip Groth Elektronik, Möllers-Park 3, 22880 Wedel, Tel./Fax: 0 41 03/8 74 85

BEFESTIGUNGSWINKEL F. PC-STECKKARTEN direkt vom Hersteller, termingerecht in 1A Qualität "Wolfgang Seitz" Stanztechnik Tel. 09 41/6 56 92

LCD+CRT-Industriemonitore mit o. ohne Touch-Screen. TS-Integration auch in Ihre Geräte! TLC Elektronik, Tel. 087 61/6 63 99 Fax: -6 25 45

2,4 GHz Gesucht Auftragsentwicklung für Funkanlage zu vergeben. Tel. 0721/9 37 40 82, Fax: 9 37 40 83

Layout+CAM-Daten+1 Musterplatine ab 400 DM. **Basic-Briefmarke** I+Programmierung zum Festpr. 120 DM. FG ELEKTRONIC Tel./Fax: 074 78/16 58

Hard- und Softwareentwicklung für Micro-Controller und PC's. Unverbindliche Kontaktaufnahme unter Tel. 021 73/1 28 00 oder Fax: -1 83 87

**** **SCHRITTMOTOR - Antriebe****** Endstufe 2-Phasen 36V/4A 238,- Endstufe 2-Phasen 70V/6A 370,- w.o. mit Mikroschritt 398,- Endstufe für 3 Achsen 2-Phasen 36V/2A 325,- Endstufe 5-Phasen 36V/2,8A 333,- Steuersoftware für PC mit 6 Ein- Ausgängen (Einachs- Indexer) 199,- 2-Phasen Schrittmotoren ab 126,- 5-Phasen Schrittmotoren ab 270,- Ingenieurbüro Schörlin, 79429 Eschbach Belchenstr. 18A, Tel./Fax: 076 34/14 68

Für EAGLE: DXF-Konverter, DM 80,-, Bibl. Extraktionsprogramm, DM 40,-, zzgl. Vers. + MwSt., Demos in der ELRAD Mailbox, Sämann, Tel. 074 33/27 94, Fax: -27 38 50

*** **GPS - EMPFÄNGER - MODULE** *** 5 K Parallelempf. neuwertig, geprüft mit Adapter an jeden PC/Noteb. zu betr. neuwertig, geprüft 260,- DM + MwSt. Handbuch gegen Schutzgebühr 25,- DM + MwSt. GPS-Antennen auf Anfrage. Fa. holtronic Tel. 080 91/35 66 Fax: 080 91/47 98

Low-Cost-Softwareentwicklung f. DOS/Windows 3.x/95/NT u. µC/µP durch osteurop. Softwarehäuser bietet dt. Firma Tel./Fax: 080 91/47 53

Fräsbohrplotter-Anlage 101 LCVS Fabr. LPKF, Garbsen Bauj. 1993-Neupreis ca. 40TDM gegen Gebot zu verkaufen Fa. Haake, Karlsruhe Tel. 07 21/40 94-228, Fax: 07 21/40 94-323

PIC16C54A -04/P Stück DM bei 10=6,90 25=6,40 100=5,90 250=5,60 **16C84-04SMD** 10=12,50 PETRI ELEKTRONIK Tel. 061 87/30 86 Fax: 30 87

EPROM-Emulatoren in SMD-Technik 32kB 142,- DM, 64kB 167,-DM, 128kB 243,-DM Fertigergerät für PC's, Centronics Schnittst. Fa. Kahlert, Tel. 021 33/9 03 91 Fax: -9 32 46

80535 µController Modul, Steckb., RAM, EPROM, Dekoder-GAL(20V8) u. Reset-Generator on Board Alle Ports auf Stecker!., Ausf. Doku/Applikationen, Komplett oder Bausatz ab DM 149,- LINDEN GmbH, 28844 Leeste, Auf dem Berge 25, Fax: 04 21/80 19 42 e-mail linden.ems@t-online.de

SPS im Euroformat für Anfänger und Profis zum Selbstbau. 24 Ein-, 24 Ausgänge (TTL-Pegel), 2048 Merker, 256 Zähler, 64 Timer, Bausteinprogrammierung, Byte- und Wortverarbeitung, frei progr. Textanzeige anschießbar, schnelle Zähler (bis 5kHz), AD/DA Wandler. Über PC in AWL programmierbar (RS232), Online-, Offlineprogrammierung, Querverweis- und Belegungslisten, Status- und Diagrammdarstellung. Unb. Platine, prog. CPU, prog. EPROM, prog. Gal's f. 179,- • PC Software incl. Onlinekabel f. 169,- • Demodiskette f. DM 10,- • kostenloses Infomaterial • Preise ohne MwSt., Porto und Verpackung. T. Wölfl, Hardenbergstr. 31, 57072 Siegen, Tel. 02 71/4 65 52, Fax: 02 71/79 01 37

**** Leiterplattenbestückung ** TOP-QUALITÄT** Siemens SMD-Automaten Fa. ASPRO Fax: 0 68 27/34 21

Layouterstellung, preisgünstig mit Scooter/Spec-trator Autorouter Fa. Kahlert, Tel. 021 33/9 03 91 Fax: -9 32 46

Freiberufl. Entwicklungsingenieur übernimmt Entwicklungen von Analog- und Digitalschaltungen, Layoutentwurf sowie Erstellung von Microcontroller-Software (PIC 16C5x/16C71/16C84/8051, Z80). Langjährige Erfahrung im Entwurf von Motion Control-, DC-Motor- und Positionierungssteuerung. Dipl. Ing. (FH) W. Dienersberger, Neumarkter Str. 64, 81673 München, Tel. 089/431 48 28, Fax: 089/431 51 49

Verkaufe **PADs Power PCB V1.2** mit Autorouter, Schaltpläneingabe für WINDOWS 3.11 und NT incl. Dougle VB DM 5000,- Verkäufe **ALTERA MAX-PLUS II V5.4:** Classic, MAX5000, EPM7032-7096, FLEX8000 (PLS-FLEX8) Simulator (PLSM-ADE) incl. Dougle VB DM 3500,- Fax: 07 21/9 72 43 28 Tel. 07 21/9 72 43 35

TEKTRONIK 465M 100MHZ 2-Kanal Oszilloskop mit 2 Tastk. u. Bed.Anltg., 100% o.k., 850,- Tel. 0 61 23/6 18 85 ab 18 Uhr **SCHNAPPCHEN!!!**

Die Inserenten

ADES, Burscheid	109
Adler, Höfen	55
Ahlers, Moosburg	114
AMS, Flöha	12
AMV, Bräunlingen	108
Arizona Microship, München	114
Basista, Bottrop	107
Beckmann + Egle, Kernen-Stetten	8
BEG Bürkle, Schönaich	54
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte
Bitzer, Schorndorf	6
Black Star, GB-St. Ives	8
Boddin, Hildesheim	108
Bollrath, Rhede	109
Bungard, Windeck	75
CadSoft, Pleiskirchen	13
Chuntext, ROC-Taipei, Taiwan	111
Com Pro, Stuttgart	79, 97
CompuMess, Unterschleißheim	47
CONITEC, Dieburg	6
Cooper Tools, Besigheim	101
Critchley Components, GB-Nottingham	67
CSM, Filderstadt	106
dataTec, Reutlingen	45
Deutsche Fachpresse, Frankfurt	19
DTK Computer, München	6
Dulski, Mannheim	114
Elektronik Laden, Detmold	8, 105
Elektrosil, Hamburg	29
ELS electronic, Duisburg	108, 110
ELZET 80, Aachen	8
EMB, Murg-Oberhof	106
eMedia, Hannover	112, 113
EMV Förderverein, Dortmund	114
ENZ, Berlin	8
ERMA-Electronic, Immendingen	114
Fernschule Weber, Großenkneten	111
Fluke, Kassel	15
Friedrich, Eichenzell	9
FUBA, Gittelde	39
Getronic, Hamburg	93

GEYER, München	106
GfS, Aachen	12
Gould Nicolet, Dietzenbach	23
GRUNDIG, Furth	14
gsh-Systemtechn., München	8
GTU, Baden-Baden	111
Heim, Herrsching	31
Heupke, Bad Homburg	108
HILO-Test, Karlsruhe	67
Hitachi Denshi, Rodgau	81
Hoschar, Karlsruhe	35
HSP, Münster	11
HTB, Schiffford	107
Intelligent Instrumentations, Leinfelden-Echterdingen	Kontaktkarte
isel, Eiterfeld	57
Jäger, Lorsch	21
Keil, Grasbrunn	107
Keithley, Germaring	Kontaktkarte
Labor Stöllner, A-Reutte	110
Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	106
Lehmann, Hausach	108
Logic Innovation, Ebersberg	69
LPKF, Garbsen	62
M&V Breidenbach u. Tochter, Bettendorf	8
MagnaMedia Verlag, Haar	73
MBMT, Bassum	27
MCT Paul & Scherer, Berlin	115
MEB Meßelektronik, Berlin	7
Mechatronik, Sindelfingen	111
Merz, Lienen	6
Mesago, Stuttgart	16
Messcomp, Wasserburg	6
Motrola, München	119
mtc maintronic, Schweinfurt	114
Müller & Weigert, Nürnberg	25
Müller, Mittweida	106
Multronic, Rieden	107
National Instruments, München	Kontaktkarte
OBL, Hüllhorst	6
Oklogon, Mannheim	109
OMV, Borcheln/Etteln	109

PLS, Hoyerswerda	65
PLUG-IN, Eichenau	108
POHLTRONIK, Bad Pyrmont	111
POP, Erkrath	110
Power Innovation, Bremen	111
Priggen, Steinfurt	111
PTEK, Mainz	54
Putzke, Laatzen	108
QNX, GB-Herfordshire	2
Quancorn, Brühl	107
Reichert, Wilhelmshaven	88, 89
RHEINHARDT, Diessen	109
Schukat, Monheim	43
Schwaneckamp, Hamminkeln	106
SE Spezial-Electronic, Bückeburg	33
SETO, Starnberg	17
SH-Elektronik, Kiel	108
SINUS, Unterseesheim	55
SMS, Wangen i. Allgäu	71
Sontheim, Kempten	108
TASKING, Leonberg	111
taskit Rechnertechnik, Berlin	6
Tennert-Elekt., Weinstadt	107
Thomatronik, Rosenheim	111
TIMONTA, Freiburg	91
Ultimate Technology, NL-Naarden	59, 61, 63
VEW, Bremen	62
VHF, Schöneich	24
Vogel Verlag, Würzburg	21
Weschenbach, Aachen	106
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	109
Wickenhäuser, Karlsruhe	110
Wilke Technology, Aachen	120
Wingtop, ROC-Taipei, Taiwan	6
Wittig, Böblingen	10

Diese Ausgabe enthält eine Gesamtbeilage der Firma Keithley Instruments GmbH, Germaring, sowie Teilbeilagen der Firmen Interest Verlag, Augsburg, Lehrinstitut Onken, CH-Kreuzlingen, RIBU ELEKTRONIK GmbH, A-Weiz. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

Impressum

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Helfstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 04 07, 30604 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404
ELRAD-Mailbox: Sammelnummer 05 11/53 52-401
Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GERNET-Forum ELRAD-GER erreichbar.
Internet: xx@elrad.heise.de. Setzen Sie statt "xx" das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.heise.de.
Anonymous ftp: ftp.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.

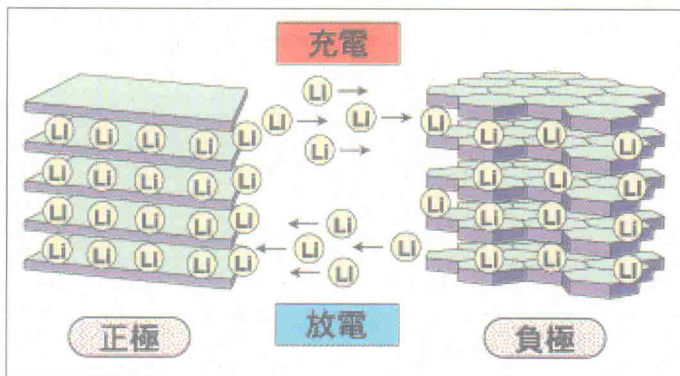
Herausgeber: Christian Heise
Chef vom Dienst, Stellv. Chefredakteur:
Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (verantwortl.) (pen, -393)
Redaktion:
Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),
Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391),
Peter Röhke-Doerr (roe, -397)
Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):
Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens
Redaktionssekretariat: Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Lehmann (sg, cs, -400)
Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent),
Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 50 04-40,
Fax: 089/62 50 04-66
Korrespondentin USA: Dr. Sabine Ciano (sc), 6011 Majorca Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60,
E-Mail: dutz@ix.netcom.com
DTP-Produktion: Wolfgang Otto (Ltg.), Dieter Wahner (Ltg. Korrektur/Satz), Dirk Wollschläger (Ltg. Grafik), Ben Dietrich Berlin, Peter-Michael Böhm, Martina Friedrich, Ines Gehre, Birgit Gaff, Angela Hilberg-Matzen, Sabine Humme, Dietmar Jokisch, Hella Köhler, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert, Christiane Slanina, Edith Tötsches, Brigitta Zurbuchen

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
Helfstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29
Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)
Geschäftsführer: Christian Heise
Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:
Steven P. Steinkraus
Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen (-164) (verantwortlich)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)
Anzeigenendisposition: Rita Asseburg (-219)
Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 089/62 50 04-20, Fax: 089/62 50 04-22
Anzeigen-Inlandsvertretungen:
Nilsen III a - IV, Verlagsges. Ilse Klaus, Hottenbacher Mühle 5, 55758 Süpshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1
Anzeigen-Auslandsvertretungen:
Asien: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2 7 18 72 46 und 0 08 86-2 7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 7 18 72 46 und 0 08 86-2 7 18 72 47
USA, GB: Verlagsges. Ohm-Schmidt, Svens Jegerovs, Obere Straße 39, D-66957 Hilst, Tel.: +49(0)63 71/1 60 83, Fax: +49(0)63 71/1 60 73
Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 18 vom 1. Januar 1996
Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)
Herstellung/Leitung: Wolfgang Ulber
Sonderdruck-Service: Ruth Utesch (-359)
Druck: C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 7,50 (sS 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (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 +

Verstandkosten 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 37/87 87 12
Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:
Thali AG, Abo-Service, Industriest. 14, CH-6285 Hitzkirch, Tel.: 0 41/9 17 01 11, Fax: 0 41/9 17 28 85
(Jahresabonnement: sfr 81,-; Studentenabonnement: sfr 73,-)
Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
VPM - Verlagsges. Pabel Moewig KG
D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/2 66-0
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.
Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.
Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder der 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 1996
by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
ISSN 0170-1827

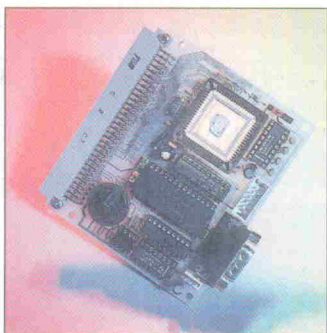
Kraftpakete

Leicht und kraftvoll repräsentieren Lithium-Ionen-Akkus die Zukunft der Energiespeicher. Schon heute haben tragbare Geräte mit diesem Leichtgewicht unschlagbare Standby- und Betriebszeiten und damit einen großen Marktvorteil. Doch wie implementiert man diese Dauerbrenner in eigene Produkte? **ELRAD** stellt in der nächsten Ausgabe aktuelle Ladecontroller für Li-Ion-Zellen vor und unterzieht die Chips einem harten Vergleichstest im Labor.



Programmzeichnung

Hinter dem Design der meisten Logikschaltungen oder Controller-Programme verbirgt sich oft ein endlicher Automat oder eine Zustandsmaschine. R-Active bietet mit BetterState ein CAE-Tool an, das die grafische Eingabe von Zustandsdiagrammen gestattet und Quelltext ausspuckt, wahlweise in C/C++, VHDL, Verilog und neuerdings auch in Java. Was man auf der Embedded-Schiene damit anfangen kann, untersucht das PreView im kommenden Heft.

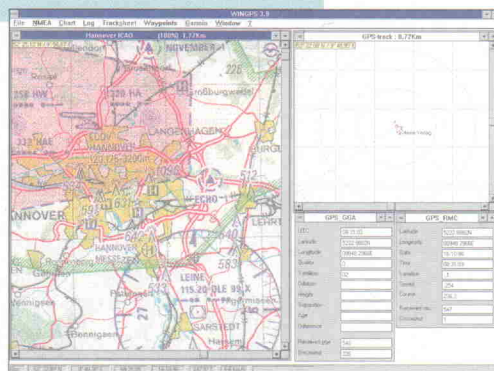


Der Neuner

Oft führen fähige Mikrocontroller ein Schattendasein in Embedded-Applikationen. So auch SGS-Thomsons µC-Familie ST9. Sie fußt auf einem registerorientierten 8/16-Bit-Kern, der mit unterschiedlicher Peripherieausstattung – darunter RAM, ROM, EEPROM, Timer/Counter, ADC und anderes – daher kommt. **ELRAD** holt die Vorzüge dieser Controller-Familie mit einer Eurokarte, basierend auf dem ST90E40 inklusive Basic-Interpreter, an's Licht.

GPS-Neuheiten

Produkte und Programme rund um das Global Positioning System zeigen, daß hier der Markt in Bewegung geraten ist. Neue OEM-Boards, unkonventionelle Antennen, Zeitempänger auf GPS-Basis oder preiswerte Shareware zum Darstellen von Pixelkarten auf dem Laptop sind Indizien dafür, daß dieser Bereich von der Spezialistennische zur Massen-anwendung avanciert. Und nicht zuletzt berichtet der **ELRAD**-Report von den neuesten Entwicklungen bei 'Selective Availability' und der Verfügbarkeit von Differenzsignalen in Deutschland.



Digitaler Vorverstärker

Diese Audio-Designstudie für einen fernsteuerbaren Vorverstärker setzt konsequent die Möglichkeiten der heute erhältlichen Bausteine für S/P-DIF oder AES/EBU in die Praxis um. Das Gerät verfügt über vier optische und zwei koaxiale Eingänge sowie zwei optische und ebensovielen koaxialen Ausgänge. Außerdem ist eine Möglichkeit zum Einschleifen eines weiteren digitalen Gerätes sowie eine universale Erweiterungsschnittstelle vorgesehen.

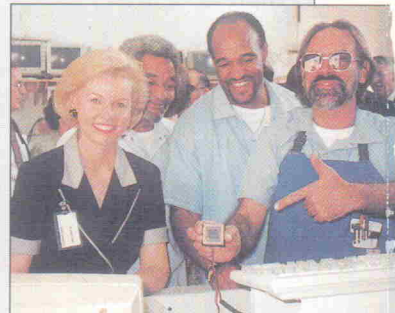
Gut aufgelöst

Die Modellbibliotheken von Halbleiterherstellern beschränken sich meist auf Standardbauelemente wie Transistoren und Operationsverstärker. Der Beitrag in der kommenden **ELRAD** zeigt aber, daß sich auch komplexe Komponenten mit vertretbarem Aufwand modellieren lassen. Am Beispiel des ADC0803 von TI wird mittels Makromodellierung ein 8-Bit-A/D-Wandler in SPICE3f4 simuliert.

Dies & Das

Sozialarbeit bei Intel

Kalifornische Strafgefangene können aufatmen: Stundenlanges Tütenkleben als ABM-Maßnahme im Knast gehören der Geschichte an. 1000 leistungsstarke Pentium-Prozessoren, gestiftet vom größten Halbleiterhersteller der Welt, sorgen für qualifizierte Beschäftigung im 133er-Takt. High-Tech-Rehabilitation in kalifornischen Gefängnissen – die Firma Intel als Trendsetter hinter Gittern? Die **ELRAD**-Redaktion passierte die Sicherheitsschleusen, um den Hintermännern der ungewöhnlichen Aktion auf die Schliche zu kommen.



John Detwiler ist der Kopf der Bande. Unter dem Decknamen 'Detwiler Foundation', einer Non-Profit-Organisation, treibt John bei führenden US-Unternehmen der Hochtechnologie Sachleistungen und Geldspenden ein, um ausrangierte PCs wieder aufzurüsten. Die Intel Architektur hat den Vorteil, daß die klassischen PCs über alle Generationen hinweg kompatibel bleiben. Durch den Einbau aktueller Prozessoren bringen flinke Gaunerhände auch das älteste Schätzchen wieder auf Trab und auf den technisch neuesten Stand.

Für die Schüler der kalifornischen Schulen sind die Aktivitäten der Detwiler Foundation ein wahrer Segen. Das 'Schnecken-Tune-up' sorgt dafür, daß bis heute 20 000 Personalcomputer kostenlos durch kalifornische Schultore gelangten. Bill Gates fand's auch cool und spendete 1000 Mal Windows 95. sg

NEW & Improved

Speakerphone-ICs

MC33218A/33219A.
Enthalten auf einem Chip
alle Komponenten für den
Aufbau sprachgesteuerter
Speakerphone-Systeme.

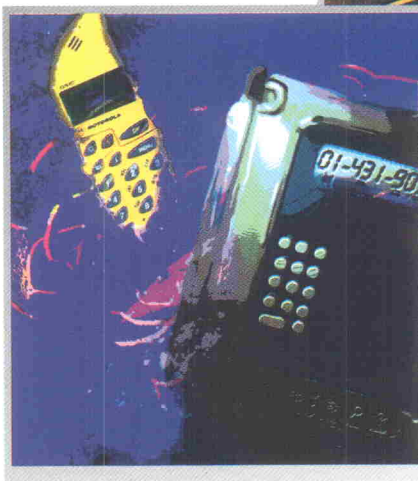
MC33153

Single-IGBT-Gate-Treiber

MC33153. Treiber für
„Hochleistungs“-
Anwendungen wie
AC-Induktion,
Steuerung von bürsten-
losen DC-Motoren und
unterbrechungsfreien
Stromversorgungen.

Single/Dual/Quad-OpAmps

MC33201/33202/33204.
„Rail-to-Rail“-Fähigkeit an Ein-
und Ausgang.
Ideal für Audio-Anwendungen.



SMD-Regler liefern 800 mA

MC33269-Serie. Die idealen Spannungs-
regler für batteriebetriebene Geräte und
Systeme. 3,3 V, 5,0 V und 12 V.

5A

Schaltregler für 3 A und 5 A

MC34166/33166/34167/33167. Enthalten alle wesent-
lichen Funktionen, die für DC/DC-Wandler benötigt wer-
den. Kaum ext. Komponenten erforderlich. Auch für
Step-up-Converter geeignet.

Viel Leistung auf kleinstem Raum

Große Vielfalt von
Spannungsreglern im DPAK- und
D²Pak-SMD-Gehäuse.
DPAK bis 500 mA, D²PAK bis 5 A
Ausgangsstrom.



electronica 96

Halle 18 · Stand 18E08

The Analog Allstars



MOTOROLA

What you never thought possible.

DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-451 10 01, Fax 089-451 10 254; EBV Elektronik, Haar b. München, Tel. 089-456 10-0, Fax 089-46 44 88; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-9 57 27-0, Fax 089-9 57 27-140; Jermyn, Limburg, Tel. 06431-508-0, Fax 06431-50 82 89; Müttron, Müller, Bremen, Tel. 0421-3 05 60, Fax 0421-305 61 46; Sasco, Putzbrunn, Tel. 089-46 11-0, Fax 089-461 12 70; Spoerle Electronic, Dreieich, Tel. 06103-304-0, Fax 06103-30 42 01 / 30 43 04. **ÖSTERREICH:** EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-8 94 17 74, Fax 01-8 94 17 75; Elbatex, Wien, Tel. 01-8 66 42-0, Fax 01-8 66 42-400; Spoerle Electronic, Wien, Tel. 01-318 72 70-0, Fax 01-369 22 73. **SCHWEIZ:** Elbatex, Wettingen, Tel. 056-275 111, Fax 056-275 411; EBV Elektronik, Dietikon, Tel. 01-74 56 161, Fax 01-74 15 110; Spoerle Electronic, Opsikon-Glattbrugg, Tel. 01-874 62 62, Fax 01-874 62 00.

DER BASIC-TIGER®



ab **149,-**
171,35

ab 1000 St. excl. / incl. MwSt.

Schon der "kleinste" BASIC-Tiger® ist ein Kraftpaket für anspruchsvolle Anwendungen:

- 128 KByte Static-RAM
- 128 KByte FLASH (Programm + Datenspeicher)
- **Extrem schnell:**
bis 100.000 Befehle / s
bis 200.000 / s (H-Version)
- **Multitasking:**
32 BASIC-Tasks und
64 System-Tasks gleichzeitig
- 38 I/Os direkt im Modul (analog, digital, seriell, universal)
- Einfachste I/O-Erweiterungen
- Bis 1920 digital Ein-/Ausgänge einfach mit ICs der 74-er Reihe
- Einfachster Anschluß von Geräten, LCD-Display, Tastaturen, Drucker, u.v.m.
- Module bis 16 MByte



So viel BASIC-Power haben Sie noch nie erlebt in einem so kleinen und so preiswerten Steuer-Computer. Entwicklungen mit dem BASIC-Tiger® werden schneller fertig, sind flexibler und leistungsfähiger und werden kostengünstiger.

Mit seinen **Leistungsreserven** haben Sie genug Spielraum um Ihre Entwicklungen im Laufe der Zeit noch zu erweitern. Neue Software-Versionen werden einfach in den BASIC-Tiger® geladen und sind dann sofort dauerhaft im FLASH gespeichert - EPROM Programmierung oder Chip-Wechsel entfallen. Der FLASH-Speicher kann auch von BASIC-Programmen zur Speicherung von Meßwerten, Ereignissen, Tabellen, etc., genutzt werden, die auch im ausgeschalteten Zustand erhalten bleiben.

Multitasking. Wohl einzigartig in dieser Klasse: bis zu 32 BASIC-Tasks und 64 System-Tasks können gleichzeitig ablaufen. Selbst bei kleineren Projekten bietet Multitasking schon viele Vorteile. Multitasking beim BASIC-Tiger® ist so einfach und übersichtlich zu benutzen, daß man schon nach Minuten eigene Beispiel-Programme ablaufen lassen kann.

Der **sofort beherrschbare Tiger-BASIC® Dialekt** stellt eine Vielzahl von Funktionen für kurze Entwicklungszeiten und kompakte Programme zur Verfügung. Zum Beispiel: unbegrenzte Zahl von Variablen, Arrays, Buffern etc. (nur begrenzt durch Speicherplatz), komfortable I/O-Ansteuerung, Unterprogramm-Aufrufe mit Parametern, verschachtelt, Rekursion, reentrant, lokale und globale Variablen, dynamische Task-Priorisierung, Integral-Filter, Code-Converter, Echtzeituhr, Terminal-Interface, Formatierungsfunktionen, Daten- und Kontroll-Kanäle, ... uvm.

Modularität und Erweiterbarkeit. Tiger-BASIC® Programme sind untereinander beliebig austauschbar, die Zahl der Ein-/Ausgänge kann nahezu unbegrenzt erweitert werden. Module mit bis zu 16 MByte, zusätzlichen I/Os und erhöhtem Durchsatz decken ein weites Anwendungsspektrum ab. Mit sehr hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit und starken High-Density Instruktionen werden kurze Antwortzeiten und ein beachtlicher Durchsatz erreicht.

BASIC-Tiger® Computer-Module Typ-A, 41 x 63 x 12 mm, 46-Pin Gehäuse, 128 KByte FLASH, 128 KByte SRAM:

BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 1 St. _____	179,- / 205,95
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 10 St. _____	169,- / 194,35
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 100 St. _____	159,- / 182,95
BASIC-Tiger® ANN-1/1	ab 1000 St. _____	149,- / 171,35

Für den schnellen Einstieg und kürzeste Entwicklungszeiten gibt es ein umfangreich ausgestattetes Entwicklungs-System. Applikationen und Beispiele können sofort nachvollzogen werden:

- Entwicklungs-Umgebung für WINDOWS™, ■ BASIC-Tiger® Computer, ■ Tiger-BASIC® Compiler, ■ Reichhaltiges Toolkit (LCD-Display, Keyboard, Erweiterungs-Ausgänge, Relais, Lautsprecher ...)
- deutsches Handbuch, Zubehör.

Komplett:
940,- / 1081,-

Preise in DM excl. / incl. MwSt. ab Werk Aachen.
Stand: Aug. 1996.

Hiermit bestellen wir folgende BASIC-Tiger® Produkte:

Name: _____ Adresse: _____

St. Entwicklungs-Systeme ☐ St. Module ANN-1/1 ☐ zusätzliche Info ☐

Firma: _____

Wilke Technology GmbH • Krefelder Str. 147

