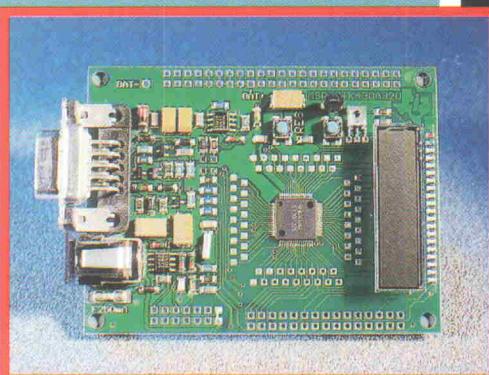




Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

10/96



Starterkit mit TI MSP430

Schaltungssimulation

MicroSim PSpice 6.3

Den Sprung wagen

Was ist HDL?

Heißer Wechsel

**Spezial-IC
für Live-Insertion**

Der Gehilfe

**PLD-Entwicklungs-Tool
MACHXL Assist**

DMM am Rechner

PC-Software für Handmultimeter

PCB-Design
Werkzeuge für die EMV-Analyse
von Leiterplatten



Soft Computing
Bericht von der EUFIT '96

Kleiner geht's zur Zeit nicht

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

Bis 1000 kPa

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

Barometer und Höhenluft

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

Beschleunigung

MMAS40G ist die Motorola-Lösung für die Messung von Beschleunigung und Vibration in industriellen und Konsumer-Anwendungen, z.B. als Crash-Detektor in Airbags der Kfz-Industrie. Geliefert als SMD mit gekapseltem Sensor.

Weisse Ware

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

The sensor Allstars



MOTOROLA

What you never thought possible.

Weitere Informationen: Motorola GmbH, Geschäftsbereich Halbleiter, Schatzbogen 7, 81829 München, Tel. (0 89) 9 21 03 - 5 59, Fax (0 89) 9 21 03 - 5 99. Oder von Ihrem bevorzugten Distributor.

DEUTSCHLAND: AVNET E2000, München, Tel. 089-451 1001, Fax 089-451 10 254; EBV Elektronik, Kirchheim-Heimstetten, Tel. 089-99114-0, Fax 089-991 14-422; Future Electronics, München-Unterföhring, Tel. 089-9 57 27-0, Fax 089-9 57 27-140; Jermyn, Limburg, Tel. 06431-508-0, Fax 06431-508 289; Mütron, Müller, Bremen, Tel. 0421-3 05 60, Fax 0421-305 6146; SASCO SEMICONDUCTOR, Putzbrunn, Tel. 089-46 11-0, Fax 089-461 12 70; SPOERLE ELECTRONIC, Dreieich, Tel. 06103-304-0, Fax 06103-30 42 01 / 30 43 04.

ÖSTERREICH: EBV Elektronik, Wien, Tel. 01-894 17 74, Fax 01-8 94 17 75; Elbatex, Wien, Tel. 01-866 42-0, Fax 01-866 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, Opfikon-Glattbrugg, Tel. 01-874 62 62, Fax 01-874 62 00.

Check it out

Die Frage ist: 'Warum gibt es noch kein *ELRAD*-Archiv auf CD-ROM?' Die Frage ist berechtigt, die Antwort einfach: Weil das mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln nicht so einfach ist.

Die Fülle der Schaltpläne, gefolgt von Formeln, schließt im Moment jede wirtschaftliche Umsetzung in Richtung elektronisches Medium aus. Die zu leistende Handarbeit würde bedeuten, daß wir jedes jemals erschienene Heft noch einmal produzieren müßten. Und eine einfache Umsetzung à la PDF kommt nach ausgiebiger Diskussion in der Redaktion nicht in Frage, weil der Nutzwert für den Leser einfach zu gering ist. Es wäre nämlich lediglich das Abbild der Zeitschrift auf dem Bildschirm, und die Vorteile würden letztlich nur darin bestehen, das Volumen der *ELRAD*-Sammlung zu reduzieren. Allenfalls hätte man noch die Möglichkeit, einen Beitrag mit 300 dpi auszudrucken statt zu kopieren.

Kurz und gut, zu einem sinnvollen Preis können wir Ihnen eine Volltext-*ELRAD* auf CD-ROM nicht anbieten – dafür aber derzeit einen sinnvollen Ersatz.

Sie suchen zum Beispiel einen Testbericht über ein Meßgerät? Idealerweise würden Sie den in der *ELRAD* suchen und nicht im Stern. Versuchen Sie zum gleichen Thema etwas im Web zu finden, wird Ihnen aber genau das zugemutet, trotz Lycos, Alta Vista und Co. Auch mit 'Advanced Query' und sinnvollst verknüpften Suchkriterien müssen Sie sinngemäß durch 'Brigitte' und 'Men's Health' surfen, um irgendwann schließlich das Gesuchte zu finden. Immer mit der Gewißheit im Hinterkopf, die beste Adresse zu verpassen.

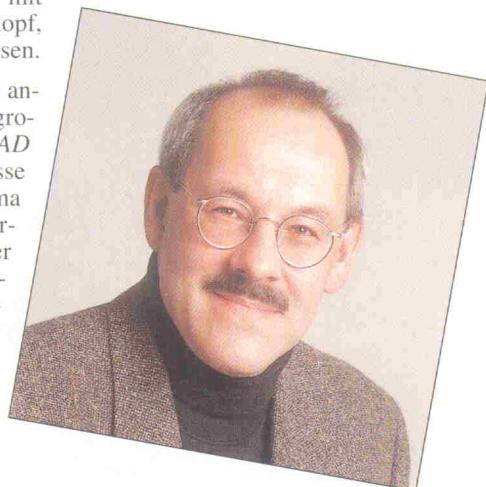
Hier möchte die Redaktion ansetzen und Ihnen zu den großen Rubriken der *ELRAD* jeweils eine Web-Adresse bieten, die Sie zum Thema vollständig und aktuell informiert sowie im Laufe der Zeit Volltexte zurückliegender *ELRAD*-Ausgaben bereitstellt. Im einzelnen werden Sie einen News-Ticker finden, der Sie täglich auf dem laufenden

hält. Selbstverständlich auch URLs, aber keine einfache Liste, sondern – soweit geschehen – von der Redaktion kritisch kommentiert. Und weil nicht jede gute Adresse eine Adresse im Web hat, gibt es auch Postanschriften. Die erste Rubrik mit eigenständigem Inhalt wird – siehe oben – die Meßtechnik sein. Gehen Sie doch mal rein, unter:

<http://www.heise.de/el/>

Hartmut Rogge

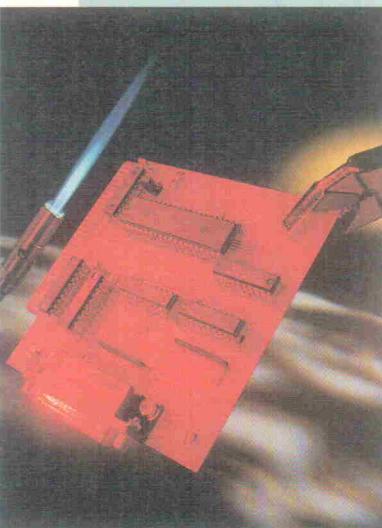
Hartmut Rogge



Design Corner

Heißer Wechsel

Wenn in einer Anlage ein einzelnes Modul zu tauschen ist, kann man dafür nicht einfach den Strom abschalten und den kompletten Prozeß stoppen: Die Unterbrechung in einem kontinuierlichen Herstellungsprozeß kostet unter Umständen Geld – schaltet man eine Flugsicherung ab, könnte das sogar Menschenleben gefährden.



Die Lösung für dieses heikle Problem lautet Live-Insertion. Ein neuer Chip von Siliconix soll gegen Überlast und Kurzschluß schützen und empfindliche Elektronik vor Spannungsspitzen bewahren.

Seite 30

PreView

Zwischenstand

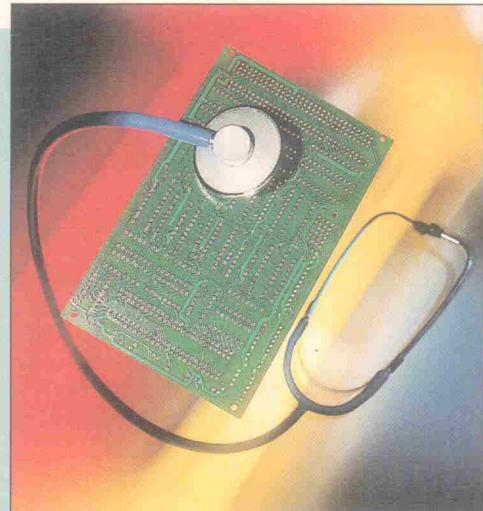
Damit ein Klassiker wie PSpice stets aktuell bleibt, ist ab und zu eine Frischzellen-Kur notwendig. MicroSim weiß dies und spendiert seinem Top-Produkt alle sechs Monate ein Update. Die neue Version 6.3 ist in diesem Zusammenhang als Zwischen-Release zu verstehen, die in erster Linie das Arbeiten angenehmer machen soll. Was sich seit der Umstellung auf die 32-Bit-Verarbeitung vor zwei Jahren alles getan hat und was nicht, beleuchtet der Testbericht ab

Seite 20

Marktreport

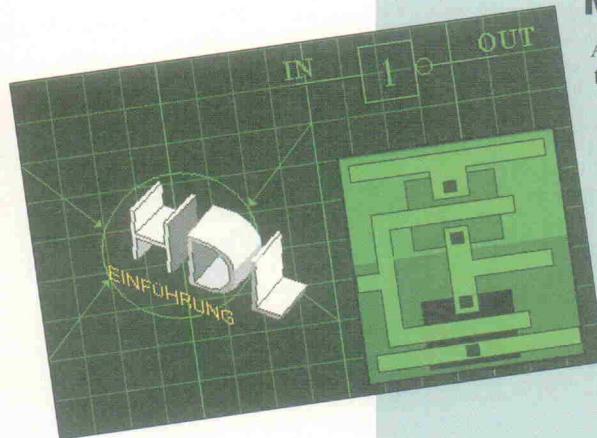
Auf Herz und Nieren

Der Entwicklungstrend bei Halbleitern und ICs – immer kleiner, immer schneller – führt zwangsläufig zu immer komplexeren und dichteren Leiterplatten-Layouts. Für den Entwickler und Designer von Hochgeschwindigkeitsschaltungen wird es zunehmend schwieriger 'per Auge' zu kontrollieren, ob sich die Signale auf den Leiterbahnen gegenseitig beeinflussen könnten. Eine solche rechnergesteuerte Herz- und-Nieren-Prüfung für PCBs bieten sogenannte EMV-Tools an. Welche aktuellen Werkzeuge es gibt und welche Konzepte sie verfolgen, beleuchtet der Beitrag auf



Seite 46

Entwicklung



Neue Zeiten

Angesichts steigender Designkomplexitäten wird in Zukunft kaum ein Entwickler um den Einsatz von Hardwarebeschreibungssprachen herumkommen. HDLs und Synthese gehören dabei zueinander wie das Huhn zum Ei. Bis dato besteht jedoch noch erheblicher Aufklärungsbedarf, was es mit Entities und Architectures, Modules und Tasks auf sich hat. Die beiden wichtigsten Vertreter dieser Sprachkreationen, VHDL und Verilog, werden deshalb in diesem Beitrag genauer unter die Lupe genommen.

Seite 42



PreView

Code-Schmiede

Per Grafik den Schaltplan eingegeben, ein Knopfdruck und schon kommt fertiger VHDL-Code heraus. Das wäre die Erfüllung so mancher Entwickler-Träume. Zur Erzeugung von VHDL mit dem CompLib bedarf es jedoch etwas mehr. Was der automatische Code-Generator nebst Schematic Editor leistet – und was Anwender noch selbst dazusteuern müssen, klärt das PreView ab

Seite 28



Starterkit mit TI MSP430

Schaltungssimulation
MicroSim PSpice 6.3

Den Sprung wagen
Was ist HDL?

Heißer Wechsel
Spezial-HC für Live-Insertion

Der Gehilfe
PLD-Entwicklungs-Tool
MACHXL Assist

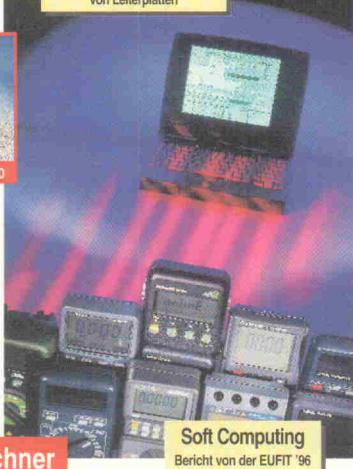
DMM am Rechner

PC-Software für Handmultimeter

H 5345
DM 7,50
05 60,- grfr 7,50
HS 10,- FF 25,-

Barcode
6394148302501

PCB-Design
Werkzeuge für die EMV-Analyse von Leiterplatten



Soft Computing
Bericht von der EUFIT '96

SEITE 24

SEITE 20

SEITE 42

SEITE 30

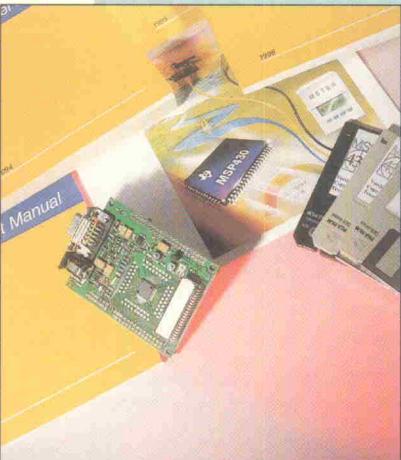
SEITE 33

SEITE 60

46 SEITE

14 SEITE

Design Corner



Leichtgewicht

Tragbare Meßgeräte oder Verbrauchszähler leben vom 'Saft' der Primärzellen oder Akkumulatoren. Damit solche Applikationen möglichst lange ohne Batteriewechsel oder Nachladen laufen, muß der integrierte Mikrocontroller möglichst hohe Leistung bei niedriger Stromaufnahme bringen. TI geht mit dem MSP430 in diese Richtung. Das jetzt erhältliche Starterkit offenbart seine Werte ab

Seite 24

Inhalt 10/96

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	10
EDA	11
Meßtechnik	12
Elektromechanik	13
Soft-Computing-Kongreß EUFIT '96	14
Medien	16

Test

PreView: Zwischenstand MicroSim PSpice Version 6.3	20
PreView: Code-Schmiede CompLib VHDL Schematic & Editor	28
PreView: Gehilfe MACHXL Assist	33
PreView: Maßgeschneidert Hochleistungssynthese für CPLDs, FPGAs und ASICs	39
DMM am Rechner	
PC-Meßsysteme mit digitalen Handmultimetern	60

Markt

Marktreport: Auf Herz und Nieren EMV-Tools für die Leiterplatten-Entwicklung	46
--	----

Projekt

Digital-Audio-Monitor (2)	
DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten	51

Entwicklung

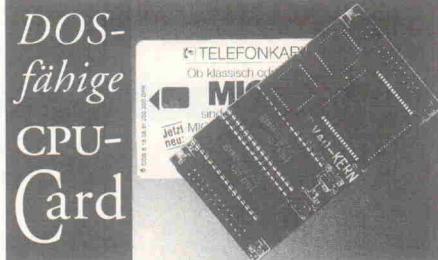
Design Corner: Leichtgewicht	
Starterkit für TIs Low-Power-Controller MSP430	24
Design Corner: Heißer Wechsel	
Live-Insertion mit dem Si9750	30

Grundlagen

Neue Zeiten	
Schaltungsentwicklung mit VHDL und Verilog	42
Signal Processing (11)	
Digitale Signalverarbeitung: Nachhall, FIR- und IIR-Filter	70
Die ELRAD-Laborblätter	
Analogtechnik (6), Stromversorgungen	74

Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	9
Radio & TV: Programmtips	18
Bücher	69
Die Inserenten	89
Impressum	89
Dies & Das	90
Vorschau	90



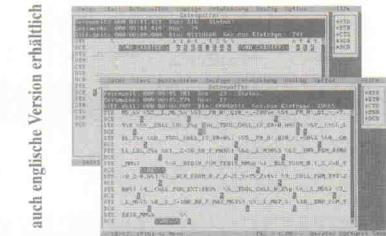
im Scheckkartenformat 54 x 96 mm

- 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, Evaluation-Board, Netzteil 498,-

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

PAS Protokoll Analyse + Simulation 918,-
PAS Lite-Version (ohne Simulation) 573,-



PAS ist ein leistungsfähiges Programm zur Überwachung, Analyse und Simulation von seriellen Daten (RS 232, optional RS 422/485) und deren übergeordneten Protokollen. 4 versch. Betriebsmodi • Impulsdiagramm • div. Datendarstellungen • Timinganalyse • Triggerfunktion • Aufzeichnung in Datei

Simulation: C/Pascal-ähnliche Programmiersprache • Simulationsprogramm wird in Maschinensprache übersetzt • getrennte Definition von Protokoll- u. Datenebene • Timeouterkennung • Standardprotokolle (z.B. 3964R) und Adapterkabel im Lieferumfang enthalten.

Fordern Sie kostenlos Infos und eine Demo-Version an.

Quintec Software GmbH, Am Hörnbach 5, 82396 Pähl, Tel: 08808/9200-24, Fax: 08808/9200-29

Handleranfragen für Österreich und Schweiz erwünscht.

Industrie PC Gehäuse Von Experten für Experten

WINGTOP mit CE/EMV



DISPLAY

CE-Konformitätsnachweise

auf einen Blick . . .

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 Strahlungsschutz und Ergonomie von Bildschirmgeräten gemäß MPR und/oder TCO und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- Niederspannungsrichtlinie 73/23 und Änderungsrichtlinien. Prüfungen nach vielen europäischen, nationalen und internationalen Vorschriften wie z. B. : EN 60950 • EN 60204 • EN 50178 • EN 60601 • EN 60065 • EN 60335 • u.v.m.
- Nationale Prüfzeichen wie UL, CSA, VDE, Semko, Demko, usw.
- Modifikation gemäß der anzuwendenden Normen der Niederspannungsrichtlinie, Entwicklungen und Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt. Schulung und Beratung auf Kundenwunsch.



BPT-ZE-024/96-00

- 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, Prüfzeit, Entwicklung von maßgeschneiderten Prüfkonzepten usw. sprechen Sie uns an.

Obering. Berg & Lukowiak GmbH

Löhner Straße 157 32609 Hüllhorst

05744-1337

Fax 05744-2890

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

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

RS-422/485 dual Schnittstelle DM 159,-

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

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

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

Neu - Meß- und Regelmodul für den Printerport:
8 digital I/O DM 139,- XX 8 Relais 12Bit DM 129,-

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

PC-Meß-/Regeltechnik

PC-Speicher- und Oszilloskopkarte TP-206, 2 Kanal, 2 x 20 MHz

PC-Einstiegs- und Oszilloskopkarte 2 Taskkopf, 2x32 kByte intern, Speicher-osc. (2) 8-20 MHz, 5mV-20V/DIV oder AUTO, CH1/II ADD/ COMPT/ CHOP X-Y-Funktion, max. Eingang 600Vp-p bei Test 1:10, Spektrumanalyse (linearn 40 dB, 6Hz-5MHz), Mittelung über 1-200 Messungen mögl., Effektivwertmessgerät (TrueRMS/ peak-peak/ Mittel-/ max-/ min.wert/ dBm/ Leistung/ Crestfaktor/ Frequenz, Anzeige als 2/5-stellige Digitaldisplays, Ausgabe auch auf Drucker/ Plotter/ Diskette mit Datum und Zeit mögl., Meßrate v. 1<300s Meßwert), sowie Transientenrec. (Momentan/TRUE RMS/Mittel-/Max-/Min.wert, Meßrate 100Hz-1Messg. 300s, Meßdaten 1:30000->max. Meßzeit: bis 104 Tage), Abspeicherung: als Binär-ASCII-Daten, Druckfunktionen, Teststeiger ELRAD 1'95 ... **nur DM 1745,00**

Zweikanal-Meßmodul für Parallelport: Handyscope

ideal für Notebooks. Keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastrate frequenz bis 100 kHz (Zellbasis: 0,5ms-2s / DIV, 5mV-20V / DIV oder AUTO). Komplettsatz bestehend aus Oszilloskopmodul + programm (Funktionen wie oben, jedoch für langsame Messungen) und 2 Taskköpfen. **nur DM 880,-**

Weiterer Programm (Auszug): (AD-Karten < 60µs mit S & H !)

8-Bit-AD/DA, 1(Eing/2Aus)+1Ausg, 4 uni-/ bipolare Meßbar, per DIP-Sch. DM 175,-

wie vor, 8 Eing +2 Ausg, 8er per Softw.einstellb. (Eng. auch 0-10V) DM 215,-

wie vor, jedoch zu 24 Bit dig.I/O+4 Wechsler-Relais DM 395,-

isol.32-Kanal 12-Bit-AD-Karte 10ms, ± 5/8/10/20/25/50mV/±5V DM 715,-

16-Kanal 12-Bit AD/DA-Karte, 16AD/15us/224A, Eng. bei ±3125...5V DM 1012,-

per Softw. wählbar, DA 0-5/10 V, Auch IRQ/DMA-Messg. möglich. Inkl. C/Fas/Bas.

wie vor, jedoch AD: 25us, Eng. bei ±0,3125...10V DM 1012,-

24-Bit dig.I/O-Karte In 8-er Gruppen auf Eng/Ausg probgar DM 125,-

48-Bit dig.I/O-Karte In 8-er Gruppen auf Eng/Ausg probgar, mit IRQ DM 305,-

IEEE-488-Karte, mit NEC LPD7210, NI PCIa-kompatibel, inkl. Treiber DM 518,-

FIFO-4-Port RS-232 + 3 Parallelports (2 bidirektional) + 1 GAME/16Bit DM 95,-

RS-232-Isolatormodul DM250,- *****Über weitere Artikel im Programm...

Tel.: (07181) 97 88 0 10 neuf: Fax-
Anr. beantwort.: (07181) 97 88 0 11 Infoabruf

Fax: (07181) 97 88 0 20 Anleitung auf
Fax-Infoabruf: (07181) 97 88 0 21 abhören.

bitzer
Digitaltechnik
Postfach 1133 - 73614 Schorndorf

Display-Anzeigen

Unser
Anzeigenplatz
für den
„schnellen Blick-Kontakt“

Wir beraten Sie gern:
0511/5352-164, -219

ELRAD

Netzteilnachschlag

In *ELRAD* 8/96 testete die Redaktion 15 Labornetzgeräte mit zwei regelbaren Ausgängen. Einer der Testkandidaten, das Amrel LPS304, fiel durch ungenaue Spannungsangabe auf. Dazu erreichte die Redaktion folgende Zuschrift:

Der Test Labornetzgeräte hat mein besonderes Interesse gefunden, da diese Geräte bekanntlich zur Grundausrüstung jedes Elektroniklabors gehören. Dabei hat mich das schlechte Abschneiden des Amrel LPS304 überrascht. Ich besitze selbst das LPS301, den kleineren Bruder, mit dem ich sehr zufrieden bin. Zwar hat das Gerät im Vergleich zum LPS304 nur einen regelbaren Ausgang, die technische Konzeption dürfte aber sonst identisch sein. Zur ungenauen Anzeige ist anzumerken, daß sich Spannungs- wie auch Stromanzeige mit Hilfe eines guten Digtalmultimeters softwaremäßig über die Tastatur kalibrieren lassen. Das kann der Benutzer jedoch nicht wissen, da die Bedienungsanleitung dies verschweigt. Nach durchgeführter Kalibrierung verfügt mein Gerät über eine sehr genaue Anzeige mit einer Abweichung von allenfalls ± 1 oder ± 2 Digits. Auch die Spannungsvorwahl ist sehr präzise. Wenn ich an meinem LPS301 über die Tastatur 10,0 V eingebe, liegen auch tatsächlich 10,0 V am Ausgang an. Hier ein paar Abweichungen für verschiedene Spannungen: 1 V mit 0,17 %, 5 V mit 0,07 %, 10 V mit 0,02 % und 32 V mit 0,01 %.

Michael Linnmann
41564 Kaarst

Mangels der Vergleichsmöglichkeit mit einem LPS301 können wir eine technisch identische Konzeption des getesteten LPS304 nur vermuten. Das Gerät, welches *ELRAD* vom Distributor zum Test gestellt bekommen hat, wies allerdings ein für Labornetzgeräte nicht akzeptables Verhalten auf. Eingesetzt auf 10 V waren über 11 V an den Polklemmen zu messen. Im Testbericht vermuteten wir daher einen Fehler im Meßwerk. Auf die Kalibrierfunktion erhielten wir vom Distributor keinen Hinweis und auch die Amrel-Website führte diese Funktion nur für Geräte des Typs LPS301...303 auf. Jedoch bestätigten inzwischen ein Amrel-Mitarbeiter sowie ein weiterer Distributor die Kalibrierfunktion auch für das LPS304. Sie soll im aktuellen Handbuch auch vermerkt sein.

Allerdings hätte die Stromversorgung von Anfang an korrekte Spannungen liefern müssen, da diese Geräte laut Hersteller alle kalibriert werden und sich nach Bestehen eines 12-Stunden-Burn-ins einem weiteren Test auf Genauigkeit der Spannungsangabe unterziehen müssen. Damit dürften eigentlich nur geprüfte Einheiten das Werk verlassen. Leider können wir diesen Punkt nicht weiter untersuchen, da uns der Prüfling nicht mehr zur Verfügung steht. Wahrscheinlich hätte eine Kalibrierung den Absolutwert der Spannung korrigiert, aber nicht die Einstellgenauigkeit verbessert. Laut Spezifikation soll sich die Ausgangsspannung in Schritten von 10 mV einstellen lassen. Die ausgegebene Spannung ließ sich aber nur in Schritten von 8...18 mV ändern. Zusammen mit der komplizierten Spannungseingabe, die man ohne Handbuch nicht zustande bringt (es haben sich mehrere erfahrene Ingenieure erfolglos daran versucht), führte das zu unserer Kritik an der Konzeption des LPS304.



Ein Nachtrag zum Test: Das Foto des Labornetzgerätes Toellner TOE8722 war in *ELRAD* 8/96 gleich doppelt abgedruckt. Auf Seite 61 rechts oben hätte man aber eigentlich das Thurlby Thandar (Vertrieb Telemeter, Donauwörth) sehen sollen. Wir bitten um Verzeihung für diese Verwechslung und reichen das richtige Bild hiermit nach.
Red.

Andere Symbole

Zur Beitragsreihe Symbolisch Rechnen (*ELRAD* 4...6/96) erreichte uns folgende Zuschrift:

Ich halte den Ansatz, Gleichungssysteme mit Kleinsignalmodellen aufzustellen und symbolisch zu lösen, für sehr gewagt. Bei Schaltungen mit nichtlinearen Bauteilen ist der Arbeitspunkt oft nicht einfach zu bestimmen. Der Arbeitspunkt bestimmt aber maßgeb-

lich die Ergebnisse. Unter diesen Umständen täuscht das symbolische Resultat eine hohe Genauigkeit nur vor.

Das zitierte Verfahren ist aus diesem Grund lediglich in Verbindung mit numerischen Iterationsverfahren sicher anwendbar. Ohne Iteration sind die erzielbaren Ergebnisse äußerst zweifelhaft. Ich bediene mich zur Schaltungsdimensionierung auch eines symbolischen Algebaprogramms (GNU CALC), gehe aber grundsätzlich anders vor.

Ausgangspunkt ist eine SPICE-Netzliste mit symbolischen Parametern. Hieraus erstellt ein Übersetzungssprogramm ein im allgemeinen nichtlineares Gleichungssystem. Dieses wird möglichst ohne Linearisierung stufenweise gelöst. Hierzu löst man interaktiv Gleichung für Gleichung nach einer (jeweils uninteressanten) Knotenspannung auf und setzt das Zwischenresultat in alle anderen Gleichungen ein, bis eine Gleichung für die Ausgangsspannung übrigbleibt. Diese Gleichung ist im allgemeinen nicht mehr analytisch nach der Ausgangsspannung auflösbar. Aber man gewinnt aus ihr oft leicht den Arbeitspunkt. Die Übertragungsfunktion erhält man außerdem über eine Reihenentwicklung, deren Fehler gut abschätzbar ist.

Dr. Ulrich Backes

Es ist natürlich richtig, daß Komponenten wie Transistoren und Dioden nichtlineare Elemente sind und daß ihr Verhalten vom Arbeitspunkt abhängig ist.

Allerdings werden hier verschiedene Sichtweisen vermischt: Nichtlineares Verhalten hat mit

einer Kleinsignalanalyse nichts zu tun. Vielmehr erfolgt eine Kleinsignalanalyse ausschließlich mit linearen Netzwerkelementen und Modellen, die – wie schon im zweiten Teil der Artikelreihe (*ELRAD* 5/96, S. 78 ff.) erläutert – für nichtlineare Elemente aus der direkten Netzwerkinterpretation der linearen Koeffizienten einer Taylor-Reihe entstehen. Dabei ist das entstehende Ersatznetzwerk als solches (z. B. Hybridsatzschaltbild, SPICE-Kleinsignalersatzschaltbild, stromgesteuerte Stromquelle) unabhängig vom Arbeitspunkt, nicht aber die numerischen Werte der Elemente.

Das linearisierte Großsignalersatzschaltbild einer Diode läßt sich im gesamten Arbeitsbereich als Leitwert G mit Parallelstromquelle angeben (im Kleinsignalersatzschaltbild verbleibt davon nur der Leitwert). Die Größe von G wie auch der Wert des Quellenstroms hängen dabei selbstverständlich vom Arbeitspunkt ab. Übrigens geht SPICE bei der AC-Analyse intern genauso vor: Es arbeitet mit einem festen Kleinsignalersatzschaltbild und variiert lediglich die numerischen Größen der Bauelemente bei der Simulation. (Die AC-Analyse von SPICE ist wohl allgemein anerkannt).

Damit täuscht die symbolische Analyse auch keine übertriebene Genauigkeit vor, im Gegenteil. Sie gestattet es, völlig unabhängig vom Arbeitspunkt eine Kleinsignalanalyse durchzuführen. In der Tat kann sie sogar noch mehr:

In der Artikelreihe ist nämlich die Dimensionierung noch nicht eingehend angesprochen worden. Ein kleiner Hinweis dazu findet sich jedoch schon in dem Abschnitt über die Super-

Kühlen lautlos: Lüfter

Kugelgelagert bürgen sie für Qualität.
Wir bieten viele Bauformen.

Nehmen Sie uns beim Wort.

Elektrosil

Systeme der Elektronik
Eine Rechte + De-Massari-Unternehmung

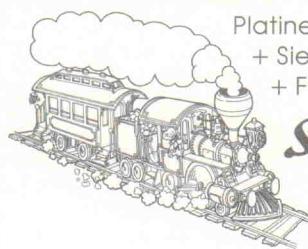
Hellgrundweg 109
22525 Hamburg
Telefon (040) 84 40 40
Telefax (040) 84 40 50

We try harder



DISPLAY

auf einen Blick . . .



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

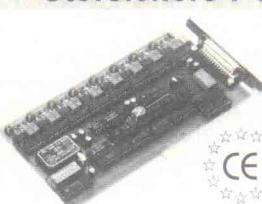
4 Lagen 358,80 DM

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

Störsichere PC-Karten



- galvanische Trennung
- industrielle Ausführung
- EMV-gerecht
- direkter Anschluß an SPS
- Peripherieanschuß über SUB-D-Stecker

• Mitutoyo-Interface
Anschluß von Schieblehre, Bügelmessschraube usw.

- Zählerkarte
Ereigniszählung, Zeit-, Frequenzmessung
- Meßdatenerfassung über RS232C
Digital I/O, Analogwerte, Zähler, Frequenzmesser
- Sonderentwicklungen
Hard- und Software



Schreiben Sie uns, faxen Sie uns, oder rufen Sie einfach an. Ihr ERMA-Team steht Ihnen jederzeit zur Verfügung.

ERMA-Electronic GmbH - 78194 Immendingen
Max-Eyth-Str.8 - Tel. (07462) 7381 - Fax 7554

ERMA
Electronic GmbH

ALL-07A: Programmiert z. Zt. etwa 4000 Bausteine! Grundgerät mit DIP-40 Sockel, Anschlußkabel, Software und CPL-Startkarte 3.0. Anschluß über die PC-Druckerschnittstelle. Integriertes Netzteil. 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

KEINE RÜSTKOSTEN

07264 1041-42 FAX 1043

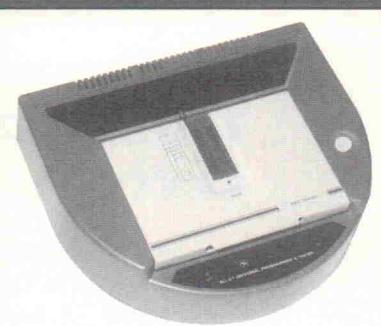
Ing. Büro Ringler Joh. Strauß Str. 40 74906 Bad Rappenau

ERMA
Electronic GmbH

HI-LO SYSTEMS

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

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



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

Autorisierte Vertriebspartner:

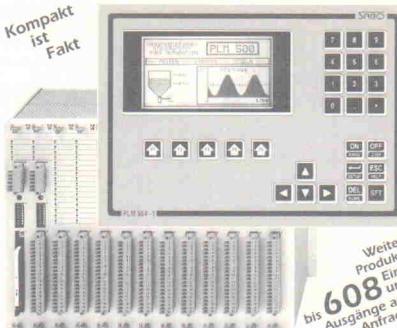
Berlin (030) 4631067
Leipzig (0341) 2118354
Hamburg (040) 38610100
Eschborn (06196) 45850
Stuttgart (07154) 8160810
München (089) 6018020
Schweiz (062) 7716944
Österreich (02236) 43179
Niederlande (03068) 83839

ELEKTRONIK LADEN

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

Modulares Bedien- und Steuersystem **PLM 554**

Kompakt
ist
Fakt



Weitere
Produkte
bis 608
Ein-
Ausgänge
auf
Anfrage

- Grafikfähiges LC-Display 16 Zeilen/40 Zeichen mit Beleuchtung
- Verschiedene Mikroprozessorbaugruppen, Siemens, Motorola, Intel
- Digitale und Analoge Signalverarbeitung bis 352 Ein- und Ausgänge
- Derzeit über 50 verschiedene Baugruppen verfügbar
- Analogbaugruppen mit direktem Anschluß für Meßsensoren
- Schnittstellen RS 232/485, sowie verschiedene Feldbus-Systeme
- Offengelegtes Bussystem für kundenspezifische Eigenentwicklungen
- Positionierbaugruppen mit schnellen Zähleingängen
- PCMCIA Steckplatz für SRAM-Verarbeitung

SABO

ELEKTRONIK GMBH

Schulstraße 7 a - 58239 Schwerte · Tel. 0 23 04 / 9 71 02-0 · Fax 9 71 02-22

dtk **DTK**
Computer

**DTK macht die Musik
bei Hauptplatinen**

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

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

DTK COMPUTER GMBH

AM MOOSFELD 21, 81829 MÜNCHEN, GERMANY
Tel.: 49-89-429115 Fax: 49-89-424830

ELZET
80
LIIIIII

BDETERM

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



ELZET 80 - Vaalser Str. 148 - D 52074 Aachen

knotenanalyse mit Fixatoren (ELRAD 5/96, S. 81 f.). Dank einer Modellierung von aktiven Bauelementen mit Fixatoren können systematisch Beziehungen für die umliegenden Widerstände abgeleitet werden, so daß das betreffende aktive Element den zuvor festgesetzten Arbeitspunkt einnehmen muß. Genau das ist auch der Sinn von Arbeitspunkteinstellungen durch Basisspannungsteiler oder ähnlichem. Es soll eben nicht dem Zufall überlassen werden, wo sich der Arbeitspunkt einstellt.

Darüber hinaus werden oft noch weitere schaltungstechnische Maßnahmen getroffen, um die Schaltungseigenschaften möglichst unabhängig vom Arbeitspunkt zu halten, wie zum Beispiel durch Gegenkopplung. So hängt bei einem guten Verstärker die Verstärkung in der Regel nicht von dem β der Transistoren ab, sondern nur von der Auslegung des Gegenkopplungsnetzwerks. In einem weiteren Beitrag der Artikelreihe wird die symbolische Approximation vorgestellt werden, die anhand der numerischen Werte der Schaltungselemente (auch der Arbeitspunktdaten) automatisch Näherungen der symbolischen Formeln erzeugt und so dominantes Schaltungsverhalten ableiten kann.

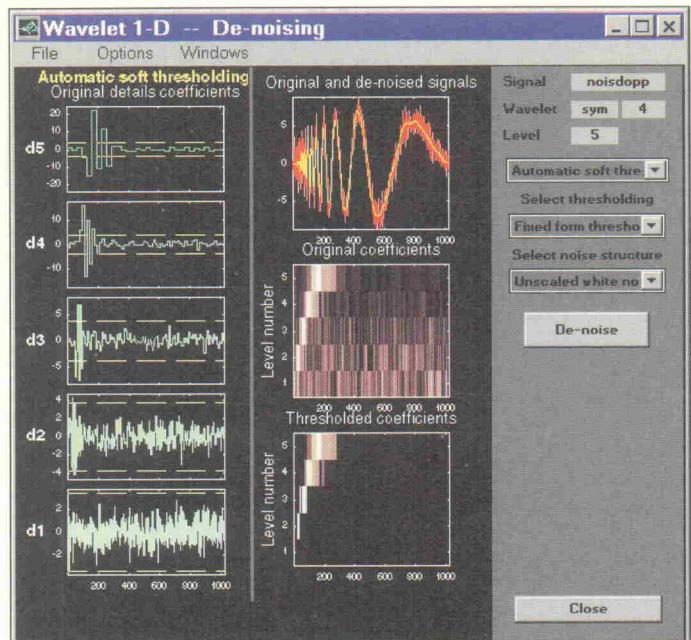
Dr. Ralf Sommer
67663 Kaiserslautern

Nachträge

Verloren

Analytisches Werkzeug, Softwarepakete für Datenanalyse und Präsentation, ELRAD 9/96, Seite 56

In Bild 5 des Artikels über Softwareprodukte für die Signalana-



Signalanalyse – Mathworks Wavelet-Toolbox für Matlab.

lyse und Offline-Auswertung von Meßdaten ist anstelle des vorgesehenen Demo-Bildschirms der Wavelet-Toolbox zum Programm Paket MatLab versehentlich ein Ausschnitt der direkt darüberliegenden Abbildung Nummer 4 abgedruckt. Der Vollständigkeit halber hier nun das ursprünglich vorgesehene Bild.

Vertauscht

aktuell, Meßtechnik zur MessComp 96, ELRAD 9/96, Seite 11

Bei den Meldungen 'Kürzer mit Spule' und 'Metall egal', in denen induktive Wegaufnehmer der Firma TWK-Elektronik (Düsseldorf) sowie neuartige induktive Näherungsschalter von Pepperl+Fuchs (München) beschrieben sind, wurden leider die Abbildungen vertauscht.

Verschlafen

AD-Mehrwert, Equivalent Time Sampling gegen die Grenzen des Abtast-Theorems, ELRAD 9/95, Seite 58

Im Artikel über die korrekte Erfassung schneller repetitiver Signale mit Hilfe von ETS sowie der entsprechenden Programmierung einer PC-Multifunktionskarte hat sich ein 'kleiner' Freudscher Fehler unbemerkt bis in die Druckerei durchgeschlichen. Im Einlauftext zum Artikel heißt es sinngemäß, Messungen mit '...Abtastraten unterhalb der halben Signalfrequenz...' führen normalerweise automatisch zu Datenverlust bei der Analog/Digital-Umsetzung. Richtig ist aber natürlich, daß dies bereits für Abtastraten zutrifft, die unterhalb der *zweifachen* Frequenz des aufgenommenen Signals liegen – was so glücklicherweise auch im weiteren

Verlauf des Artikels wiedergegeben war.

Verfehlt

Faktor 15, Starter-Kit für Intels MCS-251-Controller, ELRAD 8/96, Seite 33

Das vorgestellte Project-BUILDER-Kit von Intel zum MCS-251 vertreibt nicht die Firma Keil Elektronik, Grasbrunn. Es soll statt dessen bei den Intel-Distributoren Avnet E2000, München (Tel.: 0 89/4 51 10-01), Spoerle Electronic, Dreieich (Tel.: 0 61 03/3 04-0), und SEI Jermyn, Limburg (Tel.: 0 64 31/5 08-0), erhältlich sein. Spoerle vertreibt das Kit auch in Einzelstücken und nennt einen Preis von 341 DM plus Mehrwertsteuer.

Vertippt

aktuell-Meldungen 'FPGA-ASIC-Kombi' und 'Einzeller', ELRAD 9/96, Seite 22

Für die Bauelemente von Actel und Texas Instruments gerieten die URLs etwas durcheinander. Hier die korrekten:

Actel GmbH
→ <http://www.actel.com/>
oder

→ <http://ourworld.compuserve.com/homepages/Actel>

Texas Instruments Deutschland GmbH
→ <http://www.ti.com/>

Verändert

Flachmann, 486er-PC im Scheckkartenformat mit Eva-Board, ELRAD 9/96, Seite 78

Nach Erscheinen des Artikels teilte Epson mit, daß sich der Firmenname und die Telefonnummer geändert haben. Die vollständige Anschrift lautet jetzt:

EPSON Europe Electronics GmbH
Riesstr. 15
80992 München
→ 0 89/1 40 05-0
→ 0 89/1 40 05-1 10



EGS
Elektronik-Gruppe
Hamburg

Wir stellen aus:
electronica 1996
Halle 7, Stand C20

**FÜR STECKER EINE SICHERE
VERBINDUNG: GETRONIC**



KEL, Kun Yen Electronic, Panduit – namhafte Steckverbinder-Hersteller garantieren im Vertriebsprogramm der Getronic optimale Vielfalt. Sie interessieren sich für Sockel und Standard-Steckverbinder, für High-Density-Steckverbinder in konventioneller und SMD-Technik, für kundenspezifische Lösungen oder für kostengünstige Steckverbinder mit hohem Qualitäts-Level... dann sprechen Sie jetzt 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

DISPLAY

Aktuelle Elektronik auf einen Blick ...

Leiterplatten Eilservice Musterservice

einseitig * doppelseitig * 4 Lagen Multilayer

HAL * Lötkontakt * Positionsdruck

nach Gerber oder EAGLE-Daten

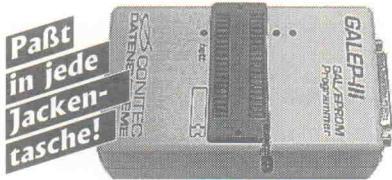
Präzisionsfotoplottservice

Infos und Preisliste auch per DFÜ abrufbar!



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

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** (Wechselstrom); Anschluß am Druckerport
- Liest Hex-, Jede- 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. 11 c • Tel. 08071/9252-0 • Fax 9252-33

messcomp Datentechnik GmbH

PC-Meßtechnik & Programmiergeräte

ADIODA-12 8'12Bit A/D, 1'12Bit D/A, PGA, DC/DC, 24'IO DM 598,00

ADIODA-13 16'12Bit A/D diff. Potential trennung, FIFO, DLL-Treiber DM 696,90

ADIODA-12 32'12Bit A/D, 4'12Bit D/A, PGA, DC/DC, 24'IO DM 1127,00

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

PCL-745B 2' optoisolierter RS422/485 Schnittstelle mit FIFO DM 437,00

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

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

Katalog gratis!

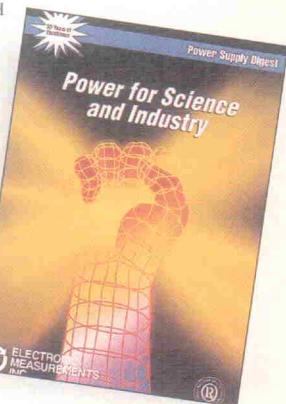
Firmenschriften und Kataloge

Der Rutroniker

Die Hauszeitschrift des Distributors Rutronik bietet neben der Präsentation eigener Produkte auch praxisnahe Beiträge für den Entwickler. 'Der Rutroniker' widmet sich beispielsweise in Ausgabe 27/96 den passiven Bauelementen, wie der Dimensionierung von Leistungsübertragern oder den Grundlagen von NTCs und PTCs.

Passive Bauelemente spielen auch für EMV-gerechtes Design eine große Rolle. Zu diesem Thema gibt Rutronik eine Übersichtsbroschüre heraus. Darin findet der Entwickler das Produktspektrum von Ferriten über Drosseln, Funkentstörkondensatoren und Filtersteckern bis zu Überspannungsschutzdioden. Weitere Informationen bei:

Rutronik Elektronische Bauelemente GmbH
Industriestraße 2
75228 Springen
0 72 31/8 01-0
0 72 31/8 22 82



Strom mit Format

Mit Leistungen von 600 W bis 15 kW bietet die Electronic Measurements Inc. aus den USA ein breites Angebot an Stromversorgungen für Burn-Ins, DC-Motoren, Elektrolysen und ähnliche Anwendungen. Ein Übersichtskatalog stellt die 19-Zoll-Geräte vor: Die maximalen Ausgangsspannungen reichen von 7,5...600 V(DC) bei maximalen Strömen von 1,6...600 A. Alle Geräte lassen sich spannungs- oder stromkonstant von Null bis zum Endwert regeln oder über eine 0...10-V-Schnittstelle fernprogrammieren. Optional ist zur Ansteuerung ein RS232- oder IEEE448-Interface mit 12 oder 16 Bit Auflösung erhältlich. Den Übersichtskatalog und weitere Informationen gibt's bei:

Schulz Electronic GmbH
Postfach 11 01 18
76487 Baden-Baden
0 72 23/96 36-0
0 72 23/96 36-90

PC-Cards

Bis sich der Begriff PC-Card für die gute alte PCMCIA-Karte etabliert hat, dauert es wohl noch eine Weile. Das zungenbrecherische alte Akronym hat sich so gut festgesetzt, daß die Firma Knitter ihren brandneuen Katalog 'PCMCIA Memory Cards und Zubehör' nennt. Schließlich tun das die Hersteller von Karten und Geräten genau so.

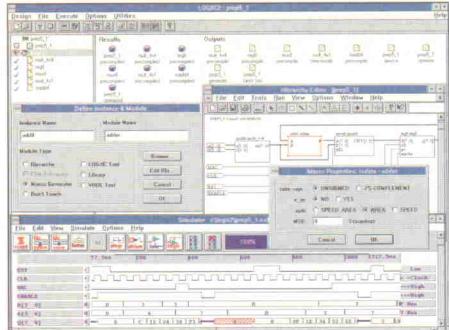
Neu im Programm von Knitter sind Flash-ATA-Karten in Größen von 4...20 MByte, die sich wie eine Festplatte verhalten, jedoch Zugriffszeiten von bis zu 20 MByte/s bieten. SRAM-Karten sind jetzt bis zur Größe von 6 MByte erhältlich. Weiterhin führt der Katalog Flash-EPROM-Karten von AMD bis 32 MByte und 5-V-Flash-Karten mit ATMELE Chips bis zu 8 MByte auf. Im Abschnitt Zubehör versammeln sich eine umfangreiche Auswahl an Steckverbindern sowie Schreib-/Lesegeräten für jede Applikation. Neu ist ein 3,5-Zoll-Diskettenlaufwerk mit integriertem Kartensteckplatz.

Knitter & Co.KG
Postfach 10 02 33
85593 Baldham
0 81 06/36 21-0
0 81 06/36 21 40



Günstig eingestiegen

Die neue LOG/iC2 CL Serie der Firma Isdata ermöglicht die Designeingabe, Synthese und Simulation für PLDs, CPLDs und FPGAs zum kleinen Preis. CL steht hierbei für Cell Limited und macht den Unterschied zur Vollversion deutlich – LOG/iC2 CL unterstützt alle PLDs und CPLDs bis 96 Makrozellen beziehungsweise 3000 Gatter im FPGA-Bereich. Das Tool erlaubt eine Designeingabe in VHDL, boolesche Gleichungen, Funktionstabellen, State Machines, Makros oder mit Hilfe von 74xx-Standard-TTL-Bibliothekselementen. Ein integrierter Makrogenerator synthetisiert die regelmäßigen Strukturen der Schaltung, also beispielsweise Zähler, Schieberegister oder Addierer. Für die CPLD-Synthese kommt der FACT-Algorithmus zum Einsatz, zur FPGA-Synthese bedient man sich TOS. Anschließend wird die synthetisierte Schaltung im entsprechenden Format (XNF, ADL ...) an die herstellereigenen Place and Route Tools weiter-



gegeben. Ein Simulator ermöglicht die Analyse von Teilschaltungen oder des gesamten Designs. Die Testvektorgenerierung kann dabei interaktiv per Mausklick oder über Verilog-Stimuli erfolgen. LOG/iC2 CL gibt es in vier Versionen für Standard-PLDs, CPLD, LCAs und FPGAs. Das Paket lässt sich modular zur Vollversion aufrüsten, der CL-Einstiegspreis liegt bei 980 DM.

Isdata GmbH
Daimlerstraße 51
76185 Karlsruhe
☎ 07 21-75 10 87
📠 07 21-75 26 34
→ <http://www.isdata.com>

Automatisch testen

Die Version 3.5 des PLDesigner-XL von Minc wurde um einen Generator zur Erzeugung von Simulationsmodelle erweitert. Für die genaue Timing-Simulation nach dem Place and Route produziert der PLDesigner automatisch VHDL- oder Verilog-Timing-Modelle inklusive Testbench. Diese können sofort an die Simulatoren von Mentor Graphics (QuickHDL), Cadence (Verilog-XL), Veribest (Verilog Simulator), Data I/O (Synario), Viewlogic (VIEWsim) oder OrCAD (Simulate) übergeben werden. Den Modellgenerator gibt es in zwei Ausführungen: das Standardpaket für Bausteine mittlerer Geschwindigkeit und den Advanced Generator. Letzterer erzeugt komplexe Modelle, die zusätzlich zu den Verzögerungszeiten zwischen Ein- und Ausgängen sowie Setup-Zeiten auch die spezifischen Baustein-Ti-

ming-Parameter und die Laufzeiten entlang der internen Verdrahtungsleitungen berücksichtigt – was insbesondere bei komplexen SRAM-FPGAs von Bedeutung ist. In beiden Paketen wird zusätzlich auch ohne die explizite Simulation ein detaillierter Report über die Durchlaufzeiten im gewählten Baustein erzeugt. Der PLDesigner-XL ist auf PCs unter Windows 3.1, 95 und NT mit mindestens 16 MByte RAM ab 4950 DM erhältlich. Upgrade-Angebote für Besitzer von MACHXL3, MACHXL5 oder älteren PLDesigner-XL-Versionen hält iNt bereit.

iNt GmbH
Bunsenstraße 6
82152 Martinsried
☎ 0 89/8 57 66 67
📠 0 89/8 56 12 13
→ <http://www.minc.com>

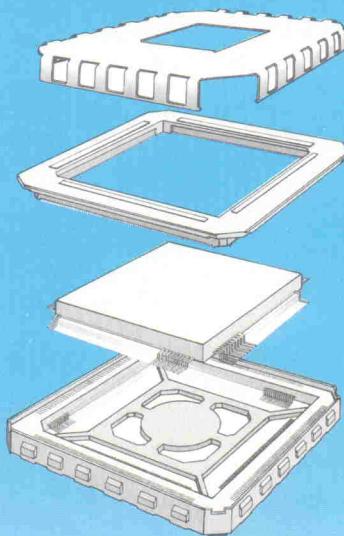
Analoges Verhalten

Bezog sich die Simulation von Verhaltensmodellen bislang auf rein digitale Schaltungen, verspricht Meta Software mit ihrem HspiceHDLA nun auch die Einbindung von analogen Bausteinen in Mixed-Signal-Systeme. Hspice HDLA basiert auf der von OVI (Open Verilog International) angekündigten Verilog-A-Sprache für analoge Schaltungen – einem Subset der Hardwarebeschreibungssprache Verilog. Mit HspiceHDLA können exakte Modelle für hochkomplexe Strukturen wie zum Beispiel SOI (Silicon On Insulator), TFT (Thin Film Transistor) oder für neue Strukturen von Flash-Speichern analysiert werden. Da für analoge Komponenten Modelle aus Verilog-A erzeugt werden, entsprechen diese einer allgemeinen Spezifikation und demzufolge auch der eines gesamten Systems. Das

Tool von Meta Software zielt insbesondere auf gemischt digital/analoge Systeme im Telekom- und Automobilbereich – hier muß man bislang einen vergleichsweise hohen Zeitaufwand in die Simulation von analogen Modellen investieren. Die Simulationsdaten der digitalen Seite kommen aus Spice, die analogen Modelle müssen in Verilog-A erzeugt und kompiliert werden. Anschließend führt man diese beiden Datensätze zusammen und übergibt sie an HspiceHDLA zur Analyse auf Verhaltensebene.

Meta Software SA
Chemin des Curtils
Ch-1261 Le Vaud
Schweiz
☎ (41) 22-3 66 27 01
📠 (41) 22-3 66 37 61
→ <http://www.metasw.com>

Spitzen-technologie für Ihren Fortschritt

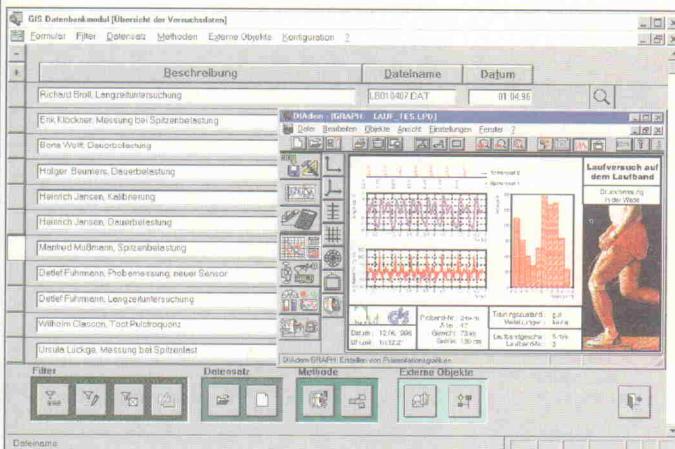


QFP-Sockel z. B. für Siemens SAB 165

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

 **YAMAICHI**
ELECTRONICS

DEUTSCHLAND GMBH
Karl-Schmid-Str. 9
D-81829 München
Tel. 089/4510 21-0
Fax 089/4510 2110



Brücke zu Access

Die Aachener Softwareschmiede GfS hat ihrem Paket DIADEM 2.0 ein neues Modul hinzugefügt. Es stellt eine Brücke zu MS Access her. Die Datenbankanwendung ist so gestaltet, daß sie für Bereiche wie Maschinenbau, Chemie, Verfahrenstechnik und Umwelttechnik dienen kann. Die 'Intelligenz' liegt in DIADEM selbst. Die Datenbank Access wird damit praktisch zu einem Modul von DIA-

dem. Damit kann der Nutzer ohne eingehende Access-Kenntnisse seine Meßdaten verwalten sowie Auswerteroutinen, ihre Ergebnisse und die unterschiedlichsten Meßvorgänge nach seinen Kriterien speichern und aktivieren.

GfS mbH
Pascalstraße 17
52076 Aachen
0 24 08/60 11
0 24 08/60 19



Autonome PCMCIA-Karte

Das Zentrum Mikroelektronik Dresden (ZMD GmbH) hat eine multifunktionale PC Card für die Meßtechnik entwickelt. Clou der Karte ist ihr Einsatz im Stand-alone-Modus, das heißt, sie kann, nachdem ein Anwendungsprogramm geladen wurde, autark ihre Aufgaben erfüllen. Die Ausstattung der 'Data Acquisition Card' besteht aus 8 single-ended A/D-Kanälen (12 Bit)

mit Eingangsspannungsbereichen von ± 1 V, ± 2 V, ± 5 V und ± 10 V. Weiter stehen zwei 12-Bit-D/A-Kanäle und ein 16-Bit-Digital-I/O-Port zur Verfügung.

SHD
Arnoldstr. 19
40479 Düsseldorf
0 21172 34 25
0 21177 47 53

Made in Südafrika

Neu im Vertrieb des PC-Meßtechnikspezialisten Meilhaus Electronic sind Multifunktionskarten des südafrikanischen Herstellers Eagle. Das erste Produkt läuft unter der Bezeichnung PC-30F/E und birgt einen 12-Bit-A/D-Wandler mit 330 kHz Summenabtastrate. Die 16 massebezogenen oder acht differentiellen Analogeingänge sind für Eingangsverstärkungen von 1...1000 konfigurierbar. Optional lassen sich vier oder

16 A/D-Kanäle mit einer S/H-Stufe ausstatten. Zwecks Analogausgabe stehen zwei 12-Bit- sowie zwei 8-Bit-D/A-Kanäle mit Umsetzraten von maximal 100 kHz bereit. 24 TTL-kompatible digitale Ein-/Ausgänge runden die Funktionalität der Karte ab.

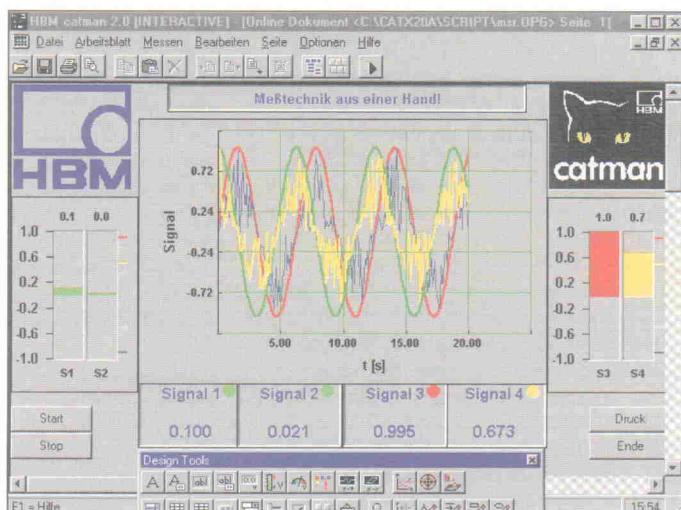
Meilhaus Electronic GmbH
Fischerstr. 2
82178 Puchheim
0 89/8 90 16 60
0 89/80 83 16

Messen am Druckerport

Beim Spider8 ist alles Meßtechnische in einem etwa notebook-kleinen Gehäuse untergebracht. Die Verbindung zum PC erfolgt über den Druckerport. Jeder Meßkanal verfügt über eine Speisung für passive Aufnehmer, Verstärker, Filter und einen eigenen ADC. Alle Umsetzer arbeiten synchron und liefern bis zu 9600 Meßwerte/s mit einer maximal 16 Bit. Vier Meßverstärker mit einer Trägerfrequenz von 4,8 kHz erlauben die Erfas-

sung von Druck, Kraft, Weg und anderen mechanischen Größen mit DMS- und Induktivaufnehmern. Der Spider8 ist auf acht Kanäle in einem Gerät oder auf 64 Kanäle mit acht Geräten erweiterbar. Zum Lieferumfang gehört ein kleines Softwarepaket für MS Windows.

HBM GmbH
Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt
0 61 51/8 03-0
0 61 51/8 03-2 88



Klaus Lange Motorola 68HC11

Einführung in die Programmierung

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 Mikrocontrollern 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
mit Platine und Diskette
DM 119,-/öS 928,-/fr 119,-
ISBN 3-88229-053-6



Verlag Heinz Heise, Heisterkampstraße 7, 30625 Hannover

Elektromechanik

High-Tech-Taster

Wieviel Know-how man in ein so simples Bauteil wie einen Taster hineinstecken kann, sieht man an dem Modell Cramtron. Der Taster arbeitet ohne spürbare mechanische Bewegung und ist hermetisch verschlossen. Das Gehäuse aus Edelstahl hat eine Bauhöhe von nur 6,4 mm bei einem Durchmesser von 25 mm.

Darin befindet sich nach Herstellerangaben ein ASIC, das folgende Features ermöglicht: Ansprechschutz gegen Vibrationen und Schläge, Speisespannungsbereich 4,5...30 V, Verpolungsschutz und kurzschlüsse fester Ausgang, Funktionsüberwachung über zusätzlichen Anschluß, Funktion wahlweise als Taster, Umschaltkontakt oder beides zusammen, akustische oder optische Rückmeldung möglich.

Bis 160 Kontakte

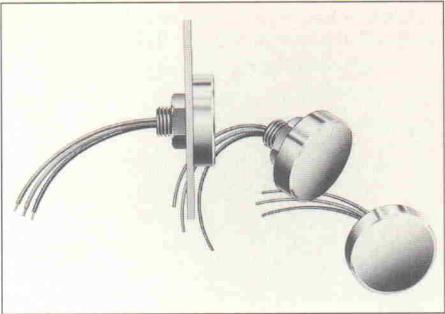
Beeindruckend präsentiert sich der neue Steckverbinder der Firma ODU mit seinen 160 Kontakten. Nach Herstellerangaben sind besonders die hohe Kontaktdichte, die Crimpverbindung für die Anschlußdrähte und der niedrige Preis hervorzuheben. Die Strombelastung kann bis zu 6 A bei einem maximalen Anschlußquerschnitt von AWG 22 betragen – die Lebensdauer ist ausgelegt auf mindestens 500 Steckzyklen.



ODU-Steckverbindungssysteme
Pregelstraße 11
84453 Mühldorf
0 86 31/6 15 60
0 86 31/61 56-49

Folientastatur vom Meter

Eine für Entwickler interessante Folientastatur wird von der Firma Elektrosil angeboten: Diese Prototypen-Tastatur ist ein Keyboard mit 50 Tasten und sechs Flachkabelanschlüssen in X-Y-Matrix. Der Clou: Die Tastatur kann auf jede gewünschte Tastenanzahl mit der Schere zugeschnitten werden. Dadurch erhält der Entwickler die Möglichkeit, die Tastatur bereits in einer frühen Projektphase auf jede gewünschte Form und Anordnung zu bringen. Die Tastatur ist voll funktionsfähig und kann über Steckverbinder im Raster 2,54 mm angeschlossen werden; die Tasten sind frei beschriftbar. Elektrosil liefert die Tastatur bei Einzelstückzahlen zum Preis von 30 DM.



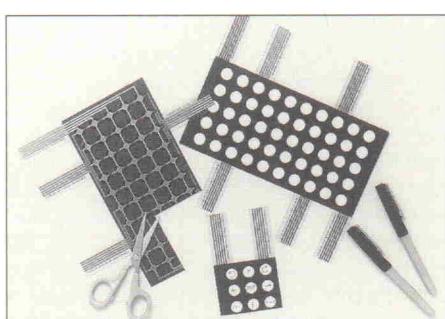
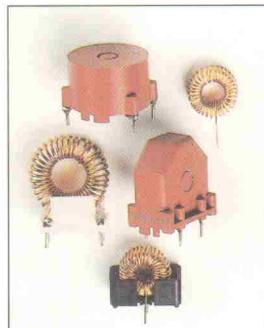
Die Einsatzbereiche dürften daher zum einen in der Medizintechnik, im Lebensmittelbereich und überall dort liegen, wo absolute Hygiene gefordert ist – oder zum anderen in stark verschmutzter Umgebung wie beispielsweise in Betonwerken, in der Chemie oder in der Erdölindustrie.

Metallux GmbH
Daimlerstraße 18
71404 Korb
0 71 51/93 93 50
0 71 51/93 93 53

Energiespeicher

Die Firma Talema hat ihr Programm von Ringkern-Drosseln um drei neue Baureihen erweitert: Die Low-Cost-Serien DM und DP werden aus einem kostengünstigen Eisenpulverkern hergestellt. Fünf verschiedene Montagearten ermöglichen ein flexibles Layout. Die Reihen SA und SS werden als sehr verlustarme Typen auf hochwertige amorphe Kerne gewickelt und ermöglichen eine deutlich niedrigere Verlustleistung. Bei der dritten Reihe mit dem Namen CA handelt es sich um eine stromkompensierte Type auf einem Ferritkern mit zwei symmetrischen Wicklungen, die sich besonders für die Funkentstörung und als Netzfilter eignet.

Talema Elektronik
Riesstraße 8
82110 Germering
0 89/84 10 00
0 89/84 00 25



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


bartels
AutoEngineer®

vom Schaltbild
bis zur Leiterkarte
für PC und
Workstation
ab sofort bei uns
erhältlich für
Windows NT und
Windows 95

10 JAHRE


bartels
AutoRouter

deshalb:
Baby-Bartels
zum Jubiläumspreis

DM 1725,-*
incl. Mehrwertsteuer



Mahle GmbH
Entwicklung und Vertrieb
von Hard- und Software
EDV-Beratung und Konstruktion
Telefon: 0 70 21 - 94 19 - 0
Telefax: 0 70 21 - 94 19 - 10
email: info@mahle.de
http://www.mahle.de
Mailbox V.34: 0 70 21 - 94 19 19
Mailbox ISDN: 0 70 21 - 94 19 12

EUFIT '96

4. Europäischer Kongreß für Soft Computing

Vom 2. bis 5. September trafen sich Anwender, Entwickler und Wissenschaftler zur EUFIT '96 in Aachen. Über 600 Teilnehmer diskutierten über die Zukunft der 'weichen' Software.

Der 'European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing' bestätigt das Zusammenwachsen von Fuzzy-Logik, Neuronalen Netzen und Genetischen Algorithmen.

aktuell

Der Kongreß stand, wie schon in den letzten Jahren, unter Leitung des Fuzzy-Papstes Professor Lotfi A. Zadeh (University of California), dem Begründer der Fuzzy-Logik, sowie Professor Hans-Jürgen Zimmermann (RWTH Aachen, ELITE-Stiftung). Acht Tutorien am ersten Tag behandelten zum Beispiel die Grundlagen zur Anwendung von Neuronalen Netzen und Fuzzy in der Regelungstechnik (Professor Hugues Bersini,



Ich will Kühle

Eine Kuh macht Muh, viele Kühe machen Mühe. Erfahrene Landwirte erkennen bereits an der Stimme den Gemüts- und Gesundheitszustand ihrer Rindviecher. Stehen dreißig Kühe im Stall und

'Else' hat eine Magenkolik, dann brüllt sie vor Schmerz. Könnte man diese Erfahrung auf einen Computer übertragen, der die Geräusche im Stall medizinisch auswertet? Selbst wenn der Bauer sich weit entfernt vom Stall aufhält, könnte der Computer über Funk warnen: 'Else braucht dringend Hilfe! Sie steht hinten links im Stall.'

Was sich ein bisschen wie Science-fiction anhört, war eine der Aufgaben des internationalen Wettbewerbs 'Signalanalyse und -verarbeitung mit intelligenten Techniken', der im Rahmen des EU-Projektes ERUDIT (European Network in Uncertainty Techniques Developments for use in Information Technology) ausgeschrieben wurde. Die Preisverleihung und Vorstellung der Gewinner fand während der EUFIT '96 statt.

Universität Brüssel) oder der Mustererkennung (Professoren James Bezdek, University of Florida). In einer begleitenden Ausstellung präsentierten 24 Aussteller ihre neuesten Produkte.

In 135 Sessions mit jeweils mehreren Vorträgen ging es dann ans Eingemachte. Nur ein Beispiel: In der Session Fuzzy-Hardware stellten James M. Sibigroth (der Anfang der 80er Jahre den 68HC11 entwickelte) und Greg Viot von Motorola USA ihr jüngstes Baby vor: den Mikrocontroller 68HC12 (siehe auch *ELRAD 7/96*, S. 15). Die beiden Entwickler des 68HC12-CPU-Cores beschrieben detailliert die Eigenschaften der Fuzzy-Befehle. Die Implementierung in Silizium beschleunigt die Fuzzy-Berechnung unge-



'Mr. 68HC11', James M. Sibigroth und Greg Viot von Motorola präsentierten auf der EUFIT den 68HC12.

fähr um den Faktor 10, während der Speicherhunger des Reglers gegenüber einer reinen Softwarelösung auf ein Fünftel sinkt. Da die Befehle Bestandteil des Cores sind, sprechen alle Mitglieder der zukünftigen HC12-Familie Fuzzy.

In der gleichen Session präsentierte Herbert Eichfeld von der Siemens AG den Fuzzy-Coprozessor 81C99A. Siemens testet den schnellen Chip unter anderem als Regler für ABS-Systeme. Dieses Beispiel zeigt, wie stark das Vertrauen in Fuzzy gewachsen ist. Noch vor wenigen Jahren waren nicht nur TÜV-Techniker vor Entsetzen starr, wenn die Worte Fuzzy und Sicherheitstechnik in einem Satz fielen. Inzwischen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß ein Fuzzy-Regler im Prinzip nicht anders funktioniert als ein herkömmlicher Kennfeldregler – nur daß er sich viel einfacher parametrieren läßt.

Wer sich zu Hause in Ruhe ein Bild vom aktuellen Stand in Sachen Soft Computing machen möchte, kann auf die Tagungsunterlagen zur EUFIT '96 zurückgreifen. Entsprechend der großen Anzahl an Vorträgen umfassen die Proceedings insgesamt 2400 Seiten. In drei Bände aufgeteilt ist der Papierstapel für 228 DM zuzüglich Versandkosten bei der ELITE-Stiftung erhältlich.

ELITE Foundation
Promenade 9
52076 Aachen
☎ 0 24 08/69 69
📠 0 24 08/9 45 82
✉ eufit@mitgmbh.de

Als erste Aufgabe waren unter 31 Kuhlauten vier Kühe an ihrer 'Stimme' zu erkennen. Alle Kühe hatten das gleiche 'Wort' gesprochen. Nun galt es, die individuelle Stimmfarbung zu erkennen. Professor Dr.-Ing. Dietrich Behr und Dr.-Ing. Jens Strackeljan vom Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal bewerteten die eingegangenen Lösungsvorschläge und schlugen die Siegerkandidaten der international besetzten Jury vor.

Wojciech Kowalczyk vom Department für Mathematik und Informatik der Freien Universität Amsterdam bewies mit seiner Methode den größten kriminalistischen Scharfsinn. Zur Klassifikation der Frequenzeigenschaften (Power Spectral Density Magnitudes) wurden die Samples zunächst in 128 Teile zerlegt und für jedes Segment eine 128-Punkte-FFT durchgeführt. Die resultierenden Vektoren wurden dann gemittelt und logarithmisch skaliert, wodurch jeder Sample als Vektor fester Länge darstellbar ist. Die Klassifikationsprozedur berechnet den euklidischen Abstand zwischen den Eigenschaften des einen Datensatzes und der Charakteristik aller Samples. Dieser Weg erwies sich als äußerst erfolgreich: Bei allen 31 Fällen versagte diese Methode nicht einmal. Ludmila Kuncheva vom Department für Elektrotechnik und Elektronik des Imperial College of London belegte Platz zwei. Nur in einem Fall führte ihre

Methode der Anwendung genetischer Algorithmen nicht zum gewünschten Erfolg. Dr. G. Krennrich von der Abteilung Mathematische Statistik der BASF Aktiengesellschaft schaffte mit klassischer Mathematik den Sprung auf Platz drei.

Die zweite Aufgabe aus dem zahnmedizinischen Bereich forderte von den Wissenschaftlern an fünfzig Zahnpulpaen allein aufgrund deren Oberflächenbeschaffenheit festzustellen, ob es sich um Zahnschmelz, Zahntein oder den Zahnhals handelt. Die drei Bereiche unterscheiden sich in ihrer Härte. Läßt man nun einen Bohrer sanft auf der Oberfläche tanzen, so vibriert die Nadel jeweils unterschiedlich. Ist jedoch dieser sehr feine Signalunterschied für eine Unterscheidung charakteristisch genug? Jun Han und Claudio Moraga von der Forschergruppe Künstliche Intelligenz an der Universität Dortmund setzten ein Neuronales Netzwerk zur Klassifikation der Signale ein. Diese Methode machte nicht einen Fehler und verhalf damit zu Platz eins auf der Siegertreppe, gefolgt von Wojciech Kowalczyk auf Platz zwei und Ludmila Kuncheva auf Platz drei.

ELITE Foundation
Promenade 9
52076 Aachen
☎ 0 24 08/69 69
📠 0 24 08/9 45 82
✉ erudit@mitgmbh.de
HTTP://WWW.MITGMBH.DE/ERUDIT

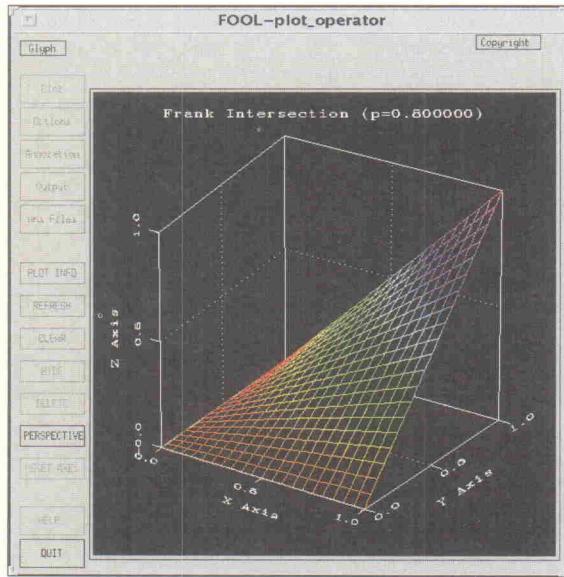
Narrensicher

Ein kostenloses Fuzzy-Werkzeug für Unix-Maschinen ist an der Universität Oldenburg entstanden. Auch Einsteiger können mit der Hilfe von FOOL an Fuzzy-Regeln und -Operatoren experimentieren, um ein Gefühl für die weiche Regelungstechnik zu gewinnen. Das System besteht aus zwei Teilen. Mit der Anwenderschnittstelle FOOL (Fuzzy Organizer Oldenburg) kann man Regeln, Variablen und Operatoren bearbeiten. Die Visualisierung linguistischer Variablen und Operatoren soll dabei einen greifbaren Eindruck vermitteln, während



die Benutzeroberfläche den Anwender von sinnlosen Aktionen abhält und mit einer Hilfefunktion sicher anleitet. Dann führt eine Fuzzy-Engine namens Fox (FOOL Executer) die erstellte Regelbasis auch auf kleineren Rechnern aus. Während des Betriebs kann man die Regelbasis interaktiv variieren.

FOOL setzt lediglich ein Unix-System wie Solaris oder Linux sowie XView zur grafischen Ausgabe voraus. FOX benötigt noch einen ANSI-C-Compiler. Die gesamte Software zur Ausführung von FOOL ist damit frei erhältlich. Obwohl der didaktische Aspekt im Vordergrund steht, lassen sich auch größere professionelle Projekte mit diesem System realisieren. Ein 100-seitiges Handbuch im PostScript-Format sollte letzte Fragen beseitigen. Das Paket ist im Internet auf dem FTP-Server 'ftp.informatik.uni-oldenburg.de' im Verzeichnis '/pub/fool' erhältlich.



FOOL-Support
Haareneschstraße 2
26121 Oldenburg
Tel. 04 41/7 98 21 96
E-mail: Ronald.Hartwig@informatik.uni-oldenburg.de
Web: http://condor.informatik.uni-oldenburg.de/abteilungsinfo/forschung/pgfuzzy.html

Der Mensch denkt, MOPS lenkt

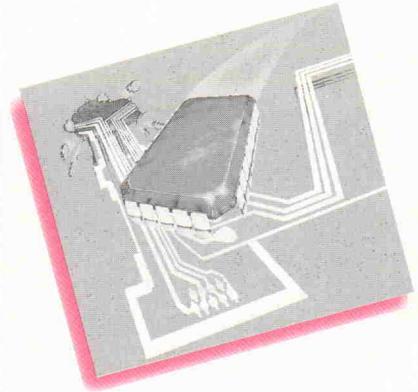
Eine klassische Fuzzy-Demo präsentierte das bayerische Forschungszentrum für wissensbasierte Systeme (FORWISS) auf der EUFIT. Die Aufgabe, ein Kraftfahrzeug einzuparken, erfordert einen strategieorientierten Lösungsweg, für den sich Fuzzy aufgrund des regelbasierten Ansatzes in Verbindung mit unscharfen, umgangssprachlichen Formulierungen besonders eignet. Am Steuer des Modellautos sitzt ein MOPS, das ELRAD-Mikrocontrollerboard mit 68HC11.

Zwar ist die Einpark-Demo spektakulär – besonders wenn sich ein 'menschlicher

Regler' dem Wettbewerb stellt – aber näher an der realen Anwendung ist ein weiteres Projekt von FORWISS. In Zusammenarbeit mit der BMW AG entwickeln die Wissenschaftler ARGUS, einen Fuzzy-Controller zur adaptiven Abstands- und Geschwindigkeitsregelung. Das System misst den Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug und bestimmt die erforderliche Geschwindigkeit. Entsprechend gibt der Regler am Gaspedal einen mechanischen Druckpunkt vor, den der Fahrer jederzeit annehmen oder auch 'überdrücken' kann. Die Strategie der Regelung berücksichtigt unscharfe Begriffe wie 'dynamischer Fahrertyp' oder 'schlechte Witterung'. Akzeptiert der Fahrer beispielsweise den Druckpunkt häufig nicht und möchte dichter auffahren, passt sich der Regler – im Extremfall bis zum minimalen Sicherheitsabstand – an. Für trödelige Zeitgenossen, eher selten unter BMW-Fahrern vertreten, vergrößert sich der vorgeschlagene Abstand.

FORWISS
Am Weichselgarten 7
91058 Erlangen
Tel. 091 31/6 91-1 90
Fax 091 31/6 91-1 85
E-mail: protzel@forwiss.uni-erlangen.de
Web: http://www.forwiss.uni-erlangen.de/

PowerPCB. Ganz oben ist nur Platz für einen.



Nur bei

PADS
SOFTWARE, INC.

- Shape-Based
- Sketch-Routing
- Rules-Driven
- Ease of Use
- Cost-Effective

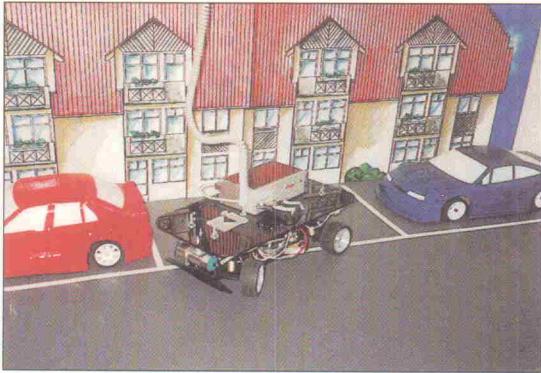
PowerPCB

Das Leiterplatten-Layoutsystem

Support und Kompetenz
aus der Praxis für die Praxis:

EDA
Experten

- D PLZ 2-7: tecnotron elektronik gmbh
88138 Weißensberg
Tel. 08389 / 9200-18 • Fax 08389 / 9200-62
- D PLZ 0, 1, 8, 9: L. Zitzmann GmbH
85378 Eching
Tel. 08165 / 9514-0 • Fax 08165 / 9514-90
- CH sotelca AG • Im Grund 10
CH-8600 Dübendorf
Tel. 01 / 8203061 • Fax 01 / 8203063



Medien

Automatisiert

In Zukunft bringt die Firma Lütze ihr Angebot auch halbjährlich auf einer dreisprachigen CD-ROM heraus. Das Produktspektrum mit Schwerpunkten auf Maschinen- und Anlageninstallationstechnik, Verdrahtungssystemen, Modul-, Interface- und Entstörtechnik ist stets

einem großen Wandel unterworfen. Die Rohdaten zum Erstellen von gedrucktem oder CD-ROM-Katalog gewinnt Lütze daher aus der aktuellen Marketingdatenbank. Demnächst soll das neue System noch um eine interaktive Komponente mit Bestellmöglichkeit per Internet erweitert werden.

Friedrich Lütze GmbH + Co.
Postfach 1224
71366 Weinstadt
0 71 51/60 53-3 15
0 71 51/60 53-2 77



ABB-CD

Das Angebot von ABB Kent-Taylor aus den Bereichen Energie-, Wasser- und Verfahrenstechnik kann man sich jetzt von einer CD-ROM für Windows präsentieren lassen. Multimedial aufbereitet findet der Verfahrenstechniker in diesem elektronischen Katalog Meß-, Steuer- und Regelungszubehör – vom Durchfluß- oder Druck-

Experte gesucht?

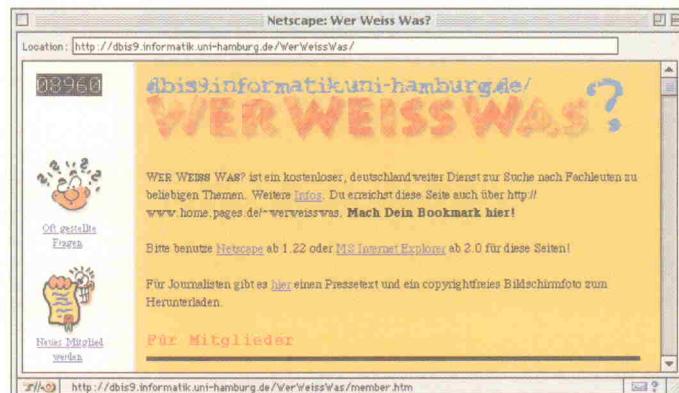
Einen neuartigen Suchdienst bieten drei Hamburger Studenten im Internet an: Per Knopfdruck kann man bei 'Wer Weiss Was?' kostenfrei Experten zu Fachgebieten von Arzneipflanzen bis Zeitgeschichte ermitteln lassen und zu einem konkreten Problem zu Rate ziehen. Im Gegenzug registriert man sich selbst in bis zu 15 Interessengebieten als Anfänger, Fortgeschritten oder Experte. Seit dem Start im April kann der Suchdienst bereits Fachleute zu über 4000 Themen vorweisen. Tausendmal konnten bereits Experten vermittelt werden. Dabei deckt das Spektrum der Fachge-

Ministerium online

Auch das Bundeswirtschaftsministerium will sich modernen Kommunikationsformen nicht verschließen, daher findet man jetzt aktuelle Informationen des BMWI sowie seiner nachgeordneten Behörden im Internet. Tagesnachrichten und Konjunkturberichte stehen auf dem Web-Server schneller als bisher zur Verfügung. Neben einem Grußwort des Ministers Dr. Günter Rexrodt und allgemeinen wirtschaftspolitischen Darstellungen finden sich Fachthemen wie 'Existenzgründung/Mittelstand', 'Energiepo-

litik, Energiesparen' oder 'Hinweise für ausländische Investoren'. Wer diese Informationen lieber auf Papier lesen möchte, kann die Broschüren online bestellen.

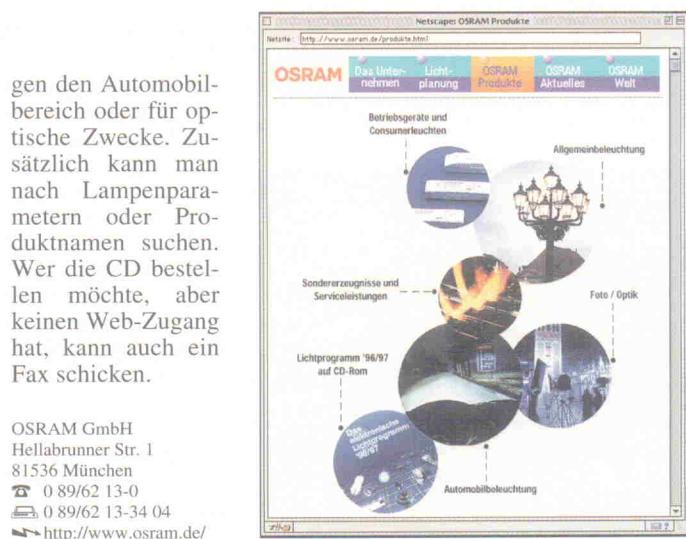
Bundesministerium für Wirtschaft
53107 Bonn
http://www.bmwi.de/



biete bei weitem nicht nur Computerthemen ab; 'Wer Weiss Was?' vermittelt Fußballfans genauso wie Literaturkenner. Im engen Dialog mit den Mitgliedern konnte das System durch Anregungen ständig

verbessert werden und ist damit auch für Anfänger leicht bedienbar. 'Wer Weiss Was?' findet man unter der Adresse:

http://dbis9.informatik.uni-hamburg.de/WerWeissWas/



Interaktiver Inhalt

4600 pH	4600 Trübung	MagMaster	ABB	600T
4600 Gelöstsauerstoff	Aquamag	MagMaster	Prozeßanalyse	On-line Analysetoren 8240
4600 Leitfähigkeit	AquaProbe	MagMaster	Zirkonia	COMMANDER
4600 Masse-durchfluß	Masse-durchfluß	MagMaster	EEx d Zirkonia	MODCELL

Kraftwerke **Wasser** **Nahrungsmittel**

ABB

messer über Prozeßschreiber bis zum Universal-PID-Regler. Zur Überwachung von Trink-, Schmutz- oder Abwasser liefert ABB beispielsweise Meßgeräte für Trübung, pH-Wert, Leitfähigkeit oder Gelöstsauerstoff sowie zur Überwachung von Ammonium, Fluorid oder Nitrat. Die CD ist auf Anforderung kostenlos erhältlich bei:

ABB Kent-Taylor GmbH
Werner-Heisenberg-Str. 8-10
68519 Vierheim
0 21 59/15 03

Spannungs-CD

Der Stromversorgungsspezialist Melcher präsentiert sein Datenbuch 1996/97 auch auf CD-ROM für PC- oder MAC-Systeme. Wer sich ein Bild über die Firma machen möchte, sollte sich zunächst das Multimedia-Firmenporträt anschauen. Dem Entwicklungsingenieur ermöglicht die CD einen schnellen und selektiven Zugriff auf Informationen über Stromversorgungen für 'extreme' (rugged), 'gemäßigte' (industrial) und 'milde' (benign) Umgebungen. Die technischen Daten lassen sich direkt in eigene Dokumente wie Zeichnungen oder Spezifikationen übernehmen. Weiterhin gibt das Programm Hilfestellun-



gen zur CE-Kennzeichnung und erläutert relevante Sicherheitsnormen und EMV-Richtlinien. Sowohl Datenbuch als auch CD-ROM sind in den vier Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Holländisch kostenlos erhältlich.

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

Altsilber

Ob unerwünschte Werbebeilage, veraltetes Telefonverzeichnis oder Fehlpressung: Der CD-ROM-Berg wächst stetig an. 1994 wurden bereits zwei Milliarden CDs weltweit umgesetzt. Für den Müll sind die Silberlinie der Bayer AG trotzdem zu schade. Der Leverkusener Chemie-Riese nimmt jetzt CDs und andere Datenträger aus Polycarbonat aus dem Markt zurück. Im Werk Dormagen steht die erste CD-Recycling-Anlage Europas. Dort trennt man den Materialverbund aus Polycarbonat, aufgedampfter Aluminiumschicht, Schutzlack und Aufdruck auf chemischen Wege. Der sortenreine Kunststoff dient dann als neuer Rohstoff für diverse Produkte. Weitere Auskünfte zum Rücknahmeangebot erteilt:

Bayer AG
Reiner Vesper
51368 Leverkusen
02 14/30-85 07
02 14/30-85 23



Jobs per Internet

Der Internet-Dienst 'Jobs & Adverts' verzeichnet nach eigenen Angaben mehr als eine Million Zugriffe auf die zirka 1000 Stellenanzeigen. Für Jobsuchende ist dieser Infodienst kostenlos. Stellenangebote – auch unter Chiffre – schlagen dagegen für vier Wochen mit 300...900 DM zu Buche. Eigene Internet-Erfahrung benötigen die Inserenten nicht: Auf Wunsch gestaltet die Agentur die Offerten. Schwerpunkte des Angebots liegen auf technischen und Da-

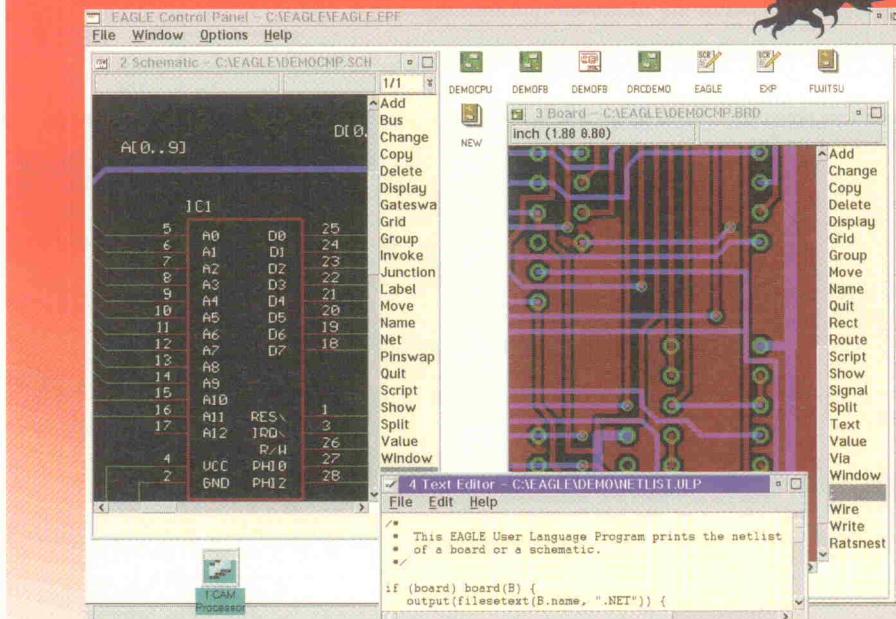


tenverarbeitungsberufen. Einer der Inserenten ist beispielsweise der Siemens-Geschäftsbereich Halbleitertechnik. Weitere Schwerpunkte: Banken, Medizin und naturwissenschaftliche Berufe. Parallel ist der Service auch unter T-Online erreichbar.

Jobs & Adverts Online GmbH
An den Drei Hasen 21
61440 Oberursel
0 61 71/58 37 51
0 61 71/58 37 54
<http://www.jobs.adverts.de/>
T-Online: #jobs&adverts#

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 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

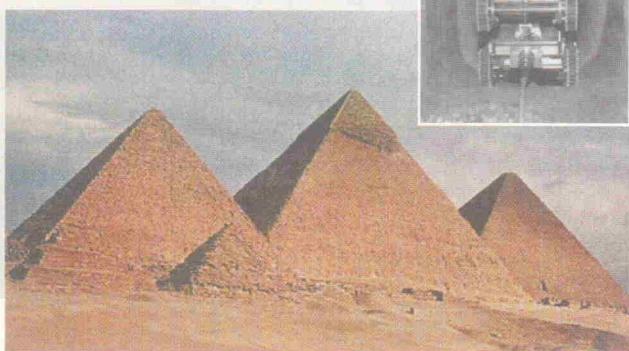
Hofmark 2, 8456 Pleiskirchen
Tel: 08635-810, Fax 08635-920
E-Mail: Info@CadSoft.DE
BBS: +49-8635-6989-70 (analog) -20 (ISDN)
Web: <http://www.CadSoft.DE>

Ready for
OS/2 WARP

Preise für Studenten und Ausbildungsstätten auf Anfrage.

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik für Oktober 96



Spurensuche im alten Ägypten: Noch immer sind die Grabmäler der Pharaonen unbegreifliche Weltwunder. Der Münchener Archäotechniker Rudolf Gantenbrink rückte mit seinem Roboter UPUAUT den Rätseln der Vergangenheit zu Leibe. Bereits vor drei Jahren fand er eine geheimnisvolle Tür in einem sehr schmalen, 60 Meter tiefen Gang im Mauerwerk der Cheopspyramide. Weitere Untersuchungen wurden bislang von ägyptischer Seite untersagt. Noch in diesen Monat darf jedoch eine zahlungskräftige kanadische Multimedia-Firma das Geheimnis lüften. Deutsche Welle tv, 12. 10., 23.15 Uhr.

Dienstag, 1. 10.

IV hessen 3 8.35 Uhr

Betriebserkundung (2): Lean Production in einer Autofabrik

R WDR Radio 5 12.00 Uhr

Funkhausgespräche: Mythos Internet – Dichtung und Wahrheit in Digitalien

IV hessen 3 17.00 Uhr

Betriebserkundung (3): Die Norm ISO 9000

IV WDR Fernsehen 19.45 Uhr

Kind und Kegel – Lern-Software auf dem Prüfstand

IV arte 20.00 Uhr

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin. Unter anderem: Pierre-Gilles de Gennes, Nobelpreisträger für Physik, beschäftigt sich mit wissenschaftlichen Entdeckungen, die sich – ihrem großen Medienecho zum Trotz – als falsch erwiesen haben.

Mittwoch, 2. 10.

IV hessen 3 8.35 Uhr

Betriebserkundung (2): Lean Production – Erkundung einer Autofabrik

R D.Radio Berlin 13.05 Uhr

OrtsZeit LänderReport. Strahlendes Geschenk der Einheit: Atommüll-Endlager Morsleben

R Radio Bremen 2 15.05 Uhr

Die Welt am Draht: Internet – Das Netz der Netze

IV Bayer. Fernsehen 19.30 Uhr

Forscher – Fakten – Visionen: Jugend 2000 – Aufbruch nach Ego-Land?

IV ZDF 20.15 Uhr

Naturzeit: Das Erbe der Saurier

Freitag, 4. 10.

IV WDR Fernsehen 14.30 Uhr

Technik aus Europa (5): Von Dämmen und Deichen

Samstag, 5. 10.

R WDR Radio 5 10.05 Uhr

Zukunftsvisions: Genmanipulation. Forscher auf dem Weg zur eierlegenden Wollmilchsau

IV VOX 13.10 Uhr

Click – Multimedia-Magazin

R Deutschlandfunk 16.30 Uhr

Forschung aktuell: Computer und Kommunikation

Montag, 7. 10.

IV Bayer. Fernsehen 13.30 Uhr

Geheimnisvoller Kosmos Gehirn (4): Konkurrent Computer?

IV Bayer. Fernsehen 14.00 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Die dynamoelektrische Maschine von Werner von Siemens

Dienstag, 8. 10.

R D.Radio Berlin 13.05 Uhr

OrtsZeit LänderReport: Rüstungskonversion in Bremen

IV arte 20.00 Uhr

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

Donnerstag, 10. 10.

R WDR Radio 5 14.30 Uhr

Konturen: Kosmische Kuriositäten – Die Mechanik des Universums

Samstag, 12. 10.

IV DW-tv 23.15 Uhr

Akzente: Im Schatten der Pyramiden

Montag, 14. 10.

IV 3sat 21.30 Uhr

HITEC – Dokumentation: Kometen, Sterne, Galaxien

R Deutschlandfunk 22.05 Uhr

Rock et cetera: Wer programmiert hier wen? – Der Musiker im Kampf mit dem Computer

Dienstag, 15. 10.

IV arte 20.00 Uhr

Archimedes – Das europäische Wissenschaftsmagazin

IV ARD 21.35 Uhr

Globus – Forschung und Technik

Mittwoch, 16. 10.

IV ZDF 21.00 Uhr

Abenteuer Forschung

tägliche Radiosendungen

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

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

wöchentliche Radiosendungen

R Bayern 2 zweimal monatlich montags, 16.30 bis 17.00 Uhr 'Fatal Digital'. Computer-Magazin im Programm 'Zündfunk'

R NDR 2 NDR 2 mittwochs, 19.00 Uhr

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

Samstag, 19. 10.

IV VOX

13.00 Uhr

Click – Multimedia-Magazin

Montag, 21. 10.

R WDR Radio 5

17.05 Uhr

Neugier genügt: Sternenstaub und stürzende Pantoffeltierchen – Experimente im Bremer Fallturm

IV N3

22.15 Uhr

Prisma: Magengeschwüre, ganz ohne Streß – Vom Ende eines Dogmas

Freitag, 25. 10.

IV n-tv

8.15, 15.15 Uhr

fit for job: Zocken in der Chefetage: Simulationen wirtschaftlicher Zusammenhänge.

IV DW-tv

7.30 u. 11.30 Uhr

Feature: Computer Aided Crime – Der Computer als Komplize

Samstag, 26. 10.

IV VOX

13.00 Uhr

Click – Multimedia-Magazin

IV N3

17.45 Uhr

Rückblende: Vor 135 Jahren: Das erste Telefon

Sonntag, 27. 10.

IV 3sat

7.00 Uhr

Köpfe: Rätsel der Wissenschaft

Mittwoch, 30. 10.

IV n-tv

8.15, 15.15 Uhr

fit for job: Informationsmanagement: Wie nutzt man Medien effizient und wählt das Wesentliche aus?

R Bayer. Fernsehen 19.30 Uhr

Schizophrenie – Biochemie des Wahnsinns

Donnerstag, 31. 10.

* Heute gibt's die neue ELRAD

Diese Familie hält zusammen. Besonders Ihren Geldbeutel.



Netzgeräte der Serie HP E3600:
Sie schonen Ihre Schaltkreise und Ihr Portemonnaie.



Digitalmultimeter HP 34401 A:
Auf seine Meßleistung können Sie zählen – mit 6 1/2-stelliger Auflösung.



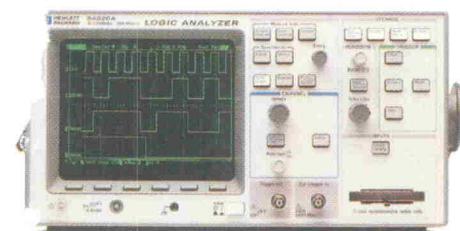
Handmultimeter der Serie HP 970:
Das Kleinste unseres Kleinsten ist sein Preis.



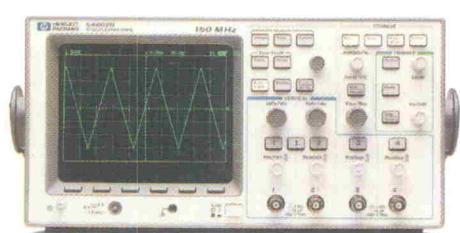
Der 15-MHz-Funktions-/Arbiträr-Generator HP 33120 A:
Welche Wellenformen hätten Sie gern?



225-MHz-Zähler der Serie HP 53100:
10- oder 12stellige Auflösung für alle, die es beim Zählen sehr eilig haben.



Logikanalysator HP 54620 A:
So einfach wie ein Oszilloskop.



Oszilloskope der Serie HP 54600:
In der Lücke liegt die Tücke. Mit diesen Oszilloskopen werden sie sichtbar.

Der gute Ruf liegt bei unseren Test- und Meßgeräten in der Familie. Denn von der Entwicklung bis zur Fertigung steht nur ein Gedanke Pate: die Verbindung aus einfachster Bedienung und bewährter Hewlett-Packard Technologie. Im Sinne unserer Kunden verzichten wir dabei auf überflüssigen Schnickschnack und teure Zusatzfunktionen. Uns liegt es am Herzen, Ihnen ein Handwerkszeug zur Verfügung zu stellen, auf das Sie sich verlassen können und das Ihnen die Arbeit erleichtert. Und zwar zu erschwinglichen Preisen.

Ein Anruf bei HP DIRECT genügt, und Sie erfahren alles über unsere Test- und Meßgeräte und die High-End-Technologie, die dahintersteckt. Dort können Sie die Geräte auch ganz unkompliziert bestellen. Und bei Fragen zu technischen Details stehen Ihnen unsere Ingenieure mit Rat und Tat zur Seite. Schließlich wollen wir für Sie dasein, wenn Sie uns brauchen. So, wie es sich für eine richtige Familie eben gehört.

Serie HP E3600:	ab DM	528,-*
HP 34401 A:	DM	1.763,-*
Serie HP 970:	ab DM	344,-*
HP 33120 A:	DM	3.060,-*
Serie HP 53100:	ab DM	3.060,-*
HP 54620 A:	DM	5.307,-*
Serie HP 54600:	ab DM	4.415,-*

* Zuzgl. MwSt.

Ihre direkte Verbindung zu HP DIRECT.
Deutschland:
Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36
Österreich:
Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05
Schweiz:
Tel. 01/7 35 72 00, Fax 7 35 72 90
Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

hp **HEWLETT®
PACKARD**

Zwischenstand

MicroSim PSpice Version 6.3

Dr. Stephan Weber

Damit ein Klassiker wie PSpice stets aktuell bleibt, ist ab und zu eine Frischzellen-Kur notwendig. MicroSim weiß dies und spendiert seinem Top-Produkt alle sechs Monate ein Update. Die neue Version 6.3 ist in diesem Zusammenhang als Zwischenrelease zu verstehen, die in erster Linie das Arbeiten angenehmer machen soll. Die besondere Aufmerksamkeit in diesem Testbericht gilt dem Optimizer, der bis dato kaum Beachtung gefunden hat.



Zuletzt hatte *ELRAD* zur Version 6.0 – seinerzeit noch bekannt unter dem Namen Design-Center, jetzt wieder unter dem Namen MicroSim PSpice – einen genaueren Blick auf das Simulationspaket geworfen [1]. Damals war vor allem die Umstellung auf eine 32-Bit-Verarbeitung der wesentliche Fortschritt, mit Version 6.1 wurde das System dann merklich stabiler, und mit Version 6.2 erhielt die Software eine verbesserte optische Aufmachung in Form von Buttons für die wichtigsten Aufgaben. Inzwischen steht der eigentliche Simulator PSpice kaum noch im Mittelpunkt. Add-Ons, wie der Schaltbild-Editor Schematics, das Layoutprogramm PCBoard oder auch der Optimierer stehen ihm die Show. Das Programm zur Parameterextraktion Parts, der Stimulus-Editor und das grafische Postprocessing-Programm Probe sind dagegen alte Bekannte. Im Mittelpunkt dieses Tests stehen zum einen die drei Kernmodule Simulator, Schaltbildeditor sowie Postprozessor und zum anderen der Optimierer, dessen Funktionen bisher kaum beschrieben wurden. Außen vor bleibt das Lay-

outprogramm, es wird zu gegebener Zeit im Rahmen eines gesonderten Berichts getestet.

Das Gesamtpaket kommt in einem Schuber mit nicht weniger als acht Handbüchern in englischer Sprache, unzähligen Disketten, einer CD-ROM sowie einem Dongle ins Haus. Die Dokumentation ist sehr umfangreich und hinterläßt einen sehr gelungenen Eindruck. Eine wahre Fundgrube zum effektiven Einsatz der Simulationssoftware ist der Band 'Applikation Notes'. Hier kann praktisch jeder – ob Einsteiger oder Profi – fündig werden und sich über Themen wie S-Parameter-Analyse, Augendiagramme, Verhaltensmodellierung von Filtern, parasitäre Eigenschaften von Bauelementen oder die Simulation von Nicht-Standardelementen wie Akkus, Quarze, Suppressor Dioden oder verlustbehaftete Leitungen erkundigen. Einen Teil dieser Applikationen kann man auch via Internet vom MicroSim-Server (<http://www.microsim.com>) herunterladen.

Die Installation von CD-ROM auf den Testrechner, ein 486/DX2 mit 80 MHz Takt und 16 MByte RAM, dauert unter

Windows 95 nicht weniger als 20 Minuten. Man sollte gut 87 MByte (ohne Autorouter für das PCB) auf der Festplatten bereithalten. Allein die sehr umfangreichen Bibliotheken nehmen 50 MByte in Anspruch.

Zauberhaft

Wer PSpice bereits kennt und schon so weit in das Abenteuer Simulation eingedrungen ist, daß er auch vor der Erstellung eigener Modelle und Symbole nicht zurückschrekt, der kann sicher ein Lied von seinen ersten Erfahrungen mit dem Part-Editor singen. Welche Definitionen sind an welcher Stelle zu tätigen? Und wie binde ich neue Elemente in eine entsprechende Bibliothek ein? – gehören wohl zu den am häufigsten gestellten Fragen bei der PSpice-Hotline. Dagen setzt MicroSim nun den Symbol Creation Wizard (Bild 1). Dieser 'Zauberer' nimmt seinen 'Lehrling' an die Hand und führt ihn Schritt für Schritt durch eine Serie von einfach zu bedienenden Einstellboxen bis hin zum selbsterstellten Symbol. Zusätzliche Unterstützung gibt es bei Bedarf durch die Online-Hilfe. Diese sehr gelungene Art der Bedienführung stünden dem Programm auch an anderer Stelle gut zu Gesicht. Und auch die Anwender würden sich sicher dankbar zeigen, indem sie die Hotline entlasten.

Eine weitere bedeutende Verbesserung verbirgt sich hinter dem Schlagwort 'objektorientierte Bibliotheks-Browser' im Schaltbildeditor (Bild 2). Zwar hatten auch die Vorgängerverisionen etwas Ähnliches, doch nun macht es sogar Spaß, mit dem Bibliotheks-Browser zu arbeiten. Dies liegt vor allem an der dateiübergreifenden Suchfunktion. Ebenfalls nützlich ist die Einblendung des Schaltzeichens und einiger Zusatzinfos, die man aber auch bei kleinen Arbeitsbildschirmen abschalten kann. Ein kleiner Wermutstropfen ist lediglich, daß beim Suchen/Ersätzen der Browser nicht aktiviert werden kann. Hier muß der Anwender seine Bauteile wiederum genau kennen. Bei der Suchfunktion wäre zudem eine Listbox sinnvoll, warum soll man schließlich Schlüsselwörter wie PART, VALUE, REFEDS oder TEMPLATE von Hand eintippen? Praktisch wiederum ist die neue History-Funktion, mit der man

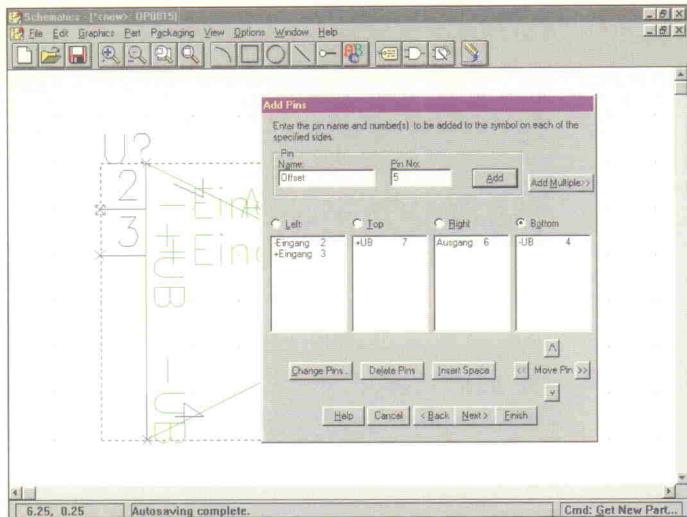


Bild 1. Wie von 'Zauberhand' wird der Anwender durch zahlreiche Einstellboxen bis zum erfolgreich erstellten Symbol geführt.

zuletzt plazierte Bauelemente abrufen kann (Bild 2).

Zu den eher kleineren Verbesserungen gegenüber Version 6.2 gehören ein eigener Texteditor (bisher wurde Notepad aufgerufen, wenn man zum Beispiel die Output-Datei ansehen wollte) und ein erweiterter Message Viewer, der den Anwender auf Fehler hinweist. Und hier stellt sich heraus, daß die Syntaxüberprüfung jetzt strenger ausfällt: Bei einem alten Design waren platzsparend zum Beispiel mehrere Transistoren übereinander plaziert. Das wird nun nicht mehr akzeptiert.

Leider immer noch nicht vorhanden ist eine Undo-Funktion. Statt dessen gibt es ein Undelete, und das nur in einer Ebene. Auch wären mehr Shortcuts (im Optimierer fehlen sie gänzlich) und ein Makorecorder wünschenswert.

Freude am Lesen

Bisher war die Online-Hilfe von PSpice kaum in der Lage, den Wünschen des Anwenders nach schneller, aussagekräftiger Information nachzukommen. Vielmehr war man auf die recht guten Handbücher oder auf die vielfältige Sekundärliteratur angewiesen. Nun hat MicroSim die Hilfe optisch aufpoliert und merklich besser strukturiert: Richtschnur ist jetzt nicht mehr 'Was steht im Menü ...', sondern 'Wie realisiere ich ...'. Zusätzlich liegen die kompletten Handbücher im Adobe-Acrobat-Format vor. Jedoch gestaltet sich in diesem Hypertext-Format die Volltextsuche schwer.

PSpice und Probe, die ältesten Module, haben die wenigsten Änderungen erfahren. Der Simulator hat jetzt mit GMIN-Stepping einen zusätzlichen Algorithmus zur Arbeitspunktbestimmung erhalten. Versprechen kann man sich davon eine bessere Konvergenz zum Beispiel bei MOS-Schaltungen. Schade, daß Probe immer noch kein Smith-Diagramm beherrscht und auch bei Schwarz-weißausdrucken wenig professionelle Grafiken liefert. Vor allem verschiedene Linienarten oder eine Einstellung der Linienbreite stehen hier auf der Wunschliste. Insgesamt sind beide Programmteile jedoch sehr ausgereift, leistungsfähig und benutzerfreundlich.

Optimierung entdecken

Klar, optimale Designs möchte jeder Ingenieur machen. Bisher standen numerische Optimierungsprogramme dafür jedoch nur in Verbindung mit einigen HF-Simulatoren wie Super-Compact oder Touchstone auf dem PC zur Verfügung. In diesem Fall akzeptiert auch fast jeder den Sinn der Optimierung, im allgemeinen sind jedoch die (Analog-)Entwickler ein sehr kritisches Volk: die Optimierung ist zu langsam, die Rand-

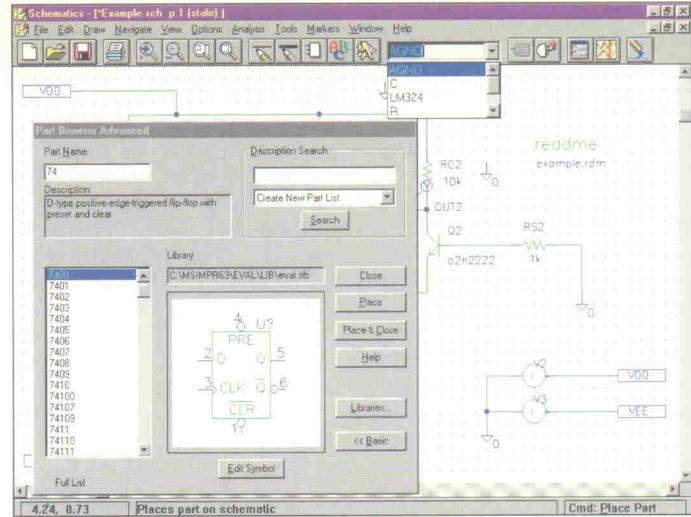


Bild 2. Der erweiterte Bibliotheks-Browser und die neue History-Funktion erleichtern die Bauteilplazierung erheblich.

bedingungen sind in der Realität zu kompliziert, die Optimierer laufen sowieso nur in ein lokales Nebenminimum. Aus diesen Gründen hat bisher die Optimierung lediglich in Randgebieten (z. B. Filtertechnik, Mikrowellentechnik) eine Rolle gespielt.

Unter Optimierung [2] versteht man mathematisch die Minimierung einer Zielfunktion (z. B. Kosten, Fehlerquadratsumme, Rauschen, Filterwirkung usw.), oft unter Berücksichtigung von Randbedingungen (z. B. positive Bauelementwerte, Einhaltung eines Budgets, Vorgabe einer Minimalverstärkung etc.).

In der Praxis kann man sich dies so vorstellen: der Optimierer verändert vorher freigegebene Schaltungsparameter (z. B. bestimmte Widerstände, die Stromverstärkung der Transistoren) schrittweise so, daß sich das Schaltungsverhalten dem Zielverhalten möglichst weit nähert. MicroSim hat zu diesem Zweck ein gradientenbasiertes Optimierungsverfahren implementiert, Zufallselemente zur Überwindung von Nebenminima fehlen.

Der PSpice-Optimierer kann bis zu acht Parameter und bis zu acht Optimierungsziele, sogenannte 'goals', verarbeiten. Dies ist zwar nicht sehr viel,

doch in der Praxis meist ausreichend. Praxisnah ist die Möglichkeit, die Ergebnisse nach E-Reihen zu runden sowie anschließend einen Report über den Optimierungsverlauf zu erhalten. Unverständlich dagegen ist, daß beim Optimierer auf eine Online-Hilfe verzichtet wurde. Des weiteren wünscht man sich während des Optimierungsvorgangs wichtige Zusatzinformationen (History der Zielfunktion, Einfluß/Empfindlichkeit der Parameter und ob Parameter gegen eine Grenze gewandert sind u. ä.).

Praktikabel

Als einfaches Beispiel zum Test des Optimierers dient eine HF-Anpaßschaltung (Bild 3). Die Vorgehensweise ist einfach: Man gibt die Schaltung per Schaltbildeditor ein. Zur Definition der Parameter, welche anschließend bei der Optimierung angepaßt werden sollen, gibt es ein spezielles Element OPTPARAM. Auf diese Weise kann man zum Beispiel einen Widerstand im Schaltbild mehrmals verwenden (sinnvoll z. B. bei symmetrischen Schaltungen). Ebenfalls machbar sind Rechenbeziehungen wie $R1 = 2 \cdot R0$. Eine so vorgegebene Zwangsbedingung hält der Optimierer automatisch ein.

Optimierer	Parameterzahl	Optimierungsziel	Anzahl der Iterationen	Anzahl der Simulationen	Zeit
PSpice mit Minimize	3	Minimum(1/U _{aus})	10	40	1' 40"
PSpice mit LSQ	3	U _{aus} = 1	46	225	8' 10"
APLAC	3	U _{aus} = 1	14	?	8'

Die Angaben können je nach Anfangswerten der Parameter schwanken.

Tabelle 1. Die Leistungen der Optimierer am Beispiel der Schaltung aus Bild 3 im Vergleich.

Bei Aufruf des Optimierers im Menü Tools sind alle vorgegebenen Parameter bereits übernommen. Jetzt muß nur noch jeweils die untere und obere Grenze für die Optimierung sowie gegebenenfalls eine Gewichtung festgelegt werden (Bild 4). Die Menüs sind zwar ein wenig unübersichtlich (um z. B. die Optimierung zu starten, sind immerhin drei zusätzliche Mausklicks nötig), und die Parametereditierung ist manchmal etwas widerwillig (man kann die Parameter zwar außerhalb eines Menüs direkt editieren, doch werden die angezeigten Änderungen einfach nicht übernommen), dennoch gelingt die Handhabung insgesamt reibungslos.

Etwas komplizierter ist die Festlegung des Ziels der Optimierung. Im Fall der Anpaßschaltung ist dies jedoch recht leicht, da man in erster Linie die Transmission bei einer bestimmten Frequenz maximieren möchte (Leistungsanpassung). Wenn man weiß, daß die Transmission nie größer $\sqrt{ZL/ZG}$ (gilt für verlustfreie Netzwerke) wird, kann man dies als Ziel angeben, und der Optimierer wird die Parameter entsprechend 'hinzubiegen' versuchen, daß er dem Ziel möglichst nahe kommt. Eine solche 'Single point Optimization' ist problemlos durchzuführen. In diesem Fall kann man auch zwischen einer 'Minimize'-Funktion (wahrscheinlich ein Quasi-Newton-Verfahren) und der Methode der kleinsten Fehlerquadrate (wahrscheinlich Levenberg-Marquardt) umschalten.

Aber auch komplexere Optimierungen wie die der 3-dB-Bandbreite, des Überschwingens oder auch anhand von Meßwerten, welche durch ASCII-Tabellen eingebunden werden, sind möglich. Und alles auch unter

Einbeziehung von Randbedingungen, eine Funktion, die bei weitem nicht alle Optimierer bieten. Allzu komplexen Optimierungen steht jedoch die benötigte Rechenzeit entgegen. So wurden selbst bei der wenig aufwendigen Anpaßschaltung mit nur drei freien Parametern gut 100 Simulationen (keine Glanzleistung) benötigt, um mit akzeptabler Genauigkeit die Optimierung abschließen zu können (Tabelle 1). Wie mag da erst der Zeitbedarf einer kompletten Schaltung mit Transistoren und oder OPs aussehen?

Im Vergleich zu anderen Simulatoren mit integrierten Optimierern wie APLAC von der Universität Helsinki liegt PSpice etwa im Mittelfeld, wenn auch die Rechenzeiten, vor allem bei der Methode der kleinsten Fehlerquadrate (Least Square, kurz LSQ) und bedingt durch die umfangreichen Module PSpice/Probe, lang sind (Tabelle 1). Im Beispiel wurde jedenfalls das theoretische Optimum nur knapp verfehlt, und das Endergebnis war auch recht unabhängig von den Startwerten. Genauigkeitsverbesserungen wären zum Beispiel durch die (adaptive) Verwendung von beidseitigen Differenzenquotienten möglich und unter Umständen bei komplexeren Problemen sinnvoll. Insgesamt bleibt festzuhalten, daß der Optimierer den Simulator gut ergänzt, er allerdings Mikrowellenprogramme (die Modelle für Leitungselemente etc. fehlen) oder spezielle Parameterextraktionsprogramme (hier fehlt die Effizienz und auch der nötige Know-how-Aufbau ist nicht zu unterschätzen) nur in wenigen Fällen ersetzen kann.

Inflation

Bei 50 MByte an Simulationsbibliotheken stellt sich natürlich die Frage, ob man überhaupt

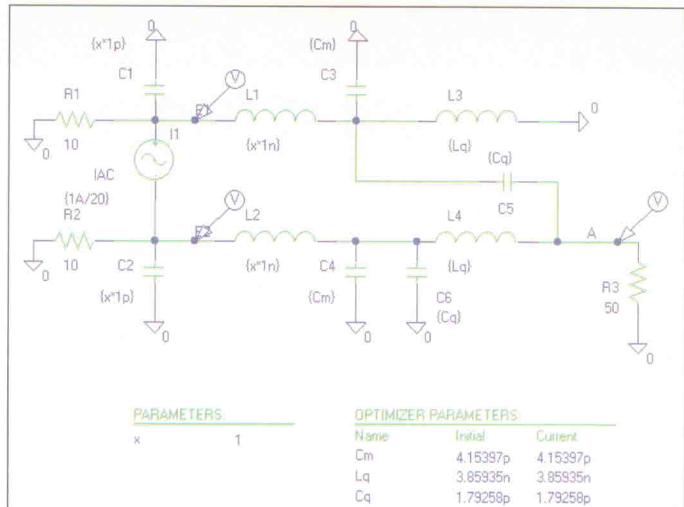


Bild 3. Im Schematic läßt sich die Optimierung leicht vorbereiten.

noch eigene Modelle braucht. Und tatsächlich sind die Lücken gering, so daß man nur selten auf 'Parts', dem MicroSim-Modellierungsprogramm, zurückgreifen muß. Parts wurde seit der Version 6.1 kaum verändert und modelliert nicht nur Standardbauelemente wie Transistoren aller Art, OPs und Komparatoren, sondern ebenso ausgewählte Dinge wie Spannungsregler oder IGBTs. Auch die Bedienung ist nicht sehr schwer und bedarf kaum einer genauen Erläuterung.

Aber, wie immer, steckt der Teufel im Detail. So fehlen beim OP die Offsetspannung, der Offsetstrom sowie praktisch alle Temperatur- beziehungsweise Versorgungsspannungsabhängigkeiten, auch die CMRR ist nicht frequenzabhängig. Beim Bipolartransistor (Typen wie BD131, BD135 oder viele HF-Transistoren fehlen leider) stehen die Temperaturparameter auf den Default-Werten. Auch die Quasisättigungs- und viele andere wichtige Modellparameter berücksichtigt Parts nicht, obwohl sie im Simulator selbstverständlich vorhanden sind. Mitunter liegt die Tücke des Objekts auch in der Software selbst: bei der f_T -Kurve kann man zwar viele Datenblattwerte eingeben, doch dargestellt werden nur maximal zwei.

Fazit

MicroSim hat mittlererweile eine umfangreiche, leistungsfähige und vor allem durchgängige EDA-Gesamtlösung erstellt, die zumindest auf dem PC fast schon ihresgleichen

sucht. Wem Zukunftssicherheit besonders am Herzen liegt und eine leicht bedienbare Software für seine Elektronikentwicklung am PC sucht, der kommt am MicroSim-EDA-Paket kaum vorbei. Gutes hat allerdings auch seinen Preis. Das Preis/Leistungs-Verhältnis ist zwar merklich besser als bei vielen Workstation-Produkten, doch im PC-Bereich liegt man hier eher im Mittelfeld. Schulen und Hochschulen haben in dieser Hinsicht bessere Karten. Sie bekommen die komplette PSpice-Mixed-A/D-Simulation bereits für 1095 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

pen

Literatur

- [1] S. Weber, PreView: PSpice nullt, ELRAD 5/94, S. 26 ff.
- [2] S. Weber, Schaltungssimulation mit PSpice: Optimal optimiert, ELRAD 10/95, S. 86 ff.

Hoschar Systemelektronik GmbH
Rüppurer Str. 33
76137 Karlsruhe
07 21/37 70 44
07 21/37 72 41

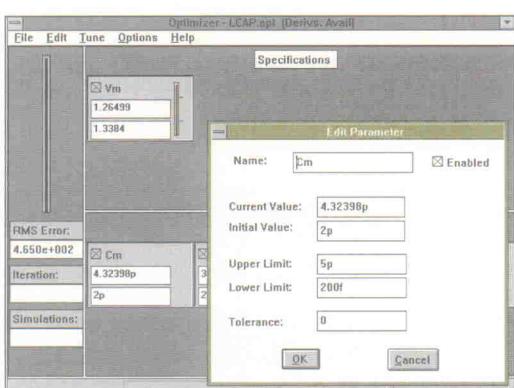
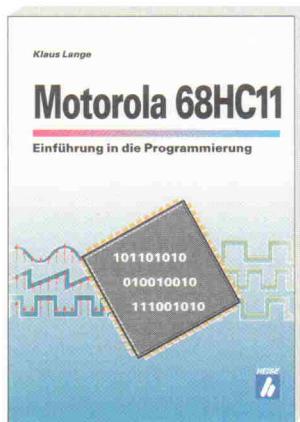


Bild 4. Die Vorgaben zur Optimierung erfolgen menü-gesteuert.

MicroSim PSpice 6.3

- + sehr umfangreiche CAD-Software mit gut aufeinander abgestimmten Modulen
- + leistungsfähiger Mixed-Mode-Simulator mit umfangreicher Bibliothek
- Performance Analysis im Postprocessing wenig benutzerfreundlich
- kein Undo

Mikroprozessoren!



Mikroprozessoren haben eine große Bedeutung, auch wenn sie meist im Verborgenen arbeiten. Sie befinden sich in Radios, Waschmaschinen und Kameras. In Kraftfahrzeugen steuern sie das Motormanagement. Dem Bedarf nach Information über diesen Bereich trägt Klaus Lange Rechnung. Er wendet sich an Studenten und Ingenieure, die sich in die Programmierung von Mikrokontrollern allgemein und speziell in die des 68HC11 von Motorola einarbeiten wollen. Er behandelt u. a. Register, Speicher, Schnittstellen und Timersystem. Ein Blick auf Reset, Interrupt und Assembler fehlt nicht. Am Ende steht ein kleines Entwicklungssystem, mit dem sich Hard- und Software entwickeln und prüfen lässt.

1. Auflage 1995

Gebunden, 240 Seiten

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Platine und Diskette

DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-053-6

1/1
C.53-34-56
Im Buch- und Fachhandel erhältlich

Die Entwicklung im MCU-Markt zeigt, daß eine MCU nicht allein über Preis und Funktion Zugang zu Applikationen findet. Eine entscheidende Rolle im Entwicklungsvorgang spielt der Faktor Zeit. Dabei stehen die Fragen nach Entwicklungswerkzeugen und bereits existierenden Applikationen im Vordergrund. Diesem Informationsbedürfnis trägt Zekeriya Zengin Rechnung: Neben Hard- und Softwarebeispielen setzt er u. a. folgende Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Peripherie;
- ausführliche Beschreibung eines Crossassemblers (IBM PC) für Einsteiger und semiprofessionelle Anwender;
- Erläuterung zum Bau eines Low-Cost-Programmiergerätes.

1. Auflage 1994

Gebunden, 269 Seiten

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Diskette

DM 68,-/sfr 68,-/öS 530,-

ISBN 3.88229-034-X

Der ideale Einstieg in die Programmierung der MC68HC(7)05K1-Familie. Es werden alle Hilfsmittel und Informationen geliefert, die eine optimale Entwicklung von Anwendungen zulassen. Der Autor setzt die folgenden Schwerpunkte:
– Erläuterung von CPU und Befehlssatz;
– Beschreibung der Funktionsblöcke;
– Erklärung der Entwicklungstools;
– Aufbau des Simulators;
– ausgewählte Softwarebeispiele.
Die nötige Software (Assembler, Simulator) befindet sich auf der Diskette. Ein Emulator läßt sich mittels der beigelegten Platine leicht realisieren.

1. Auflage 1995

Gebunden, 281 Seiten

mit Platine und Diskette

DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-056-0



**Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
D-30604 Hannover**

Leichtgewicht

Starterkit für TIs Low-Power-Controller MSP430



Karlheinz Morgenroth

Bei autarken intelligenten Meßwerken hat ein Parameter zentrale Bedeutung: die Energieaufnahme. Sie bestimmt die Lebensdauer der Batterie. Den Strombedarf des im Gerät tätigen μ C zu minimieren hat sich Texas Instruments Deutschland zum Ziel gesetzt. Als Lösung präsentierte die Halbleiterschmiede den MSP430. Das jetzt erhältliche Starterkit erlaubt dessen praxisnahe Erprobung.

Die Kombination von Sensorik mit einem Mikrocontroller zu einem dezentralen Meß- und Auswertesystem birgt konträre Zielsetzungen in sich: Eine lange Laufzeit – günstigerweise nach Monaten oder Jahren – gezielt – bei Speisung aus einer möglichst kleinen Batterie setzt eine niedrige mittlere Stromaufnahme voraus.

Dem steht die durch die dezentrale Intelligenz erforderliche Rechenleistung, die proportional zur Taktfrequenz auch die Stromaufnahme bestimmt, gegenüber. Verschiedene Lösungen mit konventionellen 8- oder 4-Bit-Mikrocontrollern beschreiben beispielsweise den Weg abgesenkter Versorgungsspannung oder das zyklische Abschalten des Mikrocontrollers mittels Sleep-Modus.

Texas Instruments (TI) möchte nun mit der im oberbayrischen Freising entwickelten MSP430-Mikrocontroller-Familie (vgl. 'RISC-Anker Kern' auf Seite 26) den Königsweg anbieten: Die Kombination einer modernen 16-Bit-RISC-Architektur nebst Onchip-Peripherie mit der Fertigung in einer stromsparenden CMOS-Technologie soll den Start erlauben. Allein reicht dieser erste Schritt noch nicht zum Erreichen eines extrem niedrigen Stromverbrauchs. Zusätzlich helfen die via FLL (Frequency Locked Loop) einstellbare Taktfrequenz sowie mehrere Power-Down-Modi den Strombedarf des Controllers je nach momentaner Anforderung zu dosieren und auf das Minimum zu drücken (Bild 1).

Wie für ein frisches Erzeugnis einer zudem neuen Produktsparte üblich, möchte TI dem potentiellen Neukunden die MSP430er mit einem Starterkit schmackhaft machen. Das im Kit enthaltene, ungefähr zigarettenstabschachtelgroße Board enthält neben dem MSP430P325 (eine OTP-Variante mit 16 KByte ROM und 512 Byte RAM) ein 7,5stelliges Siebensegment-LCD-Display sowie einen Lichtsensor samt Referenzspannungsquelle. Die restliche – und größte – Anzahl an Bauteilen verschlingt der diskret aufgebaute RS-232-Pegelwandler sowie der Spannungsregler.

Die Stromversorgungsbuchse führt jedoch in die Irre, denn die Platine bezieht ihre Energie aus zwei vom μ C nicht benötigten Statusleitungen der RS-232-Schnittstelle – womit TI den sehr niedrigen Stromverbrauch eindrucksvoll unterstreicht. Eine Einschränkung birgt das Starterkit aufgrund

eines fehlenden externen Speichers. Die Verwendung des Onchip-RAM als einzigen modifizierbaren Programm- und Datenspeicher schränkt die Größe eigener Programme inklusive Daten auf 448 Byte ein.

Sechs Handbücher sowie mehrere Hefte und Broschüren geben eine detaillierte Einführung in Architektur, Aufbau und Programmierung der verschiedenen Familienmitglieder der MSP430-Familie. Besonders hervorzuheben sind sowohl die zahlreichen Applikations- als auch Quellcodebeispiele, denen jeweils ein eigenes Handbuch gewidmet ist und die dem Neuling potentielle Einsatzmöglichkeiten wie auch softwareseitige Lösungswege aufzeigen. Die Palette reicht von der einfachen Ankopplung eines Temperatursensors bis zur Energieverbrauchserfassung mit verschlüsselter drahtloser Datenübertragung.

Die auf drei Disketten beiliegende Software enthält reinrassige Windows-Programme inklusive einer Setup-Routine. Fertig installiert benötigen alle Programme etwa 3,5 MByte auf der Festplatte. Neben einer selbstablaufenden Demonstration ist ein Assembler enthalten. Mehrere im Quellcode vorliegende Beispiele reichen von der korrekten Initialisierung des Mikrocontrollers bis zur Erzeugung einer Laufschrift auf dem LCD.

Ein weiterer Bestandteil ist eine integrierte Entwicklungs- und Simulationsumgebung. Die Kommunikation mit dem Mikrocontroller erfolgt beispielsweise mittels des zu Windows 3.11 gehörenden Terminalprogramms respektive HyperTerminal bei Windows 95. Für die korrekte Einstellung des jeweiligen Terminalprogramms sorgen beiliegende Dateien – die richtige Angabe über die benutzte serielle Schnittstelle bei der Installation vorausgesetzt. Ein passendes Kabel liegt dem Kit bei.

Überwacher

Auf der Controllerseite übernimmt der ROM-Monitor die Federführung. Trotz seiner Einfachheit lässt dieser dennoch keine der gängigen Funktionen vermissen. Ein Goodie versteckt sich hinter dem Demo-Kommando, das ein im Monitor integriertes Luxmeterprogramm aufruft. Dieses erfasst im Fünf-

sekundenrhythmus die Helligkeit mittels des auf der Platine befindlichen Sensors und gibt den Wert auf dem LCD aus.

Die sicherlich elegantere Variante, Applikationen zu entwickeln und zu testen, besteht im Einsatz der integrierten Entwicklungs- und Simulationsumgebung, die sich in der Oberfläche, Menüstruktur und Tastaturbelegung stark an Microsofts Developer Studio anlehnt. Zudem kann man damit die durch das µC-Onchip-RAM gegebene Größenbeschränkung überwinden und

Programme realitätsnah im ROM-Bereich plazieren. Die Entwicklungsumgebung vereint neben der Projektverwaltung einen kontextsensitiven (Hervorhebung von Schlüsselwörtern, Kommentaren etc.) Quelltexteditor sowie den Assembler.

Mit integriert ist ein Simulator, der über alle Eigenheiten der verschiedenen Mitglieder der MSP430-Familie hinaus auch auf die Nachbildung und Protokollierung externer Ereignisse an den Anschlüssen des virtuellen Controllers eingeht. Kontrol-

le und Zugriff auf den Simulator erhält der Benutzer über den Quelltext-Debugger. Dem bisher in allen 430er Controllern enthaltenen LCD-Controller steht als Pendant in der Entwicklungsumgebung die Simulation fast beliebiger selbst gestalteter LC-Displays gegenüber. Allerdings ist das für den Entwurf eigener LCDs benötigte Programm nicht im Lieferumfang des Starterkits enthalten, aber eine Datei mit dem Ebenbild des auf dem Board befindlichen Displays liegt bei.

Die einfache Handhabung der Hard- wie auch Software erlaubt einen leichten Einstieg in diese Controllergeneration. Zugleich bildet die umfassend und detailliert gestaltete Dokumentation, die nicht bloß eine Anleitung zum Einsatz des Kits darstellt, sondern verschiedene Ansätze für Einsatzmöglichkeiten und eigene Entwicklungen mit den MSP430ern sowie differenzierte Lösungsvorschläge für Problemstellungen aufzeigt, die Basis für den Entwurf neuer Produkte.

TI möchte die MSP430-Familie zwar primär im Bereich der

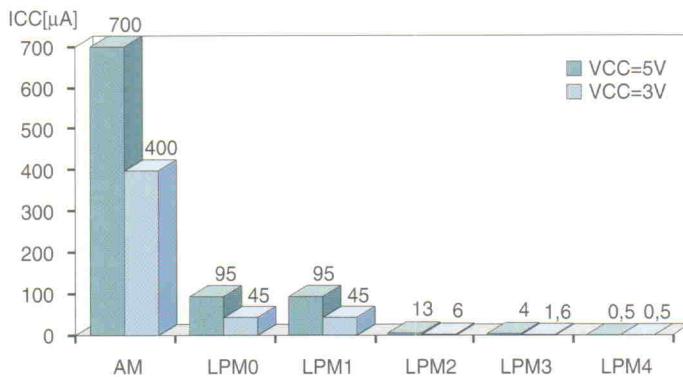


Bild 1. Typische Stromaufnahme des MSP430 in den verschiedenen Betriebsarten.

Leichte Chance

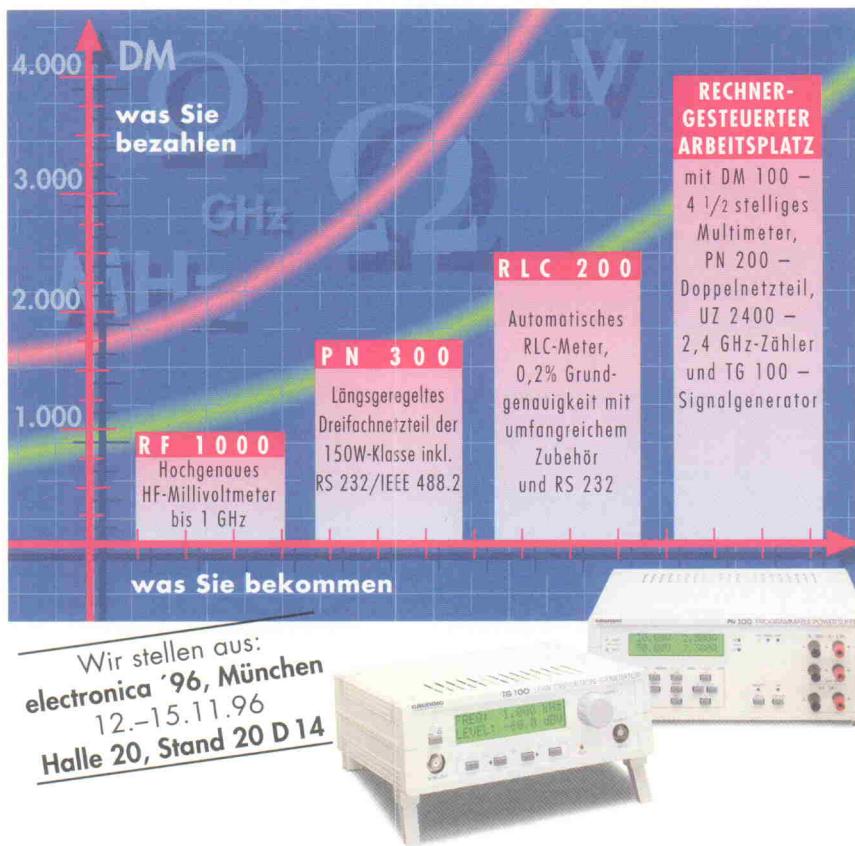
Drei Exemplare des Starterkits zum MSP430 stellt Texas Instruments zur Verlosung bereit. Wer ein Exemplar gewinnen möchte, schickt bis zum 25. Oktober ein Fax oder eine EMail an:

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

Bitte geben Sie in jedem Fall ihre vollständige Postanschrift an, damit wir einen eventuellen Gewinn auf die Reise schicken können.

Energieverbrauchsmessung plazieren, doch dürfte sie dank der positiven Eigenschaften auch in anderen Meßtechnikapplikationen ihren Einsatz finden. Das Starterkit ist für gut 200 DM über TIs Distributoren (z. B. Eurodis Enatechnik, Quickborn, Tel.: 0 41 06/7 01-4 45 und Spoerle Electronic, Dreieich, Tel.: 0 61 03/3 04-0) oder beim Elektronikladen Detmold (Tel.: 0 52 32/81 71) erhältlich. ea

So kriegt Ihr Budget noch die Kurve !



Informieren Sie sich über

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

die neuen Lösungen
für anspruchsvolle und
budgetsichonende
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

RISC-Canter Kern

Die bisher neun Mitglieder der MSP430-Familie unterscheiden sich in Größe und Art (ROM, OTPROM) des Programmspeichers sowie der Kapazität des Onchip-RAM (256 oder 512 Byte). Allen gemein ist der große Umfang an Onchip-Peripherie inklusive LCD-Controller (Bild 2), allerdings auch der Verzicht auf externe Daten- oder Programmspeicher.

Das Herz aller 430er bildet ein 16-Bit-RISC-Core mit sechzehn 16-Bit-Registern, von denen zwölf universell verwendbar sind. Die restlichen vier sind der Program Counter, Stack Pointer, ein Statusregister sowie ein Konstantenregister. Die Besonderheit am Konstanten- als auch am mit der gleichen Funktion ausgestatteten Statusregister ist, daß durch einen Lesezugriff eines Transfer- oder Arithmetikbefehls in Verbindung mit bestimmten Flags im jeweiligen Befehl fest vorgegebenen Konstanten zurückgeliefert werden. Der Zweck dieser Eigenheit ist die Einsparung unnötiger Ladebefehle für häufig benötigte Konstantenwerte wie $-1, 0, +1, +2 \dots$

RISC-typisch besitzen alle Befehle eine einheitliche Struktur und sind überwiegend ein Wort (16 Bit) lang. Je nach gewählter Adressierungsart können manche Befehle bis auf eine Länge von drei Wörtern wachsen, wobei sich auch die zur Ausführung benötigte Anzahl der Taktzyklen erhöht. Auffallend ist, daß die MCU ohne die für RISC-CPU's typische Pipeline auskommt, aber dank Ein-

satzes mehrerer interner Busse für viele Befehle nur einen Taktzyklus benötigt. Ebenfalls RISC-untypisch stehen bis zu sieben Adressierungsarten zur Verfügung, wobei als Datenquelle oder Ziel auch eine Speicherstelle dienen kann. Der Befehlssatz, dessen Mnemonik Ähnlichkeiten mit Intels MSC51 und Motorolas 68k aufweist, umfaßt 51 Instruktionen, von denen der Core allerdings nur 27 direkt ausführt – die restlichen emuliert der Assembler.

Der Adressierungsumfang der CPU beträgt entsprechend der 16-Bit-Registerbreite 64 KByte. Eine Erweiterung auf ein MByte mittels zusätzlicher Segmentregister ist für zukünftige Controllerversionen geplant. Zugriffe auf ROM, RAM sowie die Onchip-Peripherie sind sowohl wort- wie auch byteweise möglich. Die für RISC-Verhältnisse an sich untypischen Merkmale mögen anfangs verwundern, Ziel ist jedoch die Kombination eines aus Sicht des Programmierers möglichst effizienten Befehlssatzes mit CISC-Charakter und der Vorteile einer RISC-Architektur bei Design und Betrieb des µC.

Den Systemtakt der CPU erzeugt eine FLL, die als Referenz einen 32,768-kHz-Uhrenquarz nutzt. Je nach Programmierung der FLL kann der CPU-Takt zwischen minimal 100 kHz, typisch 1 MHz oder maximal 3,3 MHz liegen, wobei Teile der Peripherie direkt mit 32,768 kHz versorgt

werden können und so unabhängig von etwaigen Core-Taktänderungen bleiben.

Ein universell einsetzbares Timermodul mit zwei 8-Bit-Zählern und bis zu sechs frei konfigurierbaren Ein- und Ausgängen ermöglicht nicht nur einfache Zähl- und Taktarbeiten, wie etwa die Generierung pulsweitenmodulierter Signale. Ein zusätzlich vorhandener Komparator sowie die Kaskadierung der Zähler auf zusammen 16 Bit Auflösung erlauben die Nutzung als langsam wandelnden, aber genauen Dual-Slope-A/D-Umsetzer. Neben dieser universellen Timer-Einheit sind noch ein ebenfalls programmierbarer Watchdog wie auch mehrere einfache Timer für die Erzeugung verschiedener durch die Peripherie genutzter Takte integriert.

Seriell ohne UART

Eine Besonderheit stellt die Realisierung der seriellen Schnittstelle dar. Statt eines eigenständigen UART – der oft nur brach läge – erledigt ein modifizierbarer Timer diese Aufgabe. Dieser versteht sich auf die Erzeugung des üblichen RS-232-Protokolls mit verschiedenen Datenbreiten, Stopbits und Parity-Modi. Außerdem steht für die Kommunikation zwischen mehreren Mikrocontrollern ein eigenes Protokoll zur Verfügung.

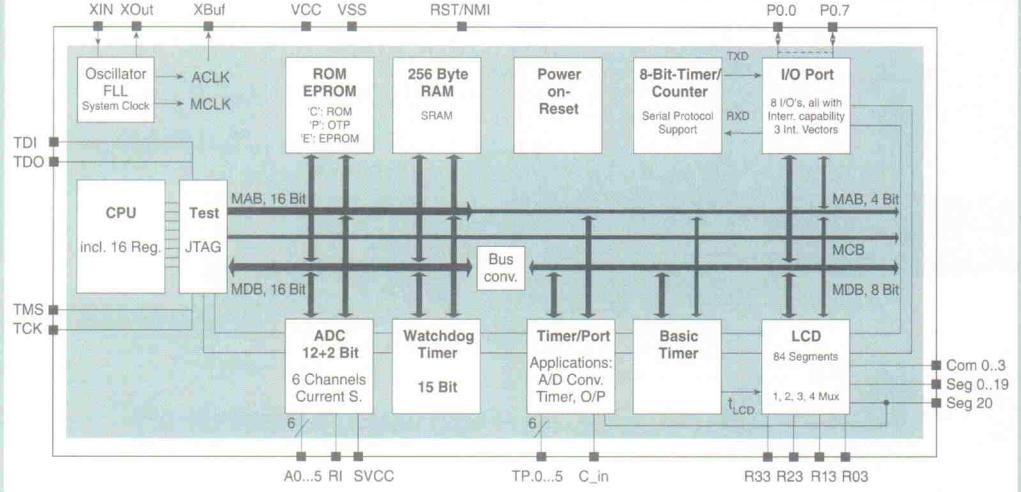
Die Schnittstelle zur Außenwelt für einfache digitale Signale, die serielle Kommuni-

kation als auch die Zugriffe auf die drei Interruptebenen stellt ein 8 Bit breiter und in weiten Teilen konfigurierbarer I/O-Port dar. Zudem ist in einigen Ablegern der 430er-Familie ein eigenständiger A/D-Wandler mit 12 Bit Auflösung integriert. Dieser beinhaltet einen Multiplexer für maximal 8 Kanäle plus Referenzspannungseingang. Außerdem ermöglicht er dank einer Konstantstromquelle auch 2-Leiter-Widerstandsmessungen. Eine schaltbare Bereichswahl gestattet die Erhöhung der Wanderauflösung um weitere zwei Bit. Eine Standardwandlung mit 12 Bit Auflösung benötigt insgesamt 96 Zyklen, eine Messung unter Ausnutzung der Bereichswahl 132 Zyklen. Für die Darstellung von Ergebnissen enthalten alle Mitglieder der MSP430-Serie einen LCD-Treiber. Dieser kann bis zu 92 Segmente im statischen oder Multiplexbetrieb mit bis zu vier Phasen ansteuern.

Alle 430er verfügen über fünf Low-Power-Modi (LPM0...4), die vorrangig den Stromverbrauch rund um die Taktzeitung reduzieren. Schrittweise werden damit die CPU, dann alle Peripherieeinheiten, die den Systemtakt benutzen, schließlich mit dem Quarzoszillator auch alle restlichen von einem Takt abhängigen Einheiten stillgelegt.

Ergebnis all dieser Bemühungen ist eine von Haus aus bereits geringe Stromaufnahme von typisch 400 µA im Active Mode (AM, 3 V Versorgungsspannung, 1 MHz Takt, inaktiver A/D-Wandler). Je nach gewählter Betriebsart läßt sich der Verbrauch bis auf ein halbes Mikroampere drücken (LPM4, vgl. Bild 1). Nach Angabe von TI kann eine typische Applikation – wie beispielsweise ein Energieverbrauchsmesser – mit einer kompakten 1,2-Ah-Lithium-Batterie bis zu 10 Jahre laufen.

Bild 2. Der A/D-Wandler des MSP430 erlaubt dank integrierter Konstantstromquelle auch die Zweileiter-Messung von Widerständen.





CD-Shop

Wissen zum Abruf

Ihr komplettes Archiv auf CD-ROM

Alle Artikel liegen als HTML-Hypertext-Dokumente vor. Auf PCs unter MS Windows können sie mit den mitgelieferten Rechercheprogramm eMedia Navigator betrachtet werden. Auf Computern mit ande-

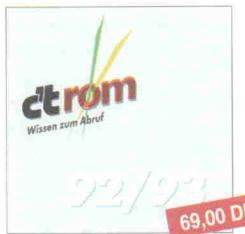
ren Betriebssystemen ist zur Anzeige der Artikel ein HTML-3.0-fähiger WWW-Browser erforderlich (aus lizenzierten Gründen nicht auf der CD-ROM enthalten). Die CD-ROM ist von Unix-Systemen, IBM-PCs und Macintosh-Rechnern lesbar.



Tip

c't Archiv 92-95
Über 8.300 Seiten Text.
Mehr als 9.800 Bilder.
Als Hybrid-CD-ROM für
PC und Macintosh. Alle
4 Jahrgänge auf 3 CDs.

c't-ROM



c't-ROM 92/93
Mehr als 4000 Seiten Text.
Über 4500 Bilder.



c't-ROM 94
Mit ca. 2300 Seiten Text
und 2500 Bildern.



c't-ROM 95
Insgesamt ca. 850 Artikel auf
mehr als 2500 Druckseiten.



iX-PRESSED '94
Mit ca. 1500 Seiten Text
und 1000 Bildern.



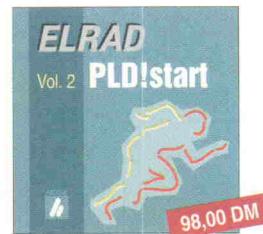
iX-PRESSED Archiv '94-'95. 2 CD-ROMs für nur 98,- DM.

iX-PRESSED

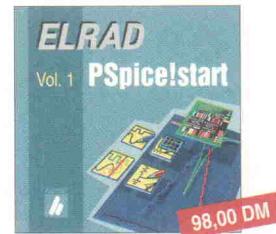
ELRAD-Software



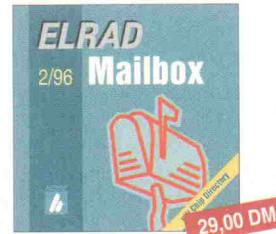
ELRAD PLD!start
Die ELRAD-CD-ROM für den
Einstieg in die Entwicklung
mit komplexen PLDs.



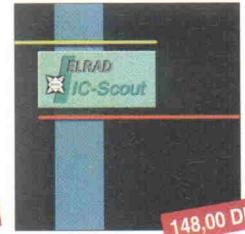
ELRAD PLD!start, Volume 2
PC-Software für die Program-
mierung und Analyse von
PALs, GALs, CPLDs und
FPGAs – von AMD bis Xilinx.



ELRAD PSpice!start
ELRADs CD zur Simulation
bietet alles rund um SPICE.

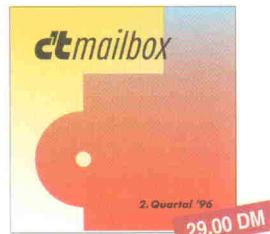


ELRAD Mailbox
Diese CD-ROM enthält eine
komplette Kopie aller Daten
des ELRAD-Mailbox-Servers.



ELRAD IC-Scout
Bezugsquellen-
nachweis für 43000 Basis-
ICs. 895 Herstelleradressen und
1235 Distributoren. Lieferung
auf CD-ROM oder Diskette.

c't Mailbox



c't Mailbox erscheint viermal im
Jahr mit jeweils aktualisiertem
Inhalt. Jahresabonnement
(4 Ausgaben) nur 76,00 DM.



c't freeware shareware zu c't 5/96
Programme u.a. aus den Bereichen
Office, Finanzen, Bild und Grafik,
Multimedia, Spiele, Edutainment,
Wissenschaftl. u. techn. Anwendun-
gen, Kommunikation u. Internet ...

Bestellcoupon CD-Shop

Senden Sie mir bitte

- c't-ROM-Archiv 92-95 149,- DM
- c't-ROM 95 69,- DM
- c't-ROM 94 69,- DM
- c't-ROM 92/93 69,- DM
- 2 c't-ROM's Jahrgang ___ + ___ 98,- DM
- c't-Mailbox (aktuelle Ausgabe) 29,- DM
- c't-Mailbox Jahresabo (4 Ausgaben) inklusive Porto u. Verpackung 76,- DM
- c't-freeware shareware 10,- DM
- iX-PRESSED-Archiv '94-'95 98,- DM
- iX-PRESSED '94 69,- DM
- iX-PRESSED '95 69,- DM
- ELRAD-Mailbox 2/96 29,- DM
- ELRAD-PSpice!start 98,- DM
- ELRAD-PLD!start 49,- DM
- ELRAD-PLD!start, Volume 2 98,- DM
- ELRAD-IC-Scout 148,- DM

Preise zzgl. 6,- DM für Porto und Verpackung.

EMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 30625 Hannover
Telefon: 0511/ 53 72 95 Fax: 0511/ 53 52 147;
EMail: emedia@emedia.de Internet: <http://www.heise.de/>

Bestellungen nur gegen Vorauskasse
Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab

Konto-Nr. _____ BLZ _____

Bank _____
Verrechnungsscheck liegt bei. Eurocard Visa American Express

Card-Nr. _____

Gültigkeitszeitraum von _____ / _____ bis _____ / _____
Monat/Jahr Monat/Jahr

Datum _____ Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte) _____

NameVorname _____

Firma _____

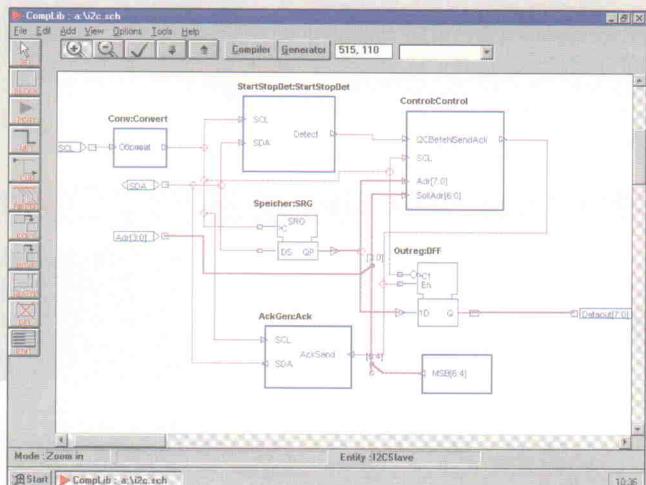
Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

Code-Schmiede

CompLib VHDL Schematic Editor und Generator

Preview



Ralf Lüders

Unter dem Motto 'VHDL-Output ohne ein eigenes Wort VHDL' steht CompLib, eine grafische Eingabeoberfläche nebst automatischer VHDL-Code-Generierung. Der finnische Hersteller Hantro baut auf die Klientel unter den Schaltungs-entwicklern, die sich nicht mit der Hardwarebeschreibungs-sprache VHDL herumplagen will, sondern weiterhin auf schematische Eingabe setzt. ELRAD prüfte, ob die neue Software den Erwartungen gerecht wird.

Da die Datenübergabe in einem HDL-Format immer mehr zur Standardanforderung insbesondere großer Unternehmen wird, könnte CompLib zu einem Rettungsanker für 'HDL-Unlustige' gereichen. Kommen Entwickler also auf diese Weise um das Erlernen einer Hardwarebeschreibungssprache herum? Ein hoher Anspruch, der zudem höchstes Vertrauen in den Generator voraussetzt. Schließlich müssten sich VHDL-Unkundige völlig darauf verlassen, daß CompLib korrekten und sauberen Code erzeugt. Denn sie wären nicht in der Lage, die Qualität des Codes zu überprüfen. Es ist an dieser Stelle sicher angemessen, Vorsicht walten zu lassen. Aber zuerst zur Bedienung des Tools und seiner Bewährung im ELRAD-Test.

Aller Anfang ist leicht

CompLib wird auf drei Disketten geliefert und läßt sich auf dem PC unter Windows NT (ab Version 3.5) oder Windows 95 installieren. Notwendig sind mindestens drei MB freier Festplattenplatz und acht MB RAM, empfohlen werden 16 MB RAM und eine Super-VGA-Karte. Die Software ist in einem 57 Seiten starken Handbuch (englischsprachig) dokumentiert, integrierte Online-Hilfe und Handbuch sind nahezu identisch. Eine Registrierungskarte und ein Hardware-Dongle liegen eben-

falls bei. Im Test lief die Software auf einem 486/66-PC mit 20 MB RAM unter Windows 95 und wurde anhand eines I2C-Slave-Designs ausprobiert, das Daten vom I2C-Bus empfängt. Im Blickpunkt sollten insbesondere die Bedienung des Schematic-Editors und die Qualität des erzeugten VHDL-Codes stehen.

Die Einleitung des Handbuchs beschreibt in kurzen Sätzen den Funktionsumfang des Tools: CompLib ermöglicht das einfache Plazieren von Komponenten in einem Schaltbild, die sich anschließend mit Hilfe von Netzen und Bussen verbinden lassen. Aus dem fertigen Schaltplan wird automatisch VHDL-Code erzeugt. Es handelt sich hier also um einen klassischen Schaltplan-Editor, der eine simulierbare VHDL-Netzliste generiert.

Der Editor beinhaltet eine Bibliothek mit den Grundelementen Counter, Flipflops, Latches, Multiplexer, Demultiplexer, Addierer/Subtrahierer, logische Grundgatter (AND, NAND, OR, NOR, XOR, XNOR, NOT), Schieberegister, Decoder, Encoder und Konvertierungsfunktion. Diese Bibliothek kann durch Zukauf der SCVL-Library der Firma Computer Aided Software Technologies (CAST) auf über 3000 Elemente erweitert werden. Alle Grundelemente werden im Schematic IEC-konform dargestellt, man muß sich also nicht mit dem Wechsel zwischen amerikanischen (IEEE) und europäischen (IEC) Schaltzeichen herumplagen.

Der Schematic Editor ist intuitiv bedienbar – was den ausgesprochenen Vorzug der Software ausmacht. Mit der am linken Bildschirmrand befindlichen Toolbar läßt sich der Editor in bestimmte Modi schalten. Ein einmal eingestellter Modus wird erst verlassen, wenn ein anderer angewählt ist. Dies erleichtert das Erstellen einer Grafik erheblich. Grundelemente erhält man über die Schaltfläche 'Generator', selbstdefinierte Komponenten werden als einfache Rechteckblöcke dargestellt (andere Darstellungen sind nicht möglich). Mit CompLib lassen sich Top-down- sowie Bottom-up-Designs durchführen. Dabei muß das Design nicht bis auf seine Grundelemente aufgelöst werden. Über einige Untermenüs läßt sich die ausgewählte Komponente den gewünschten Gegebenheiten anpassen. Sind alle Anpassungen durchgeführt, wird diese als Schematic und sofort auch als VHDL-Code abgespeichert.

Mäßige Beteiligung

Das Erstellen von simplen Zeichnungen gestaltet sich einfach, die Software verzeiht jedoch keine Planungsfehler: Da CompLib die Leitungen bereits angeschlossener Komponenten beim Verschieben nicht mitführt, wird die Zeichnung durch falsches Plazieren sehr schnell unübersichtlich. Eine Undo-Funktion gibt es nicht.

Die Einstellungsmöglichkeiten der Grundelemente sind ausreichend, lediglich die Typenauswahl ist etwas beschränkt. Da die Anzahl der Konvertierungsfunktionen ebenfalls eher mager ist, kommt der Designer um die Definition eigener Konvertierungen nicht herum. Sinnvollerweise sollten alle von CompLib angebotenen Grundtypen auch konvertiert werden können. Die Komponenten werden untereinander mit der Connect- oder Net-Funktion verbunden. Connect wählt Start- und Endpunkt einer Verbindung aus, die dann automatisch gezeichnet wird. Verbindungen werden nur als waagerechte und senkrechte Linien dargestellt, Verbindungen zweier Netze sind durch einen Kreis gekennzeichnet. Der Cursor erscheint während des Zeichnens als kleines Kreuz, eine Umschaltung auf ein Fadenkreuz,

also das genaue Plazieren von Komponenten am Rastermaß ist nicht möglich.

Genesis

Ist die Schaltung fertig eingegeben, wird als erstes der sogenannte Checker ausgeführt. Er überprüft die Verbindungen der Komponenten und Ports auf Typ-Konsistenz und offene Verbindungen. Offene Input-Ports werden als Error ausgegeben, passen Typen nicht zusammen, führt dies lediglich zu einer Warnung. Die Checker-Ergebnisse zeigen ein zusätzliches Fenster, wobei zwischen der angezeigten Meldung und dem Schaltplan keine aktive Verbindung besteht. Statt also beispielsweise beim Anklicken eines Netznamens dieses Netz im Schematic farblich unterlegt zu finden, muß man über das Edit-Menü die Funktion 'Select by Name' aufrufen, um einen Bezug zwischen Fehlermeldungen und Schaltplan herzustellen.

Sind alle Fehler korrigiert und alle Warnungen überprüft, startet der VHDL-Code-Generator über die Schaltfläche Compiler. Ein weiteres Fenster fordert die Angabe, ob eine configuration automatisch geschrieben und ob ein configuration-File gelesen werden soll. Nach Bestätigung mit OK und Eingabe des gewünschten Filenamens wird der VHDL-Code erzeugt und gespeichert.

An jedem Block kann man wahlweise statt der grafischen Eingabe (Schematic) auch 'puren' VHDL-Code benutzen. Nach dem 'Eintauchen' in einen solchen Block startet der VHDL-Editor. Liegt kein Code vor, kann CompLib bei Bedarf ein VHDL-Skelett (Umfang einstellbar) erzeugen. Es lassen sich bereits existierende Files einbinden, jedoch nicht automatisch aus diesen ein Schematic generieren. VHDL-Kenntnisse benötigt man bei der Portdeklaration: Eine Liste hält zwar alle möglichen Bit-Typen bereit, man muß aber wissen, was beispielsweise ein std_logic ist, um den Typ und Mode des gewünschten Ports korrekt anzugeben.

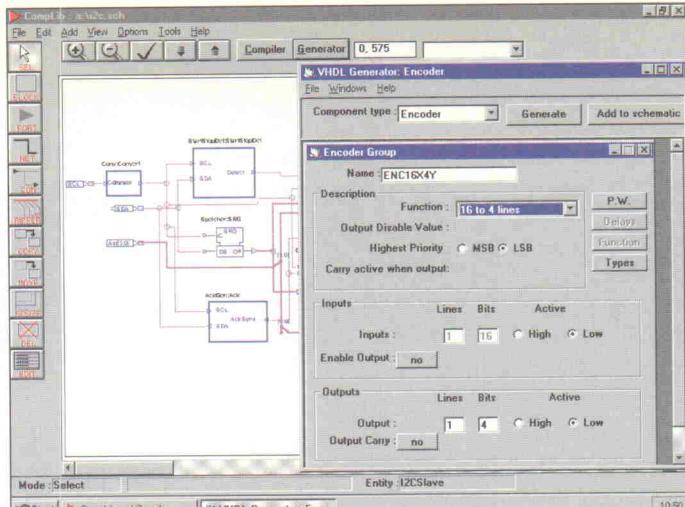


Bild 1. Der VHDL-Generator bietet diverse Grundelemente an.

geben. Ebenso sollte man den Unterschied zwischen Buffer und Out kennen (Buffer ermöglichen Rückkopplungen, Out nicht). Weitere Porttypen sind Integer und User Type. Probleme warf der User Type auf: wurde dieser in der Portdeklaration des Schematic spezifiziert, wandelt CompLib ihn in der VHDL-Netzliste automatisch in einen std_logic -Typen um, beachtet also nicht die anwenderspezifischen Definitionen. Hier ist dann ein Nacharbeiten im Texteditor erforderlich.

Sauber – aber

Das Wichtigste gleich zu Anfang. Die Syntax des VHDL-Codes und die Funktionsbeschreibung der Grundelemente sind korrekt, die Art des generierten Code ist jedoch streckenweise eher zweifelhaft.

Eine VHDL-Beschreibung läßt sich grob in zwei Klassen unterteilen: synthetisierbaren und beschreibenden – nicht synthetisierbaren – Code. Für Zähler und Schieberegister erzeugt CompLib beispielsweise synthetisierbaren VHDL-Code, das D-Register muß man dagegen für die Synthese ändern, da seine Beschreibung after-Statements enthält (die nicht synthetisierbar sind). Zähler und Schieberegister sind zudem in einem schlechten Stil geschrieben: Für

einen einfachen binären 3-Bit-Zähler mit asynchronen Reset benötigt CompLib zum Beispiel zwei Prozesse und ein zusätzliches internes Signal. Allgemein üblich ist für Zähler jedoch *ein* Prozeß mit einer Hilfsvariablen. Das mag sich kleinlich anhören, erhöht aber die Simulationsgeschwindigkeit bei größeren Designs nicht unerheblich.

Die automatische Erzeugung einer configuration kann man getrost vergessen. Der Sinn einer solchen ist die Festlegung eines entity-architecture-Paars. CompLib gibt die architecture jedoch gar nicht erst an, womit die Anlage einer configuration sinnlos wird. Möchte man trotzdem eine entity einer architecture zuordnen (die configuration), muß man der Hardwarebeschreibungssprache mächtig sein und selbst Hand anlegen.

Bei der VHDL-Code-Erzeugung kopiert CompLib den Inhalt sämtlicher VHDL-Files der Einzelkomponenten in eine Datei. Danach wird die Top-entity mit der Top-architecture hinzugefügt, die aus Komponentendeklarationen, Signaldeklarationen und Instanzierung der Komponenten besteht. Bei der Erstellung der Komponentendeklaration der Top-entity richtet sich CompLib nicht nach den als VHDL-Code gespeicherten entities, sondern benutzt

diejenigen der Schematic. Hier kommen dann die oben genannten Unstimmigkeiten in der VHDL-Code-Generierung zum Tragen: selbstdefinierte Port-Typen werden in die Komponentendeklaration erneut als std_logic-Typen eingelesen. Man muß die erzeugte Netzliste also von Hand anpassen, um einen User-Typ 'durchzusetzen' – was der von Hantro anvisierten Zielgruppe (VHDL-Urkundige) eher schwerfallen dürfte.

Fazit

Der Schematic-Editor glänzt durch seine intuitive Bedienbarkeit, zeigt jedoch erhebliche Schwächen bei der Erzeugung eines Schaltplans (kein Undo, kein Nachführen der Verbindung beim Verschieben der Komponenten). Die automatische VHDL-Code-Erzeugung ist verbessерungsbedürftig, wenig kompakte oder gar nicht synthetisierbare Codes haben langsame Simulationsgeschwindigkeiten zur Folge. Da der Design-Flow zwischen Schematic und erzeugtem Code nicht immer konsistent ist, empfehlen sich zumindest VHDL-Grundkenntnisse beim Einsatz von CompLib. Hier bleibt dann allerdings der Sinn des Tools auf der Strecke. Für größere Designs (FPGA-Entwürfe) ist die Software nicht zu empfehlen – die Schwächen im Code und dem Schematic-Editor kämen zu sehr zum Tragen. Die Software lag in der Version 1.1 vor, und es dürften sich bei den nächsten Versionen sicherlich Verbesserungen einstellen. Bis CompLib jedoch einen optimalen HDL-Design-Flow unterstützt, dürfte noch einige Zeit vergehen.

CompLib

- ⊕ intuitive Bedienbarkeit
- ⊖ Inkonsistenz zwischen Schematic und VHDL-Code
- ⊖ nicht synthetisierbare Code-Segmente
- ⊖ nicht optimierter Code

EDA vom Feinsten

Für Schaltungsentwurf und Leiterplatten-Design.

- objektorientiert
- ergonomisch
- überlegen

konsequente Echtzeitintegration, 100% Autoroute, Multi User, Flussorientierte, integrierte Potentialfächern, 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.



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@vfh.cube.de

mehr bieten Wenige

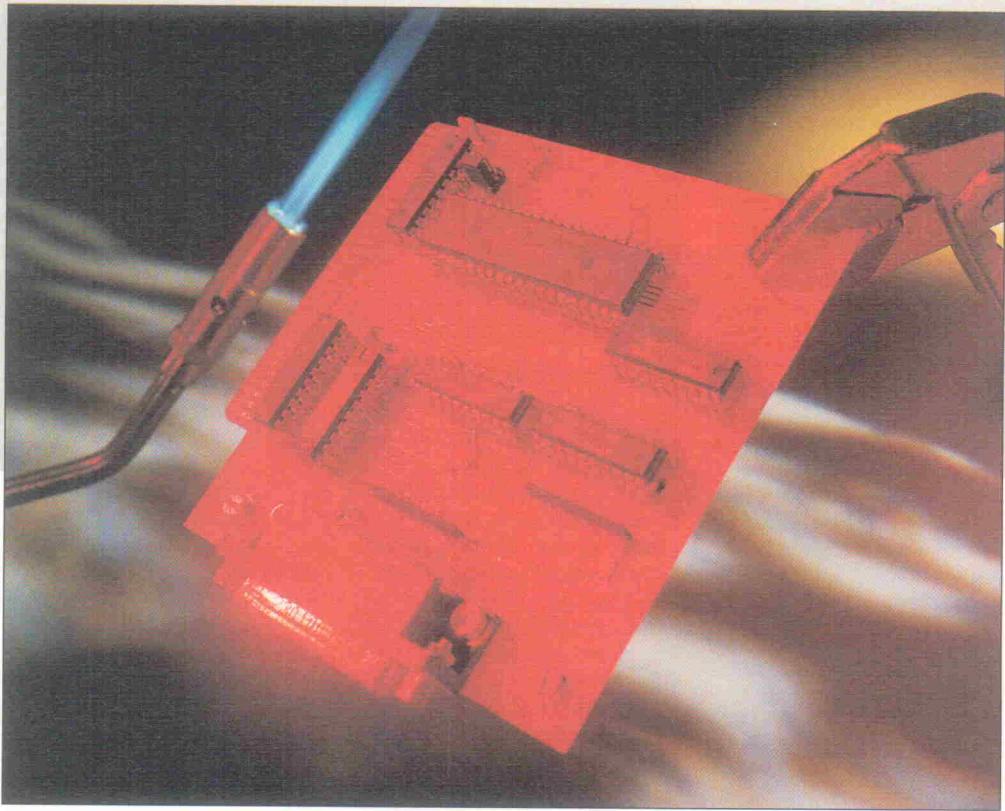
Heißer Wechsel

Live-Insertion mit dem Si9750

Design Corner

Marcus Prochaska

Für den Austausch elektronischer Komponenten kann man nicht immer den kompletten Prozeß stoppen. Live-Insertion – auch Hot-Swap genannt – ermöglicht das Entfernen und Einsetzen eines Moduls unter Betriebsbedingungen. Ein IC von Siliconix soll Schutz gegen Überlast und Kurzschluß bieten und Spikes von empfindlicher Elektronik fernhalten.



Wenn elektronische Baugruppen in Fernseher, PC oder Waschmaschine zu tauschen sind, gilt der erste Griff stets dem Netzstecker. Hauptsächlich dient diese Maßnahme dem Personenschutz. Darauf hinaus führt der Wechsel von Modulen während des Betriebs zu Kurzschlüssen oder Stromspitzen – kurz: gefährdet die Hardware. Für manche Anwendungen ist das Abschalten eines Systems zum Tausch oder zur Ergänzung von Komponenten völlig inakzeptabel. Online-Prozesse, Vermittlungsstellen, Verkehrsleitsysteme oder Kraftwerke müssen ungestört arbeiten können. Die Firma Siliconix hat den Si9750 speziell auf die Anforderungen von Computereinstektkarten zugeschnitten. Die Ein-Chip-Lösung benötigt nur wenig Platz auf dem Board.

Die Kernaufgabe des Si9750 besteht in der Vermeidung von Spikes während des Austausches der Karte. Im Überlastfall oder bei Kurzschluß sorgt der Begrenzerbaustein zusammen mit einem externen n-Kanal Enhancement-Mode MOSFET dafür, gefährlich hohe Ströme

zu vermeiden. Der MOSFET liegt zwischen der Versorgungsspannung und der zu schützenden Schaltung. Da auf dem IC ein entsprechender Treiber integriert ist, besteht die Möglichkeit, den Transistor direkt anzuschließen. Die Größe des zu regelnden Stroms nimmt der Chip über einen Widerstand auf, der zwischen MOSFET und Last liegt. Neben dem zulässigen Absolutwert des Versorgungsstroms kann man auch die maximale Steigung dI/dt festlegen.

Während des Betriebs überwacht der Chip die Versorgungsspannung und ist damit nach einer Live-Insertion keineswegs überflüssig. Zusätzlich kann man den maximal zulässigen Strom in der Einschaltphase und für den Normalbetrieb (Steady-State) festlegen. Die Programmierung der einzelnen Parameter erfolgt über die Außenbeschaltung des ICs. Zur Kontrolle des Chips ist ein digitales Interface integriert. Hiermit kann ein Hostsystem den Chip abschalten (Shutdown-Mode) oder sich über den Zustand der Spannung über der Last informieren.

Selbst wenn verschiedene Versorgungsspannungen für den Betrieb eines Boards erforderlich sind, ist der Einsatz des Begrenzers möglich. Jede einzelne Spannung wird dann von einem separaten SI kontrolliert. Die Betriebsbedingungen des Chips kann man stark variieren: die zulässige Versorgungsspannung liegt zwischen 2,9 und 13 V. Der Si9750 zieht dabei einen Ruhestrom von typisch 4 mA. Im Shutdown-Mode fällt dieser auf gut 20 μ A. Der Begrenzer kann seinen Dienst in einem Temperaturbereich von 0...70 °C verrichten.

Limitiert

Mit Hilfe der Widerstände R1 und R11 (Bild 2) stellt man den maximal zulässigen Laststrom I_L im stationären Betrieb ein, der sich aus der Ungleichung $I_L \cdot R11 > I_{BIAS} \cdot R1$ ergibt. Aufgrund der kapazitiven Eigenschaften vieler Schaltungen lässt der Begrenzerchip während der Einschaltphase einen höheren Strom zu. Sofern der HI/LO-Anschluß auf low liegt, erlaubt das IC beim Einschalten einen im Vergleich zum Normalbe-

trieb um 20 % größeren Strom. Wenn man hingegen HI/LO auf high zieht, so ergibt sich die Größe des Grenzstroms während der Anlaufphase aus $I_L \cdot R11 > 1,2 \cdot I_{BIAS} \cdot R1 + I_{BIAS} \cdot (1 \text{ k}\Omega + R15)$. Leider kann man auf dem Demoboard lediglich den Sense-Widerstand R11 einstellen, und zwar über den Leiterbahnwiderstand. Dazu stehen vier Abgriffe zur Verfügung, die man per Lötbrücke auswählt.

Zur Unterscheidung von Einschaltphase und Normalbetrieb wertet der Chip die Spannung am GATE-Anschluß aus. Wenn diese kleiner ist als die Betriebsspannung zuzüglich 7,8 V, geht der Baustein von einer Einschaltphase aus. Nun stellt sich die Frage, wie ein solches Potential überhaupt zustande kommt. Die Antwort gibt der Boost-Converter des Si9750. Diese Baugruppe gibt nach dem Prinzip der Ladepumpe die notwendige Gate-Steuerspannung des MOSFETs vor, die deutlich über der Betriebsspannung liegt. Damit das Booster-Modul seinen Dienst korrekt verrichtet, ist der BOOST-Pin auf dem Demoboard mit einem Kondensator C_{RETRY} am Anschluß GND verbunden.

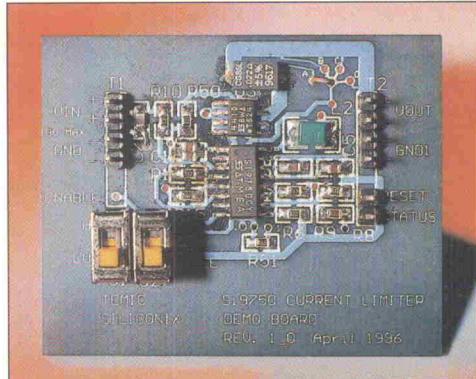
Wenn C₁ = 200 nF sowie mit der Induktivität L₂ = 100 μ H zwischen Eingangsspannung und COIL beschaltet.

Wenn I_L den eingestellten Grenzwert überschreitet, schaltet der Si9750 den FET schlagartig ab, was das zu schützende Modul sowie die Stromquelle und den MOSFET selbst vor Schaden bewahrt. Anschließend hebt der Baustein den Strom langsam an. Sobald der maximal zugelassene Grenzstrom wieder überschritten wird, verringert das IC I_L bis auf Null. Anschließend startet ein neuer Versuch, die Quelle und die Lastschaltung sich selbst zu überlassen. Der beschriebene Vorgang wiederholt sich solange, bis sich ein I_L unterhalb des Grenzstroms einstellt. Die Periodendauer dieses Retry-Modes ergibt sich aus der Größe des Kondensators am Anschluß C_{RETRY}.

Schalter

Der Enhancement-Mode-MOSFET von Typ Si4410 zeichnet sich durch einen geringen On-Widerstand von typisch 0,013 Ω für U_{GS} = 10 V aus. Die Größe von I_L ist direkt abhängig vom

Bild 1. Der Si9750 kontrolliert nicht nur den Eingangstrom, sondern spielt auch Spannungs- Watchdog und Resetgenerator.



GATE-Signal. Je größer die Gate-Source-Spannung ist, desto kleiner ist der Widerstand des selbstsperrenden MOSFETs. Die Anstiegs geschwindigkeit dieser Steuerspannung ist also direkt mit dI_L/dt verknüpft. Unter statischen Bedingungen kann man den Gate-Strom des FETs vernachlässigen. Der Si4410 arbeitet allerdings dynamisch – vergleichbar dem Schaltbetrieb. Zum Beispiel muß der MOSFET beim Auftreten einer Stromspitze blitzschnell eingreifen. Die Gate-Source-Kapazität ist in diesem Fall beträchtlich. Diesen Umstand haben sich die Entwickler des Begrenzerbaustein zunutze gemacht, um die Stei-

gung du_{GS} / dt programmieren zu können. Hierzu liefert der MOSFET-Treiber des Si9750 den konstanten Strom I_{SOURCE}, der den Anstieg der Gate-Spannung bestimmt.

Der Strom I_{SOURCE} ist eine Funktion von R_{BIAS}. Da dieser Widerstand ebenfalls die Größe von I_{BIAS} festlegt, sind I_{Lmax} und dI/dt voneinander abhängig. Die Funktionen I_{SOURCE} = f(R_{BIAS}) und I_{BIAS} = f(R_{BIAS}) kann man dem Datenblatt des Chips entnehmen. Ein typischer Wert für R_{BIAS} ist 12,5 k Ω . Hieraus ergibt sich I_{BIAS} zu 20 μ A und I_{SOURCE} = 1,2 mA. Um eine korrekte Funktion des MOSFETs sicher-



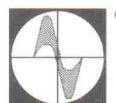
Test the Best!

Wer mitreden will, muß informiert sein.

Die electronica 96 ist das globale Top-Ereignis für den Elektronikentwickler. Sie präsentiert das weltweit vollständigste Angebot und zeigt die richtungweisenden Trends in den Bereichen

- Bauelemente und Baugruppen allgemein
- Mikrochip-Produkte und Halbleiter
- Elektronik-Design
- Labormeßtechnik.

Die ganze Welt professioneller Elektronik und 2.800 Aussteller aus 45 Staaten erwarten Sie.



electronica 96

17. Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik

München, 12.-15.11.96

Weitere Informationen:

Messe München GmbH, Messegelände, D-80325 München
Telefon (0 89) 51 07-229, Telefax (0 89) 51 07-174
<http://www.messe-muenchen.de>

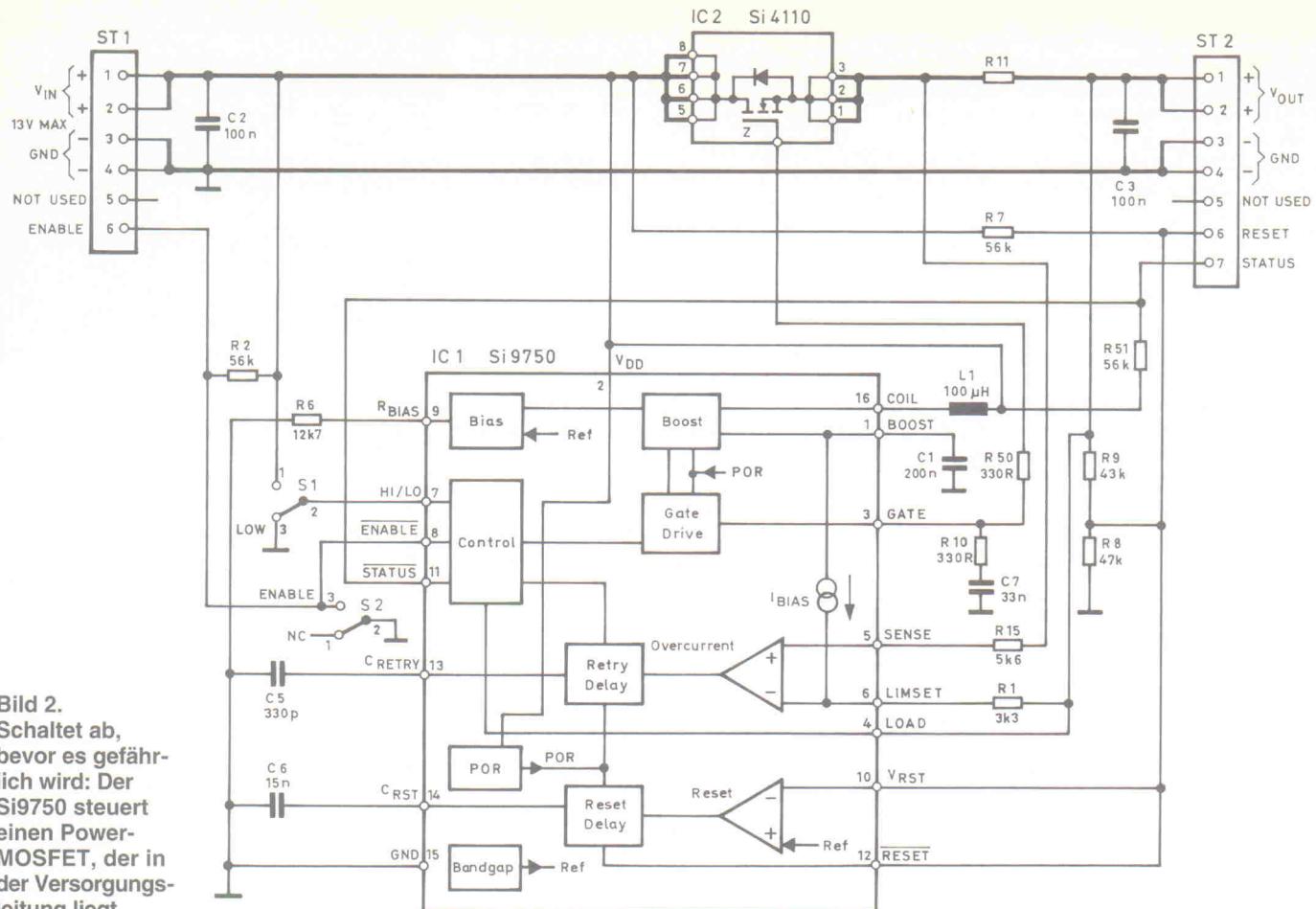


Bild 2.
Schaltet ab,
bevor es gefährlich wird: Der
Si9750 steuert
einen Power-
MOSFET, der in
der Versorgungs-
leitung liegt.

zustellen, sollte zwischen Gate und Masse der Kondensator C7 in einer Größenordnung von 33 nF geschaltet werden. Sofern man sehr große di/dt realisieren möchte, muß I_{SOURCE} sehr groß sein. Zur Vermeidung von Schwingungen ist ein 330- Ω -Widerstand in Reihe zu C7 notwendig. Wenn die Betriebsspannung 6 V überschreitet, ist ein weiterer 330 Ω -Widerstand in Reihe zum Gate-Anschluß fällig. Beide Widerstände sind auf der Testplatine untergebracht.

Der Stromlimiter kann seine Arbeit nur dann verrichten, wenn er selbst ausreichend mit Energie versorgt wird. Hierzu dient die Power-On-Reset-Funktion (POR) des Chips. Die POR-Baugruppe überprüft die Versorgungsspannung am Pin V_{DD}. Wenn bei einem Power-up die Betriebsspannung 2,7 V überschreitet, dann generiert der Baustein 100 μ s lang ein internes POR-Signal. Anschließend nimmt der Begrenzer seinen normalen Betrieb auf. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt V_{DD} unter 2,7 V fallen, geht der Si9750 davon aus, daß die Spannungsversorgung nachhaltig gefährdet ist. Aus diesem Grund schaltet das IC den

MOSFET ab, damit keinerlei Schäden entstehen können. Anschließend wird der bereits beschriebene Retry-Modus gestartet.

Digital

Das Digital-Interface des Si besteht aus drei Leitungen (/STATUS, /ENABLE und /RESET). Auf der Testplatine sind die Pins über zwei Pfostenfelder nach außen geführt. Diese Stecker dienen ebenfalls zum Anschluß der Versorgungsspannung und des zu schützenden Moduls. Ein Eingang der Logik-Baugruppe des Begrenzerbausteins – der /ENABLE-Anschluß – kann wahlweise über einen Schiebeschalter programmiert werden. Ein weiterer Schalter ist für den HI/LO-Pin auf dem Board untergebracht.

Mit Hilfe des CMOS-kompatiblen /ENABLE-Pins besteht die Möglichkeit, den Baustein ein- und auszuschalten. Im Gegensatz hierzu handelt es sich beim /STATUS-Anschluß um einen Open-Drain-NMOS-Ausgang. Diesen Pin zieht der Si9750 auf Low, sofern die Spannung über der zu schützenden Schaltung mindestens 90 %

der Eingangsspannung beträgt. Andernfalls ist /STATUS high. Damit können die Bausteine als Spannungs-Watchdog arbeiten. Ebenfalls kann dieses Signal die speisende Spannungsquelle steuern. Die Aussagefähigkeit der Statusinformation ist allerdings eingeschränkt, da der Baustein selbst aktiv sein muß. Wenn die Spannung am Eingang des Demoboards unter 2,7 V fällt, führt die Auswertung des Status-Ausgangs also zu falschen Ergebnissen.

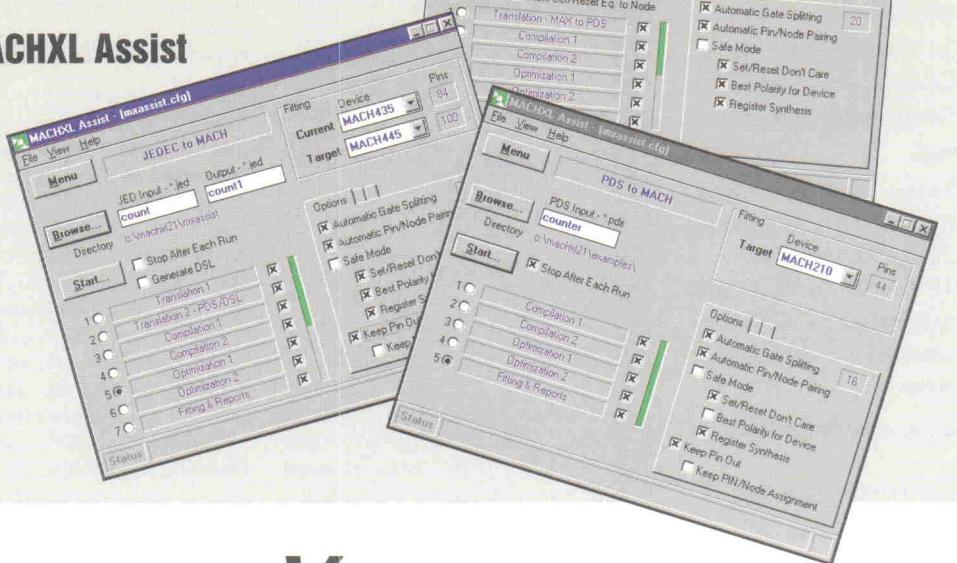
Bei /RESET handelt es sich um die Implementierung eines Standard-Reset-Eingangs, wie er bei Mikroprozessorsystemen üblich ist. Der Open-Drain-Ausgang ist low während des Power-on oder wenn die Spannung am Anschluß V_{RST} unter 1,25 V fällt. Zur Anpassung des Spannungsabfalls über der Last an den Schwellwert des internen Komparators kommt auf der Testplatine ein Spannungsteiler bestehend aus R8 und R9 zum Einsatz. Wenn die Spannung am zu schützenden Modul kleiner als 2,4 V ist, zieht der Begrenzer auf dem Board /RESET auf low. Allerdings erst nach einer kurzen Zeit, bestimmt durch den Kondensator

C6 am Anschluß C_{RST}. Die Dimensionierung dieser Kapazität der Demoplattine sorgt für eine Verzögerung von rund 150 μ s. Wenn es sich bei der Lastschaltung zum Beispiel um ein μ P-System handelt, kann man während des normalen Betriebs sicherstellen, daß Spannungsschwankungen nicht zu Fehlfunktionen führen. Damit bietet die Reset-Einheit zusammen mit dem Status-Modul eine gute Alternative zu zusätzlichen Watchdog-Bausteinen.

Obwohl der Hersteller den Si9750 für Live-Insertion-Anwendungen favorisiert, ist der Einsatz des Bausteins längst nicht auf diesen Bereich beschränkt. Dem Limiter funktioniert auch als Spannungs- und Strom-Watchdog. Mit dem Demoboard kann man zwar alle Grundfunktionen des Chips begutachten, jedoch läßt die kompakte Bestückung der SMD-Platine nur wenig Raum für eigene Experimente. Änderungen der Beschaltung werden zum Geduldsspiel. Lediglich den Sense-Widerstand kann man geringfügig variieren. Wer wirklich alle Möglichkeiten des ICs ausloten will, sollte sich besser selbst eine Schaltung damit aufbauen. cf

Gehilfe

MACHXL Assist



Ulrike Kuhlmann

Altes Tool in neuem Gewand – so läßt sich der MACHXL Assist in knapper Form beschreiben. Allerdings kann der Assistent bei mehr Aufgaben dienlich sein, als 'nur' Logik in einem MACH-Baustein unterzubringen.

Vor kurzem gliederte AMD den Bereich 'Programmierbare Logik' in eine eigenständige, hundertprozentige Tochtergesellschaft aus. Diese Umstrukturierung trägt nun erste Früchte: neben einer Verstärkung der europäischen Vertriebsaktivitäten besann man sich der eigenen Stärke im Softwarebereich. Zwar schloß AMD noch im letzten Jahr ein Abkommen mit Minc, in dem das Softwarehaus aus Colorado mit der Entwicklung und Bereitstellung von PLD-Tools beauftragt wurde. Doch angesichts der regen 'Wanderbewegungen' innerhalb der EDA-Branche möchte man sich offenbar nicht von einem einzigen Toolhersteller abhängig machen – das Beispiel Neocad (im vergangenen Jahr von Xilinx aufgekauft) ist noch zu gegenwärtig. Die PLD-Division suchte sich also ein kleines Unternehmen (Infomerge Solutions), das innerhalb kurzer Zeit eine Erweiterung der AMD-eigenen Software entwickelte. Die unter dem Namen MACHXL Assist firmierende Windows-Oberfläche für das bewährte MACHXL 2.1 lag der Redaktion zur Begutachtung vor.

Heiße Nadel

Auf vier Disketten kommt der Assistent ins Haus, benötigt einen 486er PC mit mindestens 8 MB RAM und circa 10 MB Platz auf der Festplatte. Die Installation unter Windows 95 verläuft problemlos, wenn auch in der vorliegenden Version nicht

ganz einwandfrei. Folgt man den Vorschlägen der Software, installiert sie sich automatisch in das Wurzelverzeichnis unter c:\machxl21\. Allerdings vergißt sie zwei ganz entscheidende Einträge: Die autoexec.bat wird trotz Anwahl nicht automatisch ergänzt. Hier muß man sowohl die PATH-Anweisung (PATH=MACHXL\machxl21\exe) als auch die Set-Variablen (SET=MACHXL\machxl21) von Hand nacheditieren! Ansonsten kann der Assistent zwar die Windows-Oberfläche aufrufen, aber keinerlei Kompilierungsläufe durchführen. Beim Starten des Programms stellte sich zudem heraus, daß die Software ihr Help-File im Pfad machxl sucht – und natürlich nicht findet. Solche Unsauberkeiten in der Programmierung sind etwas ärgerlich, weil überflüssig. Hier scheint mit der heißen Nadel gestrichen worden zu sein. Abgesehen von diesen Unstimmigkeiten ist das Programm allerdings gut durchdacht, sehr übersichtlich und trotz fehlender Online-Hilfe intuitiv bedienbar.

Hinter dem Tool MACHXL Assist verbirgt sich mehr als nur ein Assistent. Es enthält ein komplettes MACHXL 2.1, verpackt in eine Windows-Oberfläche und angereichert um einige nützliche Utilities. Und so kann der Assistent behilflich sein: Er konvertiert diverse File-Formate in die MACH-eigene Syntax. Im einzelnen sind dies 'Jedec to MACH', 'PDS to MACH', 'MAX to MACH' und 'MAX to DSL'. Entwicklern

wird mit der Software ein Tool an die Hand gegeben, neue und bestehende PLD-Designs in die AMD-ICs der MACH-Serien 1 bis 5 einzubinden.

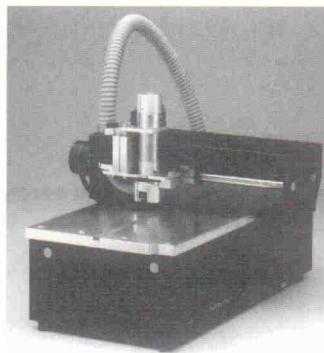
Unterstützt wird neben der Umwandlung von MACH- zu MACH-Baustein die Umsetzung von PAL-Designs sowie die Konvertierung von Reportdateien für Alteras MAX5000er-, 7000er- und 9000er-Familien. Für den MACH230, die in System programmierbaren ICs der 1er- und 2er-Serie sowie die MACH5-Bausteine beschränkt sich der Assistent bislang auf die Generierung von DSL-Files zur Weiterverarbeitung in einer MACHXL-Version 3.0 oder höher beziehungsweise im Minc-eigenen PLDesigner. Hier kann man aber auf eine Erweiterung in einer der nächsten Versionen hoffen. Die komplette Assist-Software in der Version 3.0 liegt übrigens für interessierte Leser in der ELRAD-Mailbox (Tel. 05 11/53 52 401) zum Abruf bereit.

Auf zum MACH

Um in einem bestehenden MACH-Design die Zielarchitektur zu wechseln, bedient man sich des 'Jedec to MACH'-Menüs. Diese Funktion macht insbesondere Sinn, wenn man im Verlauf eines Retargeting beispielsweise vom MACH435 auf den in System programmierbaren MACH445 umsteigen möchte. Dazu werden nach dem Einlesen des Jedec-Files das gewünschte Target ange wählt, unter Options die notwendigen Parameter für die Konvertierung eingestellt und mit dem Start-Button der Übersetzungsvorgang gestartet. Das Pinout des ursprünglichen Bausteins kann dabei beibehalten werden (Keep Pinout), was ein Redesign der Hardwareplattform erleichtert. Nach zwei Übersetzungsläufen, zwei Kompilierungsschritten und zwei Optimierungen mit ESPRESSO-Algorithmen wird eine Fusemap (.jed) erzeugt. Ist alles reibungslos verlaufen, zeigt ein Reportfile (.rpt) die Ergebnisse des Fitters. Fehler bei der Konvertierung dokumentiert der Log-File (.log), die Resultate der Timing-Analyse (unit delay) findet man im TAL-File (.tal).

Die Funktion 'PDS to MACH' steht im Grunde für das altbekannte MACHXL2.x. Schaltungsentwürfe können als PDS-Datei (PALasm Description Lan-

Prototypplatten durchkontaktiert



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

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

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

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

Die stabile Maschinenkonstruktion lässt Präzisionsfertigung von Feinleiterschaltungen zu.

Sie wollen mehr wissen?

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

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

Preview

guage) eingelesen, für MACH-Bausteine kompiliert, optimiert und als Fusemap ausgegeben werden. Natürlich lassen sich hier auch bestehende Schaltungen – beispielsweise aus 22V10-Designs – einlesen. Unter Einbeziehung der PDS-Merge-Funktion im MACHXL 2.1 besteht zudem die Möglichkeit, mehrere PAL-Designs zu verbinden und in einen MACH-Baustein zu fitten – was gerade angesichts immer kompakterer Boards ein sehr hilfreiches Feature sein kann. Weiterhin lassen sich auch von Designtools wie Abel/Synario, CUPL, Viewlogic und so weiter generierte Jedec-Files mit 'PDS to MACH' verarbeiten.

Die beiden verbleibenden Funktionen 'MAX to MACH' und 'MAX to DSL' unterscheiden sich nur in ihrem Ausgabeformat. Ersteres richtet sich an 'alte' MACHXL-User, letzteres an Benutzer der Version 3.0 und höher, die auf dem Beschreibungsformat DSL (Design Synthesis Language) von Minc basiert. Beide sind quasi ein Halal auf die Konkurrenz, denn sie erlauben die Übersetzung von Report-Dateien der Altera-eigenen Bausteindokumentation in PDS- beziehungsweise DSL-Files für MACH-ICs. Hier soll Entwicklern, die bislang auf Altera gesetzt haben, der Übergang zu AMD erleichtert werden.

Was so schön klingt, hat allerdings seine Tücken. Da sich der interne Aufbau der MAX-Bausteine grundsätzlich von dem der MACHs unterscheidet, macht eine Übersetzung nur Sinn, wenn die Schaltung neu synthetisiert, also architekturspezifisch angepasst wird. Eine Re-Synthese findet im Assistent jedoch nicht statt. Das Design wird 'ordnungsgemäß', aber nicht optimal umgesetzt. Die MAX-Architektur basiert auf sogenannten Logic-Expander, die die logischen Verknüpfungen einzelnen Makrozellen zuweisen. In der MACH-Struktur kann die so strukturierte Logik nur mit drei Blöcken pro Makrozelle realisiert werden. Hierdurch kann schnell etliche Kapazität in den einzelnen Makrozellen verloren gehen – der MACH-Baustein ist 'voll', obwohl sein Inneres wesentlich mehr Spielraum zuließe. Tips von AMD zur Behebung solcher Unzulänglichkeiten sind dabei nur von geringem Nutzen. So empfiehlt der Hersteller beispielsweise, ein Altera-Design vor dem Bearbeiten mit

MACHXL Assist mit der Fitter-Option '0 % expanders' zu kompilieren oder aber von Hand Expander mit Feedback in Nodes zu konvertieren. Da bleibt der Sinn des Assistenten – eine automatische Konvertierung – schon mal auf der Strecke.

Deshalb beschränkt sich der Sinn beider Funktionen eigentlich auf die Möglichkeit, Alteras Report-Dateien im PAL-asm-Format anzuzeigen. Sie sind eine Entscheidungshilfe, wenn es zu prüfen gilt, ob ein MAX-Design in einen MACH-Baustein überhaupt reinpassen könnte. Es sei denn, man ist bereit, auf eine Optimierung zu verzichten, weil die Zielarchitektur (beispielsweise ein MACH445) ohnehin genügend Platz für das eingelesene Design (beispielsweise eines MAX7032) bietet.

Fazit

Mit dem MACHXL Assist stellt AMD eine Windows-Version ihres bewährten MACHXL2.x zur Verfügung. Allerdings muß man einige Fehler in der Installationsroutine beseitigen, um das Programm zum Lauf zu bewegen. Die Oberfläche gefällt durch ihre Übersichtlichkeit, wenngleich einige Features der Basissoftware zu kurz kommen. Ein Wechsel zur DOS-Ebene ist trotz Windows unumgänglich, will man sich Funktionen wie beispielsweise das Zusammenfassen von PDS-Dateien (merge) zunutze machen. Auch die Übersetzung von Altera-Files ist noch nicht ausgereift. Hier wäre für den sinnvollen Gebrauch eine erneute Synthese im Assist-Tool notwendig.

Angesichts des Preises – nämlich freie Verfügbarkeit – ist jedoch die eine oder andere Schwäche 'nachsehbar'. Insgesamt empfiehlt sich der Assistent all denjenigen, die eine Arbeit unter Windows der auf Prompt-Ebene vorziehen. Und da sich die neue AMD-PLD-Division quasi noch in der Entstehungsphase befindet, kann man sicher auch beim Assistenten in Bälde mit einer Weiterentwicklung rechnen. uk

MACHXL Assist

- ⊕ Oberfläche übersichtlich
- ⊖ Keine Re-Synthese bei Umwandlung von RPT-Files



Nachfertigung Neuentwicklung von nicht mehr lieferbaren Elektronikbaugruppen

DIE ENTWICKLER
Vereinigte Elektronik Werkstätten®

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

Speicherschreiber

HIOKI 8804

Zwei-Kanal-Schreiber, 106x80mm Bildschirm,
60mm Schreibbreite, Sicherheitsstandard nach IEC 348

ASM

Automation
Sensorik
Messtechnik

Der Kompaktschreiber



■ Grundspezifikationen

Meßfunktionen:
Speicherbetrieb, Schreiberbetrieb, X-Y Schreiber, Effektivwertaufzeichnung für Versorgungsnetze
Speicherkapazität:
(Analog 9bit + Digital 4bit) \times 64kWorte/Kanal (1 Kanal); 32kWorte/Kanal (2 Kanäle)
Backup:
Uhr, Einstellungen und Meßdaten
Batterielebensdauer: 8 Jahre (bei 25°C)
Spannungsversorgung:
6 Stück Alkalibatterien (R6/AA), Schnelladeakku über Netzadapter, Netzadapter
Betriebszeit:
ca. 2 Std mit Alkalibatterien, ca. 1 Std mit Akku
Abmessungen und Gewicht (ca.):
160H \times 245B \times 51T mm
ca. 1,2 kg (inklusive Batterien)
Mitgeliefertes Zubehör:
Aufzeichnungspapier (1 Rolle), 9574 Meßkabel (1,7m) (2 Sätze)

■ Aufzeichnung und Bildschirm

Aufzeichnungsmethode:
Drucker mit Thermokamm (8 Punkte/mm)
Aufzeichnungspapier:
74mm \times 10m Thermopapier
Aufzeichnungsbreite:
6 DIV (1DIV = 10mm (80 Punkte))
Aufzeichnungsgeschwindigkeit:
max. 5mm/s
Bildschirm:
107mm \times 80mm (320 \times 240 Punkte)

■ Trigger:

Triggerquellen:
Kanal 1 / Digitalkanäle Gruppe A,
Kanal 2 / Digitalkanäle Gruppe B, EXT, TIMER;
jede Triggerquelle kann einzeln zugeschaltet und logisch UND oder ODER verknüpft werden.
Triggermöglichkeiten:
Pegeltrigger, Fenstertrigger, Spannungseinbruch (nur im Speicherbetrieb), Effektivwert (nur im Schreiberbetrieb), digitale Triggermaske
Triggerausgang, Triggereingang:
3,5mm Klinkenstecker

■ Speicherfunktion:

Zeitachse:
200μs bis 2min/DIV; 18 Einstellungen; Dehnung und Stauchung der Zeitachse
Abtastintervall:
1/80 der eingestellten Zeitachse; 2,5μs bis 1,5s
Aufzeichnungslänge:
20, 50, 100, 200, 400 DIV (2 Kanäle), 800 DIV (1 Kanal)
Anzeige- und Ausdruckformate:
1 oder 2 Koordinatensysteme, X-Y Koordinatensystem, Protokoll (Numerischer Ausdruck)
Druckfunktionen:
Automatisch, manuell, partieller Ausdruck, Bildschirmkopie
Pre-Trigger Funktion:
Der prozentuale Anteil der Aufzeichnungslänge vor dem Triggerereignis kann eingestellt werden: 0% bis 100% (in 10% Schritten) und -95%.
Berechnungsfunktionen:
Kurvenparameterberechnung: Maximalwert, Minimalwert, Spitze-Spitze, Mittelwert, Effektivwert (RMS), Flächenberechnung

■ Schreiberfunktion:

Zeitachse:
200m/DIV bis 1h/DIV (Bildschirm bis 1s/DIV), Zeitachsenstauchung (1/2 bis 1/50)
Abtastintervall:
2,5μs konstant (400kS/s)
Aufzeichnungslänge:
20, 50, 100, 200, 400 DIV und kontinuierlich
Druckfunktionen:
ON/OFF (gleichzeitiger Ausdruck und Bildschirmzeige möglich), Bildschirmkopie, Speicherausdruck der letzten 200 DIV

■ Effektivwertaufzeichnung (50/60Hz):

Zeitachse:
5s bis 1h/DIV; Stauchung der Zeitachse
5 Einstellungen von 1/2 bis 1/50
Abtastintervall:
250μs konstant (4kS/s)
Aufzeichnungslänge:
20, 50, 100, 200, 400 DIV, kontinuierlich

■ X-Y Schreiberfunktion:

Abtastintervall:
200μs fest (bei Punktanzeige), 400μs min. (bei Linienanzeige)
Aufzeichnungszeit:
unbegrenzt (überlagerte Kurven)
Druckformat:
60mm \times 60mm (6DIV \times 6DIV)
Auflösung der x-y Achsen:
80 Punkte / DIV (Drucker)

■ Hilfsfunktionen:

Skalierungsfunktion, Abspeicherung der Geräteeinstellungen, Zeitfunktion, Cursorfunktion, Kommentarausgabe, Ausdruck von Koordinatensystem und Parametereinstellungen, Protokollausdruck

■ Eingänge:

Anzahl der Kanäle:
2 Analogkanäle und 8 Digitalkanäle (Anschluß von zwei Logiktastköpfen)

Messbereiche:
12 Bereiche: 20mV bis 100V / DIV, Vollausschlag = 6DIV, max 500V (DC+AC Spitze), 9 bit Auflösung, Tiefpaß
Effektivwertaufzeichnung nur bis 50V/DIV möglich
Genauigkeit:
±1% (DC) ±3% (RMS: 50/60Hz)

Nullpunktinstellung:
von -0,4 bis +6,4 Div in 0,1DIV Schritten
Genauigkeit des Nullpunktes:
±1% (DC)

Frequenzgang:
DC bis 100 kHz -3dB
Eingangsimpedanz:

1 MΩ ±1%, ca. 5pF (bei 100kHz)
max. Gleichtaktisolierspannung:
450V AC/DC, zwischen Eingängen und Gehäuse, zwischen den Eingängen

Isolationswiderstand / Durchschlagfestigkeit:
10 MΩ min. bei 500V (mit 9418), 100 MΩ min. bei 500V (mit Batterien); 1,5kV AC über 1 Minute (zwischen Gehäuse und Spannungsversorgung), 2kV AC über 1 Minute (zwischen Eingangseinheiten und Gehäuse und zwischen den Eingangseinheiten)

Bestellinformation

Bitte beachten Sie, das der Speicherschreiber 8804-01 nicht ohne Zubehör betrieben werden kann. Bestellen Sie daher den Netzadapter 9418 und den Akkusatz 9420, welcher im Schreiber über den Netzadapter geladen werden kann, dazu. Die Spannungsversorgung ist auch mit Batterien (R6/AA) möglich (Schreiber erkennt den Akkusatz und schaltet bei Batteriebetrieb die Ladesperre zu).

8804-01 Speicherschreiber

Zubehör

9232 Papier (10m, 10Rollen)
9372 Transportkoffer
9379 Schutzhülle (Softcase)
9418 Netzadapter
9420 Akkusatz

9010 Stromzange 10 bis 500A, 40 Hz bis 1 kHz
9132 Stromzange 20 bis 1000A, 40 Hz bis 1 kHz
9305 Triggerkabel
9306 Logik-Tastkopf
9307 Netz-Logik-Tastkopf
9307-S Logik-Tastkopf für SPS

9270 Stromzange 20A, 5Hz bis 50kHz
9271 Stromzange 200A, 5Hz bis 50kHz
9272 Stromzange 20/200A, 5Hz bis 10kHz
9277 Stromzange 20A, DC bis 100kHz
9278 Stromzange 200A, DC bis 100kHz
9279 Stromzange 500A, DC bis 20kHz
9555 Stromzangenadapter



ASM GmbH Automation•Sensorik•Messtechnik

Von-Stauffenberg-Straße 25 82008 Unterhaching

Telefon: (089) 6113026 Telefax: (089) 6111523

ASM

**Automation
Sensorik
Messtechnik**

Maßgeschneidert

Hochleistungssynthese für CPLDs, FPGAs und ASICs

Dr. Todor Shergowski,
Dr. Reiner Christl,

Schaltungsentwicklung ohne architektur-spezifische Synthese ist wie Anzugkauf von der Stange. Mit Glück – oder 'Standardmaß' – sitzt das gute Stück wie angegossen. Doch sobald die Figur von der üblichen Norm abweicht, will sie nicht mehr überall hineinpassen.



Bislang wurde der Logiksynthese programmierbarer Bausteine wenig Bedeutung beigemessen. Denn die hohe Flexibilität und Experimentierfreundlichkeit der PLD-Technologie führten – auch aufgrund der geringeren Bausteinkomplexität – relativ schnell zu maßgeschneiderten Lösungen. Seit die komplexen FPGA- und CPLD-Bausteine die klassischen ASICs im unteren und zum Teil mittleren Performance-Bereich (1 K bis 25 K nutzbare Gatter, Taktraten bis circa 50 MHz) de facto verdrängt haben, ist der Bedarf an Synthesewerkzeugen jedoch sprunghaft gestiegen.

Im Mittelpunkt der Synthese steht im allgemeinen eine architekturspezifische Optimierung sowohl auf Register-Transfer-Level (RTL) als auch auf der Gatterebene (GTL), wobei die Designs beliebig hierarchisch strukturiert sein können und sowohl Verhaltens- als auch Netzlistenmodelle beinhalten.

Anforderung steigend

Die wachsende Komplexität und die verkürzten Entwicklungszeiten von Elektronikpro-

dukten erforderten vor allem bei Neuentwicklungen von Gate Arrays (GA) einen verstärkten Einsatz der Hardwarebeschreibungssprachen VHDL und Verilog. Die Einführung des VHDL-1076-Standards sowie die OVI-'Open Verilog International'-Initiative löste zudem eine Welle von HDL-Simulatoren und herstellerzertifizierten Simulationsbibliotheken auf dem Markt aus.

Mit VHDL und Verilog stiegen aber auch die Anforderungen an Synthesewerkzeuge. Diese bildeten bis dato zwar in PAL-asm, Abel und anderen Beschreibungssprachen eingegebene Designs optimal in Logikbausteinen ab, zeigten aber viele Schwächen bei der Um-

setzung von gehobenen Sprachkonstrukten. Es hat sich beispielsweise sehr schnell gezeigt, daß Algorithmen wie ESPRESSO, die für die zweistufige PLA-Synthese ausgezeichnet funktionieren, nicht ohne weiteres auf eine mehrstufige Synthese für GA übertragbar sind. An der Universität Berkeley wurde deshalb Mitte der 80er Jahre innerhalb eines großangelegten Projektes das MIS-Programm (Multilevel Interactive Logic Synthesis) entwickelt, das einen Lösungsansatz für die Multilevel-Synthese mittels deterministischer und heuristischer Algorithmen lieferte.

Gerade zu dem Zeitpunkt wurden die ersten Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) angekündigt, die angesichts ihrer Struktur weder zu den PLAs noch zu den klassischen GAs zählten. Seitdem stieg der PLD-Markt beinahe explosionsartig auf circa 750 Millionen Dollar im Jahr 1995, die Anzahl der Anbieter hat sich seit Ende der 80er verzehnfacht. Allerdings zeigte die HDL-Synthese, die bei den Gate-Array-Entwicklungen gute Ergebnisse lieferte, erhebliche Lücken beim Design blockorientierter FPGA/CPLD-Architekturen. Es fehlten Simulationsbibliotheken für diese Bausteine, und die auf Gate-Array-Optimierung ausgerichteten Synthesewerkzeuge lieferten schlechte Ergebnisse bei Performance und/oder Flächenausnutzung (< 50 %).

Architekturabhängig

Unterschiede in Blockaufbau und Feinkörnigkeit bei den verschiedenen FPGAs und CPLDs stellen eine Herausforderung sowohl für den Designer als auch für das automatische Synthesetool dar. Denn es gilt, die Designbeschreibung optimal in die jeweilige Zieltechnologie umzusetzen (zu synthetisieren).

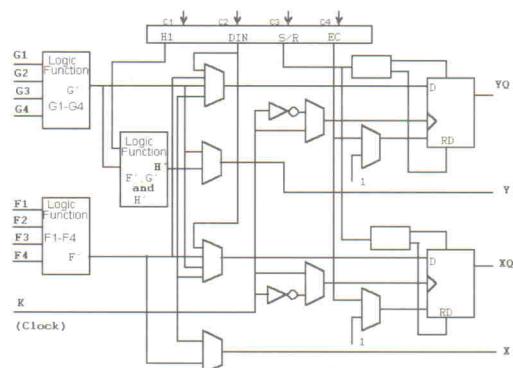


Bild 1: Vereinfachtes Blockdiagramm eines XC4000-Configurable-Logic-Blocks.

FPGAs und CPLDs sind im Gegensatz zu den klassischen Gate Arrays aus einer Vielzahl verschiedener Basisblöcke beziehungsweise -zellen aufgebaut. Die CLBs (Configurable Logic Block) eines Xilinx-Bausteins (Bild 1) basieren im wesentlichen auf programmierbaren Look-up-Tables. Kombinatorik wird hauptsächlich in den drei Funktionsblöcken (F, G und H) realisiert, die beiden D-Flipflops bieten diverse Implementierungsmöglichkeiten für sequentielle Verknüpfungen. Die XC4000-Architektur kann jede beliebige logische Verknüpfung von bis zu fünf Eingängen und einige Funktionen mit bis zu neun Eingängen implementieren.

Die Actel-Technologie greift auf eine gänzlich andere Basisstruktur – den Multiplexer – zurück (Bild 2). Ein ACT2-C-Modul setzt diverse logische Verknüpfungen wie 2-input-ND oder 5-input-AND-OR mit der gleichen Kostenfunktion (bezüglich Fläche und Verzögerungszeit) um.

Zur Realisierung von Random-Logik macht die Synthese grundsätzlich Gebrauch von architekturspezifischen Algorithmen. Als Beispiele seien folgende Optimierungsalgorithmen genannt:

- Xilinx ‘fan-in limited’,
- Actel ‘multiplex-based’,
- Altera ‘cube-limited’.

Eingangsbeschränkung

Eine reguläre AND-OR-Dekomposition geht von einer komplexen Gleichung aus und setzt sie in einen Baum aus UND- und ODER-Gattern um. Diese Baum-

form wird dann in ein Xilinx-LCA durch Gatter mit N oder weniger fan-in, sowie Gatter mit mehr als N fan-in abgebildet, wobei $N = 4/5/6$ für die XC2000/3000/4000-Familien ist. Die Gleichung

$$X = (A * (B + C)) + (B * D) + (E * F * G * H * I)$$

wird beispielsweise mit der AND-OR-Dekomposition in die folgende Baumstruktur überführt:

$$\begin{aligned} X &= T1 + T2 + T3 \\ T1 &= A * T4 \\ T2 &= B * D \\ T3 &= E * F * G * H * I \\ T4 &= B + C \end{aligned}$$

Weil aber der Ausdruck T3 mehr als $N = 4$ Eingänge hat, wird er für die XC2000-Familie in zwei Subterme aufgeteilt:

$$\begin{aligned} T3 &= E * F * G * T5 \\ T5 &= H * I \end{aligned}$$

Nachdem die Gleichung auf diese Weise in ein AND-OR-Format umgestellt wurde, lässt sie sich anschließend mit Hilfe der Place-and-Route-Software von Xilinx physisch in CLBs umsetzen. Diesen Vorgang bezeichnet Xilinx als ‘Partitionierung’, obwohl das Wort ‘Verpackung’ besser geeignet wäre. In diesem Beispiel lassen sich die Terme T5 und T3 aufgrund der Fan-in-Beschränkungen der 2000er Serie nicht zusammenfügen. T1 ließe sich zwar mit X kombinieren, besser ist jedoch die Zusammenlegung von T1 und T4 sowie X und T2, was die folgende Partitionierung in vier CLBs ergibt:

$$\begin{aligned} X &= T1 + (B * D) + T3 \\ T1 &= A * (B + C) \\ T3 &= E * F * G * T5 \\ T5 &= H * I \end{aligned}$$

Eine ‘fan-in-limited’ Dekomposition, die im wesentlichen auf

der Erkenntnis beruht, daß nur die Anzahl der Inputs die Logikimplementierung beschränkt, liefert eine wesentlich bessere Partitionierung in drei CLBs:

$$\begin{aligned} X &= T1 + (T2 * E) \\ T1 &= A * (B + C) + (B * D) \\ T2 &= F * G * H * I \end{aligned}$$

Offensichtlich verfügen die drei Ausdrücke über keine gemeinsamen Eingänge und liefern somit ein optimales Ergebnis.

Multiplexerbasiert

Ein Actel-Logikmodul besteht aus drei 2-zu-1-Multiplexern und einem 2-input-OR-Gatter. Die Actel-Technologie klassifiziert man oft als eine feinkörnige FPGA-Architektur mit starker Anlehnung an die traditionellen Gate Arrays. Naheliegend wäre die Schlufolgerung, eine Optimierung ähnlich wie bei GAs durchzuführen. Doch eine multiplexerbasierte Optimierung und eine boolesche Mapping-Technik liefern weit aus bessere Ergebnisse.

Betrachtet man beispielsweise die Funktion

$$f = a * b + !b * c + d \quad (1)$$

$$d = (b + !b) * d \quad (2)$$

führt dies zu

$$f = b * (a + d) + !b * (c + d) \quad (3)$$

Auf ähnliche Weise ermittelt man unter Beachtung des Distributivgesetzes die Ausdrücke

$$a + d = a * 1 + a * d = a * 1 + !a * d \quad (4)$$

$$c + d = c * 1 + c * d = c * 1 + !c * d \quad (5)$$

Nach dem Einsetzen von (4) und (5) in Gleichung (3) erhält man die endgültige Implementierungsform für Actel-Bausteine:

$$f = b * (a * 1 + !a * d) + !b * (c * 1 + !c * d) \quad (6)$$

Gleichung (6) lässt sich mit einem einzigen Actel Logik-Modul realisieren. Eine typische AND-OR-Dekomposition würde hingegen eine 3-Modul-Implementierung für f ergeben – die Einsparung an Logikmodulen beträgt somit 66 %

Vorgefertigt

Im Zuge der fortschreitenden Technologie kommen immer mehr FPGA- und CPLD-Architekturen mit einer Vielzahl von vordefinierten, technologiespezifischen Hard- und Softmakros auf den Markt. Hardmakros sind dabei (anders als Softmakros) nach bestimmten Optimierungskriterien fertig layouted und garantieren so beste Sili-

ziumergebnisse. Makros werden insbesondere zur Implementierung arithmetischer und relationaler Funktionen wie Addition, Subtraktion, Inkrementieren und Vergleich eingesetzt.

Bei einer schematischen Eingabe greift man ebenfalls auf die vom IC-Hersteller vorgefertigten Hard- und/oder Softmakros zurück und verbindet sie per Hand mit den restlichen Elementen der Schaltung. Natürlich lassen sich weiterhin eigene Makros definieren und hierarchisch einbinden. Allerdings sind sehr gute Kenntnisse über die jeweilige Zieltechnologie notwendig, um zu entscheiden, welches Makro und unter welchen Umständen für das Erreichen der geforderten Schaltungsparameter (Laufzeit, Gatterzahl, Verlustleistung) eingesetzt werden kann.

HDL-Makros

Aus der Verilog- beziehungsweise VHDL-Perspektive ist dieser Vorgang mit einer Modul- und Komponenteninstantiierung gleichzusetzen, die automatisch vom Netzlistengenerator aus der jeweiligen HDL-Beschreibung erzeugt wird. Für eine 8-Bit-Addition wird beispielsweise das XC4000-Makro ADSU8H in einer VHDL-Strukturliste folgendermaßen instantiiert:

```
entity Beispiel1_e is
  ...
end Beispiel1_e;
architecture Beispiel1_a of
  Beispiel1_e is
  component ADSU8H
  port (a,b : IN std_logic_vector
        (7 downto 0);
        add : IN std_logic;
        s : OUT std_logic_vector
        (7 downto 0);
        ofl : OUT std_logic);
  end component;
  signal busa,busb : std_logic_vector
        (7 downto 0);
  signal pwr,s : std_logic;
begin
  ...
  g0: ADSU8H port map
    (a=>busa,b=>busb,add=>pwr,
     s=>sum,ofl=>open);
  ...
end Beispiel1_a;
```

Bei dieser Verfahrensweise (die einfache Transformation der Schaltungseingabe in eine Netzliste) geht ein wichtiger Bestandteil, nämlich die Verhaltensbeschreibung des Designs verloren. Man kann sie durch eine anschließende Simulation (menschlich neutrale Verifikation, die durch die vorgegebenen Stimuli doch recht subjektiv ist) wiederherstellen.

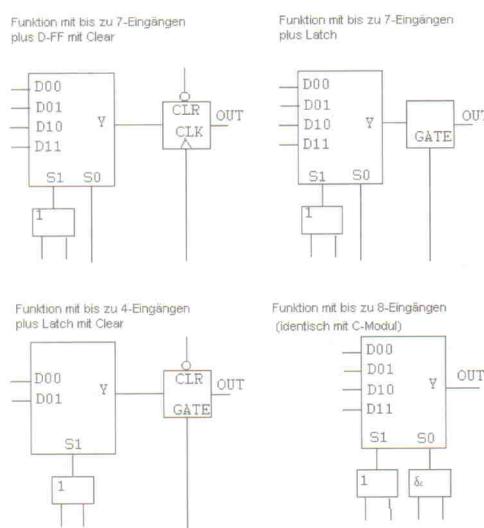


Bild 2:
Kombinatorische und sequentielle Bestandteile eines ACT2-Moduls.

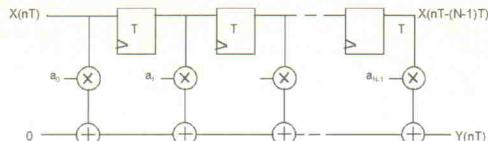


Bild 3:
Systolische
Darstellungsart
eines FIR-
Filters.

tiv ausfallen kann) 'zurückgewinnen' – was manchmal sehr teuer und langwierig ist.

Einfacher und überschaubarer ist dagegen die VHDL-Signalzuweisung:

$$s \leq a + b;$$

die automatisch eine optimale Implementierung fordert, in diesem Falle also durch Einbeziehung des ADSU8H-Makros synthetisiert wird. Eine Bibliothek aus Operatoren, die als Hard- beziehungsweise Softmakros in der jeweiligen Technologie abgelegt sind, enthält beispielsweise n-Bit-Addierer, Subtrahierer, Akkumulatoren und andere Datenpfadoperatoren. Das Logiksynthesewerkzeug sucht sich aus dieser Bibliothek die am besten zu den jeweiligen Constrains passende Implementierung heraus und fügt sie automatisch in die Netzliste ein. Da die Constrains (Vorgaben) für Geschwindigkeit oder Fläche sowohl global als auch lokal vergeben werden können, lassen sich so einzelne Blöcke/Module flächen- beziehungsweise laufzeitoptimal synthetisieren.

FIR-Filter

Nichtrekursive digitale Filter (FIR, Finite Impulse Response Filter) lassen sich durch eine Summenreihe mathematisch beschreiben:

$$y(nT) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i x(nT - i), \quad (7)$$

wobei N die Filterordnung und $T = 1/f_A$ die Periode der Abtastfrequenz ist.

In den meisten Fällen kann man davon ausgehen, daß die Reihe konvergent ist und die Koeffizienten durch eine sinnvolle Approximation numerisch ermittelt werden können. Die Summenreihe (7) läßt sich schaltungstechnisch durch eine systolische Kette aus Multiplizierern, Addierern und Verzögerungsgliedern abbilden (Bild 3), die wiederum in VHDL relativ einfach beschrieben werden kann.

Als Verzögerungsglied eignet sich am besten ein Flipflop, weil die Signalfolge durch die Kette flankengetriggert mit der Abtastfrequenz weitergeschaltet wird. Die Multiplizierer und Addierer der einzelnen Stufen werden demnach mit der Abtastfrequenz einsynchronisiert – vorausgesetzt, die Einschwingzeit der Stufe ist kürzer als die Abtastperiode T_A .

FIR-Filter sind stets stabil, lassen sich im Gegensatz zu rekursiven Filtern leichter implementieren, ihre Gruppenverzögerungen können konstant gehalten werden. Durch Variation der Filterkoeffizienten und der Filterordnung erreicht man die unterschiedlichsten Amplitudengänge mangels Rückkopplung ohne Schwingungsgefahr. Auf Grund der genannten Vorteile sind Filter dieser Klasse sehr gut für die Realisierung von Interpolatoren, Differentiatoren und anderen Bausteinen der Regelungstechnik geeignet.

Für die Berechnung von FIR-Filters werden überwiegend Methoden der Fourier-Reihen-Analyse beziehungsweise numerische Methoden angewen-

det, die in der Fachliteratur detailliert beschrieben sind [1] und zur Entstehung von 'Kochrezepten' zur Filterberechnung geführt haben.

Spezifikationen

Ein Tiefpaßfilter mit der folgenden Spezifikation soll in VHDL entworfen und auf eine bestimmte Technologie synthetisiert werden:

- Durchlaßbereich 0 bis 1,5 MHz,
- maximaler Anteil der parasitären Schwingungen im Durchlaßbereich: 0,1 dB,
- Sperrbereich $\geq 2,5$ MHz,
- minimale Dämpfung 40 dB,
- Abtastfrequenz $f_A = 10$ MHz.

Bild 4 zeigt das Flußdiagramm zum FIR-Filter. Die Berechnung der Filterordnung und der Filterkoeffizienten erfolgt nach der folgenden Vorschrift unter Einbeziehung der Fensterfunktion von Kaiser [2]:

$$\begin{aligned} \omega_C &= 2\pi f_C \\ f_C &= (f_D + f_S)/2 \text{ (Cutoff-Frequenz)} \\ f_D &= 1,5 \text{ MHz } f_S = 2,5 \text{ MHz} \\ B_1 &= \omega_S - \omega_D \\ \omega_S &= 2\pi f_S \\ \omega_D &= 2\pi f_D \\ D &= (A_S - 7,95)/14,36 \text{ für } A_S > 21 \end{aligned}$$

Um bei der VHDL-Erstellung Portabilität zu sichern, kommen ausschließlich IEEE-Standard-Packages wie `std_logic_1164` und `std_logic_arith` zum Einsatz. Das VHDL-Programm rechnet zu Beginn automatisch die Filterkoeffizienten vom Typ `Real` in vorzeichenbehaftete Festkommazahlen mittels der Funktion `frac2sign` um und legt sie in die jeweilige Koeffizientenmatrix ab.

Anschließend folgt die Beschreibung des Filtereinzellements. Nachdem Package und Einzellement stehen, erfolgt die Zusammenschaltung der Filterkette mit Hilfe des `Generate-Statement`. Wesentliche Auszüge des

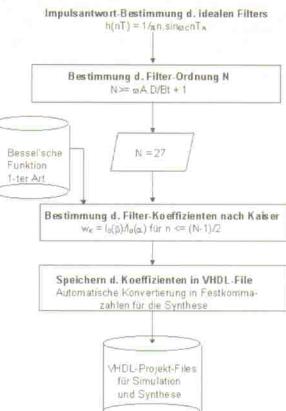


Bild 4: Flußdiagramm der FIR-Filter-Berechnung.

FIR-Filterdesigns liegen in der *ELRAD-Mailbox*, der komplette VHDL-Sourcecode des Filterbeispiels ist auf Anfrage bei Logic Innovations (Fax: 0 80 92/8 72 39) erhältlich.

Nach Erstellung der VHDL-Beschreibung empfiehlt sich die Verifikation der Semantik mit einem Simulator. Entscheidend ist dabei die Erstellung einer aussagekräftigen Testbench, die parametrisierbare Takt- und Abtastgeneratoren sowie adaptive Zeitfenster zum Abfangen von physikalisch bedingten Zeitverschiebungen enthält. Damit läßt sie sich auch für das Austesten der layouteten Schaltung verwenden. Da die Qualität eines Designs mit einer sinnvollen Testbench steht und fällt, werden hierin im allgemeinen circa 30 bis 40 Prozent der gesamten Entwicklungszeit investiert. *uk*

Literatur

- [1] A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, *Discrete-Time Signal Processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989
- [2] A. Antoniou, *Digital Filters, Analysis, Design and Applications*, McGraw-Hill 1993

Neu: Design-Tool-Katalog mit Gratis-CD

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

Leiterplatten-Layout, Autorouting, CAD/CAM, EMV-Analyse, Chip-Design und vieles mehr. Der Clou ist die ebenfalls gratis enthaltene Test-CD. Auf ihr finden Anwender Präsentationen und Windows-Testversionen der im Katalog vorgestellten Programme. Gratis-Katalog und CD können telefonisch, per Fax, per Kennziffer und mit dem nebenstehenden Coupon angefordert werden 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

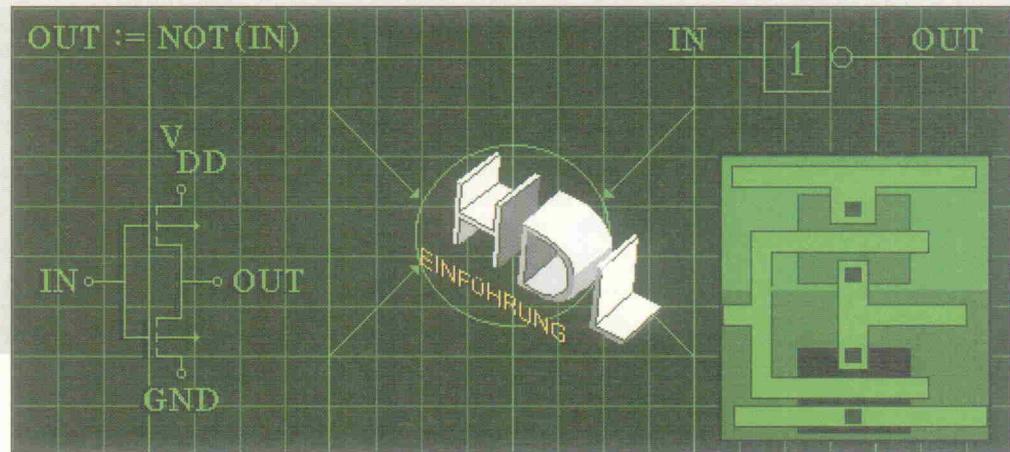
Neue Zeiten

Schaltungsentwicklung mit VHDL und Verilog

Ralf Lüders

Die Ära der Schaltungseingabe mit schematischen Editoren oder dem bewährten PALasm neigt sich unwillkürlich dem Ende zu. Alle Zeichen der Zeit stehen auf Hardwarebeschreibungssprachen wie Verilog-HDL oder VHDL. Angesichts der zunehmenden Komplexität von Schaltungen sind die Vorteile, die der Umstieg auf diese neue Art der Designeingabe bringen kann, immens. Doch nicht jeder weiß, was sich hinter dem Kürzel HDL genau verbirgt – Aufklärung tut also not.

Dipl.-Ing. Ralf Lüders startete seine Berufslaufbahn bei Bosch Telecom und wechselte anschließend zu Nokia Mobile Phones. Dort ist er in seinem Spezialgebiet ASIC-Design als Entwicklungsingenieur für die Bereiche Verifizierung und Test zuständig.



Was für die Softwareprogrammierung BASIC ist für die Hardwareentwicklung PALasm. Bei konsequenter Fortführung dieser Analogie landet man schnell bei C oder C++ für die Softwareentwicklung und auf der Hardwareseite bei Verilog-HDL oder VHDL. Auch heute wird noch 'ernsthafte' Programmierung in BASIC betrieben – so wie bestens funktionierende Schaltungen mit dem von John Birkner entwickelten PLD-Compiler generiert werden. Diese Vorgehensweisen sind bewährt und sollen an dieser Stelle nicht in Frage gestellt werden.

Die seit einiger Zeit zur Verfügung stehenden Syntheseprogramme bieten jedoch mehr und bessere Möglichkeiten bei der Entwicklung komplexer Schaltungen: Eine Designeingabe kann auf einer abstrakteren Ebene erfolgen, die zur Hardwareumsetzung notwendige Gatternetze werden automatisch daraus erzeugt. Man muß sich also beispielsweise nicht mehr tief in ANDs und ORs verstricken, um den Aufbau einer CPU zu beschreiben. Mit den sogenannten HDLs (Hardware Description Language) läßt sich die Netzliste idealerweise aus den Komponenten ALU, Steuerwerk und Registern generieren. Allerdings muß man hierzu detaillierte Kenntnisse über die verwendete Hardwarebeschrei-

bungssprache besitzen. Was also verbirgt sich hinter dem Kürzel HDL?

Analog und digital

Eine HDL ist eine Programmiersprache, mit der sich die Verhaltensbeschreibung einer Schaltung allein oder als Teil eines kompletten Systems erzeugen läßt. Es gibt Sprachen für die Beschreibung analoger und digitaler Hardware. Spricht man von HDL, sind im allgemeinen solche zur Entwicklung digitaler Systeme gemeint. Die beiden bekanntesten sind VHDL (Kurzform von VHSIC HDL, Very High Speed Integrated Circuits Hardware Description Language) und Verilog.

Analog-HDL steckt noch in den Kinderschuhen und ist bislang nicht sehr verbreitet. Die Mitglieder der Nutzerorganisation 'Open Verilog International' (OVI) arbeiten derzeit an einer Erweiterung der Beschreibungssprache Verilog um jenen analogen Teil (Verilog-A) und wollen diese bis Ende 97 zum IEEE-Standard führen. Bill Fuchs, Präsident der OVI, gibt allerdings zu bedenken, daß sich eine Analogsimulation mit HDLs zur Zeit noch nicht richtig durchsetzen kann – es fehlen zum einen Synthesetools für Analogschaltungen und zum anderen existieren noch keine (vorgefertigten) Verhaltensmodelle für selbige.

Bei der Entwicklung analoger Hardware wird deshalb in den meisten Fällen mit reinen Netzlisten gearbeitet.

Eine digitale HDL ist demgegenüber kein weiteres Netzlistenformat, denn eine Netzliste enthält lediglich die Information, welche Komponenten wie verbunden sind. Die HDL beschreibt dagegen zusätzlich noch das Verhalten einer Schaltung. Bei der Entwicklung sollte man sie nicht als reine Netzliste missbrauchen – der notwendige Aufwand wäre nicht zu vertreten. Im weiteren Verlauf des Artikels soll der Begriff HDL als Synonym für digitale HDLs stehen.

Parallel und seriell

Die standardisierten HDLs sind modulare, prozedurale Programmiersprachen. Nun könnte man einwenden, daß es heute schon genügend – und bessere – Programmiersprachen auf dem Markt gibt. Eines unterstützen diese anderen jedoch nicht: Parallelität! Programmiersprachen wie C oder Pascal arbeiten sequentiell, also einen Befehl nach dem anderen ab. Hardwarebeschreibungssprachen können dagegen Aufgaben seriell und parallel verarbeiten. Zusätzlich kennen sie noch physikalische Größen, insbesondere die Zeit. Eine HDL ist die Kombination aus sequentieller

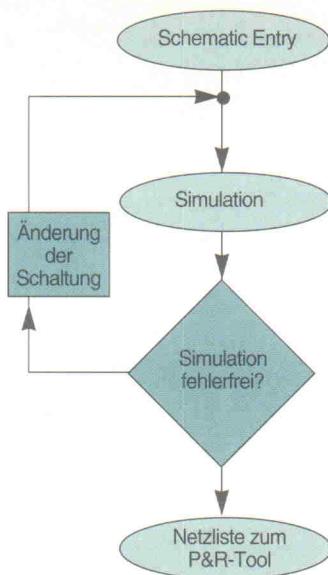


Bild 1. Beim klassischen Designflow wird ein Schaltplan gezeichnet und so lange auf Netzlistenbasis simuliert, bis die Schaltung fehlerfrei läuft.

Programmiersprache, paralleler Verarbeitung, Netzliste, Timing- und Signalformenspezifikation. Ihre Möglichkeit ist vielfältiger als die einer herkömmlichen Programmiersprache. Man muß aber auch eingestehen, daß die Eingabe und das Debuggen einer HDL komplizierter ist als bei klassischen Programmiersprachen. Beispielsweise können aufgrund der Parallelität der Sprachen mit einer Step-by-Step-Überprüfung falsche Ergebnisse durch Interpretationsfehler entstehen.

Von der Klassik ...

Bei genauerer Betrachtung fällt auf, daß eine solche Hardwarebeschreibung für die Weiterverarbeitung im Place&Route-Tool des FPGA oder ASIC viel überflüssigen Ballast enthält. Denn hierfür ist lediglich eine Netzliste notwendig, die angibt, wie die vom Hersteller definierten Grundgatter verbunden sind.

Alle restlichen Informationen wie sequentielle Programmierlemente, Signalformen und so weiter sind in diesem Fall uninteressant. Viele Designer entwickeln deshalb ihre Schaltungen und stellen diese in Form einer Netzliste bereit. Aus dieser Vorgehensweise hat sich der klassische Designflow entwickelt (Bild 1).

Mit Hilfe eines Schematic Editors wird ein Schaltplan (Schematic) auf dem Computer gezeichnet, dieser in eine Netzliste übersetzt und mit einem Simulator getestet. Laufen sämtliche Simulationen fehlerfrei, wird die Netzliste an das Place&Route-Tool übergeben. Die Methode funktioniert sehr gut und besitzt den Vorteil, daß ein Designer lediglich den Umgang mit Schematic Editor und Simulator erlernen muß.

Sie hat natürlich auch Nachteile: Bevor das erste Gatter platziert ist, muß der ASIC- beziehungsweise FPGA-Hersteller feststehen. Denn dieser liefert die Bibliothek mit Grundgattern für den Schematic Editor. Außerdem unterstützt nicht jeder Hersteller alle auf dem Markt befindlichen Editoren. Der nachträgliche Wechsel auf eine andere Zielarchitektur (beispielsweise zu einem preisgünstigeren ASIC-Hersteller) ist nahezu unmöglich, weil der Zeitaufwand zum Umsetzen der Netzliste von Hersteller A nach B unvertretbar wäre. Da das IC bei großen Designs schnell zum Gattergrab wird, geht die Übersichtlichkeit verloren. Selbst der ursprüngliche Entwickler wird nach einiger Zeit nicht mehr sagen können, welche Aufgabe denn nun das UND-Gatter A523 in der siebten Hierarchieebene übernimmt. So entsteht eine nicht mehr wartbare Netzliste und die Wiederverwendung von Designteilen ist kaum möglich.

Trotzdem zeigten sich große Teile der Industrie mit dieser Methode zufrieden und ignorierten die bereits Anfang der 70er entwickelten HDLs. Das amerikanische Verteidigungsministerium hingegen war an einer standardisierten Beschreibungssprache interessiert und forcierte deren Entwicklung: 1987 wurde VHDL zum IEEE-Standard 1076.

... zur Moderne

Etwa zur gleichen Zeit zeichnete sich im Bereich der Computer- und Telekommunikationsindustrie ein 'ASIC-Gau' ab: Es mußte immer mehr Funktionalität in einem Bauteil unterbracht werden, wofür die Hersteller auch die nötigen Technologien zur Verfügung stellten. Die Simulatoren waren der Komplexität dieser Netzlisten jedoch nicht mehr gewachsen, die Simulationszeiten stiegen

auf ein nicht zu vertretendes Maß an (im Bereich von Wochen). Auch die Entwicklung mit Schematic Entry zeichnete sich gerade im ASIC-Bereich immer mehr als überholt ab: In einer Netzliste mit 100 000 Grundgattern die Übersicht zu behalten, grenzt schon an eine wahre Kunst.

Man mußte also die Gatterebene verlassen und eine höhere Abstraktionsebene finden. Hardwarebeschreibungssprachen boten sich hier geradezu an. Den Durchbruch erlangten sie aber erst, als Syntheseprogramme zur Verfügung standen, die aus HDL-Code automatisch Netzlisten erzeugen konnten. Damit war der Weg frei, Beschreibungssprachen in der Entwicklung von VLSI-ICs (Very Large Scale Integrated Circuit) einzusetzen, der Designflow änderte sich (Bild 2).

Die Funktion der zu entwickelnden Schaltung wurde nun in einer HDL eingegeben, mit einem Simulator überprüft, anschließend auf die Zielarchitektur synthetisiert und die daraus resultierende Netzliste dem P&R-Tool übergeben. Auf diese Weise wurde das Design selbst technologieunabhängig und konnte modular aufgebaut werden, was die Übersichtlichkeit und ein Design-Reuse immens erhöht. Außerdem war so der Wechsel auf eine andere Zielarchitektur ohne Eingriffe in die Schaltungsbeschreibung möglich.

Ansichtssache

Wie bei jeder Programmiersprache läßt sich funktionales Verhalten unterschiedlich definieren. In der IC-Entwicklung sind drei Arten klassifiziert: die Beschreibung auf Gatterebene (Gate Level, GTL), auf Register-Transfer-Ebene (Register Transfer Level, RTL) und auf Systemebene (Behavioral Level). In einer HDL-Umgebung können alle Codearten innerhalb der Beschreibung vermischt werden (Bild 3).

Die bedeutendste Art der Schaltungsbeschreibung liegt auf der Register-Transfer-Ebene. Ein Design wird dort in speicherlose Blöcke (reine Kombinatorik) und getaktete Register (Speicherelemente) zerlegt, das Verhalten zwischen den Modulen rein funktional ohne Berücksichtigung ihres zeitlichen Verhaltens beschrieben. Ein auf der RT-Ebene eingegebenes Design

läßt sich mit Hilfe von Syntheseprogrammen in ein GTL-Format umwandeln (synthesisieren). Aus einer RTL-Beschreibung kann man nur ablesen, welche Registerblöcke vorhanden sind. Die Schaltung zwischen diesen und die Rückkopplung der Register ist unbekannt und wird erst durch das Syntheseprogramm erzeugt.

GTL ist nichts anderes als eine Netzliste in HDL-Schreibweise, wobei zusätzlich zur Verbindung der Grundgatter auch das Verhalten der Gatter selbst beschrieben ist. Die Gatterebene stellt den *Aufbau* einer Schaltung *ereignisgenau* (event-driven) dar, RTL gibt das *Verhalten* einer Schaltung *taktgenau* wieder.

Behavioral beschreibt das von außen sichtbare Verhalten der Schaltung, also die Übertragungsfunktion zwischen Eingang und Ausgang. Diese Ebene stellt den höchsten Abstraktionslevel dar, Taktinformationen liegen nicht vor. Genaugenommen müßte man eine Beschreibung auf Systemebene in synthetisierbaren und nicht synthetisierbaren Code unterteilen. Der nicht synthetisierbare Teil beinhaltet Elemente wie dynamische Speicherverwaltung

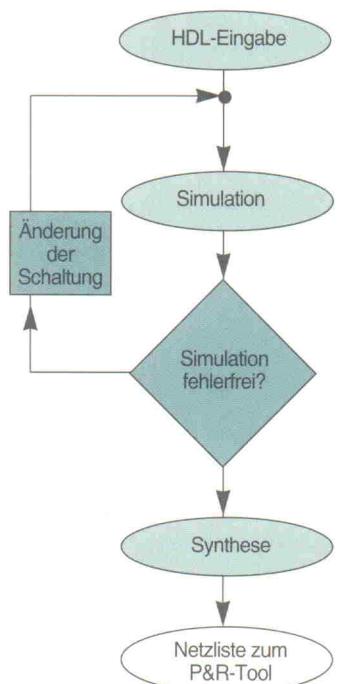


Bild 2. Die Schaltungs-eingabe und Simulation erfolgt auf HDL-Basis. Anschließend wird synthetisiert und die so generierte Netzliste an das Place&Route-Tool übergeben.

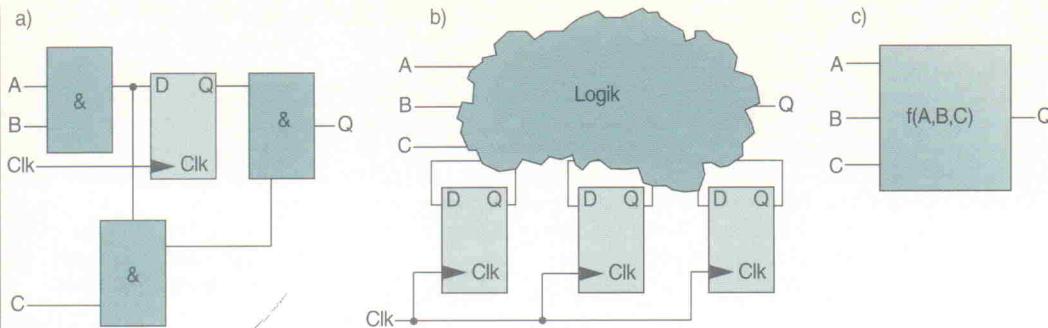


Bild 3. Schematische Darstellung der drei HDL-Beschreibungsarten:
a) der GTL-Code als Zusammenschaltung aus AND-Gattern und Flipflops, **b)** ein RTL-Code enthält Registerstufen und die Logik als Black box, **c)** im Behavioral-Code ist nur das Verhalten der Schaltung zur Außenwelt zu erkennen.

(Pointer) und Signalgeneratoren (Testbenches), der synthetisierbare Teil besteht aus algorithmischer Beschreibung. War ein solcher Code bis vor kurzem nicht automatisch weiterzuverarbeiten, ist es jetzt möglich, ihn mit Hilfe eines Behavioral-Compilers zu synthetisieren.

Auf drei Ebenen

In der ASIC-Entwicklung wird grundsätzlich auf allen Beschreibungsebenen gearbeitet. Den GTL-Code gibt man zwar – dank Synthese – im allgemeinen nicht mehr selbst ein, muß ihn jedoch verifizieren. Da auf der Gatterebene die meisten und detailliertesten Informationen zur Schaltung vorliegen, ist die Simulationsgeschwindigkeit dort sehr gering. Man versucht deshalb, die Anzahl der GTL-Simulationen auf das absolut Nötigste zu beschränken. Mit einer solchen GTL-Simulation wird überprüft, ob das Syntheseprogramm die Funktionalität des RTL-Modells korrekt abgebildet hat (Verifikation). Dies ist zwingend notwendig, weil das Programm das RTL-Modell für die Synthese interpretieren muß (und nicht, weil das Syntheseprogramm Fehler haben könnte). Die Interpretation könnte sich schließlich von der des Entwicklers unterscheiden.

Die Schaltungseingabe erfolgt hauptsächlich auf RT-Ebene. Es ist dabei kein synchrones Design erforderlich, ein solches erleichtert die Sache jedoch ungemein. Die Simulation von RTL-Code ist circa 100mal schneller als die der GTL-Modelle. Der Geschwindigkeitszuwachs wird zwar durch den Verlust an Informationen erkauft (unbekannter Aufbau der Schaltung zwischen Speichern und kombinatorischen Elementen). Dieser Informationsverlust ist aber in den meisten Anwendungsfällen vernachlässigbar, wenn es sich um ein synchrones Design handelt.

Der Behavioral-Code hat seine Domäne im Bereich Testbench. Eine Testbench besteht analog zum ‘realen’ Testlabor aus einem (virtuellen) Signalgenerator und einem (ebenfalls virtuellen) Meßgerät für die Simulation. Da jedes Modell – sei es RTL oder GTL – verifiziert werden muß, ist das Erstellen einer Testbench beinahe zwingend. Zur Überprüfung eines Moduls auf Register-Transfer-Ebene legt man um den RTL-Block ein Verhaltensmodell (die Testbench), das einen Datengenerator beziehungsweise -empfänger nachbildet. Behavioral-Code wird in etwa um den Faktor 100 schneller simuliert als RTL-Code. Mit ihm ist es möglich, komplexe Systeme oder die Interaktion zwischen mehreren Systemen zu überprüfen. Dieser Aspekt wird angesichts der steigenden Bausteinkomplexitäten bei künftigen Entwicklungen immer mehr zum Tragen kommen. Die in der Industrie kursierenden Schlagworte ‘System-on-a-Chip’, ‘System-on-Silicon’ oder ‘System Integration’ beschreiben das Ziel, in Zukunft nicht mehr nur eine Applikation, sondern ganze

Systeme auf nur einem Chip zu integrieren.

Simulanten

Weil der Einsatz von Hardwarebeschreibungssprachen ohne Verifikation nutzlos ist, gibt es eine große Anzahl von Simulationspaketen, die HDL verstehen. Einige dieser Tools kommen jedoch mit dem angebotenen Code ins Stolpern, weil sie nicht den kompletten Befehlssatz einer HDL unterstützen. Man muß schon ziemlich genau überprüfen, was der Simulator alles versteht. So gibt es beispielsweise recht günstige HDL-Simulatoren, die nur Netzlisten (GTL) simulieren können. Ein Simulator zur effektiven Schaltungsentwicklung sollte jedoch mindestens RTL-Code verarbeiten können; am ehesten sind HDL-Features im Behavioral-Bereich, zum Beispiel bei der dynamischen Speicherverwaltung, verzichtbar.

Man unterscheidet zudem verschiedene Arten von Simulatoren: interpretierende, kompilierte, event-driven, cycle-based, native Code und so wei-

ter. Wer sich beruflich mit der Entwicklung von ASICs beschäftigt, sollte darauf achten, einen kompiliierenden, event-drivenen Simulator zu benutzen, der mindestens den Sprachumfang von VHDL-87 oder Verilog-95 beherrscht. Auf die Eigenschaften der verschiedenen Simulatorarten sowie deren Vor- und Nachteile soll an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen werden. Sie sind Gegenstand eines weiteren Artikels.

Die Qual der Wahl

Als die meistverwendeten digitalen Hardwarebeschreibungssprachen im Elektronikdesign konnten sich bis heute VHDL und Verilog durchsetzen. Während VHDL besonders stark in Europa verbreitet ist, erfreut sich Verilog in den USA einer größeren Beliebtheit. VHDL erhielt vom ‘Institute for Electrical and Electronics Engineers’ (IEEE) im Jahr 1987 als erste HDL die Zulassung nach IEEE-Standard 1076-1987. Das Anerkennungsverfahren des IEEE sieht die Überarbeitung eines jeden Standards in fünfjährigem Turnus vor. Mit ein wenig Verspätung wurde deshalb 1993 die Revision von VHDL als IEEE 1076-1993 verabschiedet. Neben der Erweiterung um einige Sprachelemente hat sich im 93er Standard die Syntax im Bereich der File-Ein-/Ausgabe geändert. Mit dieser Modifizierung kann ein Code, der die sogenannte Text-I/O nach VHDL-87 benutzt, nicht ohne nachträgliche Änderung mit einem dem neuen Standard entsprechenden Simulator verifiziert werden.

Im Jahr 1998 steht die nächste Überarbeitung an, die aller Voraussicht nach zusätzlich eine objektorientierte Programmierung in VHDL unterstützt. Um die Namensvielfalt der Standardisierungen etwas zu reduzieren, bezeichnet man die Revisionen übrigens auch als VHDL-87 und VHDL-93.

Der VHDL-Bus rollt an

Über Hardwarebeschreibungssprachen wird zwar viel geredet – und geschrieben, doch bei der konkreten Umsetzung hapert es oftmals. Vor einem ernsthaften Beginn mit dieser Art der Schaltungsentwicklung steht das mühsame Wälzen von Literatur, der Besuch von Außer-Haus-Seminaren oder (In-Haus-, multimediale) Selbstlernprogramme von Schulungsinstituten wie beispielsweise Esperan oder Doulos. Diese Wege der Wissensanwendung sind erprobt und zielführend, manchmal etwas theoretisch und meistens recht kostspielig.

Wissen muß jedoch nicht immer teuer erkauf werden: Wer mehr über die Beschreibungssprache VHDL erfahren möchte, steigt ein in den *ELRAD-VHDL-Bus*. Ab der nächsten Ausgabe werden in rollender Beitragsfolge die Grundlagen, Eigenheiten und Möglichkeiten dieser Sprache erläutert – immer gestützt durch praktische Beispiele aus der Schaltungsentwicklung. Begleitend zur Artikelreihe wird eine CD-ROM erhältlich sein, die zum sofortigen praktischen Nachvollziehen des Dargebotenen einlädt. Auf ihr befinden sich zwei VHDL-Compiler, ein Simulator, multimediale Schulungsunterlagen und viele Übungsbilder.

Die ersten Versionen von Verilog gab es bereits 1985. Ein Jahr später wurde die Sprache um den 'XL-Algorithmus' erweitert, der sehr schnelle Gatelevel-Simulationen zuließ. Diese Modifizierung fand auch in der Namensgebung ihren Niederschlag – man sprach von Verilog-XL. Aufgrund der sehr schnellen GTL-Simulation erfreut sich Verilog großer Beliebtheit. Das erste Syntheseprogramm für Verilog im Jahr 1988 steigerte die Anzahl der Verilog-Benutzer zudem erheblich. Allerdings war Verilog mit dem großen Nachteil behaftet, daß es eine geschützte Sprache war, die es nur der Firma Gateway und später Cadence erlaubte, Verilog-Simulatoren zu erstellen. Erst aufgrund des VHDL-Drucks entschloß sich Cadence zur Aufgabe seiner Monopolstellung – 1995 wurde Verilog im IEEE-Standard 1364 erhoben. Verilog ist dabei ebenso wie VHDL dem 5-Jahres-Standardisierungsrhythmus des IEEE unterworfen.

In den letzten Jahren wurden zwischen den VHDL- und Verilog-Lagern etliche Kämpfe ausgefochten, welches die bessere Sprache sei, und der Untergang der jeweils gegnerischen HDL prophezeit. Das Ergebnis dieser Fehde war ein klares Unentschieden. Der Streit wurde inzwischen beigelegt, weil alle Beteiligten erkannt haben, daß es nicht möglich ist, den Konkurrenten zu verdrängen. Es gibt heute sehr gute Simulator- und Syntheseprogramme sowohl für VHDL als auch für Verilog. Zudem sind Simulatoren erhältlich, die eine Kombination aus Verilog und VHDL in einem Design verarbeiten können. Die Entscheidung für eine der beiden HDLs kann deshalb auch relativ leicht ausfallen: wird in Europa entwickelt, empfiehlt sich VHDL, in USA-orientierten Unternehmen sollte die Wahl auf Verilog fallen.

Trend steigend

Die Vorteile von Hardwarebeschreibungssprachen liegen auf der Hand: kürzere Simulationszeiten, die Möglichkeit, Schaltungsteile wiederzuverwenden sowie höhere Abstraktion und Herstellerunabhängigkeit bei der Designeingabe. Sind bereits heute HDLs aus der ASIC-Entwicklung (full custom ICs,

Gate Array, FPGA, CPLD) nicht mehr wegzudenken, wird sich dieser Trend in Zukunft noch verstärken. Die Weiterentwicklung von VHDL und Verilog bringt stetig Verbesserungen im Bereich der Modellierung auf Verhaltensebene mit sich, der Abstraktiongrad bei der Schaltungsbeschreibung bewegt sich vom RTL zum Behavioral.

Der Einsatz von HDLs kann den Entwicklungsprozeß eines ASIC beziehungsweise FPGAs verkürzen. Dies trifft insbesondere zu, wenn das Entwicklungsteam bereits mehrere Designs durchgeführt und die Möglichkeiten der HDL effektiv ausgenutzt hat, also auf einen gewissen Erfahrungsschatz zurückgreift. Wer bislang mit Schematic Entry gearbeitet hat und nun auf einer höheren Abstraktionsebene mit Hardwarebeschreibungssprachen entwickeln soll, neigt oftmals dazu, HDL-Code als reines Netzlistenformat zu missbrauchen. Damit sind jedoch alle Vorteile der Eingabeart verloren. Der Reiz einer HDL liegt darin, zielgerichtet Verfahren der Hard- und Softwareentwicklung einzusetzen. Erst Erfahrung und die Bereitschaft, andere Entwicklungsmethoden einzusetzen, machen Hardwarebeschreibungssprachen zu einem effektiven Werkzeug.

Falls sich jemand allerdings überhaupt nicht mit VHDL oder Verilog anfreunden kann, bleibt die Vorfreude auf das Jahr 2006 – dann soll es nur noch eine standardisierte HDL geben, die alles viel besser kann. Wir werden sehen. uk

Literatur

- [1] Klaus Tenhagen, *Abstrakte Modellierung digitaler Schaltungen*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1995
- [2] IEEE Standard VHDL Language Reference Manual, IEEE Standard 1076-1993, The Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, USA, 1994
- [3] R. Camposano, L. Saunders, R. Taber, *VHDL as input for high level synthesis*, IEEE Design & Test of Computers, pp. 43 ff., March 1991
- [4] P. Kissin, H. Ding, A. A. Jarraya, *Structured Design Methodology for High Level Design*, 31st Design Automation Conference, 1994

ZUKEN-REDAC



Nehmen auch Sie die EMV-Hürde mit Schwung! Mit Zuken-Redac's EMC Adviser können Sie Ihre Leiterplatten-Layouts anhand von EMV-spezifischen Design-Regeln prüfen und optimieren: Spüren Sie Leiterbahnschleifen und Übersprecher auf, berechnen Sie Kapazität und Impedanz und untersuchen Sie Abschirmung, Terminierung und Kupferflächen. Der EMC Adviser läuft jetzt auch zusammen mit Zuken-Redac's Cadstar auf PCs unter Windows und kostet DM 9.900,-. Im Bündel mit Cadstar gibt es den EMC Adviser bereits ab DM 15.200,- (zzgl. MWSt.)

Überzeugen Sie sich selbst.

Fordern Sie ausführliche Info an.

Tel: (0 89) 3 23 92 - 160



bt electronic
Dieter Boldt
Olwenstr. 26
D-13465 Berlin-Frohnau
Tel: (0 30) 401 - 19 03

Medusa Elektronik GmbH
Oliver Bruder
Oberblassenbach 30
D-51515 Kürten-Dürscheid
Tel: (0 22 07) 96 97 10

CAD Systeme Kluwetasch
Karl-Heinz Kluwetasch
Am Jägersberg 20
D-24161 Altenholz
Tel: (04 31) 3 69 71 11

inducom EDV Service
Axel Ulrich
Radolfzeller Str. 62
D-78476 Allensbach
Tel: (0 75 33) 4 51 40

CAD Beratung
Willi Jussen
Gleueler Str. 57-59
D-50931 Köln
Tel: (02 21) 400 - 29 65

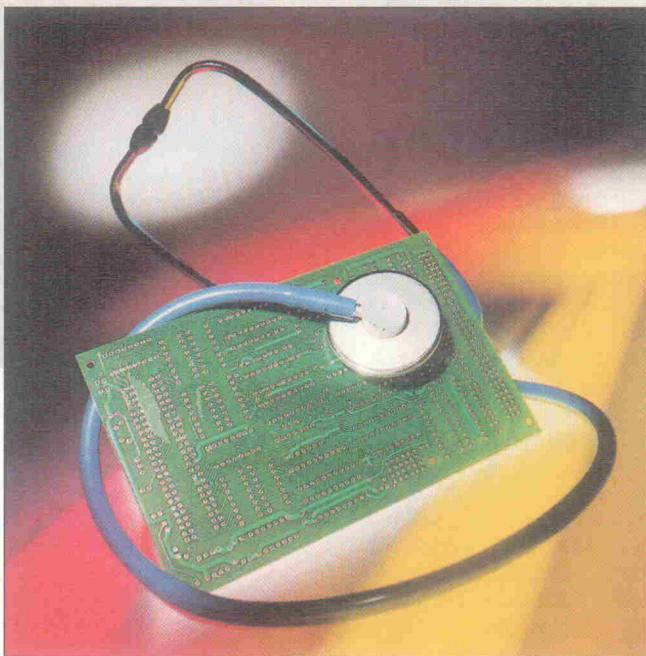
hp industries
Hermann Petzold
St. Veit Str. 56
D-81673 München
Tel: (0 89) 49 52 07

Auf Herz und Nieren

EMV-Tools für die Leiterplatten-Entwicklung

Peter Nonhoff-Arps

Nicht erst seit Inkrafttreten der neuen CE-Richtlinie und der damit einhergehenden Sensibilisierung für die EMV-Problematik, sondern vor allem durch die gestiegenen Anforderungen an Platinenlayouts, verursacht durch immer höhere Packungsdichten und Taktraten, verzeichnen Anbieter von EDA-Werkzeugen eine zunehmende Nachfrage nach sogenannten EMV-Tools. Der Report berichtet über aktuelle Programme und stellt die unterschiedlichen Konzepte vor.



Die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist einer der Faktoren, die von Leiterplattenkonstrukteuren besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt verlangen. Der Entwicklungstrend bei den Bauteilen – immer kleiner, immer schneller – führt konsequenterweise zu fortlaufend dichter bestückten PCBs (Printed Circuit Boards) mit zunehmenden Leiterbahndichten. Nur wenige Layoutentwickler wissen wirklich, wie derartige Probleme in den Griff zu bekommen sind. Nicht selten wird die EMV-Thematik bis zum Ende des Entwurfsvorganges ignoriert. Dann jedoch wird sie zum Fluch jedes High-Speed-Designers.

Schnell schaltende ICs beziehungsweise hochfrequente Schaltungen erzeugen häufig Signale minderer Qualität und sind somit typische Verursacher elektromagnetischer Felder. Die Abstrahlung eines Layouts steht in direktem Zusammenhang mit der Signalintegrität. Viele EMV-Probleme sind auf Fehler bei der Gestaltung der Leiterplatte zurückzuführen.

Dieser Beitrag beschreibt aktuelle EMV-Tools für PC und Work-

station. Sie dienen sowohl Schaltungsentwicklern als auch Layoutdesignern als Werkzeuge zur Erstellung EMV-gerechter Leiterplatten. Da die Konzepte und Arbeitsweisen der einzelnen Werkzeuge sehr unterschiedlich sind, ist ein unmittelbarer Vergleich nicht möglich.

Menhir

Menhir ist ein Expertensystem mit Fuzzy-Logik zur Beurteilung und Auswertung der Eigensicherheit von PCB-Layouts unter MS Windows. Es besteht aus zwei separaten Modulen mit verschiedenen Auswertemechanismen. Die Analyse von Signalkopplungen zum einen und der galvanischen Kopplung zum anderen. Unter der Bezeichnung Signalkopplungen werden Störungen durch kapazitives beziehungsweise induktives Übersprechen zwischen (Signal-)Leitungen zusammengefaßt. Galvanische Kopplungen bezeichnen hier Störungen, die dadurch entstehen, daß Rückleiterströme verschiedener Schaltungsteile Spannungsabfälle an den Impedanzen von gemeinsam genutzten Ground-Leitungen verursachen (Common Impedance Phenomenon). Die beiden voneinander

unabhängigen Analysemodule sind in einer Oberfläche integriert und lassen sich getrennt starten.

Menhir beurteilt die EMV-Tauglichkeit eines Layouts durch die Beschreibung der elektrischen Eigenschaften vorhandener Signale, wie sie sich auf den Leiterbahnen der Platine im Betriebszustand definieren lassen, und den geometrischen Gegebenheiten des Layouts. Dazu müssen Schaltkreisgruppen gebildet, die Versorgungsstruktur der Schaltung bestimmt und den betroffenen Objekten (Netzen, Pins etc.) Properties (von der Funktion unabhängige Eigenschaften) zugewiesen werden.

Zur Bildung der Schaltkreisgruppen faßt man solche Objekte zusammen, die innerhalb der Gesamtschaltung jeweils bestimmte Aufgaben erfüllen. Darunter fallen zum Beispiel digitale und analoge Baugruppen, Busstrukturen, die Taktzeugung, Versorgungs- oder Leistungsteile. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang auch die Aufteilung der Schaltung nach Versorgungsspannungen und ihre jeweiligen Bezugspotentiale sowie Abgrenzung zusammengehöriger Schaltungsteile gegeneinander.

Nächste Stufe ist die Vergabe sogenannter Level-A-Properties. Dabei handelt es sich um sehr pauschale Eigenschaften wie die Unterscheidung in analog und digital oder die Klassifizierung der umgesetzten Leistung eines Schaltungsobjekts. Die Bedeutungsebene entspricht etwa der der Schaltkreisgruppen. Im Unterschied zu letzteren handelt es sich bei den Properties jedoch um Merkmalsvektoren, Pakete von numerischen, elektrischen Werten, die in die spätere Analyse eingehen. Die Angaben im Level-A sind jedoch relativ 'unscharf' gehalten. Diese Modellierungsstufe geht noch nicht auf die besonderen Eigenschaften spezieller Netze ein und sollte auf die ganze Platine angewandt werden.

Sind alle Netze auf A-Level kategorisiert, geht es ins Detail. Die Properties vom Typ B stellen im Gegensatz zu obigen recht konkrete Merkmalswerte dar. Dementsprechend genauer sind ihre Bezeichnungen formuliert. In einer Menhir-eigenen Property-Bibliothek sind bereits viele elektrische Signaleigenschaften archiviert und auf

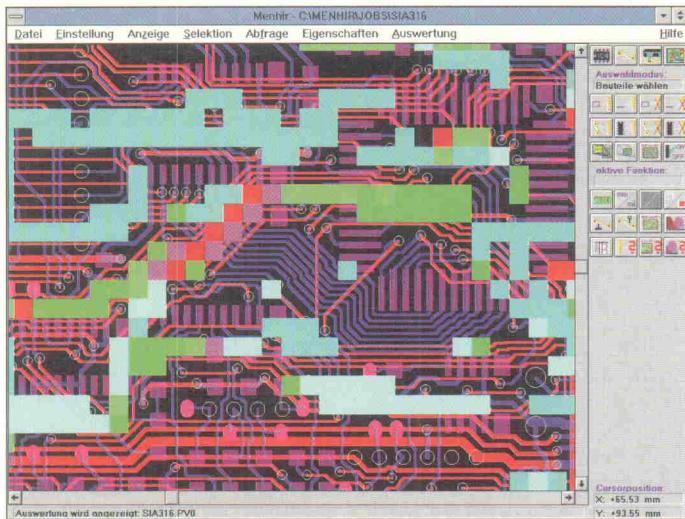


Bild 1. Menhir stellt kritische Bereiche im Layout farbig dar.

Knopfdruck abrufbar. Menhir berücksichtigt für seine Auswertung alle derartigen, ihm mitgeteilten Informationen und kennzeichnet anschließend alle für kritisch befundenen Bereiche einer Leiterplatte mit farbigen Feldern (Bild 1).

Zur Untersuchung der galvanischen Kopplung zieht Menhir die angeschlossenen Bauteilpins als Stromlieferanten heran. Der Analysemechanismus beruht somit auf Pin-Properties, die ebenfalls einer Bibliothek entnommen werden können. Im Gegensatz zu Netz-Properties sind die Pin-Properties nicht in zwei Kategorien unterteilt, es gibt keine Definition auf Gruppenebene. Dafür existiert ein Default-Property, mit dem alle nicht zur Analyse herangezogenen Pins ausgestattet werden. Die Vergabe der Pin-Properties erfordert nicht soviel an Vorüberlegung wie die Auswertung der Signalkopplungen. Zu bedenken sind hier in erster Linie zwei Dinge: die eventuelle Gleichstellung von Bezugsle-

tern (z. B. wenn zwei unterschiedlich bezeichnete GND-Netze elektrisch doch auf einem Potential liegen) und die Deklaration von Bezugspins. Menhir liest Layoutdaten verschiedenster EDA-Hersteller.

EMC-Workbench

EMC-Workbench ist ein Analyse-System, das den Entwickler bei der Lösung seiner EMC-Probleme auf Leiterplatten unterstützt. Dazu stellt es zahlreiche Werkzeuge und Bibliotheken, die in einer objektorientierten EMC-Analyseumgebung integriert sind und auch eine Integration von Fremdwerkzeugen ermöglichen. Die EMC-Workbench verfügt über Interfaces zu verschiedenen Layoutsystemen wie THEDA, Board Station (Mentor), Visula (Zuken Redac). Die Vollversion beinhaltet folgende Leistungsmerkmale:

- Plazierungsanalyse
- Layoutdatenaufbereitung und Voranalyse

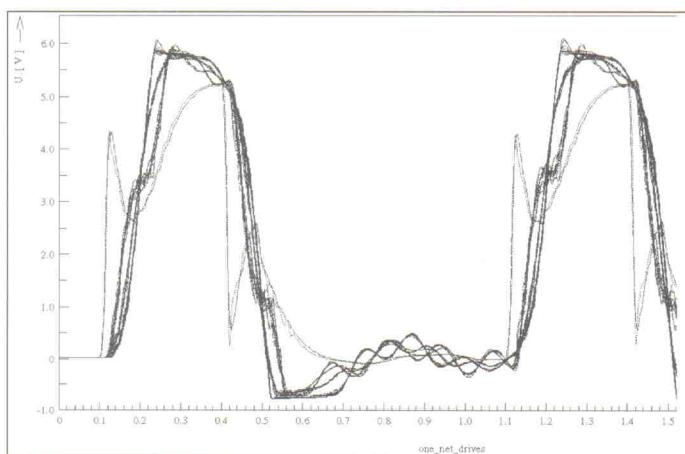


Bild 2. Ein typisches Simulationsergebnis erzeugt mit EMC-Workbench. Es sind signifikante Reflexionen zu erkennen.

- Berechnung von Leitungsparametern
- Simulation von Reflexion und Crosstalk
- Simulation von Abstrahlung

Zur Vermeidung von Reflexionen auf Leiterplatten darf die Verdrahtungslänge eines Netzes eine gewisse Größe nicht überschreiten. Diese Größe ist abhängig von den platzierten und angeschlossenen Bauteilen sowie dem physikalischen Aufbau der Leiterplatte (Lagenanzahl, Größe, Kupferflächen etc.). Zur Erkennung derartige Probleme bereits nach der Plazierungsphase ermöglicht MANDI (Manhattan Distance) eine schnelle Voranalyse im Hinblick auf die zu erwartenden Verdrahtungslängen und Signallaufzeiten. Hierauf stützend wird auch eine Reflexionsvoranalyse angeboten.

Die Layoutdatenaufbereitung und Voranalyse erfolgt mit dem LDE/LDA. Unter Einbeziehung der Layoutgeometriedaten werden mit Hilfe des LDE (Layoutdatenextraktor) und einer entsprechenden Bauelementebeschreibung direkte und indirekte Teilnetze gebildet. Im Anschluß reduziert der LDA (Layoutdatenanalysator) mittels technologieabhängiger Regeln die Teilnetzanzahl. Die verbliebenen, als 'kritisch' bewerteten Teilnetze werden durch den Einsatz von SIGMA zur nachfolgenden Simulation (FREACS, COMORAN oder auch SPICE) aufbereitet.

Die notwendigen Leitungssparameter (Induktivitäts- und Kapazitätsmatrizen bzw. Wellenwiderstand und Phasengeschwindigkeit) ermittelt das Programm TALC (Transmission Line Calculator). Leitungsquerschnitte lassen sich durch beliebige geschlossene Polygonzüge definieren. Innerhalb der EMC-Workbench geschieht die Generierung der Eingabedaten für TALC automatisch. Die Simulation erfolgt dann mittels FREACS (Fast Reflection and Crosstalk Simulator).

Dieses Programm bietet eine genaue Berechnung von Reflexions- und Crosstalk-Vorgängen auf Leiterplatten unter Einbeziehung der nichtlinearen Eigenschaften komplexer Bauelemente. Die Eingabedaten zur Beschreibung der Netzkonfigurationen werden innerhalb der EMC-Workbench automatisch generiert. Makromodelle

Deutsches
Platinen-CAD
für Windows

TARGET V3
professional

Wir senken Ihre Kosten:

TARGET ist das ideale Werkzeug speziell für Entwickler: Schneller Einstieg, geringe Investition, hohe Flexibilität, professionelle Features:

- Echtzeit Datenintegration
- Echtzeit Masseflächen
- Gerber-Daten einlesen
- Autoplacer
- Ripup & Retry Autorouter
- Cross Probe
- Teardrops, Spiralen
- offene Daten-Schnittstelle
- Outliner für Prototypen

TARGET V3 professional **DM 2380,-**
TARGET V3 economy **DM 910,-**
TARGET V3 light **DM 298,-**
TARGET V3 demo **DM 25,-**

TARGET V3 share kostenlos im Internet und in der Mailbox.

DM 1000,- retour

↓
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,-

Studentenpreis:

↓
TARGET V3 professional
Lizenz: **DM 500,-**

Ing. Büro FRIEDRICH
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing (TH)

 Am Schwarzen Rain 1
D-36124 Eichenzell

Tel.: (0 66 59) 919 444
Fax: (0 66 59) 919 445

MailBox: (0 66 59) 919 446
<http://www.ibfriedrich.com>

Hobby- und Elektronik

Stuttgart: 7.-10.11.1996, Halle 14, Stand 44

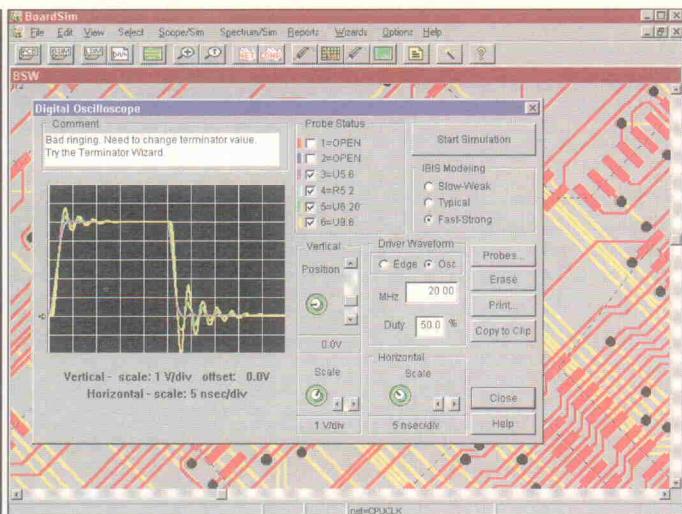


Bild 3. EMV-Analyse mit BoardSim von Hyperlynx. Die Software bietet Schnittstellen zu viele PCB-Layoutsystemen.

beschreiben das Ein- beziehungsweise Ausgangsverhalten von Komponenten.

COMORAN ist ein Werkzeug zur Analyse der elektromagnetischen Abstrahlung von dreidimensionalen Strukturen auf Leiterplatten für beliebige Punkte des Nah- und Fernfeldes, daß auch durchgehend metallisierte Flächen endlicher Größe (wie z. B. GND-Flächen) berücksichtigen kann. Mittels Transientenanalyse lassen sich Überschreitungen der gesetzlichen Grenzwerte bezüglich EMI/RFI frühzeitig erkennen und beseitigen.

Die Modellbibliothek EDL stellt lineare und nichtlineare Modelle für alle gebräuchlichen Bauelemente in den Standardtechnologien für die Simulatoren FREACS und COMORAN bereit. Sie unterstützt das IBIS-Format (I/O Buffer Information Specification, siehe auch <http://www.eia.org/eig/ibis/ibis.htm>) und läßt sich aber auch an individuelle Kundenbedürfnisse anpassen.

Der grafische Editor SCALOR bietet alle wichtigen Schematic- und Layouteditorfunktionen für die Spezifikation von Maßnahmen zur Verbesserung der EMV beim Leiterplattendesign. Schließlich übernimmt AnaRes die grafische Analyse und Aufbereitung aller mit der EMC-Workbench erzielten Simulationsergebnisse. Hier können auch Analysen mit Hilfe von Meßoperatoren vorgenommen werden.

LineSim/BoardSim

LineSim und BoardSim vom amerikanischen Hersteller Hyperlynx sind zwei EMV-Tools unter Windows. Im Gegensatz zu Workstation-Entwicklungs-umgebungen sind sie im unteren Preissegment angesiedelt. LineSim ist ein sogenanntes Pre-Layoutwerkzeug und ermöglicht eine EMV-Analyse bereits beim Schaltplanentwurf. Faktoren, die einen Einfluß auf die Abstrahlung haben, wie Leiterplatten- aufbau, Bauteilwerte und Infor-

mationen zur Spannungsquelle, werden dem Programm mitgeteilt. In einer Bibliothek befinden sich zusätzlich Modelle von Bausteinen der gängigen Standardlogikfamilien, die das Übertragungsverhalten der Bausteine beschreiben. Abgelegt sind sie im Industriestandardformat IBIS, und mittels eines integrierten IBIS-Editors lassen sich auch eigene Modelle erstellen.

Ein digitales Oszilloskop bildet die simulierten Signalverläufe ab. Der Anwender kann hier den Verlauf des Signals durch eine Änderung des Leiterplattenaufbaus beziehungsweise der Schaltungsinformationen direkt beeinflussen.

Die EMV-Analyse wird mit dem integrierten Spektrumanalysator durchgeführt. Durch Veränderung der oben erwähnten Faktoren steht es dem Entwickler frei, unerwünschte Spektralanteile und somit die Abstrahlung zu dämpfen. Das Ergebnis der Simulation liefert dem Anwender EMV-optimierte Informationen für das Layout.

Auch die Art der Leiterbahnenverläufe, deren Längen und Breiten, Durchkontakte und ähnliches haben entscheidenden Einfluß auf das EMV-Verhalten. Wie sich diese Faktoren auf die Signalqualität und die Abstrahlung auswirken, überprüft die Postlayoutanalyse mit einer Simulation des gerouteten Boards. Um auf dem schnellsten Weg ein EMV-optimiertes Layout zu erhalten, sollte BoardSim bereits während des Layoutentwurfs interaktiv eingesetzt werden. Dazu liest das Programm Layoutdaten verschiedener EDA-Hersteller wie Cadence, OrCAD, PADS, Protel, VeriBest, Zuken-Redac und andere.

Die Simulation der Signale nach dem Routen des Boards wird unter den gleichen Gesichtspunkten wie bei der Pre-layoutanalyse durchgeführt. Die mit dem Oszilloskop und dem Spektrumanalysator abgebildeten Werte entsprechen denen, die sich später an der fertigten Leiterplatte messen lassen (Bild 3).

PADS-EDC

PADS-EDC ist ein als Option zu PADS-Layoutsystemen erhältliches Werkzeug und gibt dem Entwickler bereits während des Layoutens die Möglichkeit,

Impedanzen, Verzögerungszeiten und Kapazitäten auf einer Leiterplatte pro Netz oder Netzsegment zu analysieren. Das Programm ist zudem in der Lage, parallel verlaufende Leiterbahnen oder Signalverzerrungen, die durch Übersprechen bei zu eng nebeneinander liegenden parallelen Leitungen verursacht werden, zu überprüfen.

Bei Bauteilen mit sehr ähnlichen Signalpegeln und großen Strömen (z. B. Bussignale) können im Betrieb Verzerrungen als Folge von Übersprechen zwischen zwei parallel verlaufenden Leitungen mit unterschiedlichen Signalen auftreten. Verzerrungen sind vor allem dann möglich, wenn Signalleitungen sehr eng beieinander liegen. Gibt man den zu kontrollierenden Abstand und die Maximalzahl der Überlappungen zwischen parallelen Leiterbahnen an, kann EDC kritische parallele Signalleitungen finden.

Um die Parallelitätskontrolle durchzuführen, definiert EDC Netze, die elektromagnetische Interferenzen verursachen können, als 'Aggressoren' und potentielle Empfänger der Übersprecher entsprechend als 'Opfer'. Danach sucht die Software nach Signalleitungen solcher Netze, die als 'Opfer' definiert worden sind und dieselbe Orientierung haben wie die Aggressornetze. Die gefundenen Leiterbahnen werden auf Minimal- und Maximalwerte geprüft, die im Menü zur Festlegung der Design Rules eingestellt worden sind.

Ein Daisy-Chain-Check ist für die Entwicklung mit schnellen Bausteinen, speziell bei ECL-Chips, wichtig. Unter Daisy-Chain-Netzen versteht man solche Verbindungen, die ohne Stichleitungen und Schleifen vom Gatterausgang zum Abschluß geroutet werden. Wenn man mit begrenzten Ressourcen entwickelt, ist es nicht immer möglich, diese Regeln strikt einzuhalten. In einigen Ausnahmefällen kann man kurze Stichleitungen verwenden, deren Verzögerungszeiten viel kürzer sind als die Flankenanstiegszeit.

EDC überprüft die Stichleitung auf die vom Benutzer bestimmte Länge und entfernt T-Punkte, die Reflexionsprobleme verursachen würden.

Lineare Parameter wie Impedanzen, Kapazitäten und Si-

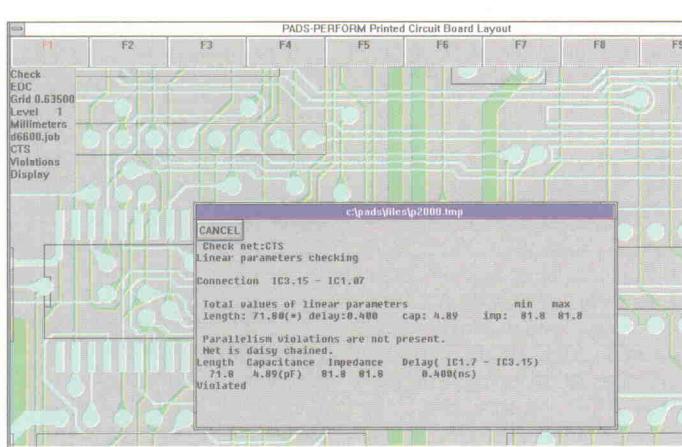


Bild 4. PADS-EDC ist eine EMV-Option für PADS-Layoutsysteme zur EMV-Kontrolle während des Designprozesses.

gnalverzögerungen hängen von den physikalischen Eigenschaften der gefertigten Leiterplatte ab. Das Wichtigste ist die Lage der Leitungen bezüglich der Power/Ground-Leitungsführung. Wenn Power/Ground-Netze genauso geroutet werden wie andere Netze und wenn sie nicht große Flächen bilden, ist ihr Einfluß relativ gering und die linearen Parameter können nicht genau berechnet werden. Lineare Parameter können auf mehrlagigen Leiterplatten jedoch überprüft werden, indem man festlegt, welche Lagen Power beziehungsweise Ground sind.

EDC analysiert die relative Position von bestimmten Netzsegmenten zu Power/Ground-Lagen und teilt sie in vier Klassen ein. TML (True Microstrip Line), EML (Embedded Microstrip Line), CW (Leitungen innerhalb der Power/Ground-Fläche) und SL (Strip Line).

EMC Adviser

Den EMC Design Adviser bietet Zuken-Redac als Ergänzung zu seinem Windows-basierten PCB-Designsystem Cadstar an. Mit dem Analysewerkzeug lassen sich Leiterplattenlayouts bereits während der Bauteilplatzierung und Entflechtung hinsichtlich ihrer EMV-gerechten Gestaltung analysieren und optimieren.

Der EMC Design Adviser ist ein Expertensystem, das Leiterplattenlayouts anhand von Regelbibliotheken auf mögliche EMV-Probleme untersucht und bewertet. Das System kommt ohne umfangreiche Simulati-

onsmodelle aus und untersucht Leiterplattendesigns anhand von insgesamt 20 EMV-spezifischen Regeln. Dazu zählen unter anderem: Leiterbahnschleifen, Übersprechen, Leiterbahnkapazität und -impedanz, Leiterbahnabschirmung, Terminierung und Kupferflächen.

Die Bedieneroberfläche des EMC Design Advisers besteht aus einem Dialog, der Informationen und ausgewählte Regeln in einem logischen Format präsentiert. Nach Ablauf der ausgewählten Prüfprogramme stellt die Software die Ergebnisse in Form von Histogrammen auf dem Bildschirm dar. Zusätzlich lassen sich die Ergebnisse in Form einer prozentualen Bewertung aufzeigen und je nach Gewichtung in verschiedenen Farben unterlegen (Bild 5).

Nach dem Durchlaufen der einzelnen Prüfroutinen können als kritisch eingestufte Bereiche des Layouts farbig hervorgehoben werden. Zusätzlich kann der Anwender Vorschläge für die Vermeidung oder Behebung möglicher Fehlerquellen aus Vorschlagsdateien abrufen. Die einzelnen Regeln können individuell gewichtet und durch firmenspezifische Richtlinien ergänzt werden.

DF/EMControl

DF/EMControl von Cadence ist kein Simulator, sondern ein wissensbasiertes Tool, welches sich sehr früh im Designprozeß einsetzen läßt. Es werden also keine zeitaufwendigen Simulationen mit mühsam extrahierten

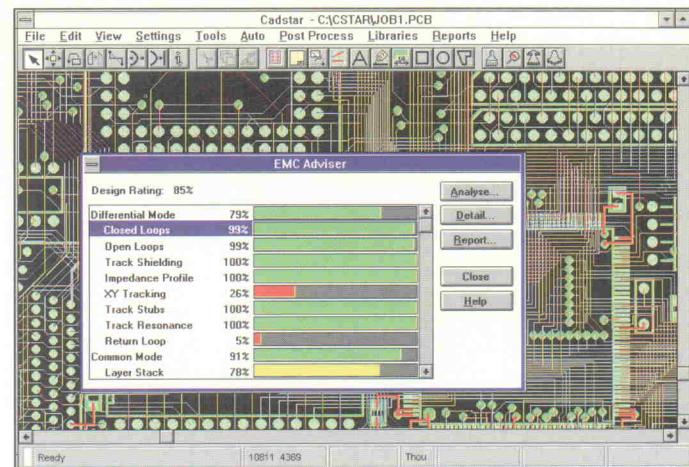


Bild 5. EMC Design Adviser von Zuken-Redac ist die EMV-Ergänzung zum PCB-Designsystem Cadstar.

3D-Simulationsdaten – notwendig bei Feldsimulationen – durchgeführt. Ein Verzicht auf eine Simulation bedeutet auch, daß selbst EMV-unerfahrene Layouter mit dem Werkzeug klarkommen. Es ist kein spezielles Wissen über Störfeldein- oder Störfeldabstrahlung notwendig.

Das Cadence-Tool stellt standardmäßig über 30 parametrisierte EMV-Regeln zur Verfügung und ermöglicht im Rahmen von Serviceprojekten zudem die Implementierung

kundenspezifischer EMV-Regeln. Bei der Regelerstellung kann die Software auf die gesamte Datenbasis des jeweiligen Boards mit allen vorhanden Größen wie geometrische Abmessungen, Art der ICs, elektrische Kenngrößen wie Widerstände von Leiterbahnen oder parasitäre Größen zurückgreifen.

DF/EMControl ist, wie andere Cadence-Analysetools auch, direkt in die System-Backend-Umgebung integriert. Aufgrund der schnellen Arbeitsweise läßt sich das Werkzeug schon

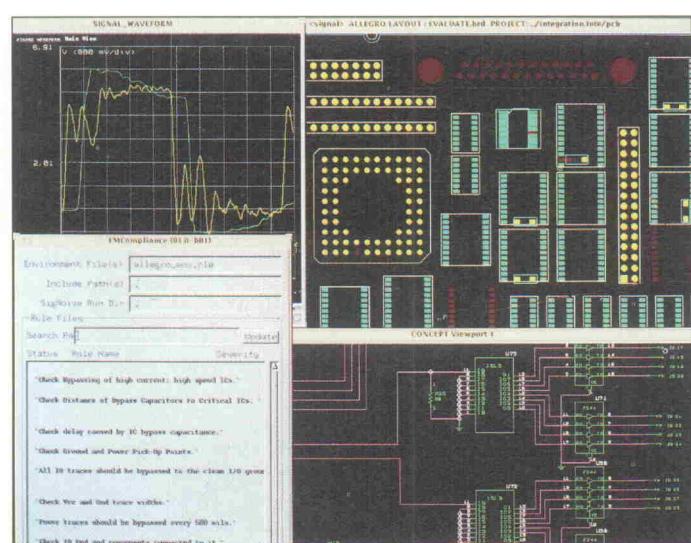


Bild 6. DF/EMControl ist ein wissensbasiertes EMV-Tool, welches sich bereits sehr früh im Designprozeß einsetzen läßt.

NEU !

Leiterplatten

DURCH- KONTAKTIEREN

isel- Durch- kontaktierungs-Station

ideal zur Herstellung von Leiterplatten-Prototypen/Musterplatten

maximale Platinengröße

Grundausstattung

Durchkontaktierungs-Station mit:

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

DM 1695.-

Auf den richtigen Kontakt kommt es an !!

... sprechen Sie mit uns

06672 / 898 - 435

Fordern Sie unseren Katalog H "Rund um die Leiterplatte" an !!

Rund um die Leiterplatte

A 146 0405.96

Iselautomation Hugo Isel
Im Leibnizgraben 16 D-35132 Elterfeld
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

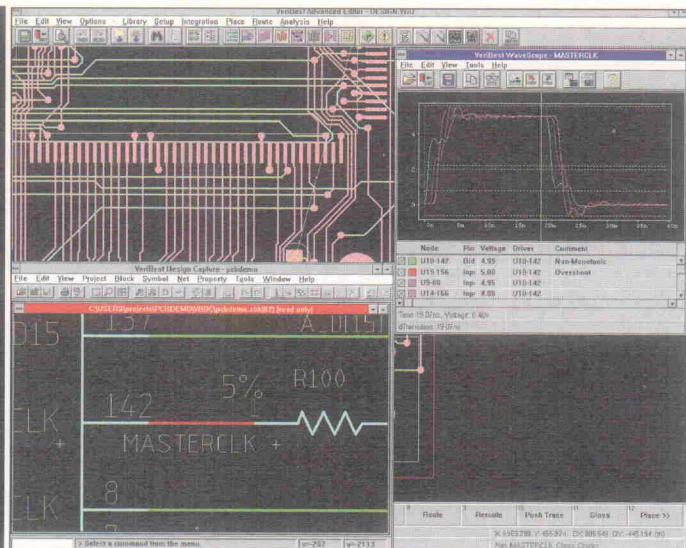


Bild 7. Der PCB-Signal-Analyser ist eine integrierte Umgebung innerhalb von VeriBest PCB.

während des PCB-Designprozesses sinnvoll einsetzen. Stellt die Software eine Regelverletzung fest, wird die Problemstelle im Layout grafisch gekennzeichnet und parallel dazu eine Problembeschreibung potentieller Fehlerbeseitigungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Der EMC-Check führt somit zu einer Pass/Fail-Qualifikation des Plattenlayouts. Wird beispielsweise Common Mode Noise festgestellt, kann die Software automatisch auf hochohmige Ground-Pfade hinweisen oder bei High-Speed-Designs die Anweisung geben, die VCC/Ground-Verbindungen breiter (induktionsärmer) zu routen.

Ebenso können auf Wunsch auch Ergebnisse der Signalintegrität wie Crosstalk, Over-

Ubershoot von High-Speed-Signalen – extrahiert vom Analyse-Tool Signoise – zur Bewertung kommen. Bereits in der Produktspezifikation kann ein relevanter Set von Regeln definiert werden, um den nachfolgenden Layoutentwurf zu steuern.

PCB-Signal-Analyser

Der VeriBest PCB-Signal-Analyser ist eine integrierte Umgebung innerhalb von VeriBest PCB zur Analyse des Signalverhaltens schon während des Layoutprozesses. Signal-Analyser und PCB arbeiten unter derselben Oberfläche und greifen auf eine gemeinsame Datenbasis zurück. Der sogenannte 'boundary element field solver' ermittelt auf Basis vom Anwender definierter Angaben über

Bezugsquellen

Menhir

Cadtron GmbH
Elbestraße 10
45768 Marl
Telefon 0 23 65/1 30 03
Telefax 0 23 65/1 33 26

PADS-EDC

tecnotron elektronik GmbH
Brühlmoosweg 5/5a
88136 Weißenburg-Rothkreuz
Telefon 0 83 89/92 00-0
Telefax 0 83 89/92 00-60

EMC-Workbench

Incases Engineering GmbH
Vattmannstraße 3
33100 Paderborn
Telefon 0 52 51/150-600
Telefax 0 52 51/150-700

EMC Adviser

Zuken Redac Design System GmbH
80939 München
Telefon 0 89/3 23 92-0
Telefax 0 89/3 22 70 45

HyperBoard/HyperSim

Hoschar Systemelektronik
Rüppurrer Straße 33
76137 Karlsruhe
Telefon 0 72 137 70 44
Telefax 0 72 137 72 41

DF/EMControl

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

Infratech GmbH

Wedeler Landstraße 93
22559 Hamburg
Telefon 0 40/81 95 44-0
Telefax 0 40/81 10 37

PCB-Signal-Analyzer

VeriBest GmbH
Carl-Zeiss-Ring 17
85737 Ismaning
Telefon 0 89/9 62 84-0
Telefax 0 89/9 62 84-1 00

Peschges Variometer

Zieglerstraße 11
52078 Aachen
Telefon 0 2 41/56 30 21
Telefax 0 2 41/56 39 13

Transmission Line Analyzer

Design Center Ritter
85368 Moosburg
Telefon 0 87 61/96 65
Telefax 0 87 61/6 00 98

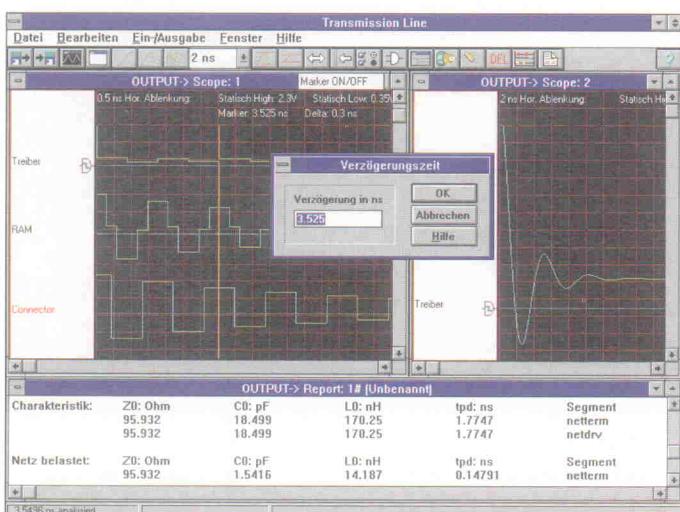


Bild 8. Der Transmission Line Analyzer ist mit knapp 880 DM das preiswerteste EMV-Tool dieses Reports.

Plattenmaterial und Layerkonfiguration Kapazitäten, Induktivitäten, charakteristische Impedanzen sowie Fortpflanzungsgeschwindigkeiten auf gekoppelten und ungekoppelten Leitungen.

Der PCB-Signal-Analyser unterstützt eine schnelle und genaue Analyse, bei der er auf Modelle für Netze mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften und nichtlineare Modelle im IBIS-Format zurückgreift. Der Simulator vergleicht seine Ergebnisse mit den vorgegebenen Designregeln. Verletzungen können grafisch im sogenannten WaveScope – ein virtuelles Oszilloskop – dargestellt oder aber als Fehlerreport ausgegeben werden.

Der Simulator ist auch in der Lage, Mehrfachnetze durch Einbindung automatisch erzeugter Modelle zu simulieren, die aus dem vorhergesagten Übersprechen der gekoppelten Verbindungen generiert werden. Die Software zeigt die maximalen Abweichungen vom stationären Zustand an. Der Anwender kann das Übersprechverhalten korrigieren, indem er Leitungen neu oder anders verlegt und die Auswirkungen in der Simulation beobachtet.

Mit dem WaveScope lassen sich ebenso umfangreiche Sätze an Designregeln wie Verzöge-

rungsfehler, starkes Übersprechen, Über- und Unterschwingen oder schlecht angepaßte Leitungen überprüfen.

Transmission Line Analyzer

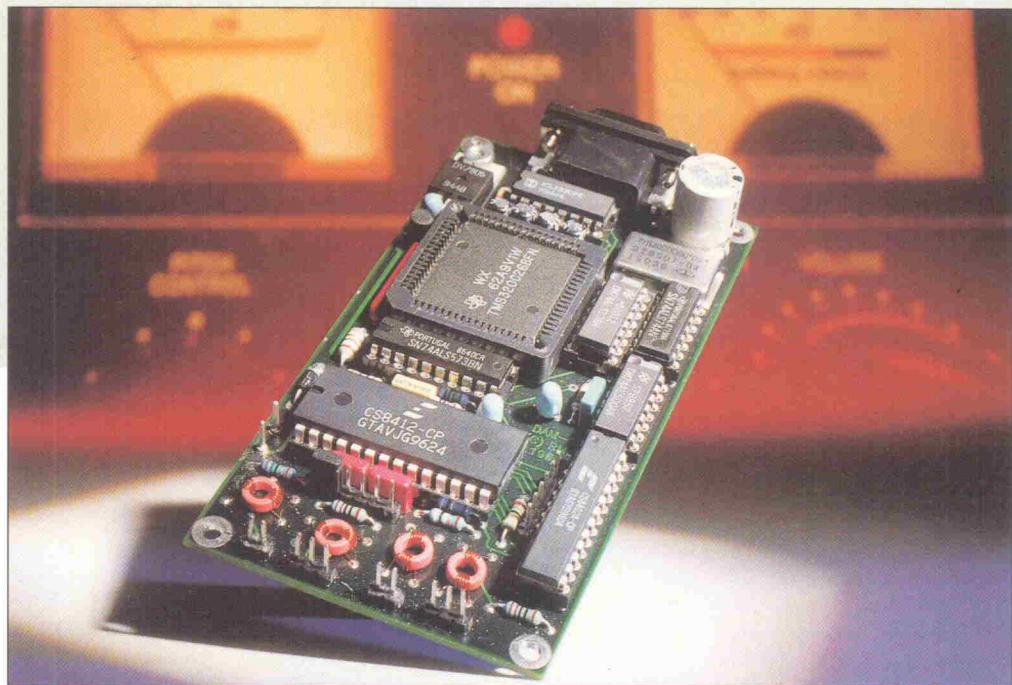
Während die bisher vorgestellten EMV-Werkzeuge im oberen bis mittleren Preisbereich angesiedelt sind, handelt es sich beim Transmission Line Analyzer mit einem Preis von 795 DM (zzgl. MwSt.) um ein ausgesprochenes Low-Cost-Produkt. Der Simulator läuft unter MS Windows und dient der Analyse von Scheinwiderständen (Impedanzen), Signallaufzeiten (Line Delays), Ober- und Unterschwingen (Over- und Undershorts), Kapazitäten und Induktivitäten auf der Leiterplatte. Das Werkzeug ist für Entwickler gedacht, die einzelne Leitungen auf einem PCB simulieren wollen und diese Daten an den Layouter weitergeben wollen. Ebenso lassen sich kritische Leitungen überprüfen und die Ergebnisse dokumentieren. Die Line-Parameter können, unabhängig vom CAD-System, direkt in die Input-Maske eingegeben werden. Für Ende 1996 ist geplant, daß der Transmission Line Analyzer per DDE-Schnittstelle direkt mit dem ECAD-System von Ivex kommunizieren kann. *pen*

Digital-Audio-Monitor

DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten, Teil 2

Ralf Männel

Während man bei 'normalen' Analog-signalen relativ leicht prüfen kann, was sich auf den Leitungen abspielt, ist eine Kontrolle digitaler Schnittstellen nicht mit Standard-Equipment zu realisieren. Mit dem Digital-Audio-Monitor, kurz DAM, ändert sich die Situation schlagartig. Das kleine intelligente Interface zaubert nicht nur Pegel-, sondern auch sämtliche Status- und Fehler-informationen auf den PC-Bildschirm.



Projekt

Das Rechenzentrum des DAM ist ein DSP vom Typ TMS320C26. Seine Eingangsdaten erhält er von dem speziellen Audiodaten-Schnittstellenbaustein CS8412, der den empfangenen S/P-DIF- beziehungsweise AES/EBU-Datenstrom in hervorragender Weise aufbereitet. Per RS-232 gelangen die vom DSP berechneten und herausgefilterten Informationen zum PC, der sie schließlich grafisch aufpoliert zur Anzeige bringt. Klar, daß bei einem solchen Projekt neben der Hardware vor allem die Software eine zentrale Rolle spielt. Der Datentransport will organisiert sein, der DSP muß wissen, was er zu berechnen hat, und schließlich möchte der Anwender die Ergebnisse im Klartext zu Gesicht bekommen und möglichst auch noch interaktiv alle Vorgänge steuern können.

Ein Programm für den DSP des DAM läßt sich, abgesehen von der Initialisierung, in zwei Bereiche aufteilen: das Hintergrundprogramm für die Kommunikation mit dem Host-PC und das interruptgesteuerte Ein-

lesen und Verarbeiten der Audio-Samples. Der Datenaustausch zwischen diesen beiden, nicht synchron ablaufenden Programmteilen erfolgt über gemeinsam genutzte Register. Hierin trägt beispielsweise das interruptgesteuerte Verarbeitungsprogramm seine Ergebnisse ein, so daß das Hintergrundprogramm diese übernehmen, eventuell nachbearbeiten und übertragen kann. Der Empfangsinterrupt besitzt dabei aufgrund der zeitlichen Anforderungen die höchste Priorität und soll auch als erstes beschrieben werden.

Das Schnittstellen-IC liefert seine Daten (SDATA) an die synchrone serielle Schnittstelle des TMS320C26. Für synchrone Übertragungen charakteristisch, erfolgt das Einschieben der Bits in das Empfangsschieberegister (Eingang DR an IC1) mit der Flanke eines Taktsignals (Eingang CLKR an IC1), beim C26 mit der fallenden Flanke. Das paßt soweit gut zum Ausgangsformat des CS8412, der im Mode 0 ein Taktsignal (Ausgang SCK) entsprechender Polarität liefert.

Bleibt die Frage, wie man die Erkennung der Datenwortgrenzen im Bitstrom realisiert (Frame-Synchronisation). Von Seiten des CS8412 wird dazu das FSYNC-Signal bereitgestellt, das die beiden 32-Bit-Ausgangsworte für den linken und den rechten Audiokanal unterscheidet. Der DSP besitzt zur Frame-Synchronisation einen Eingang mit der Bezeichnung FSR. Bei eingeschalteter FSR-Synchronisation (FSM = 1) startet die auf die fallende Flanke des FSR-Signals folgende fallende Flanke des CLKR-Taktes den Empfang. Damit wird das erste Bit (MSB) eines neuen Datenwortes eingelesen. Eine solche Konstellation ergibt sich im Ausgangsformat des CS8412 nur zu Beginn des rechten 32-Bit-Wortes (Bild 7). Auf diese fallende Flanke des FSYNC-Signals erfolgt daher eine Synchronisation. Danach muß die FSR-Synchronisation abgeschaltet werden (FSM = 0). Und der DSP übernimmt die eingelesenen Bits nun fortlaufend im sogenannten Continuous Mode und interpretiert jeweils 16 Bit als ein Datenwort (16-Bit-Mode des seriellen Ports).

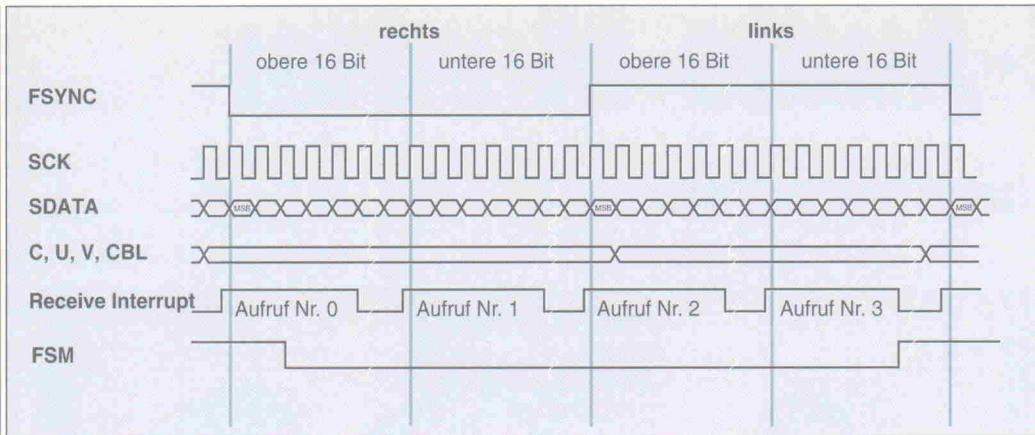


Bild 7. Ablauf der Datenkommunikation zwischen Interface-Chip und DSP für den 'eingeschwungenen' Zustand.

Nachdem der C26 die ersten 16 Bit gelesen hat, übernimmt das Empfangslatch den Inhalt des Empfangsschieberegisters und löst einen Interrupt aus. Dieser Vorgang wiederholt sich fortlaufend alle 16 Bit. Der Empfang eines kompletten, zweikanaligen Audio-Samples vom CS8412 löst insgesamt vier Interrupts (mit jeweils anderer Funktion) aus. Vor der nächsten fallenden Flanke von FSYNC muß FSM wieder gesetzt werden, um eine fortlaufende Synchronisation sicherzustellen. Bild 7 zeigt diesen Ablauf für den 'eingeschwungenen' Zustand.

Der Anlauf gestaltet sich etwas komplizierter. Nach dem ersten Interrupt (Funktion Nr. 0, aber zeitlich als Nummer 1 in Bild 7) und dem verspäteten Abschalten von FSM erfolgt der zweite Interrupt erst im nächsten vollen Sample, dann aber als Nummer 1 an der richtigen Stelle, so daß von da an der oben beschriebene Ablauf beginnt.

In der Software bildet sich dieser Hergang relativ einfach ab. Der Empfangsinterrupt für den synchronen seriellen Port muß für die vier Aufrufe während eines Audio-Samples vier verschiedene Grundfunktionen realisieren, welche man leicht aus Bild 7 ablesen kann (Tabelle 'Operationen beim Empfangsinterrupt').

Alles Routine

Die (Sample-synchrone) Verarbeitung der eingelesenen Daten erfolgt ebenfalls im Empfangsinterrupt, wobei zur gleichmäßigen zeitlichen Belastung das Programm auf die vier Aufrufe aufgeteilt werden muß.

Die Anforderungen an das Timing stehen damit fest: Für

eine (mit etwas Headroom) angenommene maximale Abtastrate des Audiosignals von 50 kHz beträgt die Zeit, die ein Empfangsinterruptaufruf maximal dauern darf, $1/4 \cdot 1/50 \text{ kHz} = 5 \mu\text{s}$. Das entspricht exakt 50 Befehlszyklen des C26. Von dieser Zahl muß der Overhead des Interruptaufrufes abgezogen werden, der beim C26 sieben Befehle beträgt (drei Dummy-Zyklen am Beginn, zwei Zyklen beim Sprung von der primären Vektortabelle im ROM zur Interruptvektortabelle im RAM-Bereich, zwei Zyklen beim Sprung zur eigentlichen Routine). Den verbleibenden 43 Zyklen sollte man sich jedoch nicht zu weit nähern, da ja auch das Hintergrundprogramm etwas Rechenzeit abbekommen muß. Nach dieser einfachen Rechnung sind die Grenzen des Systems von Seiten des DSP absehbar. In jedem Fall ist eine effiziente Programmierung erforderlich.

Zur praktischen Prüfung der maximal möglichen Abtastrate für ein Programm gibt es neben dem schwierigen Auszählen der Zyklen eine einfache Methode: Das testweise Einfügen von Dummy-Befehlen (NOPs) im Empfangsinterrupt. Bei 44,1 kHz Abtastrate vom CD-Player stehen 5,67 μs pro Aufruf zur Verfügung, das heißt 0,67 μs mehr als bei 50 kHz. Diese 0,67 μs werden durch sieben NOP-(‘No Operation’)-Befehle simuliert (ergeben 0,7 μs).

Kommunikation

Da der DSP kein asynchrones serielles Hardware-Interface besitzt, muß es von der Software nachgebildet werden. Die in den Beispielprogrammen zum DSK enthaltenen Routi-

nen sind für diese Anwendung jedoch ungeeignet, da dort die notwendigen Zeitkonstanten durch Programmschleifen realisiert sind. Der regelmäßig auftretende Empfangsinterrupt vom synchronen Port würde diese Zeiten stochastisch verlängern. Jedoch läßt sich der mit einem Viertel der Taktfrequenz durchlaufende Timer nutzen. Zu Beginn einer Zeitschleife wird der Timer gelesen und vom Zählerstand die Zeitkonstante abgezogen (Abwärtszähler). In einer Schleife, die beliebig oft von Interrupts unterbrochen sein kann, wird dann der Timer fortlaufend mit dem eben ermittelten Wert verglichen, bis dieser unterschritten ist. Um sich den Aufwand der normalerweise notwendigen Überlaufbehandlung zu sparen, erfolgen alle Berechnungen mit einer reinen 16-Bit-Arithmetik. Überträge in höhere Stellen haben somit keine Bedeutung. Bei der für den Vergleich notwendigen Subtraktion wird das MSB (der ge-

nutzten 16 Bit) zum Vorzeichenbit.

Für die Rechnungen im DSP muß der Overflow Mode abgeschaltet sein, um eine Begrenzung der Überläufe zu verhindern. Die vollständigen Funktionen XMIT und RECV sind im Listing einzusehen. Durch den Empfangsinterrupt des synchronen Ports, der jederzeit auftreten kann, wird die Erkennung beziehungsweise Ausgabe von Flanken regelmäßig um die Dauer der zugehörigen Interruptroutine (ca. 5 μs) verzögert. Die Baudrate sollte deshalb relativ niedrig liegen, um die Bitzeiten weit von dieser Störgröße entfernt zu halten.

Spitzentanz

In den beiden vorangegangenen Abschnitten sind die wichtigsten Bausteine zum Aufbau der DSP-Software beschrieben. Nun als praktisches Beispiel ein 16-Bit-Peak-Level-Pegelmesser (Bild 8).

Am Anfang jeder Verarbeitung steht das Lesen der Audio-Samples. Da lediglich 16 Bit zur Auswertung kommen sollen, werden nur High-Teile der Samples benötigt und an den in Tabelle ‘Operationen beim Empfangsinterrupt’ angegebenen

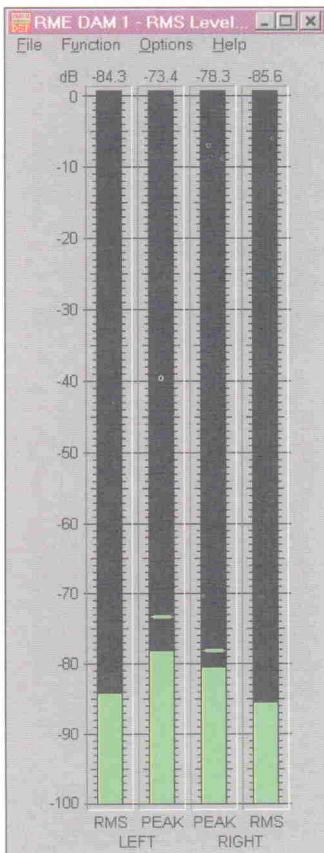


Bild 8. Peak- und RMS-Pegelanzeige mit dem Level-Meter-Setup für beide Anzeigeformate.

Operationen beim Empfangsinterrupt

Nummer ¹	Aktion	Bemerkung
0	Umschaltung Pointer für nächsten Aufruf auf 1 FSM zurücksetzen Übernahme Sample vom synchronen Port: untere 16 Bit linker Kanal Lesen C, CBL, U, V – Bits vom CS8412 (rechter Kanal) Abarbeitung Verarbeitungsprogramm Teil 1	*
1	Umschaltung Pointer für nächsten Aufruf auf 2 Übernahme Sample vom synchronen Port: obere 16 Bit rechter Kanal Lesen C, CBL, U, V – Bits vom CS8412 (rechter Kanal) Ausgabe C – Bit an CS8402 (linker Kanal) Abarbeitung Verarbeitungsprogramm Teil 2	** ** ** ** **
2	Umschaltung Pointer für nächsten Aufruf auf 3 Übernahme Sample vom synchronen Port: untere 16 Bit rechter Kanal Lesen C, CBL, U, V – Bits vom CS8412 (linker Kanal) Abarbeitung Verarbeitungsprogramm Teil 3	*
3	Umschaltung Pointer für nächsten Aufruf auf 0 FSM setzen Übernahme Sample vom synchronen Port: obere 16 Bit linker Kanal Lesen C, CBL, U, V – Bits vom CS8412 (linker Kanal) Ausgabe C – Bit an CS8402 (rechter Kanal) Abarbeitung Verarbeitungsprogramm Teil 4	*

¹ Numerierung entspricht der Interruptaufruf-Nr. aus Bild 7

* Muß unbedingt ausgeführt werden

** Braucht nur bei Bedarf ausgeführt werden

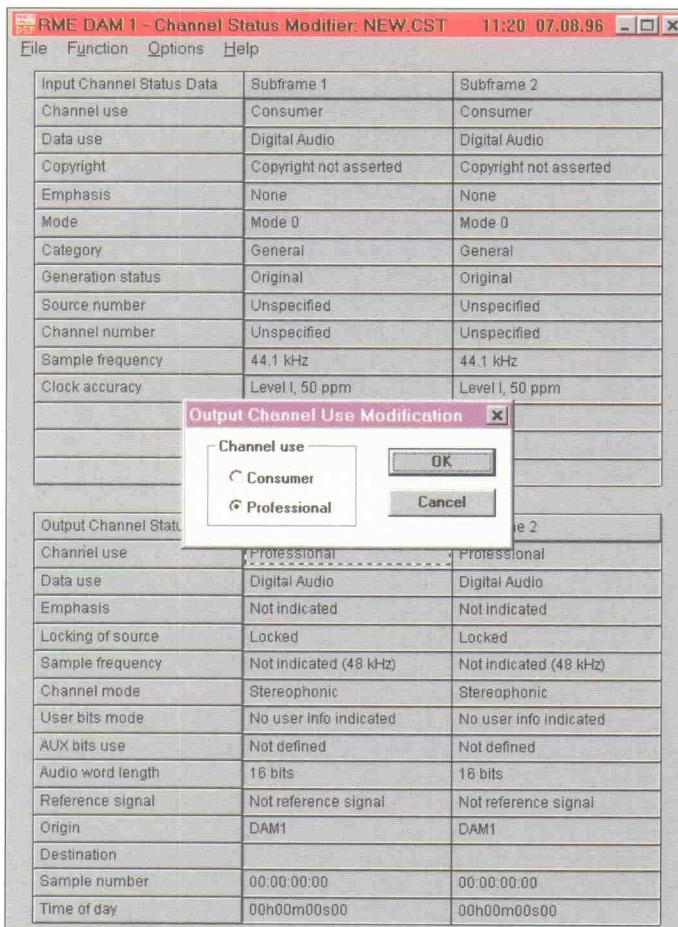


Bild 9. Im Status Modifier der DAM-Vollversion lassen sich die Kennungen des digitalen Datenstromes in Echtzeit analysieren und modifizieren, während das Audiomaterial unverändert bleibt.

Qualität und Service

Bauelemente für die Elektronik-Industrie

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

GI General Instrument

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

SEMTECH

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



GERÄTE SCHUTZ INDUSTRIE
ELEKTRONIK GmbH

TP PROTEK

S/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 BKC Semiconductors Incorporated

SINUS ELECTRONIC
Ihr erfahrener Partner in der Schutztechnik

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

20 MHz Service-Oszilloskop

- Stand-alone Oszilloskop mit Mini-LCD
- Inklusive Software für MS-DOS & MS-Windows
- Abtastraten von 1ms bis max. 50ns
- Spannungsteiler 1, 10 und 100V
- Eingangskopplung AC und DC
- Trigger \pm Intern, \pm Extern, Auto
- Einstellbare Triggerschwellen
- Voltmeterfunktionen
- Run & Single Shot



DM 199,- inkl. 15% MwSt. **3 Jahre Garantie**

Wittig Testelektronik
Otto-Lilienthal-Straße 36
D-71034 Böblingen
Telefon +49 (0) 70 31-714 760
Telefax +49 (0) 70 31-714 765
E-Mail: WTTGermany@aol.com

WTT
WITTIG TEST TECHNOLOGY

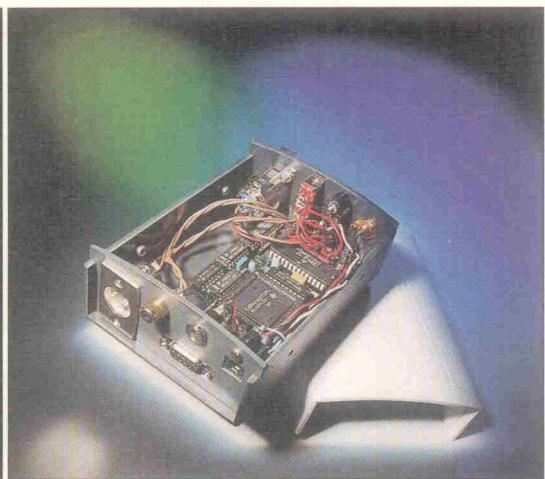


Bild 10.
Das DAM
voll auf-
gerüstet
und ver-
packt in
einem
Gehäuse
von TTK.

Stellen für den jeweiligen Kanal gelesen. Der erste Schritt in der Verarbeitungskette ist die Betragssbildung. Da bei der 16-Bit-Zweierkomplementdarstellung für die größte negative Zahl ($-32\,768 = 8000h$) keine positive Zahl gleichen Betrages angebar ist (Maximum $32\,767 = 7FFFh$), muß vor der Betragssbildung der Saturation Mode des C26 eingeschaltet werden. Damit ist gewährleistet, daß bei Rechenoperationen wie der Betragssbildung das (positive) Maximum nicht überschritten wird.

Wie der Name Peak Level sagt, ist der Zweck des Programms eine Ermittlung des (aktuellen) Spitzenpegels. Im Ablauf folgt daher der Vergleich des Betrages des neu gelesenen Samples mit dem vorherigen Maximum. Ist der neue Betrag größer, wird das Maximum damit überschrieben, andernfalls bleibt alles beim alten; auch dieses Maximum muß zurückgesetzt werden, was durch das Hintergrundprogramm erfolgt (weiter unten beschrieben).

Als nächstes folgt die Prüfung auf digitale Vollaussteuerung (Full Scale) zur Erkennung von Übersteuerungen, sogenannten Overs. Diese werden üblicherweise aus der Überschreitung einer Maximalzahl von aufeinanderfolgenden Full Scale Samples (ca. 3...6) abgeleitet. Das Verfahren bietet natürlich keine sichere Erkennung aller realen (analogen) Übersteuerungen im Signal. Da aber umgekehrt das Auftreten mehrerer Full Scale Samples (FSS) in jedem Fall eine Übersteuerung der vorliegenden Aufzeichnung bedeutet, ist die Anzeige eines solchen Falls durchaus sinnvoll. Die Realisierung im DSP-

Programm ist nicht ganz einfach. Der bereits für die Spitzenwerterkennung berechnete und zwischengespeicherte Betrag des eingelesenen Samples wird dazu mit dem Full-Scale-Wert ($07FFFh$ bei 16 Bit) verglichen. Tritt keine Übereinstimmung auf, wird der Zähler für aufeinanderfolgende FSS zurückgesetzt, andernfalls um 1 inkrementiert und mit einem Maximalwertspeicher verglichen. Ist der Zählerinhalt größer, das heißt er bildet ein neues Maximum an aufeinanderfolgenden FSS, wird er in diesen Maximalwertspeicher übernommen.

Im Hintergrund werden währenddessen in einer endlosen Schleife die Maximalwertspeicher für Pegel und Anzahl von FSS in einen Sendepuffer gelesen und dann zurückgesetzt. Im Sendepuffer stehen somit die seit der letzten Übertragung aufgetretenen Maximalwerte. Diese werden in 4-Bit-Nibbles aufgeteilt und an den PC übertragen, wobei die oberen 4 Bit auf 0 gesetzt sind. Nach der Übertragung dieser Daten liest der DSP noch den Inhalt des Fehlerspeichers vom CS8412 (IC3) ein und sendet ihn zum PC.

Zur Synchronisation beginnt jeder Übertragungszyklus mit dem Startwort $0FFh$, das Ende bildet eine 4-Bit-Prüfsumme über alle Daten.

Das PC-Programm initialisiert zuerst den DSP mit dem Programm im DSK-Format, die dazu eingesetzte Routine entspricht weitestgehend dem Beispielprogramm von Texas Instruments. Nach dem Umschalten der Schnittstelle auf die niedrige Baudrate des sendenden DSP werden die in den empfangenen Bytes enthalte-

```

;*****
; XMIT überträgt untere 8 bit im ACCU über RS232
;*****
XMIT: SFL ;Startbit auf 0
        ORK 0600H ;Stopbit auf 1
        SACL hilfrs ;Wert zwischenspeichern
        LARK AR1,9 ;1 Startbit, 1 Stopbit, 8 Datenbits
        LARP 5 ;ARP auf 5 zur Timeradressierung
        LAC * ;Timer in ACCU laden
        SACL TIMEREG ;und im Zeitregister abspeichern
SENDBIT:
        LAC hilfrs ;zu sendenden Wert nach ACCU
        ROR ;nächstes Bit herausschieben
        SACL hilfrs ;verbliebenen Wert wieder abspeichern
        BNC XB0,*,AR5 ;Test auf Bit=0, wenn ja -> Ausgang auf 0
        SXF ;sonst: Ausgang auf 1
        B XB1,*,AR5
XB0: RXP ;Zeitregister nach ACCU
XB1: LAC TIMEREG ;Bitlänge abziehen,
        SUB BITLEN ;Wert als Timerwert für nächste Flanke abspeichern
        SACL TIMEREG ;Timerwert für nächsten Flanke nach ACCU
xwait:LAC TIMEREG
        SUB *
        ANDK 8000h ;aktuellen Timer abziehen
        BNZ xwait ;MSB untere 16 bit separieren
        LARP AR1 ;Bit ist gesetzt -> weiter warten
        BANZ SENDBIT,- ;weitere Bits senden?
        RET ;nein -> fertig

;*****
; RECV empfängt 8 bit von RS232 in ACCU
; (wird in Level16 nicht genutzt)
;*****
RECV: ZAC ;Akkrucksetzen
        SFR ;Carry rücksetzen
        LARK AR1,7 ;9 Bits (1 Startbit)
WAIT: BIOZ NBIT,*,AR5 ;Warten auf fallende Flanke Startbit,
        B WAIT ;ARP auf 5 zur Timeradressierung
        NBIT: LAC * ;Timer in ACCU laden
        SUB BITLEN05 ;1/2 Bitlänge zusätzlich warten:
        SACL TIMEREG ;Bitlänge abziehen,
        ;Wert als Timerwert für nächste Flanke
        ;abspeichern
rwait0: LAC TIMEREG ;Timerwert für nächsten Zeitpunkt nach ACCU
        SUB *
        ANDK 8000h ;aktuellen Timer abziehen
        BNZ rwait0 ;MSB untere 16 bit separieren
        ;Bit ist gesetzt -> weiter warten
rwait02:LAC *
        SUB BITLEN ;Timer in ACCU laden
        SACL TIMEREG ;Bitlänge abziehen,
        ;Wert als Timerwert für nächste Flanke
        ;abspeichern
rwait:LAC TIMEREG ;Timerwert für nächsten Zeitpunkt nach ACCU
        SUB *
        ANDK 8000h ;aktuellen Timer abziehen
        BNZ rwait ;MSB untere 16 bit separieren
        ZALS hilfrs ;bisherige Daten in ACCU
        SFR ;Ergebnis an neue Position schieben
        BIOZ RBO,*,AR1 ;Datenbit testen
        RB1 ADDK 0x80 ;wenn =1: Bitsetzen
        RBO SACL hilfrs ;neue Daten abspeichern
        LARP 1 ;ARP auf 1
        BNZ rwait2,-,AR5 ;letztes Bit?
        ANDK 0xff ;ja
        BIOZ $ ;warten auf Stop-Bit
        RET ;ACCU = RECEIVED CHAR

```

Asynchroner Datenaustausch zwischen DSP und PC.

nen Daten-Nibbles zusammengezettet. Ist ein Übertragungsblock komplett, werden die entsprechenden Darstellungs-funktionen aufgerufen. Zur Erkennung von Programmabstürzen des DSP dient ein Windows-Timer, der eine Art Watchdog-Funktion für die serielle Schnittstelle realisiert und eine Neuinitialisierung des DSP bewirkt. Dieses einfache Softwarebeispiel veranschaulicht einen Teil der Möglichkeiten der Hardware des DAM und liegt auch im Sourcecode abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-4 01). Wie bereits im ersten Teil des Artikels beschrieben, bietet die

Vollversion noch wesentlich umfangreichere Funktionen wie die Darstellung aller Status-Funktionen (Bild 9), eine Kostprobe befindet sich ebenfalls in der Mailbox.

Und zum Schluß noch ein kleiner Nachtrag: Die in der Stückliste für die optischen Ein- beziehungsweise Ausgänge (IC11, IC12) angegeben Typen sind zwar elektrisch o. k., jedoch sind sie nur für Printmontage tauglich. Besser eignen sich die Typen TORX176 und TOTX176, da sie darüber hinaus eine Bohrung für eine Frontplattenmontage bieten. *pen*

Ausführliche Produkt- und Preisinformationen

- Einstekmekarten für alle Leistungs- und Anwendungsbereiche: A/D-Wandler, Multifunktionskarten, Analogausgangs- und Digital-Ein-/Ausgangskarten, Zähler, Intelligente Boards, u.v.m.
- Meßgeräte auf Steckkarten (PCIPs): Digital-Multimeter, Digital-Oszilloskop, Funktionsgenerator, Zähler, Scanner
- Meßsoftware: Erfassung, Darstellung, Analyse, Grafik, unter Windows und DOS. IEEE-488-, A/D-/D/A-, DI/O-, RS-232-Unterstützung. Zur Steuerung, Regelung, Automatisierung, Prozeßkontrolle, u.v.m.
- Interfacekarten: Schnittstellen zwischen PC und Meßgerät, IEEE-488.2 (IEC-Bus, GPIB), RS-232, RS-422, RS-485
- Modulare Meßwerterfassungssysteme
- Microchannel-Steckkarten
- Portable Meßwerterfassungssysteme
- Individuelle Komplettmeßsysteme

Aktueller Gesamtkatalog PC-Meßtechnik

Keithley MetraByte Volume 28 1996/1997



Der aktuelle „Data Acquisition Catalog and Reference Guide“ für 1996/97 deckt auf 300 Seiten nahezu die gesamte Bandbreite an Hard- und Software zur PC-gestützten Meßtechnik ab. Umfassende Produktinformationen, übersichtliche Auswahltabellen, typische Applikationsbeispiele und Konfigurationsanleitungen machen die Auswahl der geeigneten Produkte einfach.

Kaum sonst ein Hersteller verfügt über ein solch breites Spektrum an PC-Einstekkkarten und Software für nahezu alle Anwendungsbereiche in Industrie und Forschung.

Fordern Sie Ihren Katalog am besten noch heute an.
Er kommt sofort, selbstverständlich kostenlos!

KEITHLEY

The Measurement Consultant

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Str. 65
82110 Germering
Tel.: 089/84 93 07-0, Fax: -34

Tel.: (089) 84 93 07-40

Fax: (089) 84 93 07-34

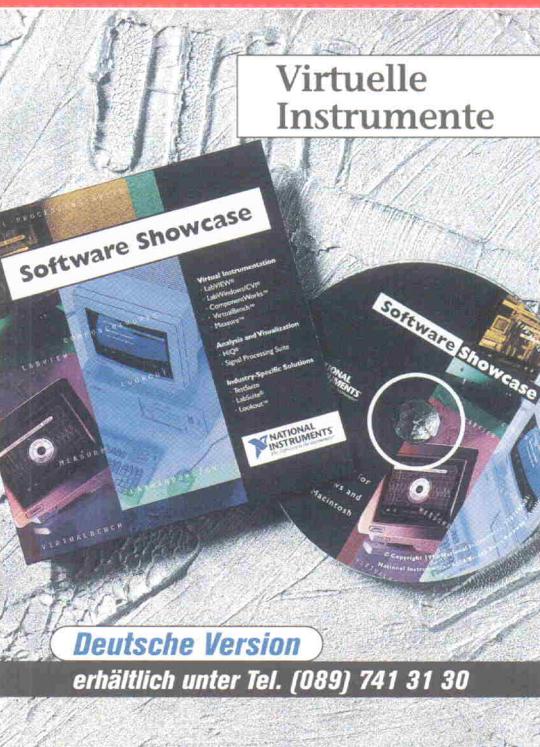
kostenlose
Software CD

Software-Showcase ist eine multimediale CD, die Ihnen einen Überblick führender Software für Virtuelle Instrumentierung von National Instruments verschafft. Inklusive Evaluierungs-Versionen und umfangreichem Handbuch zum Ausdrucken.

Enthält

- LabVIEW, die graphische Programmiersprache
- LabWindows/CVI, die C/C++ Entwicklungsumgebung
- ComponentWorks, Software für Visual Basic
- Measure, Software für Microsoft Excel
- VirtualBench, fertige Virtuelle Instrumente
- Lookout, MMI/SCADA Software

lauffähig unter Windows 3.1/95, Macintosh, Power Macintosh



NATIONAL INSTRUMENTS

The Software is the Instrument

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

Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35
Im November findet unser VIP'96 Kongreß statt.
Fragen Sie nach den Teilnahmebedingungen



Pay more ?



Ja,

bitte schicken Sie mir Ihren aktuellen PC-Meßtechnikkatalog kostenlos und unverbindlich zu.

(Bitte deutlich lesbar schreiben)

Absender:

Name _____ Vorname _____
 Firma _____
 Abteilung _____
 Straße _____
 Postleitzahl/Ort: () _____ Durchwahl: _____
 Telefon: () _____
 Fax: _____

Antwort

80 Pfennig
die sich
lohnen

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Str. 65
82110 Germerring

21281

Name _____
 Vorname _____
 Firma _____
 Abteilung _____
 Straße/Postfach _____
 PLZ/Ort _____
 PLZ/PF _____
 Telefon _____
 Fax _____

© Copyright 1996 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

 **NATIONAL INSTRUMENTS**

The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München

elr 10/96

Meine Adresse / Fax-Nummer:

Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL Teilnahmebedingungen !



Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC kostenlos zu !



Die PREVUE Software kann ich aus der BETA MAILBOX downloaden !



Mach
mich
frei !

BETA
LAYOUT

GmbH
Feldstraße 2
65326 Aarbergen

**Alles, was Ihr PC zum
Messen braucht.
Aktueller Katalog 96/97**



**Tel.: (089) 84 93 07-40
Fax: (089) 84 93 07-34**

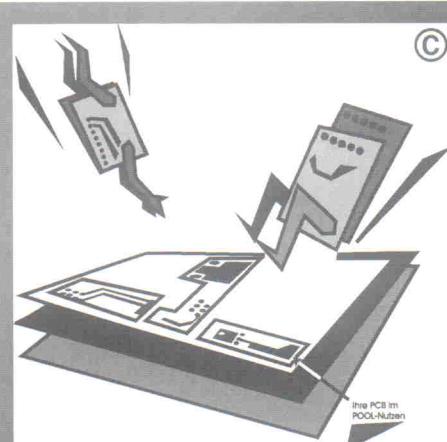


Fragen Sie nach einer **kostenlosen**
Software Showcase CD unter
Tel.: **089/741 31 30**
nig.cs@natinst.com
www.natinst.com/german

 **NATIONAL INSTRUMENTS**

The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79 • 81369 München
Tel.: 089/741 31 30 • Fax: 089/714 60 35



PCB-POOL[®]

Telefon ++49 (0)6120 90701.0

Telefax 90701.4

Fax-Info-Abruf 90701.5

BBS analog 90701.6

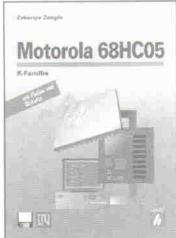
BBS isdn 90701.8

beta-layout@pcb-pool.com

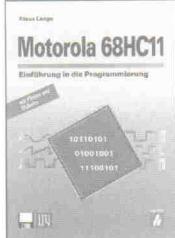
<http://www.pcb-pool.com>

ELRAD- Leser werben Leser

2 Bücher „Motorola“
stehen zur Auswahl !
Eins für Sie...
(bitte ankreuzen)



①



②

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand.

ELRAD Leser werben Leser

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise
Zeitschriften-Vertrieb
Helstorfer Straße 7

30625 Hannover

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.

Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr. BLZ

Bank

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto-Nr. 000-019 968
Postgiro Hannover, BLZ 250 520 99, Kto. Nr. 9305-308

Scheck liegt bei.

X

Datum Unterschrift
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte
ausreichend
frankieren.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Name/Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Bitte
ausreichend
frankieren.

Abgesandt am

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

Antwortkarte
eMedia GmbH
Postfach 61 01 06
30601 Hannover

eMedia Bestellkarte

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.

DMM am Rechner

PC-Meßsysteme mit digitalen Handmultimetern realisiert – vier Softwarepakete im Praxistest

Test



Marcus Prochaska

Soll ein Rechner Meßwerte verarbeiten, ist ein geeignetes System zur Datenerfassung notwendig. Bisher standen hierfür Multifunktionskarten und Labormeßgeräte mit PC-tauglicher Schnittstelle zur Verfügung. Durch die große Zahl von Handmultimetern mit digitalem Interface bietet sich aber mittlerweile eine interessante Alternative. Was Kompakt-DMMs mit der richtigen Software am PC zu leisten vermögen, zeigt dieser Beitrag.

Sein längerem finden sich einfache Datenerfassungs- und Kalibrierprogramme für den PC im Lieferumfang oder den Optionen digitaler Handmultimeter. Für die Lösung einfacher Meßprobleme sind diese Tools oft bestens geeignet. Möchte man aber komplexere Aufgaben bewältigen, sind sie meist nur bedingt einsetzbar, denn: Meßtechnik mit dem PC erfordert Features wie Triggerfunktionen, die Definition von Alarmwerten, verschiedene Formen der Datenvisualisierung oder mathematische Verknüpfungen von Meßwerten. Zudem reicht für die meisten Anwendungen ein Einkanalmeßsystem nicht mehr aus. Komplexere Datenerfassungen lassen sich also nur mit einer ausreichend leistungsfähigen Software realisieren – und die ist durchaus für einige der verbreiteten Handmultimeter mit serieller Schnittstelle verfügbar.

Focus Software

Zur Begutachtung kamen vier entsprechende Programmpakete. Diese repräsentieren praktisch alles, was der Markt derzeit an leistungsfähigen Softwarelösungen

für PC-gestützte und gleichzeitig universell konfigurierbare Messungen mit Handmultimetern zu bieten hat. Die für den Softwaretest eingesetzten Handmultimeter sind mit ihren wichtigsten Merkmalen in der Tabelle ab Seite 64 aufgelistet.

Zu den untersuchten Programmen gehörten neben der *Laborsoftware* von der Firma Abacom die Produkte *METRAwin 10* aus dem Hause Gossen Metrawatt, *WinDATA* von Norma Goerz Instruments (deren Vertrieb mittlerweile über LEM Instruments abgewickelt wird) sowie ein *SX-ASYC-II*-Softwarepaket, das für Metrix-Multimeter mit gleichnamiger Schnittstelle bei Müller & Weigert im Angebot ist (Hersteller- und Anbieteradressen siehe Kasten 'Bezugsquellen' auf Seite 66).

Ein wesentliches Einsatzgebiet von Handmultimetern mit PC-Anbindung sind zum Beispiel Langzeituntersuchungen. Deshalb wurde im Rahmen dieses Beitrags unter anderem besonderes Augenmerk auf die Aufnahme und Sicherung von Daten bei Messungen über längere Zeiträume gelegt.

Darüber hinaus sollte der Start der Meßwertaufnahme nicht nur per Knopfdruck möglich sein. Im Hinblick auf Langzeitmessungen ist es für die Datenreduktion unerlässlich, einen Meßvorgang auch durch einen Trigger auslösen und abbrechen zu können. Wenn nach Abschluß einer Messung die Software zudem in der Lage ist, die ermittelten Daten automatisch zu speichern, besteht die Möglichkeit, Meßwerte in fast unbegrenztem Umfang aufzuzeichnen.

Bei jedem Meßtechniktool gehört auch die Dokumentation der Meßergebnisse zu den wichtigsten Aufgaben. Welche Arten der Visualisierung die einzelnen Programme anbieten und ob im Ausdruck von Kurven oder Tabellen alle signifikanten Meßparameter enthalten sind, wurde im Anwendungstest ebenfalls untersucht. Ebenso die Portierungsmöglichkeiten der erfaßten Meßwerte, die notwendig sind, um ermittelte Daten mit anderen Programmen analysieren und weiterverarbeiten zu können. Allerdings sollte eine DMM-Software aufgenommene Werte auch selbstständig auswerten können – zumindest in einem gewissen Umfang. Hierzu zählt beispielsweise die Berechnung mathematischer Formeln mit den Meßwerten verschiedener Multimeter bei einem Mehrkanalsystem oder die Ausgabe von Min-, Max- und Mittelwerten.

Multitalente

Die Leistungsfähigkeit digitaler Handmultimeter nähert sich mit jeder neuen Generation mehr und mehr der von Tisch- und Labormultimetern. Damit wird ihr Einsatzspektrum zunehmend vielseitiger, und die Kopplung von PC und Multimeter stellt eigentlich nur einen logischen Schritt zur besseren Nutzung spezieller Fähigkeiten der Meßgeräte dar.

Darüber hinaus erlaubt diese Verbindung prinzipiell auch den Einsatz mehrerer Handmultimeter als ein System, wodurch sich oft mit vergleichsweise preiswerten Meßgeräten Anwendungsbereiche erschließen lassen, die ein Einzelgerät überfordern würden. So unterstützen alle vier begutachteten Multimeterprogramme den Betrieb von mindestens vier Meßgeräten am PC. Damit wird die Überwachung von kompletten Anlagen, Mehrkanalmessungen

in elektronischen Schaltungen oder die Kontrolle umfangreicherer Experimente möglich.

Wer rechnergestützte Meßtechnik mit Handmultimetern betreiben will, benötigt dafür aber bei weitem keine 'High-End'-Geräte. Bereits die Minimalausstattung eines durchschnittlichen Kompakt-DMM bietet mehr Meßfunktionen als etliche PC-Multifunktionskarten. Kaum ein DAQ-Board ist beispielsweise in der Lage, wahlweise Spannungen, Ströme und Widerstände direkt zu bestimmen. Ebenfalls findet man wohl kaum eine PC-Einsteckkarte, die Spannungen bis zu einigen 100 V oder Ströme im zweistelligen Amperbereich messen kann.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal digitaler Handmultimeter ist natürlich ihre Portabilität. Dazu kommt eine im Verhältnis zur vielen PC-A/D-Karten hohe effektive Auflösung, die selbst bei besonders preiswerten Handmultimetern in Bereichen von 3 3/4 Stellen liegt. Außerdem lassen sich die DMMs generell netzunabhängig betreiben und ermöglichen dadurch ohne weiteren Aufwand Messungen mit potentialfreien Eingängen – zumal bei den allermeisten Geräten mit Schnittstelle mittlerweile eine galvanische Trennung zwischen digitalem Interface und dem eigentlichen Meßwerk vorhanden ist.

Der Vergleich von Handmultimetern mit PC-Meßequipment wie Multifunktionskarten oder Systemmeßgeräten mit IEC-Bus-Interface bringt natürlich auch einige große Mankos mit sich: dazu gehört zum Beispiel die Abtastrate. Während selbst die 14- oder 16-Bit-A/D-Wandler auf DAQ-Boards mit Umsetzfrequenzen bis in den MHz-Bereich erhältlich sind, erreichen die tragbaren Digitalmultimeter in aller Regel einige 10, bestenfalls ein paar 100 Hz. Regelungs- und Steuerungstechnik ist ebenfalls ein Problembereich, denn im Gegensatz zu DAQ-Boards verfügen Handmultimeter nur sehr selten über Signalausgänge.

Laborsoftware

Die Laborsoftware der Firma Abacom ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb von maximal vier Multimetern. Das Programm unterstützt in der aktuellen Version 2.0 Multimeter der Typen M3610 D, M3650 D,

M3830, M3850, MS9150 und M4650 CR von Metex, das Protek VC506 von Hung Chang. Dazu kommen die baugleichen Modelle von Voltcraft, die Hausmarke von Conrad Electronic sowie das M-3860 vom selben Hersteller. Somit ist die Laborsoftware immerhin das einzige der vier Produkte im Test, das Handmultimeter verschiedener Hersteller unterstützt.

Vor der Inbetriebnahme des Programms verbindet man jedes Digitalmultimeter mit einem seriellen Port des PC (COM1...4). *ELRAD* standen zum Ausprobieren der Abacom-Software zwei Multimeter vom Typ M4650 CR, jeweils eines von Metex und Voltcraft, zur Verfügung. Dazu kamen das Protek 506, das 506er-Pendant von Voltcraft sowie ein Voltcraft 3860 M.

Die Laborsoftware unterstützt alle Meßbereiche der Handmultimeter. Ausgenommen hiervon sind Funktionen, bei denen Zeichenketten zum PC übermittelt werden. Arbeitet ein DMM beispielsweise als Logiktester, erscheint im Display kein Zahlenwert, sondern Meldungen wie 'Hi' oder 'Lo'. Neben dem Einsatz der Multimeter ermöglicht die Software auch die Verwendung einer Relaiskarte, auf der sich über die Centronics-Schnittstelle des PC acht Relais ansprechen lassen, womit das Meßwerteerfassungstool also auch für Regelungs- und Steuerungsaufgaben gerüstet ist.

Das Abacom-Programm arbeitet unter MS Windows. Ein Doppelklick auf das Winlabor-Symbol der Programmgruppe 'Laborsoftware' öffnet das Programmfenster. Dieses dient zur Erstellung einer Meßapplikation (Projekt). Es stehen eine Vielzahl von Ausgabe- und Steuerungsmodulen zur Verfügung, die nach Belieben auf dem Desktop plazierbar sind. Erfaßte Meßwertreihen und -kurven las-



Bild 1. Universalprogramm – der Testgerätepark zum Abacom-Programm.

Laborsoftware

- ⊕ flexibel programmierbar
- ⊕ einfache Handhabung
- ⊕ preiswert
- ⊖ keine ereignisgesteuerte Datensicherung

GRATIS

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

GESCHENKT



Tektronix

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
4½-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

Fisionstraße 34, 72762 Reutlingen
Tel. 07121/330473, Fax 310306

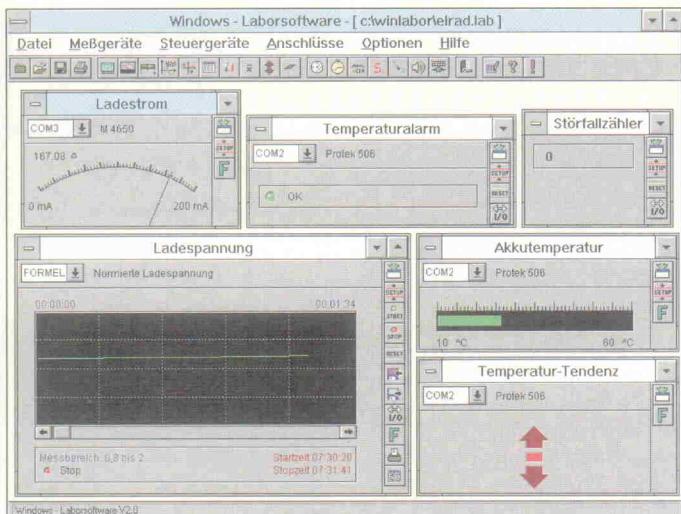


Bild 2. Ladekontrolle – das Programmierfenster der 'Laborsoftware'.

gital-, Min/Max- und Mittelwertanzeigen. Darüber hinaus gehören Trigger, Tabellen und x/y-Schreiber zu den Meßmodulen. Letzterer erlaubt die Kombination der Meßwerte von zwei DMMs in einem Diagramm. Somit besteht beispielsweise die Möglichkeit, Kennlinienfelder von Transistoren zu ermitteln. Um die Meßdaten verschiedener Multimeter zu verknüpfen, kann jedem Meßgerät anstelle eines Handmultimeters eine Formel zugeordnet werden. Zu den zugelassenen mathematischen Operationen zählen die Grundrechenarten, Sinus, Cosinus, Absolutwert, Ganzzahl und 10er-Logarithmus. Zur Integration des Meßwertes eines Handmultimeters in die jeweilige Formel verwendet man den Operator COM. Wenn zum Beispiel ein DMM am Port COM1 eine Spannung erfaßt und ein weiteres an COM2 den zugehörigen Strom, so ist ein Winlabor-Meßgerät in der Lage, durch die Formel $COM1 \times COM2$ die Leistung auszugeben. Damit besteht beispielsweise die Möglichkeit mittels des x/y-Schreibers und dreier Multimeter die Leistungsaufnahme eines Heizlüfters in Abhängigkeit von der Temperatur des Luftstroms zu bestimmen.

Remote

Zur Verbindung der einzelnen Geräte bietet Abacoms Laborsoftware ein sogenanntes Remote System. Hierdurch besteht beispielsweise die Möglichkeit, den Start des y(t)-Moduls durch ein Triggergerät auszulösen. Für die Akkuladekontrolle als Testapplikation kam nur eines dieser Module zum Einsatz: der

Ereigniszähler. Dieser wurde mit dem Meßgerätreceiver via Remote-System verbunden, der wiederum die Akuttemperatur überwachte. Wenn die Temperatur einen bestimmten Wert überschritten hatte, erhöhte die Laborsoftware den Zähler. Somit war das Projekt in der Lage, die Häufigkeit des Auftretens kritischer Akuttemperaturen zu protokollieren. Das Programmierfenster mit dem Akkuladeprojekt zeigt Bild 2.

Die Programmierung mit dem Remote-System scheint auf den ersten Blick ein schwieriges Unterfangen zu sein. Die Entwickler der Laborsoftware griffen jedoch für die Kopplung der einzelnen Geräte auf ein sehr einfaches Verfahren zurück: Jedes Modul ist mit einer Remote-Dialogbox ausgestattet, welche die sogenannten Remote-I/O-Kanäle beinhaltet. Der y(t)-Schreiber besitzt beispielsweise Eingänge, die zum Starten und Stoppen der Datenerfassung dienen. Hingegen verfügt das Triggermodul lediglich über einen Reseteingang. Zur Übermittlung des Triggerstatus sind zwei Ausgänge vorgesehen (Schwellwert über- und unterschritten). Jedem Kanal kann eine ganze Zahl als Kanalnummer zugeordnet werden (0...1000). Legt man für zwei Anschlüsse die gleichen Werte fest, so sind diese miteinander verbunden.

Rekursionen werden allerdings nicht unterstützt, und das Programmieren von Schleifen ist nicht möglich. Um zum Beispiel mit dem y(t)-Schreiber nur Daten zu erfassen, wenn diese einen bestimmten Wert über-

schreiten, muß zunächst für ein Triggermodul und ein y(t)-Gerät das gleiche DMM festgelegt werden. Anschließend verbindet man den Startanschluß des y(t)-Moduls mit dem Ausgang 'Schwellwert überschritten' am Triggermodul und den Stop-Anschluß mit 'Schwellwert unterschritten'. Nun nimmt der Schreiber nur solche Meßwerte auf, die größer als der Triggergrenzwert sind.

Wie dieses Beispiel zeigt, bietet das Remote-System Möglichkeiten zur Lösung komplexer Meßaufgaben. Hierfür stehen mit Funktionen wie Stoppuhr, Zeitgeber, Schaltuhr, Relaiskarte und einem Lautsprechermodul weitere leistungsfähige Geräte zur Verfügung. Mit Hilfe der Stoppuhr kann man beispielsweise die Dauer von Störfällen erfassen. Um einen Meßvorgang zu einem bestimmten Zeitpunkt zu starten, bietet sich die Schaltuhr an, während das Lautsprechermodul durch Abspielen einer Wave-Datei über eine Soundkarte das Ende einer Datenerfassung signalisieren kann.

METRAwin 10

Mit dem Programm Metrawin 10 bietet Gossen Metrawatt ein Datenerfassungsprogramm für Handmultimeter der Reihe METRAhit S sowie der 14A-Typen an. Bis zu zehn Meßgeräte werden unterstützt.

Im Gegensatz zu den anderen Programmen im Test setzt man bei Gossen Metrawatt auf keine reine Softwarelösung. Für die Verbindung zum PC sind beispielsweise spezielle Speicheradapter, Typ SI232, erhältlich. Diese stellen via Infrarotschnittstelle den Kontakt zwischen Meßgerät und einem seriellen Anschluß des PC her. Mehrere dieser intelligenten Adapter lassen sich als Geräte an einem seriellen 'Bus' zusammenstecken, so daß für bis zu zehn Handmultimeter nur eine RS-232-Schnittstelle am PC belegt wird.

Die SI232-Adapter ermöglichen sowohl Online-Messungen als auch 'Stand alone'- Datenerfassung ohne PC. Die Metrawin-Software ist Bestandteil der von Gossen Metrawatt angebotenen Adapterpakete. Als sogenanntes Speicherpack ist ein Adapter inklusive Software für 625 DM erhältlich. Das Paket mit vier Adapters ist für 1840 DM zu

haben, und ein einzelner SI232 ohne Software kostet 525 DM (jeweils zzgl. MwSt.). Für den Test kamen das 4-Kanal-Speicherpack sowie jeweils ein Handmultimeter der Typen Metrahit 12S, 15S, 16S und 18S in die Redaktion (siehe Tabelle auf Seite 64).

Handmultimeter am PC ermöglichen Messungen ohne Steckdose – und durch die Speicheradapter zu den Metrahit-Multimetern ist sogar der PC überflüssig. Damit ist man in der Lage, mit jedem Multimeter Messungen an ganz unterschiedlichen Orten durchzuführen – beispielsweise an weitläufigen Anlagen. Da die SI232-Adapter über einen internen Zeitgeber (Wochentag, Stunde, Minute) verfügen, kann man die ermittelten Daten bei der Analyse im Rechner wieder in einen zeitlichen Kontext bringen. Das Handling des Adapters erfolgt wahlweise vom PC aus oder mit Hilfe von vier Druckknöpfen an der Gehäusefront. Die Bedienung des SI232 ist detailliert im beigefügten Handbuch beschrieben. Ebenfalls geht die Dokumentation auf die Softwareentwicklung für die Speicheradapter unter DOS und Windows ein. Entsprechende Treiber und Programmbeispiele in C und Basic liegen bei.

Durch die Programmierung des SI232 lassen sich beispielsweise die Zeitgeber setzen, die Abtastrate einstellen oder die Art der Datenaufzeichnung festlegen (manuell, ab Uhrzeit/Ende auf Trigger, zyklisch, bis zum Ende des Speichers, mit und ohne zeitliche Beschränkung). Ebenfalls besteht die Möglichkeit, jedem Speicheradapter eine Adresse zur Identifikation am seriellen Bus zuzuordnen. Die Speicherkapazität der Adapter beträgt 128 kByte. Um diese optimal auszunutzen, ist für Langzeitmessungen eine Hysterese in Digits einstellbar. Das bedeutet, nur wenn die Differenz zweier Meßwerte

METRAwin

- ⊕ unterstützt bis zu 10 DMMs
- ⊕ Anbindung für MS-Excel
- ⊕ Messen auch ohne PC
- ⊖ Adapter und Software zusammen relativ kostspielig

mindestens so groß wie der eingestellte Hysteresewert ist, nimmt der Speicheradapter die Meßwerte auch auf.

Adapterprogramm

Jedem Speicherpack liegt das Programm Metrawin 10 als DOS- und Windows-Version bei. In der Redaktion wurde die Meßsoftware in ihrer Version 4.0 unter Windows eingesetzt.

Im beiliegenden Handbuch findet sich lediglich eine Beschreibung des Setups und des Programmstarts. Als Dokumentation muß man sich ansonsten mit der Hilfe-Funktion und einer 'Handbuch-Textdatei' begnügen. Die einzige Programmefunktion, die im gedruckten Beiwerk ausführlich dokumentiert ist, stellt die Anbindung an die Tabellenkalkulation MS-Excel dar.

Nach dem Start der Software lassen sich wahlweise die Speicheradapter im Online-Modus betreiben oder bereits im Adapter gespeicherte Meßwerte auslesen, speichern, drucken und visualisieren. Zudem ist es möglich, die Adapter neu zu programmieren.

Für die Meßdatendarstellung bietet die Metrawin-Software verschiedene Anzeigeformen. Hierzu zählen eine Analog- und Digitalanzeige, Datenloggerausgabe sowie y(t)- und x/y-Schreiber. Die erfaßten Daten können im ASCII-Format nach Beendigung der Messung gespeichert und wieder geladen werden. Jeden Meßwert speichert das Programm zusammen mit dem Erfassungszeitpunkt (Echtzeit oder relativ zum Meßbeginn).

Um Excel den Zugriff auf eine solche Datei zu ermöglichen, liegt der Metrawin-Software ein entsprechendes Konvertierungsmakro bei. Da Metra-



Bild 3.
Akku-
kontrolle
über vier
Kanäle –
Metrawin 10.

Mit Hilfe des Formelmoduls von Metrawin lassen sich Meßwerte verschiedener Handmultimeter verknüpfen. Hierfür stehen etliche mathematische Operationen wie Sinus-, Tangenz- oder Logarithmusfunktionen bereit. Der Parameter 'KanX' dient zu Implementierung von Meßwerten des Handmultimeters an der Adresse 'X' in eine Formel.

Auch wenn die Speicheradapter Meßwerte unabhängig vom PC aufnehmen, ist das Fenster zur Kanaleinstellung nicht überflüssig, denn dann lassen sich die jeweiligen Parameter für die Definition eines 'Filters' nutzen. Dieses Filter kann zum Beispiel die Ausgabe der Meßwerte bestimmen, insbesondere bei der Verwendung des Formelmoduls und der Linearisierungstabelle.

Die Triggerfunktionen von Metrawin gestatten es, auf das Eintreffen bestimmter Meßwerte zu warten und die Anzahl der nach diesem Ereignis aufzunehmenden Werte festzulegen. Als 'Ereignis' läßt sich beispielsweise ein Datum oder eine bestimmte Uhrzeit festlegen. Darüber hinaus erlaubt die Software die Definition eines oberen und unteren Schwellwertes

win auch die Windows-Zwischenablage unterstützen, lassen sich Meßwerte zudem auf diesem Weg portieren. Die Anzahl der zu ermittelnden Meßwerte (maximal 32 000 pro Kanal) wird in einer speziellen Dialogbox festgelegt. Darüber hinaus besteht die Wahl zwischen manueller, kontinuierlicher sowie Delta-Abtastung. Letztere ermöglicht eine Datenreduktion durch Festlegung einer Meßhysterese (siehe oben). Bei manueller Datenerfassung dient ein Mausbutton zur Auslösung einer Messung. Sollen Werte kontinuierlich aufgenommen werden, ist die Abtastperiode zwischen 50 ms und 60 min einstellbar.

Zur Realisierung einer Akkulaudeüberwachung wurde im ELRAD-Labor der Online-Modus gewählt. Geplant war die Aufnahme von Akkutemperatur, Ladestrom, Spannung an den Akkus sowie der Raumtemperatur. Leider erlaubt Metrawin nicht die gleichzeitige Darstellung von verschiedenen Anzeigen. Für die Ladekontrolle kamen deshalb vier Digital/Analog-Anzeigen zum Einsatz, die jeweils direkt mit je einem Multimeter gekoppelt waren (Bild 3).

Nach Abschluß der Messung lassen sich beispielsweise eine ta-

bellarische Ausgabe oder Schreiberdarstellung wählen. Letztere bietet die Möglichkeit, mit Hilfe von Markern die Meßkurve zu analysieren. Um das y(t)-Diagramm mit weiteren Informationen zu versehen, können die Kurven beispielsweise via Clipboard zu einem Zeichenprogramm transferiert werden. Drucken und Speichern von Meßdiagrammen mit Protokollierung aller wesentlichen Meßparameter ist ebenfalls möglich.

Detail

Zur Spezifizierung der Datenerfassung legt man zunächst fest, welche Multimeter ausgewertet werden sollen. Ebenfalls ist die Art der Datenausgabe definiert. Damit besteht zum Beispiel die Möglichkeit, mit einem Digitalinstrument Maximal-, Minimal- oder Mittelwerte anzuzeigen. Wahlweise kann eine Anzeige direkt den Meßwert von einem Multimeter, das Ergebnis einer Formel oder den Wert einer Linearisierungstabelle ausgeben. Möchte man beispielsweise einen nichtlinearen Thermowiderstand für Temperaturmessungen verwenden, ermöglicht eine Linearisierungstabelle die Umformung der Widerstandswerte in die entsprechende Temperatur.



Bild 4. Schnittstelle
als Stecksystem –
Metrahit-Auswahl
mit Speicheradapters.

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

MAXI
mit dem maximalen Analog-Analog/Digital-Programm.

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

Datenblätter · ProductNews · Datenbücher

25 Jahre **SE** Spezial-Electronic KG

Equipment – die Multimeter zum Softwaretest

Software	METRAwin 4.0	METRAhit 12S	METRAhit 15S	METRAhit 16S	METRAhit 18S	SX-ASYC-II-Treiber
Geräte¹	METRAhit 12S	METRAhit 15S	METRAhit 16S	METRAhit 18S	METRAhit 18S	MX-56
Hersteller	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Metrix
Vertrieb	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Gossen Metrawatt	Müller & Weigert
Preis ²	295 DM	525 DM	715 DM	865 DM	695 DM	695 DM
Stellen, Zifferumfang	3 3/4, 3100	3 3/4, 3100	3 3/4, 3100	4 3/4, 31000	k. A., 50000	k. A., 50000
Balkenanzeige	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Bereichswahl	automatisch/manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell
Holdfunktion	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Min/Max-Funktion	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Schnittstelle	RS-232C, infrarot optional	RS-232C, infrarot optional	RS-232C, infrarot optional	RS-232C, infrarot optional	RS-232C, infrarot optional	RS-232C mit Adapterpaket
Software						
Volt DC	30 mV, $\pm(0,5 + 3)$	30 mV, $\pm(0,5 + 3)$	30 mV, $\pm(0,5 + 3)$	300 mV, $\pm(0,05 + 3)$	500 mV, $\pm(0,025 + 2)$	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)	300 mV, s. o.	300 mV, s. o.	300 mV, s. o.	3 V, s. o.	5 V, s. o.	
	3 V, $\pm(0,25 + 1)$	3 V, $\pm(0,25 + 1)$	3 V, $\pm(0,1 + 1)$	30 V, s. o.	50 V, s. o.	
	30 V, s. o.	30 V, s. o.	30 V, s. o.	300 V, s. o.	500 V, s. o.	
	300 V, s. o.	300 V, s. o.	300 V, s. o.	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.
	1000 V, $\pm(0,35 + 1)$	1000 V, $\pm(0,35 + 1)$	1000 V, s. o.			
	3 V, $\pm(0,75 + 2)$	3 V, $\pm(0,75 + 2)$	3 V, $\pm(0,75 + 3)$			
Volt AC (Frequenzbereich)	30 V, s. o.	30 V, s. o.	30 V, s. o.	300 mV, $\pm(0,5 + 30)$	500 mV, $\pm(0,3 + 30)$	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)	300 V, $\pm(0,75 + 1)$	300 V, $\pm(0,75 + 1)$	300 V, s. o.	3 V, $\pm(0,3 + 30)$	5 V, s. o.	
	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.	30 V, s. o.	50 V, s. o.	
				300 V, s. o.	500 V, s. o.	
				1000 V, s. o.	750 V, s. o.	
Strom DC	3 mA, $\pm(1,0 + 5)$	300 μ A, $\pm(1,0 + 5)$	300 μ A, $\pm(0,5 + 5)$	300 μ A, $\pm(0,2 + 20)$	500 μ A, $\pm(0,2 + 5)$	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)	30 mA, $\pm(0,25 + 2)$	3 mA, $\pm(1,0 + 2)$	3 mA, $\pm(0,5 + 2)$	3 mA, $\pm(0,2 + 10)$	5 mA, $\pm(0,2 + 2)$	
	300 mA, $\pm(1,0 + 2)$	30 mA, $\pm(1,0 + 5)$	30 mA, $\pm(0,5 + 5)$	30 mA, $\pm(0,05 + 10)$	50 mA, $\pm(0,05 + 2)$	
		300 mA, $\pm(1,0 + 2)$	300 mA, $\pm(0,5 + 2)$	300 mA, $\pm(0,2 + 10)$	500 mA, $\pm(0,2 + 2)$	
		3 A, $\pm(1,0 + 5)$	3 A, $\pm(1,0 + 5)$	3 A, $\pm(0,5 + 10)$	10 A, $\pm(0,5 + 5)$	
		10 A, $\pm(1,0 + 2)$	10 A, $\pm(1,0 + 2)$	10 A, s. o.		
Strom AC	30 mA, $\pm(1,5 + 2)$	3 mA, $\pm(1,5 + 2)$	3 mA, $\pm(1,5 + 4)$	300 μ A, $\pm(0,5 + 30)$	500 μ A, $\pm(0,75 + 30)$	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)	300 mA, s. o.	300 mA, s. o.	300 mA, s. o.	3 mA, s. o.	5 mA, $\pm(0,6 + 30)$	
		10 A, s. o.	10 A, $\pm(1,75 + 4)$	30 mA, s. o.	50 mA, s. o.	
				300 mA, s. o.	500 mA, $\pm(0,7 + 30)$	
				3 A, $\pm(0,75 + 30)$	10 A, $\pm 1\%$ vom Endwert	
Widerstand	30 Ω , $\pm(0,5 + 3)$	30 Ω , $\pm(0,5 + 3)$	30 Ω , $\pm(0,4 + 3)$	10 A, s. o.	500 Ω , $\pm(0,07 + 5)$	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)	300 Ω , s. o.	300 Ω , s. o.	300 Ω , s. o.	300 Ω , $\pm(0,1 + 6)$	5 k Ω , $\pm(0,07 + 2)$	
	3 k Ω , $\pm(0,4 + 1)$	3 k Ω , $\pm(0,4 + 1)$	3 k Ω , $\pm(0,2 + 1)$	3 k Ω , s. o.	50 k Ω , s. o.	
	30 k Ω , s. o.	30 k Ω , s. o.	30 k Ω , s. o.	30 k Ω , s. o.	500 k Ω , s. o.	
	300 k Ω , s. o.	300 k Ω , s. o.	300 k Ω , s. o.	300 k Ω , s. o.	5 M Ω , $\pm(0,3 + 2)$	
	3 M Ω , $\pm(0,6 + 1)$	3 M Ω , $\pm(0,6 + 1)$	3 M Ω , $\pm(0,4 + 1)$	3 M Ω , $\pm(0,4 + 6)$	50 M Ω , $\pm(1 + 2)$	
	30 M Ω , $\pm(2,0 + 1)$	30 M Ω , $\pm(2,0 + 1)$	30 M Ω , $\pm(2,0 + 1)$	30 M Ω , $\pm(3,0 + 1)$		
Kapazität	–	30 nF, $\pm(1,0 + 3)$	30 nF, $\pm(1,0 + 3)$	30 nF, $\pm(1,0 + 8)$	50 nF, (1 + 2)	
Bereich, Fehlergrenze (% vom Meßwert + Digits)		300 nF, s. o.	300 nF, s. o.	30 nF, s. o.	500 nF, s. o.	
		3 μ F, s. o.	3 μ F, s. o.	300 nF, $\pm(1,0 + 3)$	5 μ F, s. o.	
		30 μ F, $\pm(3,0 + 3)$	30 μ F, $\pm(3,0 + 3)$	3 μ F, s. o.	50 μ F, s. o.	
				30 μ F, $\pm(3,0 + 3)$	500 μ F, s. o.	
				300 μ F, $\pm(5,0 + 6)$	5000 μ F, s. o.	
				3000 μ F, s. o.	50 mF, s. o.	
				10 000 μ F, s. o.		
Frequenz	–	300 Hz, $\pm(0,5 + 1)$	300 Hz, $\pm(0,5 + 1)$	300 Hz, $\pm(0,1 + 3)$	5 kHz, ± 2	
Bereich, Fehlergrenze (% des Meßwerts + Digits)		3 kHz, s. o.	3 kHz, s. o.	3 kHz, s. o.	50 kHz, ± 5	
		30 kHz, s. o.	30 kHz, s. o.	30 kHz, s. o.	500 kHz, ± 10	
		100 kHz, s. o.	100 kHz, s. o.	100 kHz, s. o.	–	
Temperatursensoren, Bereiche	Pt 100, Pt 1000 –100...+200 °C –200...+200 °C +200...+850 °C	Pt 100, Pt 1000 –100,0...+200,0 °C –200,0...+200,0 °C +200,0...+850,0 °C	Pt 100, Pt 1000 –100...+200 °C –200...+200 °C +200...+850 °C	Pt 100, Pt 1000 –200...+100 °C –100...+100 °C +100...+850 °C	Pt 100, Pt 1000 –200...+100 °C –100...+100 °C +100...+850 °C	
Durchgangstest	ja	ja	ja	ja	ja	
Dioidentest	ja	ja	ja	ja	ja	
Transistortest	–	–	–	–	–	
Abschaltautomatik	ca. 10 min	ca. 10 min	ca. 10 min	ca. 10 min	30 min	
Stromversorgung	9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block		
Lieferumfang	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Trageriemen, Holster	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Trageriemen, Holster	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Trageriemen, Holster	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Trageriemen, Holster	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Trageriemen, Holster	Hanbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherungen
Besonderheiten	–	–	TRMS	TRMS, dB, Zähler und Zeitmessung	TRMS, dB, Tastverhältnis, Ereigniszählung, ohmische Leistungsmessung	

Angaben laut Hersteller oder Anbieter

¹ nur im Test verwendete Multimeter angegeben, weitere von der Software unterstützte Modelle möglich, vgl. Text² Listen- oder Katalogpreise für Standardlieferumfang zzgl. MwSt.³ baugleich: Voltcraft M 4650 CR, Vertrieb Conrad Electronic, Preis ca. 173,50 DM (kalibriert 216,95 DM, vgl. 6), jeweils zzgl. MwSt.⁴ baugleich: Voltcraft VC 506, Vertrieb Conrad Electronic, Preis inkl. Abacom-Laborsoftware ca. 199,60 DM (kalibriert 243 DM, vgl. 6), jeweils zzgl. MwSt.

Abacom-Laborsoftware			WinDATA	Standardsoftware ⁷	
M-4650 CR ³	M-3860 M	Protek VC-506 ⁴	Normameter 950	Normameter 930	PMM 208
Metex	Voltcraft	Hung Chang	Norma Goerz Instruments	Norma Goerz Instruments	COEMAS
ALTAI	Conrad Electronic	Brenner Elektronik	LEM Instruments	LEM Instruments	Brenner Elektronik
179 DM	216,50 DM (260 DM ⁶)	211 DM	1580 DM ⁵	1220 DM ⁵	181 DM
4 1/2, 19999	3 3/4, 4000	3 3/4, 3999	4 1/2, 21000	4 1/2, 21000	3 3/4, 4000
ja	ja	ja	ja	ja	ja
manuell	automatisch/manuell	manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell	automatisch/manuell
ja	ja	ja	ja	ja	ja
ja	ja	ja	ja	ja	ja
RS-232C	RS-232C	RS-232C	RS-232C	RS-232C	RS-232C
optional	für DOS und Windows	für Windows	für DOS	für DOS	für Windows
200 mV, ±(0,05 + 3)	400 mV, ±(0,3 + 1)	400 mV, ±(0,3 + 2)	200 mV, ±(0,06 + 3)	200 mV, ±(0,3 + 3)	400 mV, ±(0,3 + 2)
2 V, s. o.	4 V, s. o.	4 V, ±(0,5 + 2)	2 V, ±(0,06 + 2)	2 V, ±(0,3 + 2)	4 V, s. o.
20 V, s. o.	40 V, s. o.	40 V, s. o.	20 V, s. o.	20 V, s. o.	40 V, s. o.
200 V, s. o.	400 V, s. o.	400 V, s. o.	200 V, s. o.	200 V, s. o.	400 V, s. o.
1000 V, ±(0,1 + 5)	1000 V, ±(0,5 + 5)	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.	1000 V, s. o.
200 mV, ±(0,5 + 10)	400 mV, ±(2,5 + 1)	400 mV, ±(1 + 3)	200 mV, ±(0,6 + 50)	2 V, ±(0,8 + 20)	4 V, ±(0,75 + 5)
2 V, s. o.	4 V, s. o.	4 V, ±(1,5 + 5)	2 V, ±(0,6 + 25)	20 V, s. o.	40 V, s. o.
20 V, s. o.	40 V, s. o.	40 V, s. o.	20 V, s. o.	200 V, s. o.	400 V, s. o.
200 V, s. o.	400 V, s. o.	400 V, s. o.	200 V, s. o.	1000 V, s. o.	400 V, s. o.
750 V, ±(0,8 + 10)	750 V, s. o.	750 V, s. o.	1000 V, s. o.	750 V, s. o.	750 V, s. o.
2 mA, ±(0,3 + 3)	400 µA, ±(1,0 + 1)	400 µA, ±(1 + 2)	2 mA, ±(0,3 + 3)	2 A, ±(0,7 + 3)	40 mA, ±(0,5 + 5)
200 mA, ±(0,5 + 3)	4 mA, s. o.	400 mA, s. o.	20 mA, s. o.	10 A, ±(0,8 + 3)	400 mA, s. o.
20 A, ±(0,8 + 5)	40 mA, ±(0,8 + 1)	400 mA, s. o.	200 mA, s. o.		4 A, ±(0,75 + 5)
	400 mA, s. o.	4 A, ±(1,5 + 5)	2 A, s. o.		10 A, s. o.
	20 A, s. o.	20 A, s. o.	10 A, ±(0,4 + 2)		
2 mA, ±(0,8 + 10)	400 µA, ±(1,5 + 3)	400 µA, ±(1,5 + 3)	2 mA, ±(0,5 + 20)	2 A, ±(0,9 + 30)	40 mA, ±(0,75 + 5)
200 mA, ±(1,0 + 10)	4 mA, ±(1,5 + 3)	400 mA, ±(3 + 5)	20 mA, s. o.	10 A, ±(1 + 10)	400 mA, s. o.
20 A, ±(1,2 + 15)	40 mA, s. o.	20 A, s. o.	200 mA, s. o.		4 A, ±(1,5 + 5)
	400 mA, s. o.	4 A, ±(2,0 + 5)	2 A, s. o.		10 A, s. o.
	20 A, s. o.	20 A, s. o.	10 A, ±(0,5 + 10)		
200 Ω, ±(0,2 + 10)	400 Ω, ±(0,5 + 1)	400 Ω, ±(0,5 + 2)	200 Ω, ±(0,07 + 3)	200 Ω, ±(0,5 + 3)	400 Ω, ±(0,5 + 5)
2 kΩ, s. o.	4 kΩ, s. o.	4 kΩ, s. o.	2 kΩ, ±(0,07 + 2)	2 kΩ, ±(0,5 + 2)	4 kΩ, s. o.
20 kΩ, ±(0,15 + 3)	40 kΩ, s. o.	40 kΩ, s. o.	20 kΩ, s. o.	20 kΩ, s. o.	40 kΩ, s. o.
200 kΩ, s. o.	400 kΩ, s. o.	400 kΩ, ±(2 + 5)	200 kΩ, s. o.	200 kΩ, s. o.	400 kΩ, s. o.
2 MΩ, s. o.	4 MΩ, s. o.	4 MΩ, s. o.	2 MΩ, s. o.	2 MΩ, s. o.	4 MΩ, s. o.
20 MΩ, s. o.	40 MΩ, s. o.	40 MΩ, s. o.	20 MΩ, ±(0,2 + 10)	20 MΩ, ±(0,5 + 10)	40 MΩ, ±(1 + 10)
2000 pF, ±(2,0 + 20)	4 nF, ±(2,03)	100 µF, ±(3 + 5)	2 nF, ±(1,0 + 3)	2 nF, ±(1,0 + 3)	400 nF, ±(3,0 + 5)
200 nF, s. o.	40 nF, s. o.		20 nF, s. o.	20 nF, s. o.	4 µF, s. o.
20 µF, ±(3,0 + 5)	400 nF, s. o.		200 nF, s. o.	200 nF, s. o.	40 µF, s. o.
	4 µF, ±(3,0 + 5)		2 µF, s. o.	2 µF, s. o.	
	40 µF, s. o.		20 µF, ±(2,0 + 3)	20 µF, ±(2,0 + 3)	
	400 µF, s. o.		200 µF, s. o.	200 µF, s. o.	
			2000 µF, ±(4,0 + 3)	2000 µF, ±(4,0 + 3)	
20 kHz, ±(2,0 + 5)	4 kHz, ±(0,1 + 1)	10 kHz, ±(0,01 + 2)	256 Hz, ±(0,02 + 2)	256 Hz, ±(0,02 + 2)	200 Hz, ±(0,05 + 2)
200 kHz, s. o.	40 kHz, s. o.	100 kHz, s. o.	2048 Hz, s. o.	2048 Hz, s. o.	2 kHz, s. o.
	400 kHz, s. o.	1 MHz, s. o.	16 kHz, s. o.	16 kHz, s. o.	20 kHz, s. o.
	4 MHz, s. o.	10 MHz, s. o.	200 kHz, s. o.	200 kHz, s. o.	200 kHz, s. o.
	40 MHz, s. o.				
–	k-Typ –40...+200 °C +200,0...+1200 °C	k-Typ –20...+1200 °C	Pt(Mo)100, Pt(Mo)1000 –50...+200 °C +200,...+600 °C	Pt(Mo)100, Pt(Mo)1000 –50...+200 °C +200,...+600 °C	–
ja	ja	ja	ja	ja	ja
ja	ja	ja	ja	ja	ja
hFE	hFE	–	–	–	–
15 min	ca. 10 min	30 min	10 min	10 min	30 min
9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block	9-V-Block
Handbuch, Meßkabel, Batterie, Ersatzsicherung, Datenübertragungskabel	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Daten- übertragungskabel	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Daten- übertragungskabel	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Trageriemens, Holster, DFÜ-Kabel	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Trageriemens, Holster, DFÜ-Kabel	Handbuch, Meßkabel, Batterie, Daten- übertragungskabel
Relativwertmessungen, Logiktest	Relativwertmessungen, Signalausgang, Logiktest	TRMS, dB, Zeitzähler, Induktivität, Signal- ausgang, Logiktest	TRMS, dB, Relativwertmessungen	RMS	TRMS

⁵ Preise für Gerätetyp mit serieller Schnittstelle

⁶ Preis für kalibriertes Gerät mit Zertifikat, vgl. 3 und 4

⁷ gehört zum Lieferumfang des Gerätes

k. A. keine Angabe

s. o. siehe oben

– Funktion/Bereich nicht vorhanden

Fast geschenkt

Zu praktisch jedem Handmultimeter mit digitaler Schnittstelle sind auch mehr oder weniger einfache PC-Meß- und/oder Kalibrierprogramme verfügbar. Die meisten Anbieter fügen ihren Geräten solche Tools serienmäßig bei oder bieten sie gegen einen geringen Aufpreis als Option an.

Üblicherweise arbeiten diese Programme als reine Einkanalösung, meist unter MSDOS, denn nur neuere Kreationen setzen auf Windows. Obwohl sie mit einer eigenen Oberfläche aufwarten und sehr speziell auf die Bedürfnisse bestimmter Meßgerätyphen zugeschnitten sind, besitzen solche Programme meist sehr ähnliche Leistungsmerkmale. Deshalb soll hier stellvertretend nur eine, dafür allerdings auffallend komfortable Version dieser Tools vorgestellt werden. Distributor Brenner Elektronik liefert sie als Standard mit dem Schnittstellenmultimeter PMM 208 von Coemas aus.

Der sogenannte RS-232-Monitor zum PMM 208 unterstützt den Betrieb des Multimeters an COM1...4. Alle wesentlichen Bedienelemente sind in einem Fenster zusammengefaßt. Mit einem Klick auf dem Startbutton beginnt die Datenerfassung. Die gemessenen Werte samt Meßbereich gibt das Programm in Form einer Digitalanzeige aus. Die DMM-Software ist in der Lage, die erfaßten Daten online in eine Datei zu sichern. Wahlweise kann man zu jedem Meßwert die Einheit und Uhrzeit speichern. Per Knopfdruck wird diese ASCII-Datei geladen und in tabellarischer Form visualisiert. Neben dem Betrachten der Meßwerte besteht die Möglichkeit, das Datenfile oder das gesamte Fenster zu drucken. Ebenfalls können die Meßwerte ohne Umweg über die Festplatte parallel zur Datenerfassung auf dem Drucker ausgegeben werden.

Wahlweise kann der Anwender die Meßwerte in einem Diagramm darstellen, das 280, 350, 700 oder 1400 Werte anzeigt. Die Skalierung der y-Achse ist frei wählbar. Darauf hinaus werden spezielle Funktionen des Multimeters unterstützt. Klickt man beispielsweise einen REC-Button an, so gibt die Software den Maximal-, Minimal-, und Durchschnittswert der erfaßten Daten aus. Die Funktion COMP ermöglicht die Definition von zwei Schwellwerten. Neben dem eigentlichen Meßwert zeigt die Software dann zusätzlich an, in welchem Bereich der erfaßte Wert liegt. Mit Hilfe des REF-Buttons läßt sich schließlich die Abweichung eines aufgenommenen Meßwerts bezogen auf eine einstellbare Referenzgröße ausgeben.



Bild 5. Preisbewußt – PMM208 von COMEAS.

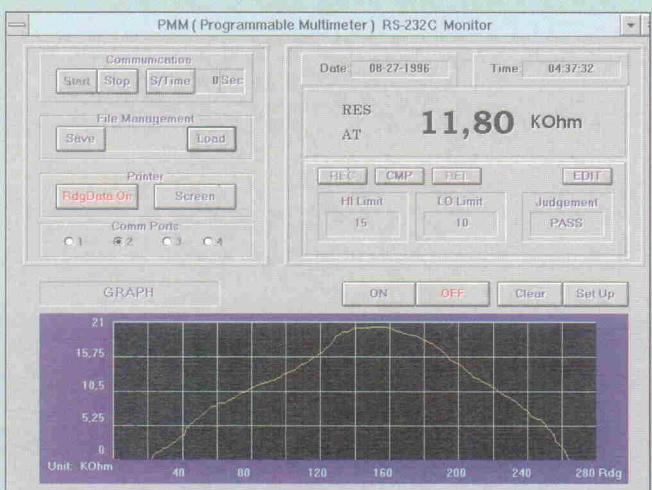


Bild 6. Vorbildlich – die 'Standardsoftware' zum PMM 208.

für jedes angeschlossene Multimeter.

Der Grenzwert des Triggers läßt sich absolut, prozentual vom Meßbereich oder durch einen bestimmten Wert der Linearisierungstabelle festlegen. Die Datenaufnahme erfolgt wahlweise, sobald der Meßwert zwischen oder außerhalb der Triggergrenzen liegt. Zudem ist es möglich, die ermittelten Daten nach Ende des Meßvorgangs automatisch abzuspeichern. Somit kann Metrawin selbstständig und ohne Rücksicht auf die Begrenzung der Meßwertanzahl seinen Dienst verrichten – was bei Langzeitmessungen ein großer Vorteil ist.

WinDATA

Das Programm Windata von Norma unterstützt in der Version 1.1 die Multimeter vom Typ Normameter 910 bis 950. Zum Test der Software lag je eine Schnittstellenversion der Normameter 930 und 950 vor. Beide Geräte werden mit einem einfachen Meß- und Setup-Tool ausgeliefert. Darauf hinaus können die Multimeter direkt einen Drucker ansteuern.

Windata ist als Option zu den Handmultimetern zu beziehen und kostet 85 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Leider kann die Software lediglich ein Multimeter auswerten, das wahlweise an COM1 bis COM4 angeschlossen sein muß. Da sich das Windows-Programm jedoch ohne Probleme mehrfach starten läßt, können die Daten verschiedener Multimeter jeweils über eine eigene Task erfaßt werden – was allerdings keinen Datenaustausch zwischen den Multimetern und keine Kombination von Meßwerten durch Formeln oder ähnliches erlaubt. Ebenfalls können sich dabei Timing-Probleme ergeben, sobald mehrere weitere Windows-Anwendungen parallel ablaufen, die Abtastrate der Messungen zu hoch oder der Rechner schlicht nicht schnell genug ist.

Als Dokumentation liegt Windata ein rund 50seitiges Hand-

buch bei, das die Software detailliert beschreibt. Überdies steht eine ausführliche Hilfefunktion bereit.

Zur Datenerfassung bieten sich vier Möglichkeiten: Sofort beginnen, Limit-selektive, Zeit- oder Limit-getriggerte Erfassung. Ermittelte Werte sichert das Programm während der Messung als ASCII-Datei auf der Festplatte. Auch Windata speichert zu jedem Meßwert Datum und Uhrzeit sowie den jeweiligen Meßbereich. Die einzelnen Einträge sind dabei durch ein frei wählbares ASCII-Zeichen separiert.

Die Dauer des Meßvorgangs ist lediglich durch die Kapazität des Datenträgers begrenzt, wodurch sich die Software bestens für Langzeitüberwachungen eignet. Bei Bedarf kann Windata auch den Multimeterstatus mitspeichern, um eine spätere Auswertung der Daten zu erleichtern.

Per Mausklick wählt man die Art der Erfassung aus. Daraufhin öffnet sich eine Dialogbox, die zur Spezifizierung des Meßvorgangs dient. Das Speicherintervall läßt sich unabhängig von der gewählten Datenerfassung festlegen. Die Periodendauer darf allerdings 0,1 s nicht unterschreiten. Soll die Messung sofort beginnen, muß das Ende der Datenerfassung durch Uhrzeit und Datum definiert werden. Bei den sonstigen Erfassungsarten muß hingegen ein Aktivierungszeitraum be-

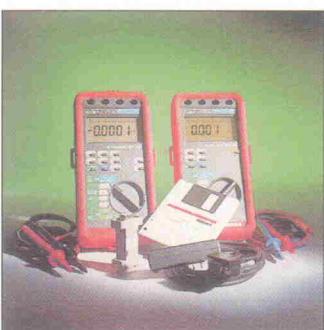


Bild 7. Das 'obere Ende' – Testequipment Normameter 930 und 950.



Bild 8. Kompaktes Frontend – die Oberfläche von Windata.

WinDATA

- + geeignet für Langzeitmessungen
- + leistungsstarke Auswertetools
- + günstiger Preis
- kein 'echter' Mehrkanalbetrieb

stimmt werden. Dieser kann sich in wählbaren konstanten Zeitabständen beliebiger Anzahl wiederholen.

Bei Limit-getrigerter Datenerfassung überwacht die Software während des Aktivierungszeitraums die ermittelten Meßwerte. Erst wenn diese ein vorgegebenes Limit über- oder unterschreiten, beginnt der Meßvorgang. Entscheidet man sich für Limit-selektive Erfassung, so werden ausschließlich diejenigen Werte gespeichert, die das vorbestimmte Limit über- oder unterschreiten. Sowohl die Limit-getriggerte als auch die Limit-selektive Messung gestaltet das Speichern von bis zu 99 Meßwerten, die zeitlich vor dem eigentlichen Meßintervall liegen.

Auswerten

Zur Offline-Bearbeitung der Meßwertdatei verfügt Windata über drei Tools: Liste, Dia-

gramm und Statistik. Nach der Wahl einer dieser Funktionen läßt sich ein vorhandenes Datenfile laden, und auf Tastendruck wechselt die Software zwischen den drei Auswertebereichen.

Das Listenmodul gibt Meßwerte in tabellarischer Form inklusive Uhrzeit und Datum aus. Wählt man die Diagrammauswertung, stellt Windata die Meßdaten in Abhängigkeit von der Zeit grafisch dar. Die Skalierung der Achsen ist dabei beliebig einstellbar. Wie in der Listerdarstellung lassen sich undefinierte Meßwerte, beispielsweise Buchstaben infolge des Überschreitens der Meßbereichsgrenzen bei einer Widerstandsmessung, einfach 'auf Knopfdruck' selektieren und löschen. Das Statistiktool stellt schließlich die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte als Histogramm dar. Alle drei Auswertefunktionen erlauben die Selektion und Speicherung bestimmter Meßwerte.

Für die Umsetzung einer Akkuladeüberwachung sollten im Test die Meßwerte allerdings online dargestellt werden. Hierzu bietet Windata die sogenannten Ansichtmodule Analog, Digital, Diagramm, Schreiber und Liste. Bei Bedarf können die ermittelten Meßwerte zusätzlich zeitgleich zur Online-Ansicht auch gespeichert werden, um

eine spätere Offline-Auswertung zu ermöglichen.

Bei der Anordnung im Test überwachte ein Multimeter den Ladestrom, während das andere die Akkutemperatur aufnahm. Für jedes Multimeter wurde Windata einmal gestartet. Da die Software die gleichzeitige Visualisierung eines erfaßten Wertes durch verschiedene Ansichtsmodule erlaubt, konnte die Temperatur mit Hilfe einer Digitalanzeige und eines Schreibers visualisiert werden, während gleichzeitig die für den Strom zuständige Windata-Task ihre Meßwerte in einem analogen Zeigerinstrument ausgab.

Zur Dokumentation bietet Windata schließlich auch die Möglichkeit, Listen, Diagramme und Schreiber der Online-Ansichten und der Offline-Auswertung auszudrucken. Ebenfalls lassen Meßwerte und Grafiken via Clipboard zu anderen Windows-Applikationen transferieren.

Die Einstellung des Multimeters ist wahlweise direkt am Gerät oder per Software möglich. Hierzu dient die separate Dialogbox 'Steuerung'. Umschalten des Meßbereichs, Aktivieren der Grenzwertauswertung oder Einstellen der Meßrate lassen sich hier komfortabel per Mausklick durchführen.

Einige Modelle der unterstützten Normameter sind in der Lage, einen Meßwert durch Multiplikation mit einem konstanten Faktor zu skalieren. Dies ist auch die einzige Möglichkeit, Meßwerte mit Windata zu bearbeiten; Auswertungen über Formeln oder Linearisierungstabellen sind nicht möglich.

SX-ASYC II

Während es sich ganz generell bei den allermeisten Softwareprodukten für PC-gestützte Mul-

timettermessungen um vorgefertigte Programme handelt, setzt man bei Metrix auf eine reine Treiberlösung. Die Erstellung eigener Programme ist zwar prinzipiell für jedes Schnittstellenmultimeter möglich, jedoch bietet die Software für die Metrix-Multimeter der Typenreihe ASYC II mit der Schnittstelle SX-ASYC II eine Anbindung an National Instruments' LabWindows für DOS und LabWindows/CVI – einem 'C' für technische Anwendungen auf Basis sogenannter 'virtueller Instrumente' [1]. Dadurch lassen sich die Digitalmultimeter mit einer großen Zahl anderer Komponenten aus der PC-Meßtechnik

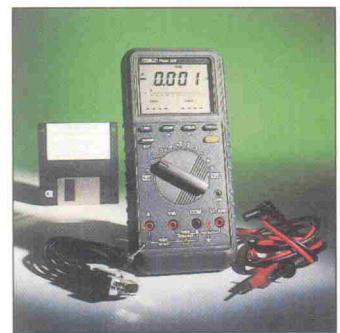


Bild 10. Metrix-Flaggschiff – MX56 mit Schnittstellenadapter.

kombinieren – was zum Beispiel auch vielseitige Möglichkeiten für Regelungen mit Handmultimetern mit sich bringt.

Zum Test der LabWindows-Treiber bekam ELRAD ein Handmultimeter vom Typ MX56. Um dieses am Rechner in Betrieb zu nehmen, muß zunächst ein Adapter am Meßgerät installiert werden, der zusammen mit der Software geliefert wird. Dem 'Schnittstellenpack' liegt außerdem ein Netzteil bei. Dieses garantiert auch dann den Einsatz der seri-

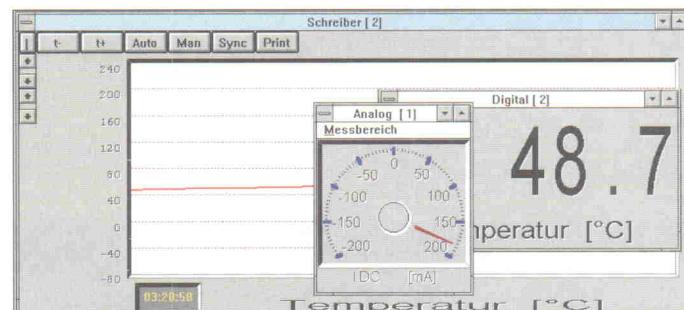


Bild 9. Einzelne Tasks – Windata im 'Quasi-Mehrkanalbetrieb'.

intelligente Werkzeuge für Designer, die hoch hinaus wollen

topCAD

für WINDOWS

zum Beispiel: Sachnummern- und Attributemanagement „on the fly“

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

für jedes Budget und jede Anwendung individuell aufrüstbar!

SETO
SOFTWARE

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

SETO Software GmbH Starnberg Telefon (08151) 774-44 Fax (08151) 28 243

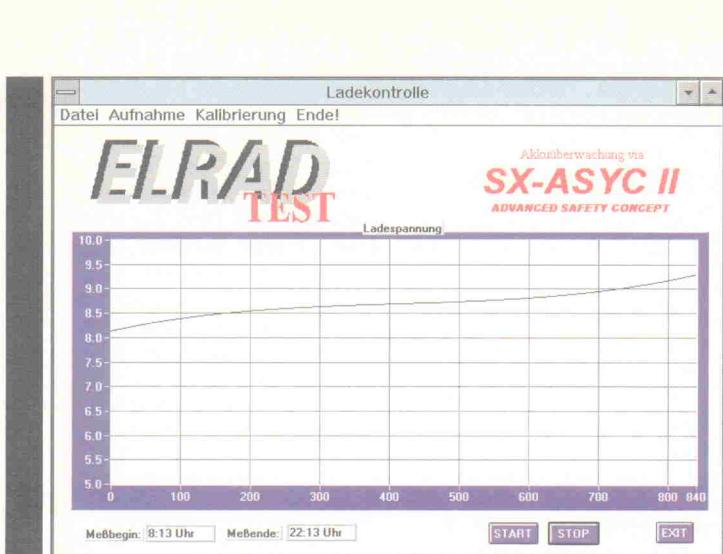


Bild 11. Messen mit LabWindows – Testprogramm für ASYC-II-Geräte.

Test

elle Verbindung zum Meßgerät, wenn der verwendete PC die notwendige Energie nicht über seinen seriellen Anschluß bereitstellen kann (empfehlenswert bei Laptops und ähnlichem).

Der Anschluß des Schnittstellenadapters zum MX56 erfolgt an COM1 oder COM2 des Rechners. Zudem ist die direkte Verbindung mit einem Drucker möglich. Neben den Softwaretreibern erhält man mit dem Programmierkit eine sogenannte Adjustment Software, die zur Kalibrierung der Multimeter MX53...MX56 dient. Zwei Handbücher beschreiben sowohl die Installation der Hardware als auch die Datenkommunikation und das Kalibrierprogramm. Beim Umgang mit dem Instrumententreiber für LabWindows muß man auf die umfangreiche Online-Hilfe zurückgreifen. Das komplette Schnittstellenpaket schlägt mit 398 DM (zzgl. MwSt.) zu Buche.

Treiber

Für die Einbindung der Metrix-Handmultimeter in LabWindows/CVI wird ein Treiber geliefert, der das DMM als virtuelles Instrument 'abbildet' und die Gerätefunktionen als Funktionsaufrufe für die in LabWindows erstellten C-Programme verfügbar macht.

Zum Umfang dieses Instrument Driver gehören der Quelltext der einzelnen Funktionen, die zugehörige Include-Datei und das sogennante Function Tree File. Somit kann man für die Programmierung auch das 'Function Panel' verwenden. Hierbei handelt es sich um eine

Spezialität von LabWindows: anstelle eines Funktionsaufrufs, der mitsamt Parametern per Tastatur einzugeben ist, erfolgt die Quelltexterstellung über eine 'Selectbox'. Diese Fenster wiederum beinhaltet alle Parameter der zugehörigen Anweisung, die sich wo immer möglich per Mausklick konfigurieren lassen.

Der Treiber ist für den Betrieb eines einzelnen DMMs ausgelegt. Allerdings dürfte es für einen geübten Programmierer kein Problem darstellen, das Ganze für den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Handmultimeter auszubauen. Da die Treiberdatei nur wenige LabWindows/CVI-spezifische Aufrufe verwendet, besteht zudem die Möglichkeit, den Instrument Driver auf ein anderes C-Programmiersystem zu portieren. Hierfür sollte man aber in jedem Fall einige Kenntnisse über Nationals Programmierpaket mitbringen.

Der SX-ASYC-II-Treiber stellt Funktionen zur Initialisierung, Gerätekonfiguration, Messungen und die Kalibrierung des angeschlossenen Multimeters bereit. Beispielsweise sind der Meßbereich oder die Eingangsimpedanz bei Spannungsmessungen direkt über einfache Funktionsaufrufe programmierbar. Andere Anweisungen dienen zur Durchführung der eigentlichen Messung. Dabei ist wahlweise der jeweils aktuelle oder der nächstfolgende Meßwert aufzunehmen. Auch ist es möglich, bei kontinuierlicher Messung den Minimal-, Maximal- oder Durchschnittswert aller bisher erfaßten Werte abzufragen.

Bis auf den zentralen Drehschalter zur Auswahl der Meßgröße am Multimeter unterstützt die Treibersoftware alle Funktionen des Gerätes. Die Wahl von Meßgröße und -bereich erfolgt deshalb im Normalfall manuell, obwohl eine zusätzliche Skalierung des jeweils vorgewählten Bereichs auch per Software realisierbar ist. Um also nacheinander Spannungs- und Widerstandsmessungen durchführen zu können, muß man am Meßgerät selbst Hand anlegen.

Da der Redaktion nur ein Metrix-M56 zur Verfügung stand, wurde zur Begutachtung des Instrument Driver in der Testapplikation 'Akkulader' lediglich die Ladespannung gemessen. Zur Aufnahme der Meßwerte sind nur eine Handvoll Anweisungen notwendig. Als erstes gilt es, das Meßgerät zu initialisieren. Anschließend wird die Spannungsmessung spezifiziert. Mit der nächsten Treiberanweisung lassen sich dann bereits Meßwerte einlesen. Der Start der Datenerfassung erfolgte im ELRAD-Testprogramm manuell. Problemlos hätte man aber auch einen Trigger oder die Überwachung von Alarmwerten realisieren können.

Fazit

Ob Langzeitmessung, mobiler Einsatz oder die Erfassung nicht-elektrischer Größen – sofern nur geringe Abtastraten erforderlich sind, können digitale Handmultimeter mit PCschnittstelle im Vergleich zu anderen PC-Meßsystemen eine komfortable Alternative bieten.

LabWindows-Treiber für SX-ASYC-II

- ⊕ komfortable Funktionen
- ⊕ praktisches Kalibriertool
- ⊕ Treiber für LabWindows
- ⊖ keine Unterstützung für andere Programmiersprachen

Dabei können sie durchaus auch ein Mehr an Komfort und Präzision bei günstigen Kosten mit sich bringen.

Fragt sich, welche Software man verwenden soll – und hierauf konnten auch die Anwendertests für diesen Artikel keine eindeutige Antwort geben. Zum einen sind die konzeptionellen Unterschiede der einzelnen Programme groß, um diese direkt vergleichen zu können, zum anderen ist die Leistungsfähigkeit der Software natürlich stark von den Features der jeweils unterstützten Multimeter abhängig. Und: da die meisten Programme für Handmultimeter ehedem nur einige wenige, ganz bestimmte Meßgeräte unterstützen, stehen die Anwender bereits vorhandener Multimeter derzeit sowieso nicht vor einer großen Auswahl an Software – auch wenn dies den potentiellen Möglichkeiten von Handmultimeter-PC-Systemen kaum gerecht wird.

Literatur

- [1] Evolution, M. Prochaska, ELRAD 9/94, S. 28

Bezugsquellen

Kontaktadressen für die im ELRAD-Labor verwendeten Handmultimeter und die vier getesteten Software-tools:

Abacom GbR
Ziethenweg 26a
27755 Delmenhorst
☎ 04 221/2 59 25
📠 04 221/2 59 25

Altai GmbH
Rosenheimer Str.16
28219 Bremen
☎ 04 21/3 80 71 12
📠 04 21/3 80 71 62

Brenner Elektronik
Kerneigenstraße 1
84384 Wittibreut
☎ 085 74/295
📠 085 74/852

Conrad Electronic
Klaus-Conrad-Straße 1
92242 Hirschau
☎ 0 96 22/30-111
📠 0 96 22/30-265

Gossen Metrawatt GmbH
Thomas-Mann-Str. 16-20
90471 Nürnberg
☎ 09 11/86 02-0
📠 09 11/86 02-669

LEM Instruments
Marienbergstraße 80
90411 Nürnberg
☎ 09 11/9 55 75-0
📠 09 11/9 55 75-30

Müller & Weigert GmbH
Kleinreuther Weg 88
90408 Nürnberg
☎ 09 11/35 02-0
📠 09 11/35 02-306

Transistor Dictionary

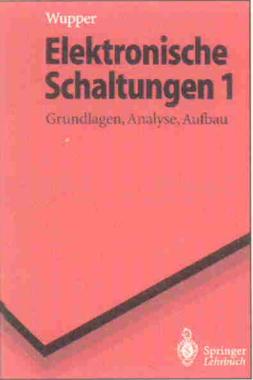
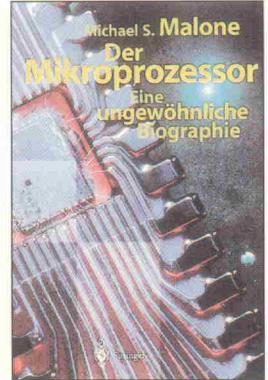
Auf der Basis aktueller Datenbücher der Halbleiterhersteller entstand in erster Auflage diese Vergleichstabelle für Silizium-Bipolar-Transistoren. Übersichtlich aufbereitet enthält sie die wichtigsten Grenz- und Kenndaten von mehr als 7000 Typen inklusive Anschlußbildern und Hinweisen zur Anwendung. Die erste Auflage berücksichtigt zunächst das Sortiment der Jahre 1989 bis 1995 aller namhaften Erzeuger in Europa, USA und Japan. Für einige Produzenten sind Typen ab 1986 enthalten. Das Buch soll einerseits bei der Auswahl bipolarer Transistoren unterstützen und andererseits helfen, anhand der wichtigsten Parameter schnell Vergleichstypen zu ermitteln. Es kann jedoch nicht immer die Datenblätter der Hersteller ersetzen. Für detailliertere Informationen, wie zum Beispiel vollständige Testbedingungen, muß man nach wie vor die Unterlagen des Herstellers hinzuziehen.

Automatisierungstechnik

Laut Vorwort richtet sich das Buch an FH- und TH-Studenten der Automatisierungstechnik und verwandter Ingenieurdisziplinen. Ausgehend von Grundlagen der Regelungs- und Steuerungstechnik baut der Autor ein Basiswissen der Automatisierungstechnik auf. Zu den behandelten Themen gehören Regelungstechnik, experimentelle Prozeßanalyse, Steuerungstechnik sowie geräte- und programmtechnische Grundlagen der Prozeßdatenverarbeitung. Als Ergänzung bietet das Werk eine Einführung in Technologie und Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen am Beispiel der Simatic-S5-Serie. Der Grundlagenteil bietet eine solide Plattform, mit der man typische Automatisierungsaufgaben angehen kann. Dabei stellen nicht nur bei Regelungstrecken – typische Beispiele den Bezug zur Praxis her.

Helmut Reinhardt
*Automatisierungstechnik
Theoretische und
gerätetechnische Grund-
lagen, SPS*
Berlin Heidelberg 1996
Springer-Verlag
402 Seiten
DM 58,-
ISBN 3-540-60626-2

Michael Welter
*Transistor Dictionary
Bipolar Transistors*
Bonn 1996
International Thomson
Publishing GmbH
300 Seiten
DM 49,80
ISBN 3-88322-486-3



Analyse und Synthese kontinuierlicher Steuerungs- und Regelungssysteme

Das jetzt in dritter, unveränderter Auflage erhältliche Buch bietet einen kompletten Abriss der Theorie kontinuierlicher Steuerungs- und Regelungssysteme. Es wendet sich vornehmlich an Studenten, geht aber im Umfang über ein Lehrbuch hinaus und will auch als Vademecum für Ingenieure und Wissenschaftler dienen. Die Spannweite der Themen führt von der Analyse kontinuierlicher Systeme über Identifikation und Modellbildung kontinuierlicher Prozesse zur Synthese linearer kontinuierlicher Regelungssysteme. Der Leser sollte ausreichende mathematische Grundlagen sowie ein Verständnis für die Problematik mitbringen. Auf softwaremäßige Nachbildung von Beispielen verzichtet der Autor (zu Recht?), da nach seiner Ansicht die Grundlagen eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Lösung von Regelungstechnischen Aufgaben darstellen.

Karl Reinisch
*Analyse und Synthese
kontinuierlicher
Steuerungs- und
Regelungssysteme*
Berlin 1996
Verlag Technik
420 Seiten
DM 88,-
ISBN 3-341-01167-6

Der Mikroprozessor

Dies ist kein Buch über Technik. Vielmehr ist es eine (Abenteuer-)Geschichte über die Menschen, die mit der Entwicklung, oder besser dem Werdegang, der wichtigsten Erfindung des 20. Jahrhunderts in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Und dabei spielen nicht nur Technologie und Fortschritt eine wichtige Rolle, sondern das gesamte Umfeld dieser 'intelligenten' Bausteine. Denn sie sind nicht nur ein Spiegel für heutige Ingenieurskunst, sondern haben in gleicher Weise die heutige gesellschaftliche Entwicklung entscheidend mitgeprägt. Selbst die Geschehnisse rund um die Mikroprozessorindustrie – Marketingtechniken, Geschäftspartnerschaften, Rechtsstreitigkeiten und Prozesse – haben neue Maßstäbe gesetzt. Auch die Zukunft läßt der Autor nicht unberücksichtigt und wagt sich in unerforschte Gefilde. 'Der Mikroprozessor, Eine ungewöhnliche Biographie', ein Buch nicht nur für Techniker, sondern für ein breites Publikum.

PvH

Michael S. Malone
*Der Mikroprozessor
Eine ungewöhnliche
Biographie*
Berlin 1996
Springer Verlag
375 Seiten
DM 51,50
ISBN 3-540-60514-2

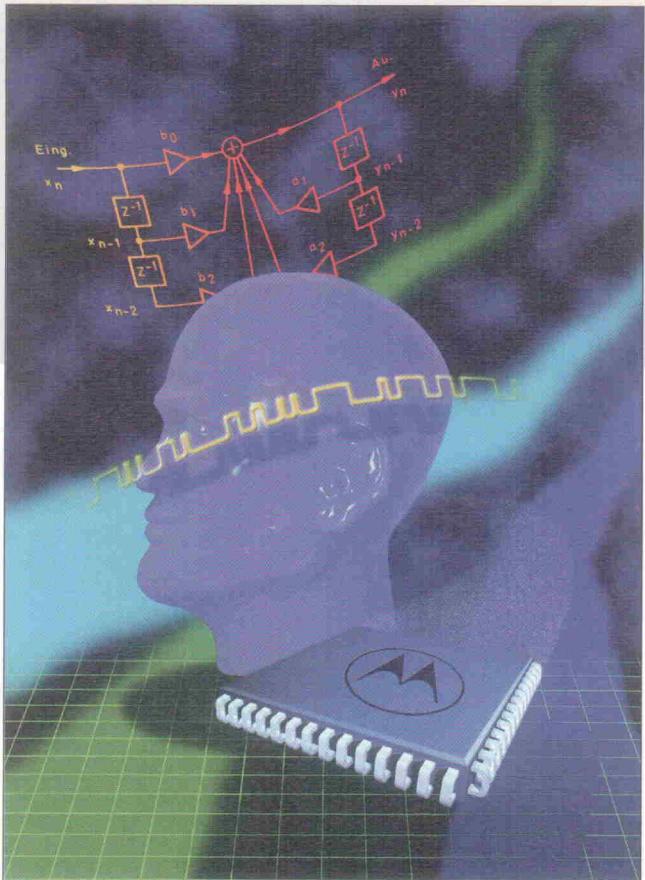
Elektronische Schaltungen

Das zweibändige Werk richtet sich vornehmlich an Studierende der Elektrotechnik, aber auch an Fachfremde wie Physiker, Informatiker oder Mathematiker, die sich in das Gebiet der Schaltungstechnik einarbeiten wollen. Der erste Band behandelt die Modellierung und Analyse elektronischer Schaltungen und hier insbesondere die linearen Grundschaltungen, Stabilitätskriterien und das Rauschen. Im Teil 2 geht's dann ans Eingemachte: nach einer Einführung zu Operationsverstärkern, Speichern sowie zur TTL-, ECL- und CMOS-Technik werden komplett Schaltkreise untersucht und Entwurfshilfen gegeben. Anders als bei vielen anderen Lehrbüchern geht den Autoren nie der Bezug zur Praxis verloren, zudem sind sämtliche Kapitel mit Übungsaufgaben zur Lernkontrolle versehen. Mathematische und elektrotechnische Grundkenntnisse sind immer dann erläutert, wenn sie benötigt werden. Nur sollte man keine Scheu vor solchen haben, denn das behandelte Themengebiet fordert mathematische Herleitungen.

Wupper, Niemeyer
Elektronische Schaltungen 1 / 2
Berlin, Heidelberg 1996
Springer-Verlag
404/428 Seiten
DM 58,- (je Band)
ISBN 3-540-60624-6/
3-540-60745-5

Signal Processing

Digitale Signalverarbeitung, Teil 11: Nachhall, FIR- und IIR-Filter



Dipl.-Ing. Holger Strauss

Zunächst werden die Möglichkeiten der Nachhallerzeugung betrachtet und die verschiedenen Algorithmen von Schröder bis Gardner vorgestellt. Anschließend beginnt der Einstieg in FIR- und IIR-Filter-Technik.

Der bekannteste Basis-Algorithmus zur Erzeugung von Digitalhall (Bild 1) wurde bereits 1962 von Schröder (Literatur [2] im letzten Teil) erarbeitet. Er besteht aus vier parallel geschalteten Kammfiltern, deren Ausgangssignale zusammengemischt und durch zwei kaskadierte Allpaßfilter geleitet werden.

Der 'klassische' Digitalhall

Der Direktschall wird mit g gewichtet zum Ausgang durchgeschliffen. Schröder empfiehlt, die Verzögerungszeiten der Kammfilter auf unterschiedliche Werte zwischen 30 und 45 Millisekunden, entsprechend 1440 bis 2160 Samples bei 48 kHz Abtastrate, einzustellen. Mit den Rückkoppelverstärkungen der Kammfilter kann die

Hallzeit (siehe Kasten im letzten Heft) eingestellt werden. Um eine Hallzeit von T zu erreichen, muß der Rückkoppelfaktor g_n von Kammfilter Nummer n , dessen Verzögerungszeit auf τ_n eingestellt ist, entsprechend folgender Formel gewählt werden:

$$g_n = 10^{-3\tau_n/T} \quad (1)$$

Für die beiden Allpässe empfiehlt Schröder Verzögerungszeiten von 5 bzw. 1,7 Millisekunden (240 und 82 Abtastwerte). Der Parameter g sollte bei beiden Allpässen auf 0,7 eingestellt werden.

Erweiterung nach Moorer

Eine erweiterte Version des Schröder-Nachhalls (Bild 2) berücksichtigt zusätzlich einige Erweiterungen von James Moo-

rer (Literatur [3] im letzten Teil). Für die frühen Reflexionen wird wie oben beschrieben ein Multi-Tap-Delay verwendet. Um eine frequenzabhängige Hallzeit zu erreichen (hohe Frequenzen werden üblicherweise stärker absorbiert als tiefe), befinden sich in den Rückkopplpfaden der Kammfilter jeweils IIR-Tiefpässe erster Ordnung. Aufgrund des vorgeschalteten Multi-Tap-Delays wird nur noch ein Allpaß benötigt, um eine ausreichend hohe Reflexionsdichte zu erzielen. Als Parameter sind eine Verzögerungszeit von 6 Millisekunden und $g = 0,7$ empfehlenswert. Die anschließende Verzögerung stellt sicher, daß der diffuse Nachhall erst nach den frühen Reflexionen am Ausgang erscheint. Die Anteile von Direktschall, frühen Reflexionen und diffusen Nachhall können über die drei Multiplikationsfaktoren g_D , g_E und g_R beliebig gemischt werden.

Kreuzrückkopplung nach Jot

Ein noch allgemeinerer Ansatz zur Erzeugung von sehr hohen Reflexionsdichten stammt von Jot (Literaturhinweis [5] im letzten Teil). Anstatt mehrere separate Kammfilter unabhängig voneinander parallel zu schalten, bietet es sich an, Kreuzkopplungen hinzuzufügen (Bild 3). Das für den diffusen Teil zuständige System besteht aus mehreren parallel geschalteten Verzögerungsleitungen. Die Rückkopplung erfolgt über eine Mischmatrix, die es erlaubt, die Ausgänge jeder Verzögerungsleitung in beliebiger Zusammensetzung auf die Eingänge zurückzuführen. Die Einkopplung erfolgt mit den Gewichten a_i und die Auskopplung mit den Gewichten b_i . Aufgrund der großen Anzahl veränderbarer Parameter (allein 15 bei nur drei Verzögerungsleitungen) ist die genaue Kontrolle eines derartigen Systems nicht einfach und analytisch kaum noch möglich. Weiterhin muß in jedem Fall verhindert werden, daß durch falsch eingestellte Rückkopplungen ein instabiles System entsteht.

Sowohl der Schröderhall als auch die verbesserte Version nach Moorer lassen sich mit den bisher vorgestellten Befehlen leicht implementieren, was dem Leser als Übung sehr emp-

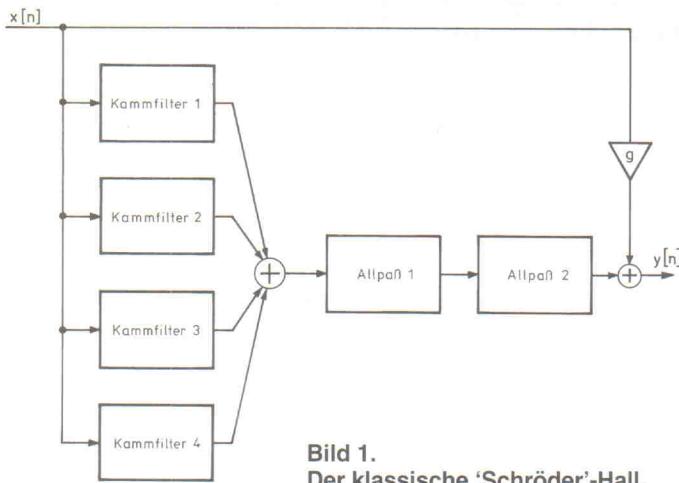


Bild 1.
Der klassische 'Schröder'-Hall.

fohlen werden kann. In der *ELRAD*-Mailbox befindet sich ein Beispielprogramm von Motorola, das die Implementierung des Moorers-Halls zeigt. Um dieses Programm auf dem EVM56002 zu testen, müssen nur die Ein-/Ausgabe-Routinen entsprechend angepaßt werden.

Die im Rahmen dieser Reihe gezeigte Implementierung basiert auf einem bislang weniger bekannten Algorithmus von Gardner (Literaturhinweis [4] im letzten Teil). Hierbei werden Allpässe nicht nur kaskadiert, sondern sogar ineinander verschachtelt. Geht man bei dem System aus Bild 4 davon aus, daß das innere System ein All-

paß ist, so kann man leicht zeigen, daß dies auch für das Gesamtsystem gelten muß. Eine derartige Verschaltung läßt sich beliebig lange fortsetzen, indem das Gesamtsystem wieder in einem neuen System als Allpaß eingebaut wird. Durch die Verschachtelung wird bewirkt, daß die Reflexionsdichte mit der Zeit zunimmt, was bei einem einfachen Allpaß nicht der Fall ist. Der Algorithmus kann besonders effektiv umgesetzt werden, da insgesamt nur eine lange Verzögerungsleitung benötigt wird. Die Allpässe können dabei als Filter 'auf' der Verzögerungsleitung sitzen (Bild 5). Für die Implementierung ist es dabei unerheblich, ob sich die Sam-

ples unter dem Allpaß bewegen oder der Allpaß über den Samples. Aus Effizienzgründen (siehe Teil 4, *ELRAD* 3/96) wird letzteres bevorzugt. Die Verteilung mehrerer Allpässe auf einer Verzögerungsleitung muß bislang noch rein empirisch erfolgen. Für große Räume mit Hallzeiten ab 1,3 Sekunden schlägt Gardner die in Bild 6 gezeigte Anordnung vor. Der Tiefpaß im Rückkopplungsweg der Verzögerungsleitung und die Allpässe auf der Verzögerungsleitung ausgeführt. Am Ende koppelt man den diffusen Nachhall an den entsprechenden Stellen der Verzögerungsleitung aus und mischt ihn mit den frühen Reflexionen sowie dem Direktschall.

Der DSP ist mit der Nachhallberechnung bei weitem noch nicht ausgelastet. Dem Leser sei daher empfohlen, den vorhandenen Algorithmus um zusätzliche Elemente zu erweitern oder abzuändern. Aufgrund der hohen Komplexität von Nachhallalgorithmen ist es bisher noch nicht gelungen, 'gute' Algorithmen ausschließlich analytisch zu bestimmen. Vielfach behilft man sich daher mit empirischem Variieren von Parametern und Strukturen. Weiterhin bietet es sich an, eine Stereo-Variante des Nachhalls zu programmieren. Hierzu werden in der Regel für den rechten und linken Kanal leicht unterschiedliche Parameter eingestellt. Dadurch erreicht man einen hohen Grad an Unkorreliertheit zwischen den Si-

Bild 2.
Erweiterter Nachhall-Algorithmus mit Verbesserungen von James Moorer.

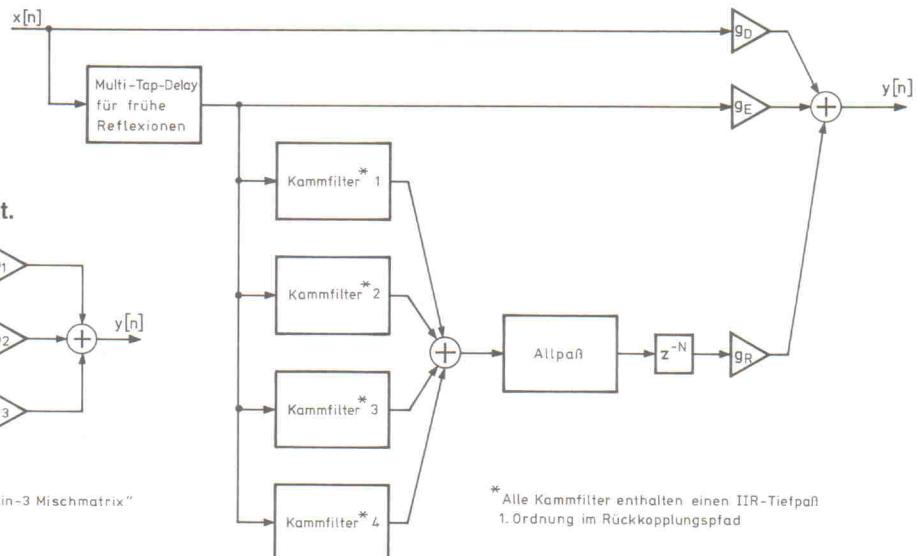
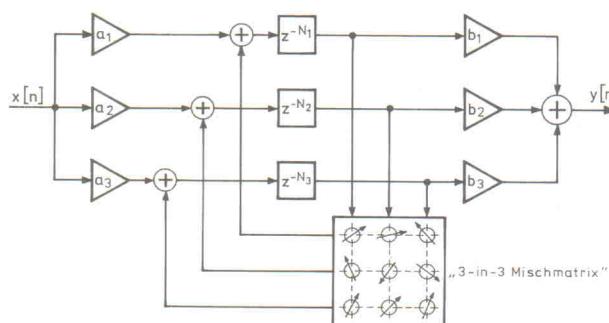


Bild 3.
Verallgemeinerte Rückkopplungen nach Jot.



ULTIBOARD 10 JAHRE

JUBILÄUMSANGEBOT

Gültig bis 31. Dezember 1996

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 inkl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage (http://www.ultiboard.com) für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Europa- 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 inkl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage (http://www.ultiboard.com) für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

KOSTENLOS
0130-829411

Distributoren:
Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

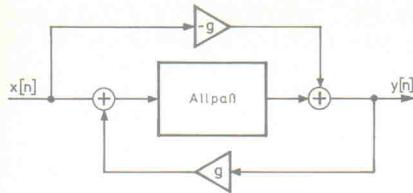


Bild 4.
Allpaß im Allpaß
geschachtelt.

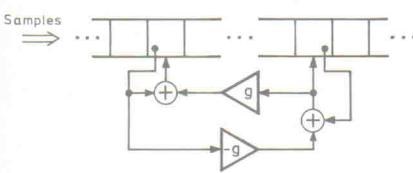


Bild 5.
Allpaß 'auf' einer
Verzögerungs-
leitung.

gnalen der beiden Kanäle, ohne daß sich deren globale Eigen schaften allzu sehr unterscheiden. Mit einem langen Stereo-Hall gelangt man allerdings an die Grenzen des EVM-Speichers, so daß die RAM-Erweiterung aus *ELRAD 7/96* hier gute Dienste leisten kann.

Filter

Der Rechenaufwand bei FIR-Filters ist relativ hoch, da für steile Frequenzgänge Filter mit relativ hoher Ordnung notwendig sind. Deutlich weniger Prozessorleistung ist in der Regel bei IIR-Filters notwendig, allerdings sind diese auch mit einigen Nachteilen verbunden. Als Anwendungsbeispiel wird ein einfacher Surround-Decoder beschrieben.

Bild 7 zeigt noch einmal das Blockschaltbild und die Impulsantwort eines Mittelungsfilters, wie es in einer der vorigen Folgen vorgestellt wurde. Die Zahl der notwendigen Additionen entspricht der Anzahl der Abtastwerte über die gemittelt wird – minus eins. Der Rechenaufwand nimmt also mit steigender Zahl von Abtastwerten zu. Daher stellt sich die Frage, ob es nicht alternative Systeme mit gleichem äußeren Verhalten, aber anderer in

terner Struktur gibt, die weniger Rechenaufwand benötigen. Da das Ein-/Ausgangsverhalten eines linearen zeitinvarianten (LTI-)Systems vollständig durch seine Impulsantwort beschrieben ist, muß man hierzu ein System suchen, daß die gleiche Impulsantwort wie ein MittelungsfILTER aufweist. Um ein solches System handelt es sich bei dem in Bild 8 gezeigten. Diese Variante des Mittelungsfilters unterscheidet sich von der ersten insbesondere dadurch, daß sich innerhalb des Systems eine Rückkopplung befindet. Es handelt sich hierbei um ein sogenanntes *rekursives System*. Die Tatsache, daß es für ein bestimmtes Systemverhalten mehrere Realisierungsmöglichkeiten gibt, ist in der Praxis sehr wichtig, denn die verschiedenen Systeme unterscheiden sich teilweise erheblich hinsichtlich der benötigten Rechenleistung und des notwendigen Speichers. Bei der rekursiven Realisierung des Mittelungsfilters ist anstatt der zahlreichen Einzelverzögerungen nur eine lange Gesamtverzögerung sowie eine Einzelverzögerung notwendig, und die Zahl der benötigten Additionen beträgt unabhängig von der Zahl der zu mittelnden Abtastwerte nur 2, im Gegensatz zur nicht-rekursiven Realisierung ist der benötigte Rechenzeitbedarf bei der rekursiven Realisierung unabhängig von der Filterordnung konstant.

Das Listing IIRINTRO.ASM

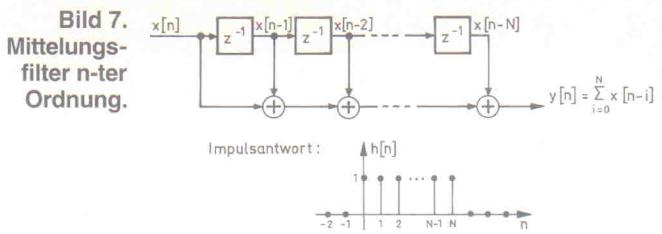
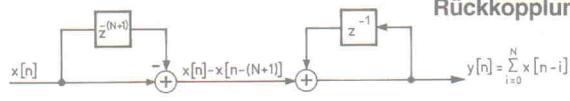


Bild 7.
MittelungsfILTER
n-ter
Ordnung.

$$\text{Impulsantwort: } h[n] = \sum_{i=0}^N x[n-i]$$

Bild 8. Alternative Realisierung des Filters aus Bild 7 mit Rückkopplung.

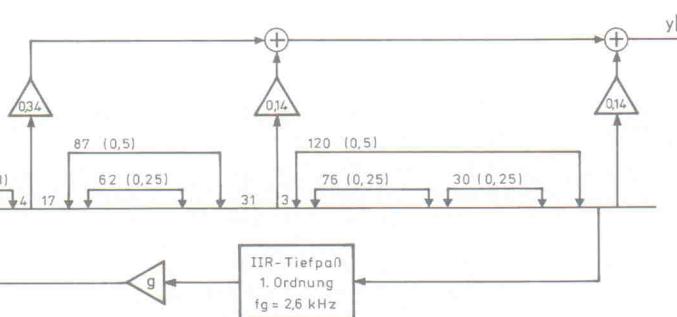


zeigt das zu Bild 8 gehörige DSP-Programm, das vollständig mit den bisher vorgestellten Befehlen auskommt. Akku B wird dabei als Speicher für den Rückkopplungsweg verwendet. Allein der Befehl 'move a1,a' erscheint auf den ersten Blick etwas ungewöhnlich. Läßt man ihn weg, so funktioniert das Filter scheinbar noch genauso wie zuvor. Erst nach mehreren Betriebsminuten kann es aber passieren, daß man durch starke Verzerrungen im Ausgangssignal unangenehm überrascht wird. Der Teufel steckt hier im Detail: Das eingehende Signal wird im Akku A skaliert und steht anschließend dort mit 56 Bit Genauigkeit. Das Ergebnis wird nun zunächst zum Akku addiert und nach entsprechender Verzögerung wieder subtrahiert. Die Verzögerungsleitung hat jedoch nur eine Wortbreite von 24 Bits, so daß die unteren Bits abgeschnitten werden. Durch den 'move a1,a' werden vor der Addition ebenso die unteren 24 Bits von Akku A gelöscht, so daß der addierte und der später subtrahierte Wert exakt identisch sind. Wäre dies nicht der Fall, so würde zu Akku B bei jedem Durchlauf ein kleines Fehler signal addiert. Zwar wäre rein statistisch zu erwarten, daß sich die Fehler im zeitlichen Mittel gegenseitig aufheben würden, in der Praxis stellt man aber trotzdem aufgrund der großen Anzahl von Durchläufen (fast 3 Millionen pro

Minute) oft eine Drift in eine bestimmte Richtung fest. Diese schlägt sich in Akku B schließlich in einer Verwendung der Extension-Bits nieder, die zu den störenden Sättigungseffekten bei der Ausgabe führt.

Dieses einfache Beispiel zeigt bereits, daß es durchaus lohnenswert sein kann, Systeme mit Rückkopplungen zu verwenden. Im Normalfall weisen Filter mit Rückkopplungen eine unendlich lange Impulsantwort auf, weshalb sie als IIR-(Infinite-Impulse-Response-)Filter bezeichnet werden. Auch der (hintere) rekursive Teil des Filters aus Bild 8 hat eine unendlich lange Impulsantwort. Erst durch die Kaskadierung mit dem ersten nichtrekursiven Teil entsteht eine endliche Impulsantwort. Bild 9 zeigt eine allgemeine Struktur eines IIR-Filters n-ter Ordnung in der sogenannten *Direkten Form II*. Es ist nicht ohne weiteres möglich, direkt aus diesem Bild die Differenzengleichung abzulesen, die das System beschreibt. Hierzu muß man das Filter zunächst in ein äquivalentes System mit identischem Ein-/Ausgangsverhalten, aber unterschiedlicher innerer Struktur, der sogenannten *Direkten Form I*, umwandeln. Der erste Schritt ist dabei die Verdoppelung der Verzögerungsleitung (Bild 10a), die am Gesamtverhalten des Systems nichts verändert. Im zweiten Schritt werden dann der linke und der rechte Teil der Schaltung vertauscht und die Addierer zusammengefaßt. Dies ist erlaubt, da es sich bei beiden Systemen um LTI-Systeme handelt. Aus der direkten Form I kann man schließlich die Differenzengleichung für das System direkt ablesen:

$$y[n] = \sum_{k=0}^N b_k x[n-k] + \sum_{k=1}^N a_k y[n-k] \quad (2)$$



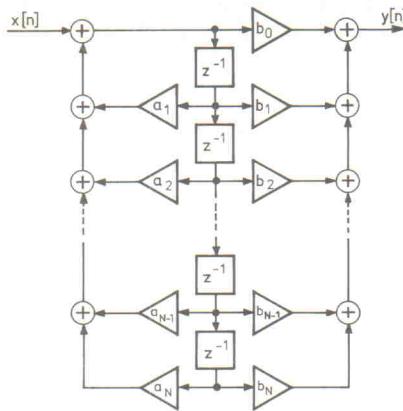


Bild 9. IIR-Filter n-ter Ordnung in der direkten Form II.

Die Koeffizienten b_k sind die Auskopplungs- und die Koeffizienten a_k die Rückkopplungskoeffizienten des Filters. Durch Fouriertransformation der Differenzengleichung erhält man den Frequenzgang des Filters

$$H[\omega] = \frac{\sum_{k=0}^N b_k e^{-j\omega T_k}}{1 - \sum_{k=1}^N a_k e^{-j\omega T_k}} \quad (3)$$

Wie üblich kann man aus diesem komplexen Frequenzgang den Amplitudengang durch Betragssbildung und den Phasengang durch Berechnung des Arguments bestimmen.

Stabilitätsprobleme

Genauso, wie Beschallungsanlagen bei zu starker Rückkopplung instabil werden und zu pfeifen beginnen, kann dies auch bei IIR-Filtersn der Fall sein. Gegenüber den FIR-Filtersn haben diese nämlich den Nachteil, daß bestimmte Anregungsfrequenzen ein nicht abklingendes Schwingverhalten oder gar ein unbeschränktes Wachstum des Ausgangssignals bewirken können, das Filter ist also *instabil*. Daher muß für jedes IIR-Filter eine Stabilitätsbetrachtung durchgeführt werden. Diese hängt dabei ausschließlich von den Rückkopplungskoeffizienten a_k ab; die Koeffizienten b_k haben keinen Einfluß. Um festzustellen, ob ein IIR-Filter mit

gegebenen Koeffizienten stabil ist, muß man das folgendes Polynom n-ter Ordnung in z betrachten:

$$z^N - \sum_{k=1}^N a_k z^{-k} \quad (4)$$

Es gibt genau N komplexe Zahlen z_1, z_2, \dots, z_N , die sogenannten *Pole* des Filters, für die dieses Polynom null wird. Hat man diese gefunden, so muß man untersuchen, ob deren Betrag kleiner als eins ist. Nur wenn dies für alle z_k der Fall ist, wenn also alle Pole des Filters innerhalb des Einheitskreises liegen, hat man es mit einem stabilen Filter zu tun. Die notwendige Bedingung ist zwar präzise formuliert, eine derartige Stabilitätsuntersuchung ist in der Praxis aber nicht problemlos. Bei Filtern hoher Ordnung gibt es kein geschlossenes Verfahren, um die Nullstellen des Polynoms zu bestimmen. Hier ist man auf iterative Näherungsverfahren angewiesen. Aus diesem Grund beschränkt man sich bei IIR-Filtersn gerne auf Filter 2. Ordnung und setzt Filter höherer Ordnung durch kaskadierte Filter 2. Ordnung zusammen.

kadierte Filter 2. Ordnung zusammen.

Bild 11 zeigt ein derartiges Filter, das auch oft als *Biquad-Filter* bezeichnet wird, was auf die zwei quadratischen Terme in Zähler und Nenner der Systemfunktion zurückzuführen ist. Form II hat den Vorteil, daß nur halb so viele Verzögerungselemente benötigt werden, wie bei Form I. Die Beschreibung des Ein-/Ausgangsverhaltens im Zeitbereich eines IIR-Filters 2. Ordnung reduziert sich von Formel (2) auf die Differenzengleichung

$$y[n] = b_0 x[n] + b_1 x[n-1] + b_2 x[n-2] + a_1 y[n-1] + a_2 y[n-2] \quad (5)$$

Für den Frequenzgang erhält man

$$H(\omega) = \frac{b_0 + b_1 e^{-j\omega T} + b_2 e^{-j2\omega T}}{1 - a_1 e^{-j\omega T} - a_2 e^{-j2\omega T}} \quad (6)$$

Zur Überprüfung der Stabilität betrachtet man die komplexen Nullstellen des Polynoms

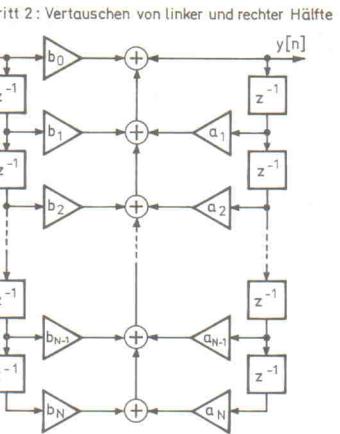


Bild 10. Umwandlung der direkten Form II in die direkte Form I.

$$z^2 - a_1 z - a_2 = 0 \quad (7)$$

Dies ist beispielsweise mit der bekannten pq-Formel (Vieta) möglich. Als Bedingungen dafür, daß die beiden Pole im Inneren des Einheitskreises liegen und damit das Filter stabil ist, erhält man

$$|a_1| < 2, -1 < a_2 < 1 \quad |a_1| \quad (8)$$

Stellt man den Stabilitätsbereich für die Rückkopplungskoeffizienten grafisch dar, so erhält man das in Bild 12 gezeigte Dreieck. Für alle Kombinationen von Koeffizienten im Inneren dieses Dreiecks ist das Biquad-Filter stabil, für alle Kombinationen außerhalb instabil. Man sollte auch beachten, daß sich Instabilitäten in der Praxis auch durch Rundungsfehler ergeben können. Daher sollten 'kritische' Filterparameter am Rande des Stabilitätsbereichs nach Möglichkeit vermieden werden. roe

Die drei zum Artikel gehörigen Listings IIR.ASM, IIRINTRO.ASM und SURROUND.ASM befinden sich wie immer in der Mailbox.

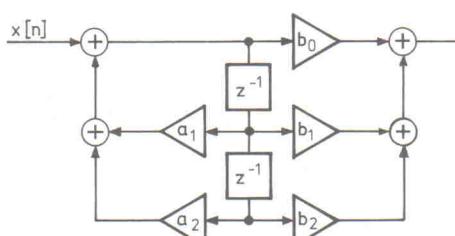


Bild 11. Biquad-Filter (IIR-Filter 2. Ordnung).

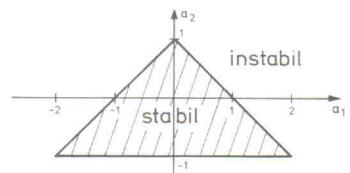


Bild 12. Stabilitätsbereich für das Biquad-Filter.



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-Plattform (<http://www.ultiboard.com>) 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 - 35-694444, fax 0031 - 35-693435
E-mail: sales@ultiboard.com
Internet: <http://www.ultiboard.com>

KOSTENLOS
0130-829411

Distributoren:
Taubé Electronic, tel. 030 - 6958250, fax 030 - 6942338
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 9/96.

Analogtechnik

Schaltungen verstehen, dimensionieren, selbst entwickeln

Teil 6: Stromversorgungen

Dr. Stephan Weber

Richtig interessant wird Elektronik erst dann, wenn man nicht mehr auf Batterien oder Akkus angewiesen ist, sondern den Strom jederzeit aus dem Lichtnetz beziehen kann. Ein Gerät, das dies bewerkstelligt, heißt Netzteil, ist einfach selbst herzustellen und eignet sich didaktisch hervorragend zur Bereicherung der analogen Grundkenntnisse.

Es bestehen im wesentlichen zwei Hauptunterschiede zwischen den Spannungen, die normale elektronische Schaltungen zum Betrieb benötigen und dem 220 V-Lichtnetz (vor einiger Zeit wurden die 220 V auf etwa 230 V erhöht): Erstens ist die Spannung aus der Steckdose wesentlich höher (sogar tödlich!) und zweitens eine (Sinus-)Wechselspannung. Bei einer solchen Wechselspannung ändert sich ständig die Polarität, so daß man – im Gegensatz zu einer Batterie – nicht von einem Plus- oder Minus-Pol sprechen kann. Die Hürde der zu hohen Spannung kann man mit einem so genannten Transformator (auf deutsch Umsetzer) überwinden. Mit einem Widerstand wie in der ersten Folge wäre die Umsetzung viel zu verlustbehaftet! Einem Netztrafo (Trafo = Kurzform für Transformator) kann man einfach kaufen, er ist ein robustes Bauteil. Der Anwender sollte wegen der Netzspannung allerdings sehr vorsichtig sein. Das Problem der Umsetzung einer Wechselspannung (AC = alternating current) in eine Gleichspannung

(DC = direct current) erledigt ein Gleichrichter. Der Name ist sehr naheliegend und das Bauteil einfach, preiswert und robust.

Wechselgefühle

Zunächst zu einem Grundproblem: Da eine Wechselspannung – wie unsere Netzspannung – keinen zeitlich konstanten Wert hat, stellt sich die Frage, wie man eine solche Spannung sinnvoll beschreibt. Eine wichtige Größe ist dabei die Amplitude U_s (s für Scheitelwert), sie ist die maximale Spannung. Da aber der Mittelwert kleiner ist und viele Geräte (Lötkolben, Glühlampen usw.) träge reagieren, ist eigentlich der Mittelwert wesentlich wichtiger. Dummerweise ist jedoch der im Alltag oft verwendete (arithmetische) Mittelwert in unserem Fall

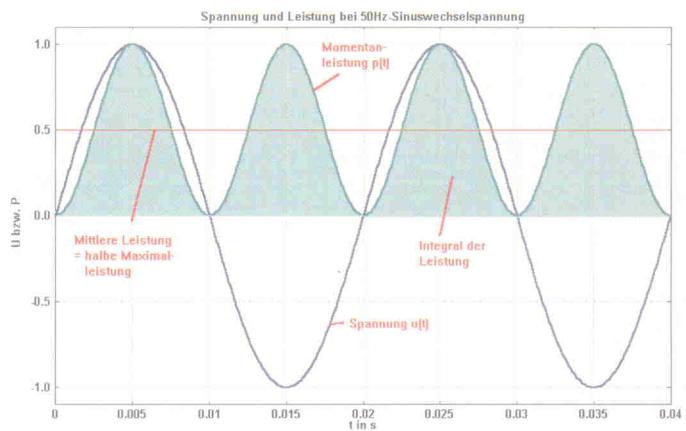


Bild 1. Die Sinus-Wechselspannung und ihre wichtigsten Größen.

Null, da positive Spannungen genauso häufig vorkommen wie negative. Deshalb benutzt man als Maß den sogenannten Effektivwert U_{eff} . Dieser sagt aus, daß eine Wechselspannung mit $U_{eff} = 220$ V eine Herdplatte genauso stark erhitzt wie eine 220 V-Gleichspannung. Da die Erwärmung zur Leistung proportional ist, muß man also den zeitlichen Mittelwert der Leistung $p(t) = u(t) \cdot i(t) = u^2(t)/R$ und damit des Spannungsquadrates bilden. Im Englischen heißt der Effektivwert deshalb auch RMS-Value (nach Root Mean Square, zu deutsch Wurzel aus dem quadratischen Mittelwert). Wenn man sagt, daß die

Wechselspannung 220 V (bzw. 230 V) beträgt, dann meint man fast immer den Effektivwert (Bild 1). Der Maximalwert (Scheitelwert) ist natürlich größer. Mit den Mitteln der höheren Mathematik kann man leicht ausrechnen, daß bei Sinusspannungen stets $U_s = \sqrt{2} \cdot U_{eff}$ gilt ($\sqrt{2} = 1,414\dots$).

Quadratischer Mittelwert:

$$U_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T (U_s \cdot \sin \omega t)^2 dt$$

$$= U_s^2 / T \int_0^T \sin^2 \omega t dt$$

$$= U_s^2 / 2$$

$$\Rightarrow U_{eff} = U_s / \sqrt{2}$$

Augen auf beim Kauf von Bauteilen

Das Angebot an elektronischen Bauteilen ist enorm, und man möchte für den jeweiligen Zweck praktisch immer einen guten Kompromiß zwischen Kaufpreis und Leistungsfähigkeit realisieren. Die wichtigsten Bauelemente unseres Netzteiles sind der Netztransformator, der Gleichrichter und der Ladekondensator.

Die verschiedenen Netztrafos unterscheiden sich in allererster Linie durch die maximale Leistung P . Standardtypen gibt es von etwa 1 VA bis zu einigen 100 VA. Auch wenn ein guter Trafo nicht billig ist, lohnt es sich hier am allerwenigsten zu sparen! Möchte man beispielsweise ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von $U_{DC} = 10$ V und einem maximalen Ausgangstrom $I_{DC} = 500$ mA, so beträgt die Netzteilauflaufgangsleistung $P_{DC} = 10 \text{ V} \cdot 500 \text{ mA} = 5 \text{ W}$.

Der Netztrafo sollte allerdings mindestens die doppelte VA-Zahl aufweisen. Geeignet ist also ein 10 VA-Typ. Natürlich muß man auch auf die richtige Spannung primär- und sekundärseitig achten. Ebenso gibt es verschiedene Bauformen: mit normalem sogenannten EI-Kern oder mit Schnittbandkern oder Ringkern. Die letzteren sind teurer, haben aber auch einen geringeren Streufluß, das heißt, sie beeinflussen andere Schaltungsteile weniger mit ihren Magnetfeldern. Neben Netztransformatoren gibt es auch solche für NF-, HF- oder Schalt-Anwendungen, allerdings kaum als Standardtypen.

Ein Brücken-Gleichrichter besteht aus vier Einzeldioden, die in einem Gehäuse zusammengefaßt sind. Die Typen unterscheiden sich fast nur hinsichtlich maximaler Spannung und maximalem

Strom. Gleichrichter sind ziemlich billig, so daß sich sparen gar nicht lohnt. Achten muß man auch auf die Pin-Belegung, da es keinen Standard gibt und sich bei Fehlern leicht einiges in Rauch auflösen kann.

Kondensatoren gibt es in allen möglichen Varianten. Als Ladekondensator gegen Netzbrumm kommen aber wegen des notwendigen hohen Kapazitätswertes nur sogenannte Elektrolytkondensatoren, kurz Elkos, in Frage. Diese sind verglichen mit anderen Typen gleicher Kapazität relativ klein. Sehr wichtig ist, daß Elkos gepolt sind; also wie bei Dioden, Gleichrichtern und anderen Bauteilen muß man auf die Anschlußbelegung achten. Neben der geforderten Kapazität muß der Kondensator auch die notwendige Spannungsfestigkeit aufweisen.

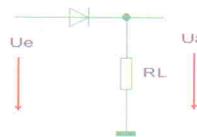
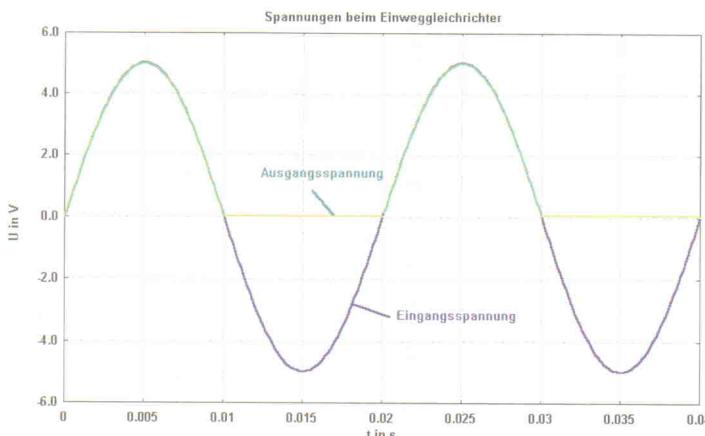


Bild 2. Aufbau eines Einweggleichrichters und dessen Ausgangsspannung (idealisiert – sprich: ohne Verluste).

Der Faktor $\sqrt{2}$ zur Umrechnung zwischen Effektiv- und Scheitervwert wird Scheitelfaktor (oder aus dem Englischen: Crestfaktor) genannt und gilt nur für die Kurvenform Sinus – jede andere Kurvenform hat dann auch einen anderen Scheitelfaktor!

Bei fast allen elektrischen Geräten ist immer der Effektivwert angegeben, so auch bei einem Netztransformator. Ein Transformator besteht in der Grundanordnung aus einer Primärspule am Eingang und einer Sekundärspule als Ausgang, die miteinander über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt sind. Da die Windungen rein elektrisch voneinander getrennt sind, ist damit eine galvanische Trennung vom gefährlichen Lichtnetz gewährleistet. Bei fast allen Netztransformatoren ist die Sekundärwindungszahl (Windungszahlen ganz allgemein: N) erheblich kleiner als die auf der Primärseite, so daß die Ausgangsspannung entsprechend kleiner als 220 V ist:

$$\begin{aligned} U_{\text{pri}}/U_{\text{sek}} &= N_{\text{pri}}/N_{\text{sek}} \\ \Rightarrow U_{\text{sek}} &= N_{\text{sek}}/N_{\text{pri}} \cdot U_{\text{pri}} \end{aligned}$$

Diese Beziehung gilt allerdings nur, solange der Strom sehr gering ist, da sonst noch die Verluste berücksichtigt werden müssen. Für die Ströme gilt im Idealfall:

$$\begin{aligned} I_{\text{pri}}/I_{\text{sek}} &= N_{\text{sek}}/N_{\text{pri}} \\ \Rightarrow I_{\text{sek}} &= N_{\text{pri}}/N_{\text{sek}} \cdot I_{\text{pri}} \end{aligned}$$

Dies gilt bereits aus Gründen der Leistungserhaltung, denn die Energie beziehungsweise die Leistung $P = U \cdot I$ auf der Primärseite muß der auf der Sekundärseite entsprechen:

$$P_{\text{pri}} = U_{\text{pri}} \cdot I_{\text{pri}} = U_{\text{sek}} \cdot I_{\text{sek}} = P_{\text{sek}}$$

Im realen Leben gibt es allerdings Verluste. Zum einen kommen sie dadurch zustande, daß nicht das komplette magnetische Feld, welches in der Primärwindung erzeugt wird, auch die Sekundärwindung durchsetzt (Streufeldverluste), und zum anderen sind die rein ohmschen Wicklungsverluste $P_{\text{Cu}} = I^2 \cdot R_{\text{Cu}}$ nicht zu unterschätzen. Auch das Ummagnetisieren des Eisenkerns selbst kostet eine gewisse Energie (Umpolen der sogenannten Weißschen Bezirke und Wirbelstromverluste). Ein käuflicher Trafo 220 V_{pri} und 10 V_{sek} hat also nicht 22mal so viel Primärwindungen wie Sekundärwindungen, da eben noch die Verluste ausgeglichen werden müssen. Die Hersteller geben deshalb auch nicht die Leerlaufspannung, sondern die Spannung(en) bei Nennlast an. Ein Trafo mit $U_{\text{sek}} = 10 \text{ V}$ und einer Leistung von 10 VA wird also bei $I_{\text{L}} = 1 \text{ A}$ gemessen.

Die Ausgangsspannung im lastlosen Zustand kann dann durchaus 10 bis 20 % höher liegen – besonders bei sehr kleinen Transformatoren und bei sogenannten Experimentier- oder Kringeltrafos! Wichtig ist dies vor allem deswegen, weil die nachfolgenden Schaltungen nicht nur

10 V, sondern zum Beispiel 11 bis 12 V aushalten müssen. Erst bei sehr großen Netztransformatoren sind die Verluste prozentual deutlich geringer. Leistungen werden fast immer in VA statt Watt angegeben, da Phasenverschiebungen nicht berücksichtigt werden.

Einbahnstraße

Bei Gleichrichtern ist eine höhere Leerlaufspannung fast immer unkritisch, da beispielsweise 40 V-Typen kaum teurer sind als 25 V-Typen. Ein Gleichrichter, wir benutzen hier einen sogenannten Brückengleichrichter oder Vollwellengleichrichter, besteht aus einzelnen Dioden, die in einem Bauelement zusammen verlossen sind. Eine Diode entspricht genau einem Ventil. Es läßt den Strom also nur in eine Richtung fließen. Eine Umwandlung von Wechsel- zu Gleichspannung liegt dabei sofort als Anwendung auf der

Hand. Wenn man allerdings lediglich eine Diode an eine Wechselspannung schaltet, dann wird immer nur eine Sinus-Halbwelle durchgelassen, und bis nächsten gibt es dann eine Lücke (Bild 2). Einen solchen Gleichrichter nennt man *Einweggleichrichter*. Bei unserem 50-Hz-Lichtnetz beträgt die Periodendauer $T = 1/f = 20 \text{ ms}$. Eine Halbwelle dauert also $\Delta t = 10 \text{ ms}$.

Um auch die andere Halbwelle auszunutzen, muß man etwas Know-how hineinstecken. Am besten, man zeichnet sich die Schaltung selber auf und vollzieht die Wirkung nach (Bild 3). Oft wird die Schaltung etwas anders gezeichnet, was aber eher unübersichtlicher ist. Diese Anordnung hat gegenüber einem Einweggleichrichter eigentlich nur den Nachteil, daß hier die Ausgangsspannung um die sogenannte Flußspannung U_F von zwei Dioden kleiner als die Eingangsspannung ist. Bei typischen Silizium-Dioden beträgt U_F etwa 0,7 V. Es gilt also $U_A = U_s - 2 \cdot U_F$.

$$\begin{aligned} \text{Beispiel: } U_{\text{eff}} &= 10 \text{ V} \\ U_F &= 0,7 \text{ V} \\ \Rightarrow U_A &= \sqrt{2} \cdot 10 \text{ V} - 2 \cdot 0,7 \text{ V} \\ &= 12,74 \text{ V} \end{aligned}$$

Bitte nicht stören

Die jetzige Schaltung hat allerdings immer noch den Schönheitsfehler, daß der eigentlichen Gleichspannung eine große Brummspannung U_{Br} überlagert ist. Diese zu eliminieren ist ein leichtes mit einem (Lade-)Kondensator C_L . In den

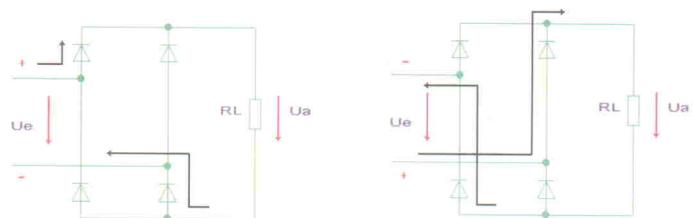


Bild 3. Funktion eines Zweiweg- bzw. Brückengleichrichters. Bei positiver und negativer Eingangsspannung bleibt die Stromrichtung an der Last unverändert.

ULTIBOARD 10 JAHRE JUBILÄUMSANGEBOT

Gültig bis 31. Dezember 1996
ULTIboard Entry Designer, bestehend aus ULTICap Schaltplaneingabe, ULTIBoard Leiterplattenlayout und dem bekannten Shape-based Autorouter Spectra SP4 (4-Signalen + Power & Ground) mit einer Design-Kapazität von 1400 Pins für **nur DM 1975,00** ohne MwSt zuzüglich Versandkosten (DM 2271,25 inkl. MwSt.). Nutzen Sie den Vorteil dieses fast 40%igen Jubiläumsrabatts. Entwerfen Sie nur kleinere Designs oder einfache Leiterplatten? Dann wählen Sie unsere Internet-Homepage (<http://www.ultiboard.com>) für den Super-Cyberdeal des Challenger-Lite Systems, das sich jeder leisten kann, beruflich oder privat. Dieses Angebot gilt nur im Internet.

Distributoren:
Taube Electronic, tel. 030 - 6959250, fax 030 - 6942338
PDE CAD Systeme, tel. 08024 - 91226, fax 08024 - 92350
AKC GmbH, tel. 06108-90050, fax 06108-900533

Signallücken gibt dann C_L einen Teil seiner Ladung an den Verbraucher R_L ab. Je größer C_L ist, desto kleiner ist die verbleibende Brummspannung. Da ein kapazitätsmäßig großer Ladekondensator auch räumlich groß und vor allem teuer ist, sollte man sich überlegen, wie groß er eigentlich wirklich sein muß. Mit der Gleichung $Q = C \cdot U$ ist dies einfach.

Hier ein konkretes Beispiel für ein 10 V/100 mA-Netzteil:

Vorgaben :

$$U_{A\min} = 10 \text{ V}$$

$$U_s = 14 \text{ V}$$

(entspricht $U_{\text{eff}} = 10 \text{ V}$;
also 10 V-Trafo)

$$U_F = 0,7 \text{ V}$$

$$I_L = 100 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow U_{A\max} = U_s - 2U_F \\ = 14 \text{ V} - 1,4 \text{ V} \\ = 12,6 \text{ V}$$

$$\Rightarrow U_{Br(\text{Soll})} = U_{A\max} - U_{A\min} \\ = 2,6 \text{ V}$$

$$Q = I_L \cdot \Delta t = C_L \cdot U_{Br}$$

$$C_L = I_L \cdot \Delta t / U_{Br} \\ = 100 \text{ mA} \cdot 10 \text{ ms} / 2,6 \text{ V} \\ = 380 \mu\text{F}$$

In der Praxis wird man also einen 470 μF -Kondensator einsetzen. Dies ist auch deshalb gerechtfertigt, da einige Formeln nur als Rechenhilfen zu verstehen sind und nicht als wissenschaftliche Abbildung der Realität. Mögliche Fehlerquellen sind:

- Der Laststrom ist nicht völlig konstant.
- Die Netzspannung ist nicht 100 % sinusförmig.
- Die Entladzeit ist in Wirklichkeit etwas kürzer als eine Halbwelle, da auch das Aufladen einige Zeit dauert.

Beim Einweggleichrichter ist Δt etwa 20 ms, so daß C_L doppelt so groß sein müßte; dies ist einer der Gründe, warum man deshalb die Einweggleichrichterschaltung in diesem Zusammenhang fast nie oder nur bei sehr kleinen Leistungen verwendet. Ein weiterer ist die entstehende Vormagnetisierung des

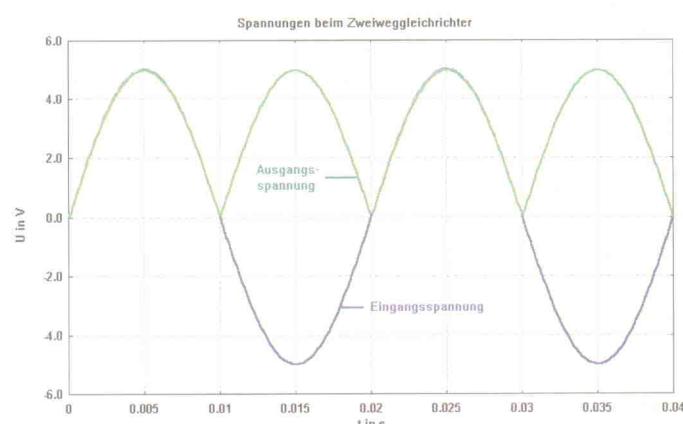


Bild 4. Ausgangsspannung beim (idealen) Zweiweg- beziehungsweise Brückengleichrichter.

Trafos, da bei einer Einweggleichrichterschaltung im Trafo ein Gleichstrom fließt, der zu Sättigungserscheinungen im Eisenkern führt.

Als Vorübung zur nächsten Folge sollte man sich überlegen, wie der zeitliche Verlauf des Stroms durch die Gleichrichterdioden aussieht,

denn diese und andere Betrachtungen sollte man im Hinblick auf eine genauere Dimensionierung anstellen. Obwohl in unserem Beispiel der Laststrom nur 100 mA beträgt, fließen intern wesentlich höhere Ströme. Dazu wird in der nächsten Folge die Netzteilfunktion genauer untersucht.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 11/96.

Das bringen

Änderungen vorbehalten

ct magazin für
computer
technik



Videoschnitt: Die zweite Generation der Schnittkarten

Internet: Der Provider-Test

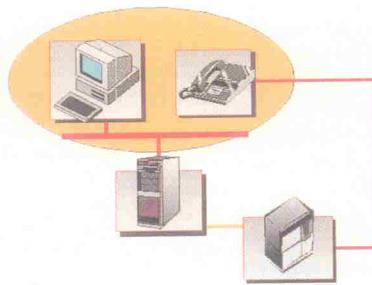
Home-Office: Was die Low-Cost-Pakete bieten

Unix: Die Gratis-Varianten im Vergleich

CDs brennen: Test und Praxistips

Multimedia: Neue Autorensysteme

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION



Computer-Telefon-Integration: Faxserver, Voice-Mail und Co.

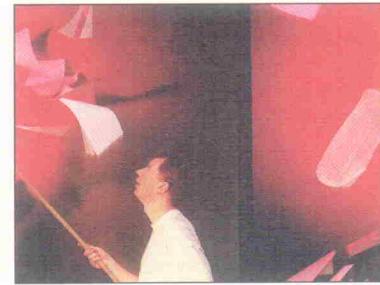
TMN-Systeme: Zentrales Management von Telecom-Netzen

Remote Access: Zugriff auf das Firmennetz via Analogleitung oder ISDN

Frame-Relay: Übergänge zu ATM und X.25

Backbone-Techniken: FDDI versus ATM

X
MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN



Neues NFS: Verbesserungen des Network Filesystems (Version 3.0)

VRML im Geo-Bereich: Anwendungsbeispiele für die Virtual Reality Modeling Language

Migration nach R/3: Ein kostenloser ABAP/4-Report zur Datenwandlung

Windows-Unix-Connectivity: NFS-Lösungen für Windows 95 und NT

Fileserver-Performance: Vergleich verschiedener Fileserver

Heft 10/96 am 26. September 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 Regeln 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-Wandlerkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optoelektronisch) oder über Relais). Darüber hinaus 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-Analysatoren finden Sie eine weite Auswahl an Programmierern. Wir bieten Ihnen neben dem kleinen GAL-/EPROM-/IMPU-Programmierer GALEP III die bekannten und bewährten Universalprogrammierer ALL-07A und ALL-07A/PC, die mittlerweile an die 4000 verschiedene Bausteine programmieren.

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC	100,— DM

ICC11

Optimierender low-cost ANSI-C Compiler für HC11 incl. Preprocessor, Linker, Librarian, Headerfiles, Standardlibrary, Crossassembler und Shell. Mit umfangreichen deutschen Handbuch.

ICC11 ANSI-C Compiler für HC11 348,— DM

HC11-Welcome-Kit

Der einfache Einstieg in die Controllertechnik mit dem Motorola 68HC11. Enthält: IDE11-Entwicklungsumgebung, original Buch Dr. Sturm, Mikrorechentechnik, Aufgaben 3 mit Simulator TESTE68, original MOTOROLA Datenbuch HC11 Technical Data, HC11-Entwicklungsboard zum Anschluß an PC incl. Kabel und Anleitung. HC11-Welcome Kit Komplett zum Einstieg 276,— DM

ZWERG 11

Unser allerkleinsten Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgeb. ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab 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/IB ZSLIC11-Karte, mit Manual 215,— 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	Leerplatine, ohne Software	118,— DM
KAT332-LP/SW	Leerplatine, mit Software	257,— DM
KAT332-BS1	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku	398,— DM
KAT332-BS2	wie BS1, jedoch mit 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/S3	Motorola-Datenb. zu 332 CPU/TPU	46,— DM

PICs

Der Nachfolger des erfolgreichen "PICSTART-16" ist da! Das original MIKROCHIP Kit PICSTARTplus ist ab Lager lieferbar. PICSTARTplus enthält: Programmierer, Assembler, Simulator, Musterbausteine, Daten-CD. PICSTARTplus ermöglicht die Arbeit mit PIC16xx, PIC17xx, PIC1400.

PICSTARTplus Das neue PICSTART-Evaluation Kit von MIKROCHIP, Komplett mit CD, Programmierer, Software. 399,— DM

PIC-ASS/Buch Edwards/Kühnel, Parallax-Assembler Arbeitsbuch für die Microcontroller PIC16Cxx in deutsch. Der Titel des US-Original lautet THE PIC SOURCE BOOK. DIN A4, geringt, inklusive Assembler und Simulator 68,— DM

Thiesser-PIC M.Thiesser, PIC-Controller, Buch 154 Seiten, mit Diskette 59,— DM

PIC-Programmer für PIC16-Cxx aus ELRAD 1/94 und 6/94. Fertigerigt im Gehäuse mit Programmierfassungen und Software. 392,— DM

C-Mark/ENT Eine kleine Sache! Das PIC18C84-Entwicklungsset mit C-Compiler. Enthält Hardware, C-Compiler (engl. Handb.), SW-Beispiele, Programmieradapter, Kabel 398,— DM

PICC-PCM C-Compiler für PIC16C6x, PIC16C7x und PIC16C84, engl. Handbuch (im C-Mark/ENT enthalten) 230,— DM

PICC-PCB C-Compiler für PIC16C5x, engl. Handbuch 230,— 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/PROM, mit Handbuch 299,— DM

EM-537 Komfort-Monitor mit SAA-Oberfläche 170,— DM

CM-51 Baugr. mit 80C31/32, 32KB RAM, ohne E/P. 185,— DM

V40-Starter

Das Starterkit für die V40-Card enthält: Eine V40-Card mit 256KB stat. RAM und 640KB FLASH-Memory, Embedded BIOS Lizenzi, 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	einzel, ohne Speicher	299,— DM

OKTAGON

Der neue H8-Rechner aus ELRAD 2/96ff. Alle angebotenen Versionen mit der Software (GNU-C, Monitor-EPRÖM, 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 410,— DM

MACH-445

Das MACH-445 EVAboard, vorgestellt in ELRAD 12/95. Beide Lieferformen (LP + BS) werden mit aufgeführtem 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 189,— DM

ispLSI/CPLD-Designer

Die Prototypenplatine 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 457,70 DM

PEPS3/274001 Eprom-Simulator 2716 - 274001 897,— DM

DSP: 56002/Motorola

Der original MOTOROLA Evaluation-Kit für den MOTOROLA DSP 56002, mit sämtlichen Unterlagen und Software.

56002-EVM Der Original MOTOROLA-Kit 249,— DM

56002-EVM als Bausatz 249,— DM

Ausbausätze aus ELRAD 6/96 und ELRAD 7/96

Turbo-Talk Leerplatine und GAL 39,— DM

Bausatz mit LP und GAL 55,— DM

Zeitspeicher Leerplatine (Multil.) 49,— DM

Bausatz mit LP 94,— DM

ADSP NEU!!

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

EZ-Kit-Lite Der einfache Einstieg in die ADSPs 189,— DM

EZ-Hostflash Die schnelle Verbindung zum PC./Bausatz 139,— 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. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12LC 379,50 DM

ADIODA-12EXT

PC-Karte mit 32 A/D-Eingängen 12Bit (bis 25KHz, progr. Eingangsverstärker), 4 Stück D/A Ausgängen, 24 Stück I/O TTL und Timer. Incl. DC/DC Wandler. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

ADIODA-12EXT 1127,— DM

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

OPTOIO-16ST

PC-Karte mit 16 Ein- und 16 Ausgängen mit Potentialtrennung. Deutsches Handbuch mit Beispiel-SW in Basic, Pascal und C.

OPTOIO-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

FRANKFURT 0 61 96/4 59 50

STUTTGART 0 71 54/8 16 08 10

MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20

LEIPZIG 0 34 1/2 11 83 54

SCHWEIZ 0 62/7 71 69 44

ÖSTERREICH 0 2 22 36/4 31 79

NIEDERLANDE 0 34 08/8 38 39

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

Universal-Progr.-Geräte

Für EPROM, EEPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-Test, µP/U 8/3851, Z8-Serie, IC-Test u.v.m. über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH3-Serie, IICARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

ALL07-DR DM 1736.50

- Anschluß an Drucker-Schnittstelle
- internes Netzteil 110...240V
- inkl. Zusatzkarte für LPT

ALL07-PC DM 1552.50

- Anschluß über Spezial-Bus-Karte
- Spannungvers. über Bus-Karte
- inkl. Bus-Karte

CPU-Boards

AP-4100AA All-In-One CPU-Board für Prozessor 486SX-DX4

AP-5200IF All-In-One CPU-Board für Pentium nur DM 799,- 75-150MHz (ohne CPU, RAM, Cache)

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,-
LILIPUT1s (1MB-70ns) DM 1140,-

ISA-Bus SlotErweiterung

PCFACE-III

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung

- aktive Busseinstellung zum Testen von Steckkarten
- Meßpunkte für alle Signale
- 4 Steckplätze für alle 8/16-Bit-ISA-Karten

DM 687.70

LEAPER-10

Universal-Programmierer

- programmiert EPROMs, FLASH EPROM, serial PROM, EEPROM, MPU, PLD und IC-Test
- standardmäßig mit DIP-42-Sockel
- erkennt 26 verschiedene Dateiformate
- direkte Steuerung über Batch-Dateien (Kommandozeilenparameter)
- verschiedene Adapter und Converter verfügbar (z.B. SIM, PLCC, Motorola MPU)

LEAPER-10 DM 1148,-

EPROM-Progr.-Geräte

EPP-1F (bis 512 Kbit) DM 358,-
EPP-2F (bis 8 Mbit) DM 498,-
SEP-84AE (4-fach Gang Promisc) DM 699,-

Lieferung ab Lager
alle Geräte getestet
kostenloser Update-Service über Mailbox

Wir akzeptieren:




AHLERS
EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
Tel. 08761 / 4245
Fax 08761 / 1485
e-mail: 100270.1035@compuserve.com

Mailbox 62904

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Seminarführer

Fernstudium Staatl. geprüft

**Computer-Techniker
Fernseh-Techniker
Elektronik-Techniker**

Berufe mit Zukunft! Praxisgerechte, kostengünstige und gründliche Ausbildung für jedermann ohne Vorkenntnisse. Teststudium unverbindlich. **Info-Mappe kostenlos.**

FERNSCHEULE WEBER
Abt. 504
D-26192 Großenkneten - PF 21 61
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

STEAM ELEKTRONIK GMBH

Hohe Effizienz durch Praxisnähe

Alltags-EMV
Workshop für Entwickler, Layouter und Konstrukteure

Inhalt:

- CE-Kennzeichnung, Europäisches Normenwerk
- EMV in der Entwurfsphase, Störsicherheits-Design
- EMV auf Leiterplatten, EMV-gerechtes Layout
- Abstrahlung, Einstrahlung, Schirmung, Filterung
- EMV-gerechte Systemverbindungen, ESD
- Entwicklungsbegleitende Prüftechnik
- EMV-Simulations-Software

Ort: Untereisesheim bei Heilbronn
Termine: 3./4. Dezember 1996
Preise: DM 1400,- + MwSt. einschl. Unterlagen, Mittagessen und Getränke

Das Seminar wird in gestraffter Form auch als Eintages-Seminar durchgeführt.

Preise: DM 780,- + MwSt.
Inhouse- und Spezial-Seminare auf Anfrage.
Nutzen Sie unser EMV-Know-how für Ihre Entwicklungen und EMV-Prüfungen.

S-TEAM ELEKTRONIK GMBH
Schleifweg 2, 74257 Untereisesheim
Telefon 07132/4071, Fax 07132/4076, Frau Stegmaier

BENCHMARQ **TEKELEC AIRTRONIC** **SANYO**

Einladung
zum Seminar
Akkus und Lade-/Anzeige-ICs

Optimale Auswahl der Komponenten unter Berücksichtigung der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit.
Die Vortragssprachen sind Deutsch und Englisch; Beginn jeweils um 13:00 Uhr. Die Teilnahmegebühr beträgt DM 50,- incl. MwSt.

Berlin 14. 10.; Hamburg 15. 10.; Düsseldorf 16.10. und Stuttgart 17.10.1996
ANMELDUNG: Tekelec Airtronic GmbH
Herr Willingshofer Tel 089/5164-113
Fax 089/5164-110
Email: willingshofer@tekelec.de

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, Entwicklungswerzeugen 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.)
Fortschreitende: DM 40,- (nur nachmittags, zzgl. MwSt.)

ESD-Simulator



neu

- Spannung bis 16,5 KV
- Luft- und Kontaktentladung
- Akku- und Netzbetrieb

Unterlagen anfordern bei

EMV-SYSTEME Im Stockmädel 7/1 Telefon 0 72 48/64 68
SCHLÖDER D-76307 Karlsruhe Telefax 0 72 48/85 60

The Total Development Solution

- SAB 80C166/167, ST10
- 8051, 251, XA51
- 196 Kx, Nx, CA, EA
- 68HC08/11/16
- 680x0, 683xx
- DSP56xxx
- R3000/R4000
- SMC88

Contact us now for your
free demo kit

Compiler • Debugger • Real Time Kernel • Boards

TASKING

Quality Development Tools Worldwide

Internet: <http://www.tasking.com> • CompuServe: GO TASKING

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 20, Stand E08

Neu und gebraucht:

- HeNe und Argon-Laser
- Laserdioden
- Ablenkeinheiten und Software
- Spiegel und Filter
- Mechanische Komponenten

Lasersysteme

es-Lasersysteme D. Baur
Heerweg 14 D-72116 Mössingen
Tel. 07123/7142 u. 24445 Fax 24661

μ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 -

51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

μ-BASIC/51-Compiler Assembler/51-Paket Hardware (Bausatz)

- 1** Strukturiertes BASIC • 32-Bit-Fließkomm-Arithmetik • Komfortable Strukturfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zellennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch
- 2** Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortable Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotorsteuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch
- 3** 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32kB RAM & EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl.

2+ Hardware:

3+ =228,-

Dto., inkl. μ-BASIC Compiler, Sv für PC oder ATARI:

1+ =357,-

Versand: NN-UPS 11.50, NN-Post 12.50, Vorkasse (Scheck) 8.50. Lieferungen ins Ausland: Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen). Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage auf Anfrage.

Kostenlose Info anfordern!

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h
0721 / 9 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Ihre Platinen in hoher Qualität? Kein Problem!

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...
+ 1000 DPI-Plotter oder Reprofilm von uns
+ CNC bohren und fräsen
+ hohe Auflösung durch Sprühätzten
+ Rollverzinn

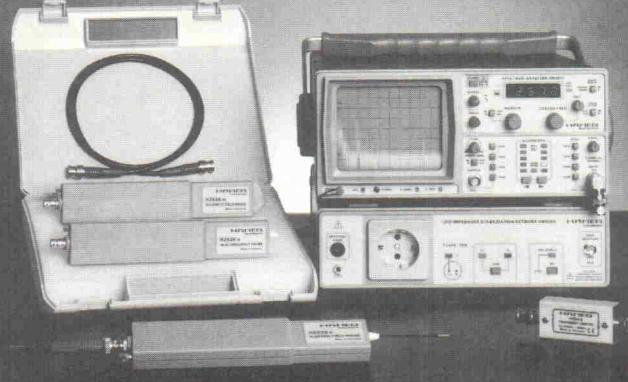


Layout Service Oldenburg

Kostenlose Preisliste anfordern

Layout Service Oldenburg Leiterplattenfertigung, Bestückung, Entwicklung
Finkenweg 3, 26160 Bad Zwischenahn Tel: 04486-6324 Fax: 6103 DFÜ: 6145

HAMEG
Instruments



HM 5010 Spektrum-Analysator 150kHz - 1GHz

Amplituden-Bereich: -100dBm bis +13dBm
Referenzpegel: -27 bis +13dBm in 10dB Stufen
Digital Anzeige für Mitten- und Markerfrequenz
Auflösung 100kHz

oder mit Tracking Generator

HM 5011 Spektrum-Analysator 100kHz - 1GHz

Generator Frequ. 0,1MHz-1GHz; Pegel -50 bis +1dBm

HM 6050 V-Zweileiter-Netznachbildung

Frequenzbereich 9kHz bis 30MHz zum Nachweis von Leitungsstörungen gemäß VDE 0876 T1

HZ530 3 Aktive Nahfeldsonden

H-Feld für magnetische Feldstärke
E-Feld für elektrische Relativ-Messungen
Hochimpedanz zum Auffinden von Leitungsstörungen

Nützliches Zubehör:

HZ 560 Transient Limiter

Filter zum Schutz des Eingangskreises von Spektrumanalysatoren Frequenzbereich 9kHz-30MHz

HZ 520 Ansteck-Antenne für HF-Direktempfang

Filterkurve aufgenommen mit dem Tracking Generator



Signalspektrum von einem Schaltnetzteil aufgenommen bei einer Mittenfrequenz von 100MHz



Fordern Sie ausführliche Unterlagen und unseren günstigen Setpreis an:

in Deutschland

HAMEG GmbH

Kelsterbacher Str. 15-19

D-60528 Frankfurt/Main

069-678050 FAX 069-6780513

in der Schweiz

LOGOTRON

Leutschenstraße 1

CH-8807 Freienbach

055-4108321 FAX 055-4101275

Mobile konfigurierbare Programmiergeräte

Mit DIL-40 Fassung
8/16bit Eprom, GAL
87C51&
PIC



ab DM 575,-

Labor & Produktions Programmiergerät

LabTool-48 DM 2175,-

ELS ELECTRONIC

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203-991714-0 • Fax 991714-1 • Service-BBS 991714-2

Universal DIL-48



ab DM 1150,-

Eprom-Programmiergerät & Simulator

4 MBit DM 1605,-



1 MBit DM 1490,-

Taschenformat, Standalone & 115 kBaud V24, Akkubetrieb

UV-Löschergeräte

5-200 EPROMs, Platinen und S5-Module



ab DM 225,-

GEHÄUSE - FRAGEN

SUNTEK hat Lösungen

Fragen Sie SUNTEK

TEL. 02137/13031-33 · Fax 02137/13514

oder besuchen Sie uns auf der CeBIT: Halle 8 OG, Stand E20

SUNTEK COMPUTER GMBH Mainstr. 25-29 41469 NEUSS GERMANY

12 Bit AD/DA Karte	DM 93.-
1x12 Bits D/A, unip. 0V-9V oder bip. -9V+9V, 500nsek.	
16x12 Bits A/D, unip. 0V-9V oder bip. -9V+9V, 60usek.	
Super 12 Bit AD/DA Karte, 1Ch oder 2 Ch	ab DM 111.-
1 oder 2x12 Bits D/A, unip oder bip., <2usek.	
16/8x12 Bits A/D (single-ended/differential), unip. oder bip.	
Super 14 Bit AD/DA Karte, 1 Ch oder 2 Ch	ab DM 177.-
1 oder 2x14 Bits D/A, unip. oder bip., <2usek.	
16/8x14 Bits A/D (single-ended/differential), unip. oder bip.	
Advance 12 Bit AD/DA Digital I/O Karte	ab DM 449.-
2x12 Bits D/A, unip. oder bip., <1usek., 2 digitale I/O Kanäle	
16/8x12 Bits A/D (single-ended./diff.), unip. o. bip., 2 digit. I/O Kanäle	
IEEE-488 Karte	DM 131.-
Programmierbare Interface-Karte nach IEEE Standard 488	
TTL I/O Karte	DM 82.-
8 I/O Ports mit je 8 I/O Kanälen = 64 I/O Kanäle	
8255/8253 I/O Karte	DM 79.-
48 I/O Kanäle, max. 2 MHz, 3 16-Bit counter, 16 LEDs	
Multi 8255/8253 I/O Karte	ab DM 103.-
48/96/144-192 I/O Kanäle, max. 2.35 MHz, 6 16 Bit counter	
8 Channel Industrie Karte	DM 81.-
8 I/O Ports mit je 8 I/O Kanälen = 64 I/O Kanäle	
8 Channel Photo Isolator In / Relay Out Karte	DM 138.-
Photo-Isolierte Inputs und Relay Outputs	
PCDISK 128K S-RAM Karte	DM 49.-
PCDISK 384K ROM DISK Karte	DM 52.-
PCDISK 512K ROM/S-RAM Karte	DM 75.-
PCDISK 1024K ROM/S-RAM Karte	DM 109.-
1.44/2.88 ROM/S-RAM FLASH Karte	DM 249.-

Ausführliche Informationen über diese und weitere Produkte bei:



SPHINX Computer Vertriebs GmbH
Königshütter Str.5, D-69502 Hemsbach
Tel: 06201/75437, Fax: 06201/74246

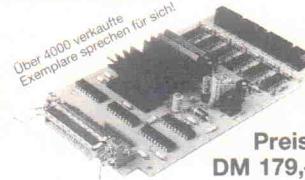
Abgabe nur an Wiederverkäufer. Alle Preise zzgl MwSt. u. Fracht.
Alle genannten Warenzeichen sind im Besitz der entsprechende Firmen.

Schrittmotor-Steuerkarte für Ihren PC

Diese universelle Schrittmotor-Karte dient zur 3-Achsen-Steuerung von Schrittmotoren. Die Einstellmöglichkeit der Phasenströme und eine variable externe Stromversorgung der Endstufen garantieren eine einfache Adaption an viele Motortypen. Mit Hilfe der mitgelieferten Software ist der Anwender sehr schnell in der Lage, eigene Ideen umzusetzen (z. B. Positioniersysteme, Roboter- oder Plottersteuerungen).

Technische Daten: Steuerkarte wird mit Standarddruckerkabel an der Centronicschnittstelle Ihres PCs angeschlossen. Bis zu 3 Referenzschalter können beim Booten des Systems abgefragt werden. Stromchopperendstufen für Voll- und Halbschritt-Betrieb. Der Phasenstrom ist von 100 bis 800 mA einstellbar. Geeignet für 2- und 4-Phasen-Schrittmotore mit entsprechender Beschaltung. Versorgungsspannung: 15-28 V, max. 2,5 A.

Lieferumfang: Schrittmotor-Steuerkarte, Treibersoftware u. dt. Anleitung. Auf Kundenwünsche kann eingegangen werden. Weitere Schrittmotor-Steuerkarten auf Anfrage.



Preis: DM 179,-

Gesellschaft für Electronic und Microprozessorsysteme mbH
Zur Drehscheibe 4, 92637 Weiden i. d. Opf.
Telefon 0961/32040, Fax 0961/37542



Hardwareentwicklung

Softwareentwicklung

Serienfertigung

EMV-Prüfungen

Rufen Sie uns an:
Tel: 02174/64043, Fax: 02174/64045
ADES GmbH
Dahlenweg 12
D - 51399 Burscheid

2 GHz Spectrum Analyzer



made in U.S.A.

z. B.: SA1800 ab DM 6889,-
Messbereich: -100 dBm ... +10 dBm
Bandbreite: 300 kHz oder 10 kHz
6-stellige Frequenzanzeige
Anzeigefeld: 80 dB
Auch Händleranfragen erwünscht

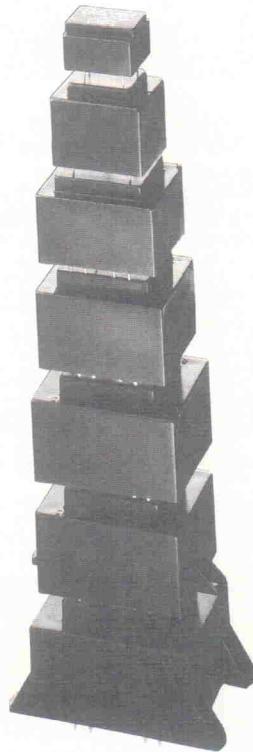
KOLTER ELECTRONIC
Steinstrasse 22 - 50374 Erftstadt
Tel. (0 22 35) 767 07 Fax. 720 48



SEESTRASSE 23 · D-14974 GENSHAGEN · TEL. 03378/870008 · FAX 03378/879809

vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 5000 Volt
- nach VDE 0551



**Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie**



IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

Horst Boddin · Import-Export
Postfach 10 0231 Telefon 05121/512017
D-31102 Hildesheim Telefax 05121/512019
Steuerwalder Straße 93 516686
D-31137 Hildesheim

TOP-SERIE



DT-60



DT-64



DT-68

- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platten- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikel

- Kopfhörer/Ohrhörer
- Lade- u. Netzgeräte
- Meßgeräte (analog + digital)
- Einbaumeßinstrumente
- Gehäuse (Plastik + Metall)
- Kabel (Audio/Video/Netz-)
- TV/RF Antennen-Rotore
- Telefondosen, -Stecker, -Kabel

BITTE FORDERN SIE UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN KATALOG AN!
— NUR HÄNDLERANFRAGEN —

GAL-Development System GDS 3.5



NEU!
Programmiergerät für GALS, PALCE, EEPROMS, 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, Minimizer, Macros und Simulation, erzeugt 100% Jedeck-Code für GALS 16V, 20V, 20V10, 22V10, 26V12, 20RA10 und PALCE 16V, 20V, 22V10, 26V12, 20RA10. Integriertes Programmierinterface für ISP-GAL 22V10 und Switch-Matrix Bausteine GDS 14, 18, 22.

GAL-Entwicklungsset GDS 3.5 für ALL-03, ALL-07, GALEP-II usw. 198,- DM

GAL-PALCE-Programmer GDS-Prog2 komplett anschlußfertig mit GDS 3.5 398,- DM

EP LC-4 EPROM-GAL-Programmer im Taschenformat komplett anschlußfertig mit GDS 3.5 635,- DM

Info, Demo, Preislisten kostenlos anfordern.
Sonderpreise für Studenten, Aus- und Fortbildungsstätten.

SH-ELEKTRONIK
Marthastr. 8 24114 Kiel
Tel. 0431 665116 Fax 0431 674109

PC • CAN • PC

Low-Cost PC-CAN

CAN-Protokoll nach 2.0A und 2.0B (11- bzw. 29 Bit Identifier) ab DM 324,-

Intelligente PC-CAN (ISA und SMP)

+ Treiber für BPW 7.0, VSC++, Visual-Basic, C, Pascal, LabView® und WinLab®

CAN-MONITOR / ANALYZER für WINDOWS

Sol-E

Sonneheim Industrie Elektronik GmbH
Mittlere Eicher Straße 49 - 87435 Kempten (Allgäu)
Tel. (08 31) 1 82 30 - Fax (08 31) 2 29 21

Immer eine pfiffige Lösung!

Multi-I/O-Karten

- CIO-DAS1600/12 nur: 1116,- DM*
16-Kanal, 160 kHz, 12 Bit-A/D, 4us Burst Modus, prog.
Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 32 Zähler
CIO-DAS1600/16 nur: 1302,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 16 Bit-A/D, 10us Burst Modus, prog.
Verstärkung, 2 DA, 24 DIO, 32 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, 8pg.-od. Strom-Eingänge
CIO-DDA06/16 nur: 1488,- DM*
6-Kanal, 16 Bit-D/A, uni-/bipolar, 24 DIO

PCMCIA



Abb. PCMCIA-DAS16/330
PCM-DAS16/330 nur: 870,- DM*
16-Kanal se, 330 kHz, 12 Bit-A/D, je 3 digi. Ein-/Ausgänge
PCM-DAS16 ab: 836,- DM*
16-Kanal, 100 kHz, 12 od. 16 Bit-A/D, je 3 digi. Ein-/Aus.

Signalkonditionierung

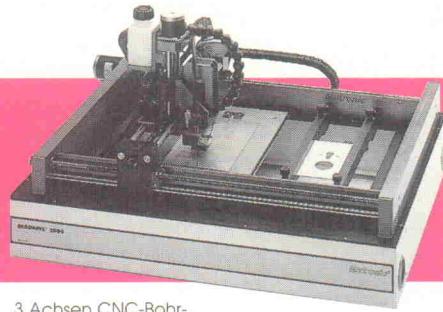
- CIO-EXP-GP nur: 1116,- DM*
8-Kanal Erweiterungs-Multiplexer mit Signalaufbereitung
CIO-EXP-RTD16 nur: 1302,- DM*
16-Kanal Erweit.-Multiplex. mit RTD-Signalaufbereitung

Treiber für HP VEE, DASYLab, LabTech Notebook, LabView, LabWindows CVI, TestPoint u. v. m. lieferbar! *zgl. ges. MwSt.



Postfach 345 D-82219 Eichenau
Telefon 08141/3697-0 Telefax 08141/8343

CNC für SCHULEN+ LABORS



3 Achsen CNC-Bohr-, Fräsen- und Gravierautomat mit Windows-Steuerung

Leiterplatten-Prototyping
Prüfkörper-Herstellung
3-D Fräsen/Gravieren

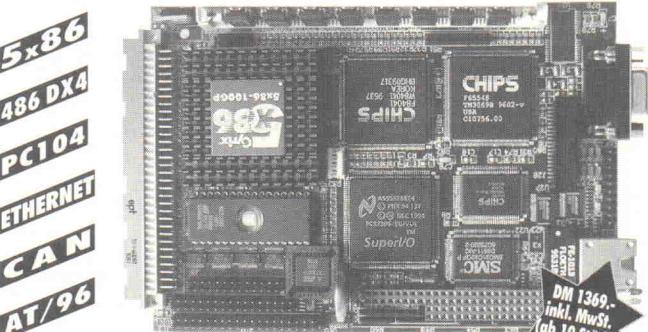


Mutronic® Präzisionsgerätebau GmbH & Co. KG · St. Urban Str. 20
D-87669 Rieden · Tel. 08362/7062 · Fax. 08362/7065

Wir stellen aus: electronica '96, Halle 15 (OG), Stand D05



Das POWERBOARD für STEUERUNGEN und NETZWERKE



DM 1369,-
inkl. MwSt.
(ab 10 Stück)

Single-Board-AT mit C8-Chipset:
CPU 486 DX4/100 - 5x86-p75/133 MHz
PC104 - für CAN-Modul mit Flash-Disk
DRAM - 4-32MB mit PS/2-SIMM 72-polig
AT/96-Bus für den Einsatz im 19"-Rack
Enhanced-IDE und Floppy-Controller
COM1 und COM2 mit 16 Byte FIFO
Watchdog-Echtzeituhr - Lautsprecherport
AT-Tastatur-Interface
Printer-Port (PPI) (bidirektionale EPP/ECP)
Einfach-Europaformat für Einbau in 3HE

Die Hardware-Optionen:
32-Bit-Videokontroller
C8 65548 für CRT / LCD bis 1280x1024
Flash-Disk - 4 MByte on board!
Ethernet-LAN-Controller SMC 91C94
RS485 oder 422-Träger für COM1/COM2
Die Software - auch auf Flash-Disk:
General Software Standard-BIOS
Echtzeit-Betriebssyst. "Embedded DOS XL"
CONTROL - SPS-Programmierung nach
IEC 1131 in FBS - KOP - AWL - "C"

ELECTRONIC
Am Sandfeld 13
76149 Karlsruhe
TEL 0721 / 9 78 01-0
FAX 0721 / 9 78 01-33

Für Ihr
CE - Zeichen

Spieß
EMV-Meß-Technik

das EMV - Labor

10 Jahre EMV - Erfahrung mit Funkentstörung und Störfestigkeit

das akkreditierte Prüflaboratorium

Spieß EMV - Meß - Technik
Kinzigring 5 · 76307 Karlsbad-Spielberg
Tel.: 07202/74 63 · Fax.: 07202/79 19

SONDERANGEBOHRT

Beringte Bohrer ab DM 3,30 je Stück · Spezial-Gravurstichel zum Isolationsfräsen DM 16,- je Stück · Durchkontaktierstiften DM 30,- je 1.000 Stück
Dry-Peel Chemikalienfreier Kontaktstift DM 5,60 je Stück A3 · preiswerte Bohrunterlagen · Original Bungard fotobeschichtetes Basismaterial

BUNGARD
BELZ / Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik
Rilke Straße 1
D-51570 Windeck
Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax 61 75

ADVANTECH® LabTool-48

No adapter required for any DIP device up to 48-pins—Guaranteed!

High-Tech Design mit CPU & FPGA

ELS ELECTRONIC

D-47179 Duisburg • Kurfürstenstraße 47
Telefon 0203/991714-0 • Fax 991714-1 • BBS 991714-2

BLECHverarbeitung
Electronic und Gerätetechnik GmbH

NEU von Idee zur Lösung

CAD/CNC Konstruieren Stanzen Biegen Siebdruck Lackieren

97424 Schweinfurt 09721/7665-0
Carl-Zeiss-Str. 10-14 09721/7665-18

Externe Meß-, Steuer-, Regel-Box für den EPP-Port

Nutzt die volle Datentransferrate der modernen IEEE1284 kompatiblen Druckerschrittmotoren. Datentransferrate bis zu 1.2 MByte/s über garantiert 10m Kabel

EPP-RAPID

DA-Wandler:
• 12 Bit Auflösung • 8 Kanäle • max. Samplefreq. 86.2kHz
• unipolar: 0V bis +5V, bipolar: -2.5V bis +2.5V
• 512Byte asynchroner Melwertspeicher (FIFO)
• Samplemodi: kontinuierl., single Shot, n-single Shot
• Quarzstabilisierte Abtastrate
• Interruptsteuert und Polling

DA-Wandler:
• 8 Bit Auflösung • 4 Kanäle
• 2 unipolar 0V bis +2.5V • 2 bipolar -2.5V bis +2.5V

• 18 TTL-Kompatible Kanäle (8255) • 1 Timer 16Bit (6254)

Inklusive: Steckernetzteil, Anschlußkabel, Treiber (BP-Source) und Meßwert erfassungssoftware, Update-Mailbox DM 859,- inkl. MwSt

MÜTER

1. CSG 5, Testbildsender, Color, Kreis DM 1147,-/ 998,-
2. AT 2, ersetzt 16 Audiomicrogeräte DM 1370,-/1191,-
3. RTT 3, Regelkreislauf 0-270 V/650 VA DM 741,-/ 645,-
4. ION 2, Luftreiniger, Allergikerhilfe DM 174,-/ 151,-
5. CBE, Bildschirmtemperaturregler macht Schirme bis 110 cm fatigbar DM 141,-/ 123,-
6. BMR 95, Regenerator-Computer, bringt taube Böhröhren neu zum Strahlen DM 1452,-/1263,-
7. SP 701, VDE-Meßgerät 0701/0702 DM 573,-/ 498,-

INFOs kostenl. free-phone 0130/182402
Ulrich Müter, Krikedillweg 38, 45739 Oer-Erkenschwick
Tel. 02368/2053 - Fax 57017
Preise mit/ohne MwSt

Meßtechnik Storm
Dipl.-Ing. Torje Storm
Alte Lübecker Ch. 41 • 24113 Kiel
Tel.: 0431/680430
Fax: 0431/680436

8051*80537*80552 u.v.m. Entwicklungswerzeuge

Emulatoren, Programmiergeräte, In-Circuit-Emulatoren

Integrierte Entwicklungsumgebungen C & PASCAL für die 8051-Familie



RAM-/ROM-Emulatoren
In-Circuit-Emulatoren
In-Circuit-Debugger
Eeprom-Programmer
Universal-Programmer
UV-Löschergeräte
Literatur und Platinen



Fordern Sie Ihre kostenlosen Informationen und Demodiskette an!

Soft- und Hardwareentwicklung Jürgen Engelmann & Ursula Schrader

Am Fuhrengelhege 2, 29351 Eldingen, Tel. 05148/286, Fax 05148/853

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.



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

Bauelemente, Stromversorgungen, Meßtechnik, Audio-Geräte und vieles mehr.



Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an und lassen Sie sich in unseren Verteiler für monatliche Sonderangebotsaktionen aufnehmen (nur gewerbliche Anfragen).



Pop electronic GmbH
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf
Tel.: 0211/2000233-34
Fax: 0211/2000254



PC - Meßtechnik Entwicklung & Vertrieb

A/D, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)
AD12LC 16 Kanal, 12 Bit AD, <40ns, 8 TTL-I/O 269,-
AD12B Kart 2577ns, 4s&h, 16 ch., 16 TTL-I/O 598,-/749,-
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-
ADGVT12 16Bit, 12Bit AD, galv. get. ±3.5/5V, 10uS 789,-
AD16Bit 8ch, 25uS, DA12Bit, 31imer, 20 TTL, 2 Relais 1998,-
DAC16DUAL 2 Kanal, 16Bit DA-Karte, ±10V, 4uS 529,-
AD-MESS A/D-Messungen, Drucken unter Windows 115,-
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, I/O 429,-
OPTOLCA 16 Opto In, 8 Opto Out, intelligente I/O, 16 Bit 667,-
TIMER-1/2/9 16Bit Timer, 8 TTL I/O, I/O, max. 4/8 MHz 298,-
UNITIMER univ. 32 Bit Counter mit 2*LCA's 598,-
TITY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SP3-55 349,-
RS422/485 DUAL 2*RS422/RS485 jeweils galv. getrennt 698,-
3*24Bit U/D-Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549,-
IEEE-488 Karte (mit NEC 7210), mit DEVICE-Treiber 298,-
WATCHDOG1/2 für autom. PC-Reset, LED, 1*Relais 99,-/129,-

Logikanalysator Neue Versionen:

- LOG50LC 50MS/s low, cost 598,-
- LOG50 50MS/s, Trigger-Optionen 698,-
- LOG50/100 Taktverdopplung 898,-
- LOG100 100MS-32 Kanäle 1248,-
- LOG100/200 Taktverdopplung 1498,-
- Alle Versionen: 32KBit Speicher / Kanal
- Neuste Windows-Software Logic-Analyse2.0
- Ab LOG50: Trigger-Fenster + Triggercounter
- 32 Kanäle
- 32KBit Tiefe
- bis 250 Hz
- kurze Karte
- Preise ab 598,-

DCF-77 Funkuhren

CLOCK-77/LPT, Atomzeit für den PC, DOS, Windows 99,-
CLOCK-77/ISA mit 8-Bit Einstekkarte, DOS, Windows 129,-
CLOCK-77/NLM für Novell 3.xx und 4.xx (ohne UHR) 198,-

QUANCOM GMBH
ELECTRONIC

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl
Tel.: 02232/9462-20 * Fax: 9462-99
www.quancom.de * Mailbox: 9462-98

BOLLRATH elektronik
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 • Fax 02872-6907

BASISTA CAD-Design • Leiterplatten • Prototyping

**Leiterplatten
Prototypen
in 1-3 AT ?
Serien
in 10 AT ?
Haben
Sie
Interesse ?**

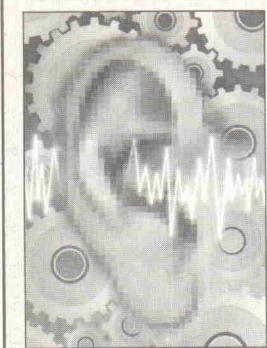
Technik auf den Punkt gebracht
Kardinal-Hengsbach-Str. 4 • 46236 Bottrop
Tel: 02041/263641 • Fax: 263542 • Modem: 263846

SPS-Kleinsteuerungen

digitale
und
analoge
ein-/
ausgänge
textanzeige
f-tasten

CE
pc - programmierung

BOLLRATH elektronik
Lönsweg 9 Tel. 02872-2503 • Fax 02872-6907



...zum Thema Qualitätssicherung

QUALITeT

Zu wissen wie man Qualität schreibt genügt nicht.

Unsere Systeme erhöhen
Ihren Qualitätsstandard.

Akustikanalyse mit Parallelrechnern

Schnell, flexibel, im Schichtbetrieb,
konstant und zuverlässig.

hema
SYSTEMKNOWHOW

hema
Röntgenstr. 31 73431 Aalen
Ansprechpartner: Ulrich Dumschat
Tel. 07361/94 95-0 Fax 07361/94 95-45

EMV ohne Probleme!



- Beratungen und Seminare zur EMV
- CE- und (fast) alle übrigen Messungen
- EMV-Optimierung Ihrer Schaltungen und Geräte
- Akkreditiertes Kalibrierlabor

Fordern Sie unsere Broschüre an!

Telefon (0 58 27) 80-66 67
Telefax (0 58 27) 52 92

RHEINMETALL
INDUSTRIE

Rheinmetall Industrie AG
RET - EleMag Technology
Heinrich-Ehrhardt-Straße 2
29345 Unterlüß

Jetzt im Web: www.wibu.de

SYSTEMS 96
München
21.-25. Oktober 1996
Halle 12, Stand A12

COMDEX
Fall '96 5.2031
Sands Expo, Las Vegas
18.-22. November 1996

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, Mac OS.

High Quality in Software Protection

WIBU
SYSTEMS

WIBU-SYSTEMS AG
D-76137 Karlsruhe · Rüppurrer Straße 54
Tel.: 0721/93172-0 · Fax: 0721/93172-22

Incircuit- und Funktionstest zu einem Bruchteil der Kosten und Zeit bei höchster Testgeschwindigkeit und Prüfschärfe

Unsere Preise für das automatische Testen sind revolutionär: Incircuit- und Funktionstest ab 19.500 DM + MwSt, Adoptionskosten ab 300 bis 1500 DM + MwSt und Programmerstellung ab 300 bis 3000 DM + MwSt.

Testsysteme von REINHARDT haben über komfortable Oberflächenprogrammierung alle Möglichkeiten zur einfachen, schnellen und praxisnahen Programmerstellung. Sie benötigen z.B. nur die Eingabeparameter oder CAD-Daten und erlernen die Ausgabeparameter in Sekunden an einem guten Prüfling.

Unser Prüfspektrum: analog, Impulse, Leistungselektronik, Stromversorgungen, Digitaltest bis 10 MHz, automatische Programmerstellung aus JEDEC-Daten für LSI-Test, Logikanalyse, Mikroprozessortest, ROM Emulation, I²C-Bus, Incircuittest, CAD-Anbindung, optische Anzeigenauswertung, motorischer Abgleich, eigene Prüfadapter und Prüfadapter-Erstellungssystem, pneumatische Tastenbedienung, graphische Fehlerortanzeige auf dem Bildschirm für Pinkontakt, Leiterbahnkurzschluß, defekte bzw. fehlende Bauteile, SMD IC-Lötfehler, Polaritätstest von Elkos und Tantals, 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

Telefonanlage K110



1 Amtsleitung, 10 Nebenstellen,
Türsprechstelle.

IWV, MFV, Wahlumsetzung

- Einstellung über PC mit Windows
- Gesprächs- und Gebührenerfassung
- 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

Brettonischer 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



Schilder aus dem Laserdrucker

Schilder zur Kennzeichnung von Anschlüssen, Schaltschränken oder Bau- teilen können Sie jetzt selbst herstellen. Gedruckt wird auf eine öl- und witterungsfeste, hitzebeständige und selbstklebende LASERPRINT-FOLIE.

Lieferbar in silber, weiß, transparent, rot, gelb, blau und grün sowie als zerstörbare Folie.

Informationen und Muster von

KOCH+SCHRÖDER GMBH

Weserstraße 8 · 41468 Neuss
Telefon 02131/34930
Telefax 02131/34933



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötkontakt versehen bzw. verzinnt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift **ELRAD**. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Belebung; M = Multilayer, E = elektronisch geprägt. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Wir liefern, solange der Vorrat reicht. Technische Auskunft erteilt die **ELRAD**-Redaktion montags bis freitags nur zwischen 11.00 und 12.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-400.

PC-Projekte

Uni Count Timer/Zählerkarte	111-904/ds	70,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00
Achtung, Aufnahme		
— AT-A/D-Wandlerkarte inkl. 3 PALs + Recorder (AssemblerROUTINEN) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25" Diskette	100-855/ds/E	148,00
— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)	S100-855M	78,00
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00
Uni-KV Hochspannungsgeneratorkarte	082-931	70,00
Mepeq PC-Audiomesystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
PC-SCOPE PC-Speicherzilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25" Disketten	S 061-884 M	35,00
UniCord PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hotline PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Messfolio Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Unisic-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00
Wellenreiter		
— Hauptplatine, 6 Filterplatten, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM	023-970	398,00
— Anwendersoftware		
InterBus-S-Chauffeur		
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem		
— inkl. 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

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks oder einer einmaligen Abbuchungserlaubnis für Ihr Konto. Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

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	
Quicke, 50-MHz-Transientenrekorder			
— Platine inkl. MACH 220-15			
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00	
Overdrive 16-Bit-AD 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 Kartenreiks Chipkartenleser			
— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteineinschub	035-1041	98,00	
Crystal-Klar			
— D/A-Wandler 18 Bit	055-1045	64,00	
Homeg-Interface inkl. Software			
— Platine	065-1046/ds	78,00	
DIN-Gate-Platine			
— Treiber für 5 Teilnehmer, DLE11, Slave DTE11, Testprogramm DTEST			
— inkl. GAL	065-1054	178,00	
ROMulator			
— 1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	085-1052/ds	198,00	
— Platine, 2 GALS, Treibersoftware, 16-Bit-Adapterplatine			
Meßpunkt Slave-Knoten für den DIN-Meßbus			
— Platine	095-1060/ds	37,00	
— Programmierter Controller	095-1061	25,00	
— Treibersoftware auf Anfrage			
Port Knox Multi-I/O-Board für die EPP-Schnittstelle			
— Platine	095-1062	64,00	
Knopfzellen PC-Interface für Dallas-Touch-Memories			
— Platine und programmiert PIC	105-1064	79,00	
TRiofflon PC-Multifunktionskarte mit digitalem Signalprozessor TMS320C26			
— Platine, programmiert 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			
— Leerplatine, IMP50E10, isplLSI1016, Software	026-1087	129,00	
Der Vermittler IEEE-488-Interface am Drucker-Port			
— Platine, Quelltexte auf Diskette	056-1088	68,00	
Safer Port Optoentkoppelte PC-Parallelschnittstelle			
— Platine und Slot-Blech mit passendem Ausschnitt	056-1089	98,00	
— GAL	S056-1090	6,00	
Turbo-Talker Host-Interface zwischen PC-Bus und Motorola DSP56002EV			
— Platine, programmiertes GAL	066-1092	39,00	
CAN-Dongle Flexible Drucker-Port-Adapter für CAN			
— Platine, programmiertes isplSI für Standard und EPP, Diskette mit CAN-Monitor, Beispielprogramme in C und Pascal sowie Handbuch als WinWord-Datei	076-1092	138,00	
Digital-Audio-Monitor DSP-Interface zur Analyse digitaler Audiodaten			
— vierlagige Multilayer-Platine	096-1096M	56,00	
— Software zum Projekt DAM	S096-1097	98,00	

Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11			
— Platine	031-874/ds/E	64,00	
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00	
— Entwicklungsumgebung			
— PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00	
MOPSlight Miniboard f. 68 HC 11			
— Platine und Software	024-1007	149,00	
MOPS Talk			
— Platine und Betriebssoftware EPROM	074-1024	85,00	
— 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	

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30 Uhr

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147
eMail: elrad@emedia.de

Atari-Projekte

Aufmacher II AD/DA am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00



JANTSCH-Electronic
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

☎ (0941) 40 05 68
Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Instr. 23
... immer ein guter Kontakt!

Neueröffnung!

Unser bekanntes Sortiment
nun auch im Ladenverkauf:

SIMONS
electronic

Öffnungszeiten:
Mo.-Fr. 9.30-12.30
14.30-18.00
Sa. 9.30-13.00
Mi. nur vormittags
Frobelstr. 1 · 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702
Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

263280 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/681 91
74072 Heilbronn

408538 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

DER DIREKTE
DRAHT
zur
Anzeigen-
abteilung

05 11 53 52-164 oder -121

ba1ü
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

Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 20 65/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 168 63

KATALOG KOSTENLOS

REICHELT
ELEKTRONIK-VERTRIEB

26452 SANDE
ELEKTRONIKRING 1
SAMMELTEL: 0 44 22 - 95 55-0
SAMMELFAX: 0 44 22 - 95 51 11
24 STD. ANRUFBEANTWORTER: 0 44 22 - 95 52 22

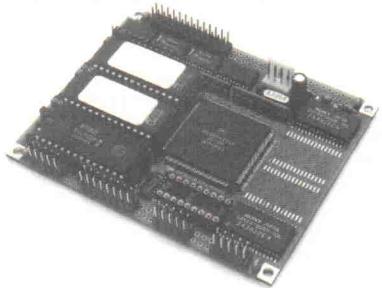
920 **Radio-TAUBMANN** 
Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher

MCT

Einplatinencomputer
natürlich von MCT



MEGA340



- MC68340-CPU mit 16 oder 25 MHz
 - mit DMA-Controller (8 oder 16Bit)
 - EPROM bzw. FLASH-Memory bis 1Mbyte
 - SRAM (batteriepufferbar) bis 4Mbyte
 - Maße 80x 100mm
 - Background Debug Schnittstelle (BDM)
 - 2 serielle Schnittstellen
- Optionen: Realtimeclock, CAN-Controller, AD-Wandler (4 Kanal, 12 Bit)

ab DM 575,00

Entwicklungstools

ECO-C C-Cross-Compiler für die 68000er-Familie mit spez. Targetanpassungen für alle unsere Einplatinencomputer, anpassbar an alle M68k-Prozessoren

DM 515,00

EDB Sourcelevel Debugger passend zu ECO-C mit Debugging über BDM oder ser. Schnittstelle

DM 515,00

PCfant Hardwaremodul zur Verbindung des BDM-Interfaces mit der par. Schnittstelle des PCs

DM 471,50

Fordern Sie bitte ausführliches Informationsmaterial an oder besuchen Sie doch einfach unsere Mailbox.

Tel. 030 4631067
FAX 030 4638507
Mailbox 030 4641429
E-Mail mct@mct.net
Internet www.mct.net



MCT Paul & Scherer
Mikrocomputertechnik GmbH
Wattstraße 10, 13355 Berlin

Problemlösungen aus d. Bereich d. industriellen Meß- Steuerungs- und Regelungstechnik. Kundenspez. Hard- und Softwareentwicklung von der Idee, über CE-Zertifizierung, bis hin zu fertigem Produkt. gee 021 02/44 98 07; Fax: 49 97 87

PCs, z.B. 16C84 4 DIL DM 12,50 SMD DM 16,50 **CHIPKARTE** 256b EEPROM div. bedruckt; Fassung Amphenol; PC-Einbau Gehäuse dazu je DM 7,50 **Adapter SMD** -> DIL für PIC DM 135; Nullkraft Socket DM 60 (SOIC 28, neu); DM 20 (PLCC div, ausgelötet); **PC-Watchdog** ISA Karte DM 79,00 **moco GmbH**, 52525 Wald. Tel. 024 52/9 89 05-0; Fax: -3

Entflechtungen, Schaltpläne - professionell, sehr günstig. Fax: 091 31/4 89 36

Microcontrollerboards für Versuch und Serie. Für 32 / 64KB EPROM, 32KB RAM/ EEPROM, alle Ports auf Steckverbündern, 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 Addressdecodierung, 86,-. APB535v5: 41x84mm², 80535 µC, 69,-DM. APB535v6: 41x105mm², 80535 µC mit serieller Schnittst. und Resetgenerator, 77,40DM. APB535v7: 41x115mm², 80535 µC mit serieller Schnittst., Reset, GAL (16V8) zur Addressdecodierung, 95,-. APB537v1: 47x105mm², ser. Schnittst., Resetg., 121,-DM. APB537v2: 47x115mm², ser. Schnittst., Resetg., ser. 4KB EEPROM, GAL (16V8) zur Addressdecodierung, 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, Reisterzeugung High- und Low-aktiv, mit Gehäuse **EMU**: serielle Schnittstelle, emuliert 2764 bis 27256-EPROMs, Resetausgang, Bausatz 103,50 DM, Fertiggerät 129,60 DM.

EMU!512: parallele Schnittstelle, emuliert 2716 bis 27512-EPROMs, Bausatz 121,- DM, Fertiggerät 146,95 DM.

EMU!2000: 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, Beispieldaten. 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.

***** Leiterplattenbestückung ***** Qualität muß nicht teuer sein - konventionell u. SMD ab 4PF/Bauteil. Fax 0 62 26/4 18 78

Bausätze / Fertigplatinen zum **Messen Steuern Regeln mit dem PC** / Notebook. Liste gratis. BITTERLE ELEKTRONIK Panoramastr. 21 89604 Allmendingen Fax: 0 73 91/49 65

Meßgeräte aller Art aus Laborauflösungen von Tektronix, R+S, Gould, HP, Fluke Liste anfordern; Tel. 0 64 61/8 86 21 Fax -882 46

Baueleme Datenbank mit über 10.000 unverschlüsselten Einträgen als Windows Applikation nur DM 40,- + Versand - ibb 04 31/67 43 45

Kostenlose Layoutsoftware: Protel Easytrax BBS: Tel. 0 61 20/90 70 16

Universalterminal zur Zeit-, Projektzeit- und Datenerfassung, µ-Controller Bausätze, 8032-Basiccompiler, Magnetkartenschreiber/-leser, Peripherie u.v.a bei Ziegler Elektronik, Am Leimerich 13, 97720 Nüdingen Tel. 0 97 1/6 04 84 Fax 6 00 81

Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität. **Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** 0,02-0,5 mm, 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0,06-3,1 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 Ödernheim, Tel./Fax 0 67 33/5 54

*****EPROM-EMULATOREN***** ab DM 138,- *** Für 32-64KByte Eproms. Im stabilen Aluminiumprofilgehäuse mit allen Zuleitungen und Software. Stob & Robitzki GbR Tel. 0 43/20 47-04 Fax -26

Günstige **HP48G/GX**, HP PalmTops, OmniGos, etc. und Zubehör. **Interne RAM-Erweiterungen** für **HP48G/S**. <http://members.aol.com/digitalis/home.html> Digitalis, Dieter Goller, Burgstr. 66, 72764 Reutlingen, Tel./Fax 0 71 21/47 88 62

LEISE

*****Leiterplattenfertigung *****

*****Bestückung, Bauteile *****

*****Gerätemontage, aller Art *****

bitte Angebot anfordern unter Fax 0 66 45/71 64 Fa. LEISE Schulstr. 21 36369 Engerod

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Melrichstadt, Tel. 0 97 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 0 76 31/48 58

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS88 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,-, **SMS88-CPU-Austauschkarte** für **ISEL-Steuerungen** DM 1498,-, PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 0 22 08/28 18. Info DM 2,-.

Achtung! Kostenlose Ausbildungssoftware! DIGI-SIM, Simulator für digitale Schaltungen via ELRAD Mailbox 5/96 oder Internet: <http://www.sss.sss.de> oder mit 2,- DM frankiert Rückumschlag (22cm x 11cm) an: Triple-S GmbH, Hermann-Geib-Str. 18, 93053 Regensburg

Elektronikfertigung. Wir bestücken Ihre Platine oder fertigen Ihr komplettes Gerät. Groß- oder Kleinserien, mit SMD- oder bedrahteten Bauteilen. Bei uns stimmen Qualität, Lieferzeit und Preis. Fordern Sie uns! Tel. 0 71 51/5 94 63 oder 0 72 9/18 04 88, Fax: 0 71 51/1 83 49

- * 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. 0 24 31/64 44 Fax 45 95

Rauschmessplatz Eaton 2075 10 MHz-1900 MHz, komplett mit Rauschquelle 7618 10 MHz-18 GHz, IEEE 488, Messung von Rauschzahl und Verstärkung möglich, modernes Gerät, Preis VS, andere HF Messgeräte auf Anfrage lieferbar!! Fa. Lothar Baier, Tel. 0 92 51/9 21 63, Fax 0 92 51/78 46

Verkaufe Layoutprogramm Target V3 für Windows VB 500 DM, Tel. 05341/394448 ab 20.00 Uhr

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. 0 93 1/40 61 60, Fax 0 93 1/40 61 70

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 kostenlosen Informationsmaterial an. MJH-Software • Albert-Einstein-Str. 22 • D-75015 Bretten, Tel. 0 72 52/8 78 90, Fax 7 87 80

VERKAUFE: **68HC11A1** - 12 DM, **FLASH-N28FD20** - 15 DM, **7805CT** - 0,40 DM, **DC-DC 24V-12V-3A** - 20 DM, uvm. Bitte Restpostenliste anfordern. Tel. 0 64 32/6 32 36.

HP3455A Digitalmultimeter, **HP1980B** 100 MHz Scope, **HP6205B** Netzteil, **HP435A** Powermeter, preisgünstig zu verkaufen. Fa. L. Baier, Tel. 0 92 51/9 21 63, Fax 0 92 51/78 46

Hard- und Softwareentwicklung für Microcontroller und PCs. Unverbindliche Kontaktaufnahme unter 0 21 73/1 28 00 oder Fax 1 83 87

KAT-CE 68332 NP: 498,- für 350,-, **CS4215** 20,- DM **TMS320C50** 80,-, **MAX238** 5,- 1K Dualportsp. **DiL 40** **AM2130** 15,- DM, Tel. 0 90 66/17 17

— **Multifunktions-Speicher-Scope** — Notebookgröße 50 MHz-Sampling Freq. 2 Kanal 16 Ch. Logic Analyzer, Multimeter (U,R,I,C,F) 100x80 mm LCD Bildschirm - mit Logic Probes. Tastknöpfe, Meßschnüre, RS232, Tasche & SW Lagerrestbestand 1350,- DM, Tel. 0 73 1/39 25 452

ISEL UV BELICHTUNGSGERÄT 1 VB 220 DM, **ISEL ATZGERÄT** 2 VB 150 DM, Tel. 0 56 62/5 292

C 166 / C 167 Soft- und Hardwareentwicklung in C (Keil) und ASM übernehmen Dipl.-Phys. und Dipl.-Ing. Tel./Fax 0 89/4 48 27 64

Elektroniker sucht günstige **Leiterplattenfräse** / **Bohrmaschine** Tel./Fax 0 80 31/6 84 05

ELRAD das Magazin für Elektronik / Technische Rechneranwendungen, verk. 46 Ausgaben, 03/92-12/95 VP 100,- Tel. 0 89/3 51 77 58

Computerbücher zum halben Preis: PC-Progr. in Masch.sprache, PC-Intern, Q-Basic. **Mittelwert-Thermometer** ab 100 DM, Tel. 0 63 36/14 90

Fluke ScopeMeter 99B Serie II Neugerät 3 Jahre Garantie für 500 DM unter NP Tel. 0 52 03/79 39

Suche für russ. Wobbelosz X 1-50 Schaltbilder und Übersetzung Handbuch TO 2048062. H. Güter, Rieneckerstr. 6, 81249 München, Tel. 0 89/87 40 95

Suche Elrad Heft Nr. 9 1985 auch Kopien helfen G. Michalski, Ilenburgerstr. 5613, 38667 Bad Harzburg, Tel. 0 53 22/5 05 38

Low-Cost-Softwareentwicklung f. DOS/Windows 3.x/95/NT u. µC/µP durch osteurop. Softwarehäuser bietet dt. Firma Tel./Fax 0 80 91/47 53

SMD Leiterplattenbestückung. Preisgünstig und professionell - Bestückung und Lötarbeiten aller Art (inkl. SMD-Technik) - Leiterplattenfertigung - Gerätemontage - Hardwareentwicklung. Fa. Kusch, Tel./Fax 0 21 14/48 54 31

BARCODE Touch-CCD Scanner 75 mm Lesebreite, PC Tastatur Interface mit Etikettenprogramm f. Barcode DM 298, Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, Tel./Fax 0 83 31/8 29 44

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 0 95 1/4 45 16

+++ Leiterplatten TOP Qualität + + + Feinleitertechnik Ni/Gold veredelt, z.B. EURO-Format, doppelseitig-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. 0 21 33/9 03 91 Fax -9 32 46

Suche Schaltplan/Unterl. für **Multimeter MA-5D** (Metrawatt) Tel. 0 80 93/55 70, Fax 0 80 93/46 66

EPROM-Emulatoren bis 27C256 nur 142,-DM bis 27C512 nur 187,-DM Fertigerät für PC's, Centronics Schnittst. Fa. Kahlert, Tel. 0 21 33/9 03 91 Fax -9 32 46

Verkaufe Oszilograph Tektronix 2465 4-Kanal 350MHz VB 69800,- DM 2-Kanal FFT Analyser VB 16000,- DM Protel Advanced PCB + SCH Ver. 2.12/2.04 VB 2800,- DM Tel. 0 30/47 30 05 71

Hobby-Elektroniker sucht günstige **Schaltplan/Layout-SW**, Rufe zurück 09 31/70 19 65

DXF-Konverter für EAGLE, DM 80,-, Bibl. Extraktionsprogramm für EAGLE, DM 40,- zzgl. Vers. + MwSt., Demos in ELRAD Mailbox, Sämann, Tel. 0 74 33/22 79 4, Fax 27 38 50

Analoge und digitale Schaltungen, Mikrocontroller Hard- und Software (8051), Platinenlayouts und Geräte entwickeln wir nach Ihren Wünschen. Dipl.-Ing. M. Schmidt 02 41/2 05 22

Pascal für 8031: kompletter Compiler DM 129,- 8031-Basiccompiler ab DM 99,- Info und Demo: <http://members.aol.com/nilisoft> oder O'Neil Som Mikrocomputer, Pf. 103203, 45032 Essen

***** SMD - Bauelemente *****
Große Typenvielfalt - Keine Mindestmengen
Sonderbeschaffungen - Katalog kostenlos:
Versand B. Uschwa, Tel./Fax 02 28/34 84 73

Hardware-Profi Raum Frankfurt/M. 0 61 04/7 57 41

*** Von der Idee zur Leiterplatte ***

Wir führen Sie sicher ans Ziel

Durch unsere Dienstleistungen

* Materialbeschaffung

* Vollautomatische SMD-Bestückung

* konventionelle Bestückung

* Prüfung von elektronischen Baugruppen

Tel./Fax 0 74 32/87 87

Die Inserenten

ADES, Burscheid	80
Ahlers, Moosburg	78
Arizona Microchip, München	78
ASM GmbH, Unterhaching	Beifeiter
Basista, Bottrop	82
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte
Bitzer, Schorndorf	6
Boddin, Hildesheim	81
Bollrath, Rhede	82
Bungard, Windeck	81
CadSoft, Pleiskirchen	17
CONITEC, Dieburg	10
dataTec, Reutlingen	61
DTK Computer, München	8
ELECTRONIC, Karlsruhe	81
Elektronik Laden, Detmold	8, 77
Elektrosil, Hamburg	7
ELS electronic, Duisburg	80, 82
ELZET 80, Aachen	8
eMedia, Hannover	27, 84, 85
EMIS, Weiden	80
Engelmann & Schrader, Eidingen	82
ERMA-Electronic, Immendingen	8
es Lasersysteme, Mössingen	79
Fernschule Weber, Großenketten	78
Friedrich, Eichenzell	47
Gerth, Berlin	80
Getronic, Hamburg	9
GRUNDIG, Fürth	25
HAMEG, Frankfurt am Main	79
HEMA, Aalen	83
Hewlett-Packard, Bad Homburg	19
Himmeröder, Oer-Erkenschwick	86
Hofmann, Regensburg	10

Hoschar, Karlsruhe	41
isel automation, Eiterfeld	49
KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn	83, 87
Keithley, Germerring	Kontaktkarte
Koch + Schröder, Neuss	83
Kolter Electronic, Erftstadt	80
Layout Serv, Oldenburg, Bad Zwischenahn	79
LPKF, Garbsen	34
M&V Breidenbach, Bettendorf	8
Mahle, Kirschheim	13
MCT Paul & Scherer, Berlin	87
Merz, Lienen	6
Messcomp, Wasserburg am Inn	10
Motorola, München	U2
MTC Maintronic, Schweinfurt	82
Münchener Messe, München	31
Müter, Oer-Erkenschwick	82
Mutronic, Rieden	81
National Instruments, München	Kontaktkarte
OBL, Hüllhorst	6
PLUG-IN, Eichenau	81
POHLTRONIK, Bad Pyrmont	86
Pop electronic, Erkrath	82
Quancom, Brühl	82
Quintec Software, Pähl	6
RHEINHARDT, Diessen	83
Rheinmetall, Unterlüß	83
Ringler, Bad Rappenau	8
S-Team, Untereisesheim	78
SABO Elektronik, Schwerte	8
Schauf, Haan/Gruiten	86

Schlöder GmbH, Karlsbad-Ittersbach	79
Schwanenkamp, Hamminkeln	86
SE Spezial-Elektronik, Bückeburg	63
SETO Software, Starnberg	67
SH-Elektronik, Kiel	81
Sinus Electronic, Untereisesheim	53
Sontheim, Kempten	81
SPHINX, Hembsbach	80
Spieß, Karlsbad	81
Storm, Kiel	82
Suntek Computer, Neuss	80
Tasking, Leonberg	79
taskit, Berlin	6
tecnotron, Weißensberg	15
Tekelec Airtronic, München	78
Texas Instruments, F-Villeneuve	U3
Ultimate Technology, NL-Naarden	71, 73
VEW, Bremen	34
VHF, Schöneich	29
WIBU-SYSTEMS, Karlsruhe	83
Wickenhäuser, Karlsruhe	79
Wilke Technology, Aachen	U4
Wingtop, ROC-Taipei, Taiwan	6
Wittig Testelektronik, Böblingen	53
Yamaichi, München	11
Zuken-Redac-Desogn-System, München	45

Diese Ausgabe enthält eine Gesamtbeilage der Firma REICHELT ELEKTRONIK, Sande, sowie eine Teilbeilage 'Erfolgreich arbeiten von zu Hause aus', Bonn. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Helstorfer 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-Daten: 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://ftp.heise.de/pub/elrad>, <ftp://uni-paderborn.de/elrad>

World Wide Web: <http://www.heise.de/el/>

**Technische Anfragen montags bis freitags
nur zwischen 11.00 -12.00. Bitte benutzen Sie
die angegebenen Durchwahlnummern.**

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)

Stellv. Chefredakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

Redaktion: Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398), Martin Klein (kle, -392), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Robke-Doerr (roe, -397)

Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse): Dipl.-Ing. Eckart Steffens, Matthias Carstens

Redaktionsssekretariat: Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Lehmann (graf, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent), Kühbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-40, Fax: 0 89/62 50 04-66

Korrespondent USA: Dr. Sabine Cianciolo (sc), 6011 Majorca Court, San Jose, CA 95120, U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-323-85 60, EMail: sdutz@netcom.com

DTP-Produktion: Wolfgang Otto (ltg.), Dieter Wahner (ltg., Korrektur/Satz), Dirk Wollschläger (ltg., Grafik), Ben Dietrich Berlin, Peter-Michael Böhm, Marina Fredrich, Ines Gehre, Birgit Graff, Angela Hilberg-Matzen, Sabine Hamm, Dietmar Jokisch, Hella Kothöfer, Carsten Malchow, Nathalie Niens, Astrid Seifert, Christiane Slatina, Edith Tötsches, Brigitta Zurheiden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßflabor: Wolfram Tege

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29

Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 100 030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 500 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinakruss

Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenposition: Rita Asseburg (-219)

Verlagsrepräsentant Bayern: Werner Ceeh, Kühhbachstraße 11, 81543 München, Telefon: 0 89/62 50 04-20, Fax: 0 89/62 50 04-22

Anzeigen- Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Klaus, Hottenbacher Mühle 5, 5575 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: 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 48

Übrige Ausland (ohne Asien): Verlagsbüro Ohm-Schmid, Svens Jegerov, Obere Straße 39, D-66957 Hilst, Tel.: +49(0)63 71/60 73, Fax: +49(0)63 71/60 73

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 18 vom 1. Januar 1996

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Ruth Uetsch (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (öS 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40),

Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20). Für AUGE-Mitglieder gilt der Preis des Studentenabonnements.

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Bank Austria AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 104-105-774/00

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 11 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/8 78-754; Fax: SAZ 0 51 37/8 87 12

Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:

Thali AG, Aboservice, Industriest. 14, CH-6285 Hitzkirch, Tel.: 0 41/19 7 11 11, Fax: 0 41/9 17 28 85

(Jahresabonnement; sfr 81,-; Studentenabonnement: sfr 73,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG, D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 11/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Stufen- und Empfängerseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewährte Nutzung insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft werden.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1996

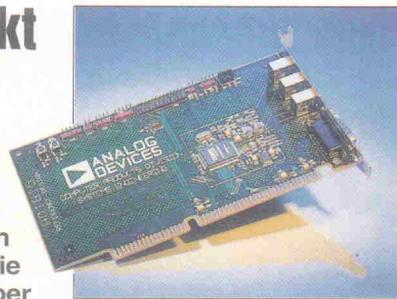
by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Entwicklungsschwerpunkt zur electronica 96

Es ist bald wieder so weit: vom 12. bis 15. November öffnet die electronica 96, eine der weltweit größten und wichtigsten Fachmessen für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik, in München ihre Tore. Aussteller aus aller Welt präsentieren die gesamte Palette der Elektronik vom Mikrochip über diskrete Bauelemente und elektromechanische Komponenten bis hin zu EDA-Werkzeugen und Labormeßtechnik. Auch in *ELRAD* spiegelt sich dieses Ereignis wieder. In Form diverser Design Corners, Projekte, Grundlagenbeiträge, Märkte und aktueller Produktmeldungen bringt die kommende Ausgabe einen interessanten Querschnitt über neueste Entwicklungen auf dem Bauelementesektor.



68HC12-EVB

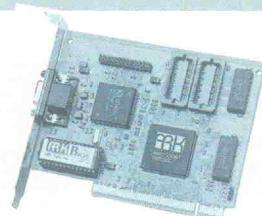


Evaluation-Boards für Controller sind mittlerweile Tradition, ermöglichen sie doch dem Entwickler einen schnellen Einstieg in neue Versionen oder Produktfamilien. Auch Motorola läßt der Ankündigung des HC11-Nachfolgers 68HC12 Taten folgen: Das lötfrisch erhältliche 812A4EVB bietet sich als Sprungschanze zu mehr 8-Bit-Leistung an. Die Redaktion hat sich das Evaluation-Board zum 'HC11++' soft- und hardwaremäßig angesehen.

Unter 64 Bit geht nichts

Im Normalfall besteht kaum die Notwendigkeit, eine Grafikkarte selbst aufzubauen. Im Computershop um die Ecke gibt es leistungsfähige Boards ab 200 Mark. 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 Steckerverbindern benötigt werden.

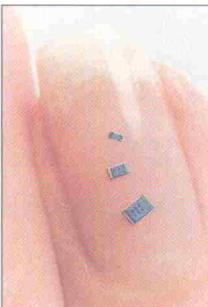
Anhand eines OEM-Kits von ARK Logic demonstriert *ELRAD* den Aufbau eines Grafikboards. Das Projekt zeigt, welch geringer Aufwand erforderlich ist, um mit den verfügbaren Unterlagen nebst Software eine funktionsfähige Grafikkarte für den VL- oder PCI-Bus aufzubauen.



Neuer Widerstand

Im Schatten der rasanten Entwicklungen auf dem Halbleitermarkt scheint es auf den ersten Blick keinen Platz mehr für passive Bauelemente zu geben. Dabei kann bis heute keine noch so hochintegrierte Schaltung auf derartige Bauteile verzichten. So wundert es wenig, daß auch diese Branchen mit neuesten Tech-

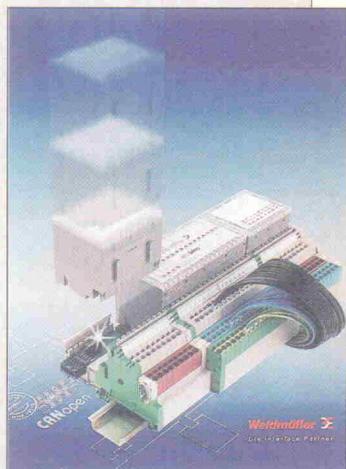
nologien Schritt halten müssen. Mit zunehmender Integrationsdichte auf Leiterplatten sind immer kleinere Bauformen bei gleichen, wenn nicht sogar verbesserten Eigenschaften gefragt. Der Beitrag in der kommenden Ausgabe zeigt am Beispiel linearer Festwiderstände die Entwicklungen der letzten Jahre auf.



Dies & Das

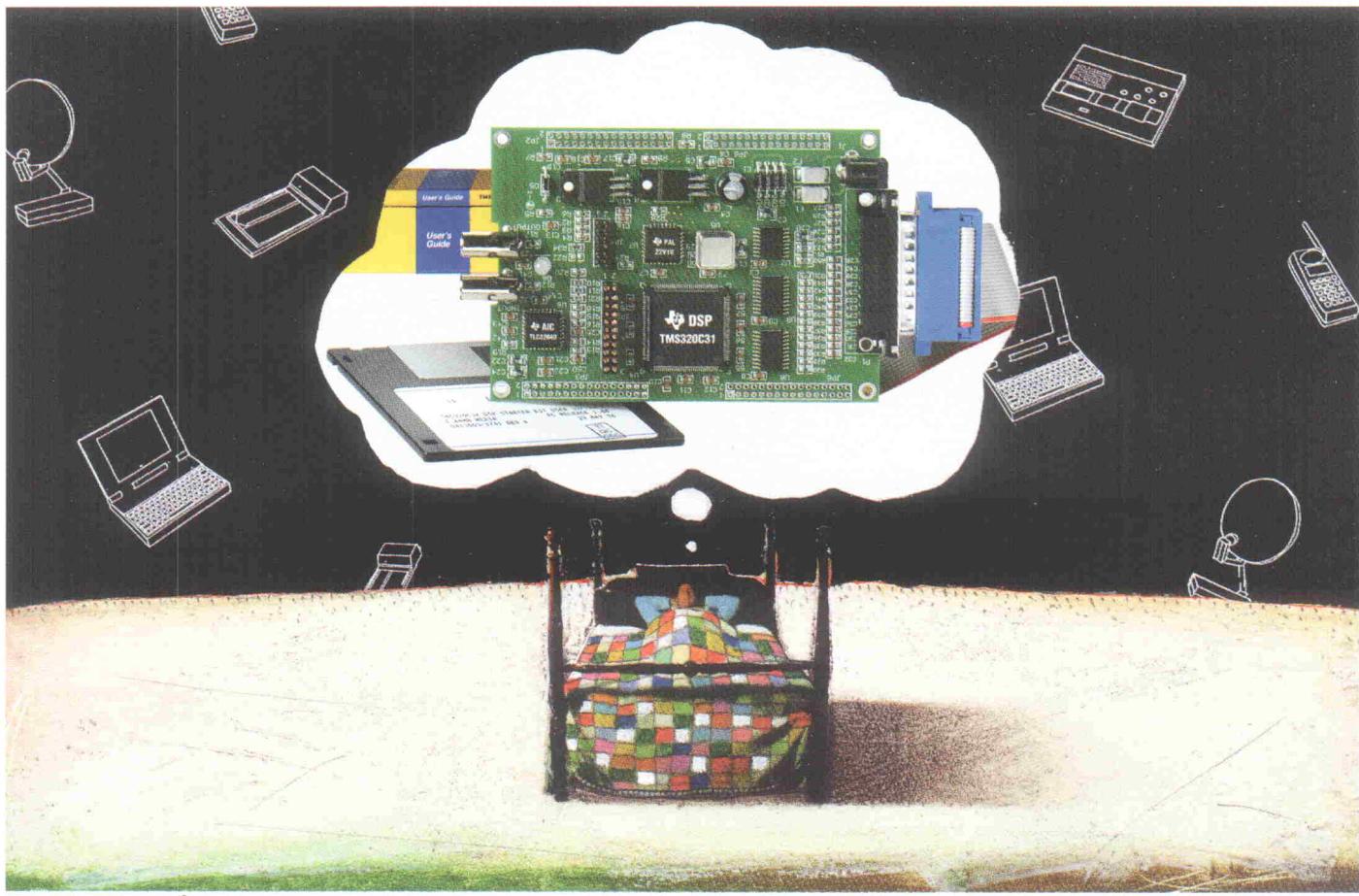
Schick im Schaltschrank

Auch Elektroinstallateure und Service-Techniker haben Anspruch auf ein ästhetisches Arbeitsumfeld. Diese Ansicht vertreten zumindest Ingenieure und Marketing-Experten der Firma Weidmüller. Sie reichten ihre Kombination aus Reihenklemme mit aufsteckbarer Elektronik namens WINBLOC im Designzentrum Nordrhein-Westfalen ein und gewannen prompt den roten Punkt als Auszeichnung für hohe Designqualität in der Produktgruppe Investitionsgüter.



Dabei fiel laut Pressemitteilung von Weidmüller 'den Juroren die Auswahl in diesem Jahr besonders schwer'. Wahrscheinlich spielten sich dabei Dialoge wie folgender ab: 'Nehmen wir die stromlinienförmig elegante anthrazitfarbene Kabeldurchführung auf den dritten Platz?' - 'Aber wir müssen doch den pinkfarbenen Kunststoffdübel im Wellendesign noch berücksichtigen ...'

Gegen ein ansprechendes Design von Alltagsgegenständen ist selbstverständlich nichts einzuwenden. Trotzdem bleibt die Empfehlung von Weidmüller, Schaltschranktüren sollten demnächst immer offenstehen oder ganz ausgehängt werden - damit nicht nur Techniker von diesem Augenschmaus profitieren - ein unbestätigtes Gerücht. cf



Vom Traum zur Realität - DSP-Design ein Kinderspiel.

Haben Sie nicht schon einmal davon geträumt, in Ihr Design digitale Signalprozessorfunktionen mit aufzunehmen? Dieser Traum ist jetzt mit dem neuen 'C3x DSK von TI- dem ersten Starter Kit für das Design von 32-Bit-Gleitkomma-DSPs - zur greifbaren Realität geworden. Diese Signalprozessorkarte ist schnell, kinderleicht zu bedienen und kostet nur US \$ 99. Im Handumdrehen erlernen Sie das Design mit Gleitkomma-DSPs und können den Softwarecode direkt auf Ihrem PC entwickeln.

Das 'C3x DSK Starter Kit bietet eine ausbaufähige Entwicklungsplattform zum Experimentieren und zum Design von Echtzeit-DSP-Applikationen. Bitte setzen Sie sich mit Ihrem zuständigen TI-Distributor (siehe unten) in Verbindung.

Besuchen Sie uns auf dem Internet: <http://www.ti.com/sc/c3xdsk> - und lassen Sie Ihren DSP-Traum morgen zu einer wirklichen DSP-Lösung werden!

TMS320C3x DSP Starter Kit (DSK)

- Karte mit 32-bit-Gleitkomma-DSP 'C31 und 50-MHz-Takt
- DSK-Assembler, Debugger und Anwendungsbeispiele
- Analog Schnittstelle (AIC) TLC32040 mit 14-Bit-Auflösung
- Verbindungskabel für PC
- Vollständige Benutzerdokumentation
- ...Und ein Gutschein über US \$ 99 zum Kauf des 'C3x EVM



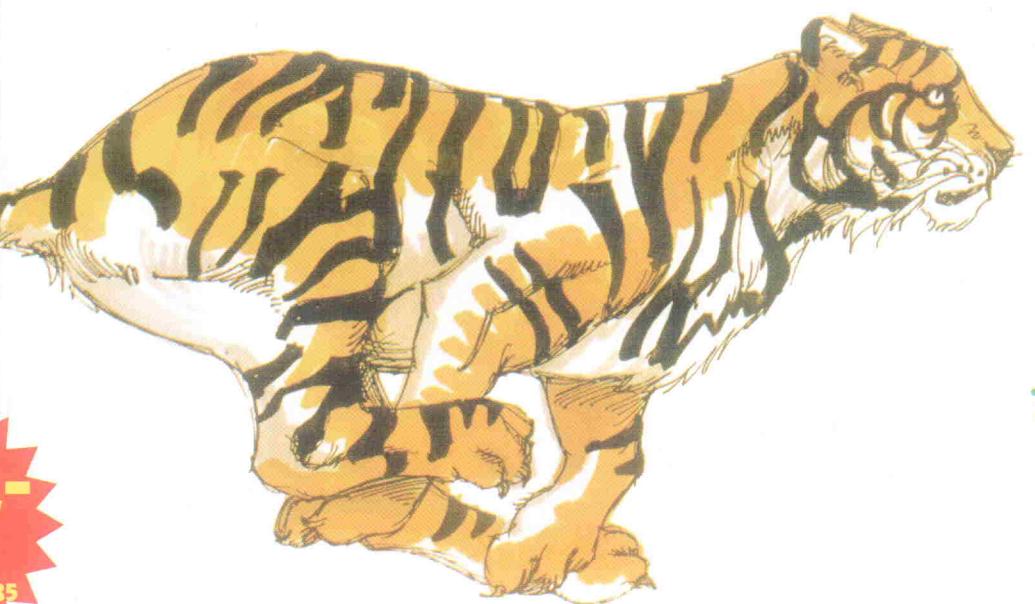
A U F Z U N E U E N Z I E L E N

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Avnet E2000 **EBV** **Eurodis** **SEI Jermyn** **Spoerle**
089-4511001 089-991140 04106-7010 06431-5080 06103-3040

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

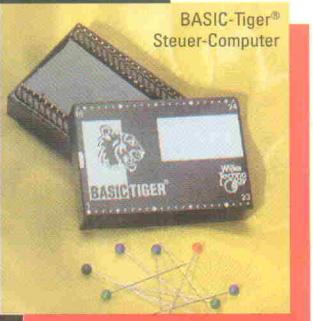
- **38 I/Os direkt im Modul (analog, digital, seriell, universal)**

- **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**



BASIC-Tiger®
Steuer-Computer

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23

23