

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345

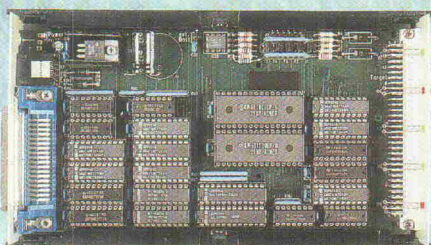
DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-



8/95



Projekt: EPROM-Emulator für
8-/16-Bit-Systeme

Bewerbung heute

**Neue Typen
braucht das Land**

Unveröffentlichte Filtertopologien

Linkwitz-Riley/Hawksford

Tutto completo

**DSP-Starterkit
für 230 Mark**

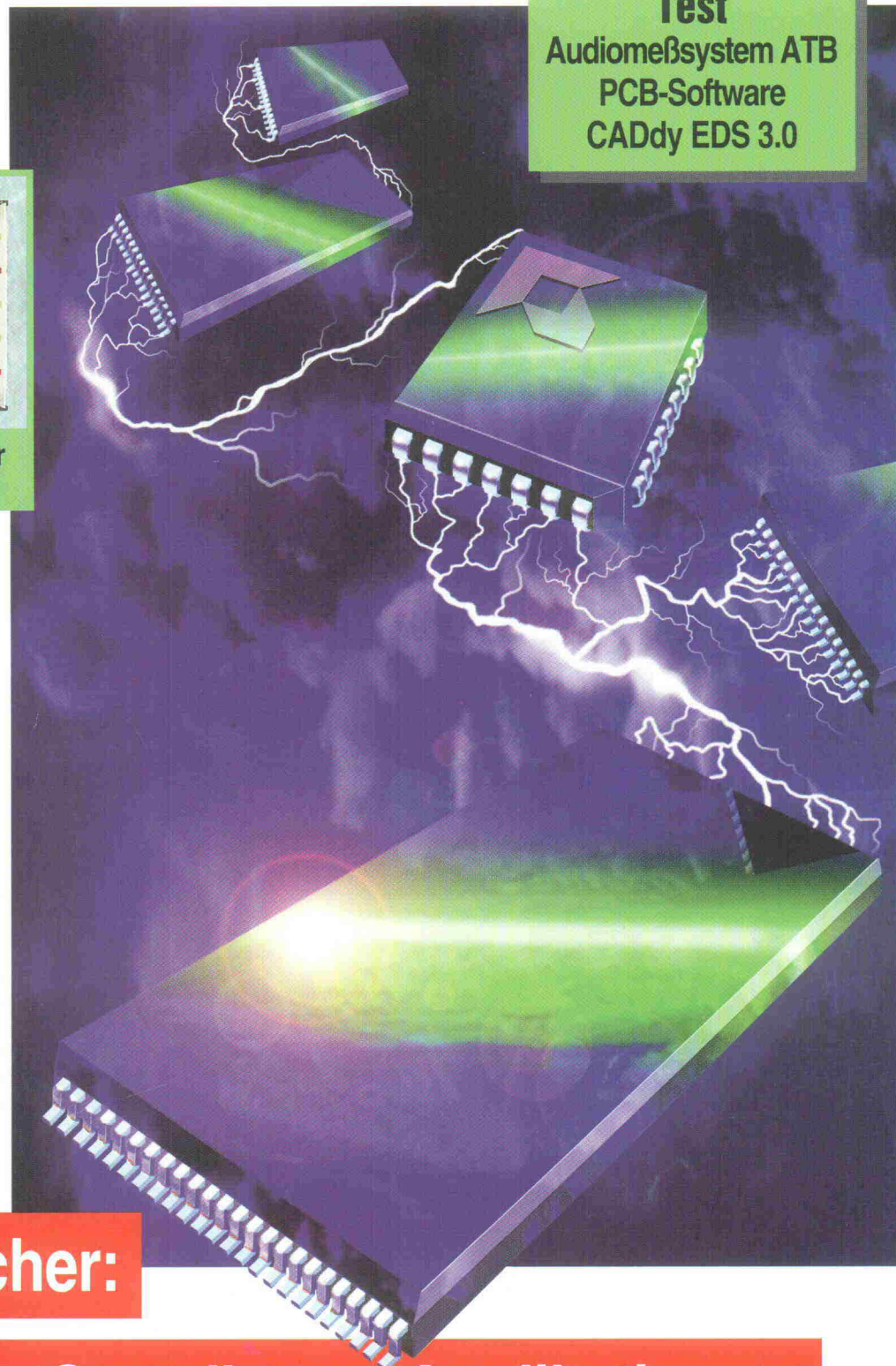
Synthesetools für das
Design komplexer Logik

**Bindeglieder zwischen
Hochsprache und
Gatterebene**

FLASH-Speicher:

Technologien, Grundlagen, Applikationen

Test
Audiomeßsystem ATB
PCB-Software
CADdy EDS 3.0



PLD!start

Die ELRAD-CD-ROM für den Einstieg in die PLD-Entwicklung

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

PLD!start

Herausgeber:
Verlag Heinz Heise GmbH

HiLo

MicroSim

Isdata

SH-Elektronik

Logical Devices

AMD

Lattice

Xilinx

Texas Instruments

Quicklogic

Altera

National Semiconductor

Data I/O

Altera: 1Step
Altera: PLDshell Plus
AMD: MACHPRO
AMD: MACHXL
Data I/O: easyABEL
Data I/O: SYNARIO eval

Isdata: LOG/IC eval
Lattice: PDS-1016
Logical Devices: PALexpert
MicroSim: Design Center eval
MicroSim, AMD:
Design Center/AMD eval

National Semiconductor: OPAL jr
Quicklogic: pASIC
SH-Elektronik: GDS-eval
Texas Instruments: proLOGIC
Xilinx: DS550
HiLo-Systems: Devicelist All07

99,- DM

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich: Einsendung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto, Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte
nur von 9.00 – 12.30

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/5 35 21 47

Aus-, Fort- und Einbildung

Ja, es ist nicht leicht auf dem Stellenmarkt. Wer schon eine Ausbildung hat, macht am besten gleich eine hinterher. Wer aber noch die erste vor sich hat, sollte sich sehr gut überlegen, ob sie überhaupt Sinn macht. Wer weiß schon noch, wann und wie man in das Bedarfsbild des stark selbstregulierenden Arbeitsmarktes hineinpaßt.

Klar, wenn man sich breitbandigen Wissens rühmen kann und auf reichlich interdisziplinäres Know-how zurückgreift, gibt's auch 'Aussicht auf Erfolg'. Eine Weisheit, die in Wirtschaft und Industrie schon lange nicht mehr als Neuigkeit gilt – schließlich stammt sie von dort. Doch in das Bewußtsein von den Planern der Lehrpläne drang sie in der Vergangenheit nur langsam vor – sowohl an allgemeinbildenden Schulen als auch an Berufsbildungsinstituten, Fachhochschulen und Unis.

Dabei ist die Philosophie der Personalmanager nicht erst seit 'lean' und 'Pleite' auf eine recht einfache Formel reduzierbar: 'Wir wollen alles, aber irgend etwas fehlt immer – nur daß dem einen halt mehr fehlt als dem anderen'. Und so ergibt sich für jeden, der sich in Ausbildung befindet, von ganz allein die Maxime: Um jeden Preis zu denen zu gehören, denen 'weniger' fehlt!

Aber gerade am Preis scheiden sich schnell die Geister. Und an dieser Tatsache kamen sogar die Vertreter der Bildungspolitik nicht mehr vorbei – denn nicht zuletzt waren auch sie es, die für ein bestaunenswertes Maß an überflüssigen Ausbildungsberufen und einen üppigen Vorrat 'erstausbildeter' Arbeitssuchender' gesorgt hatten. Also ließ man sich kurzentschlossen (es dauerte nur wenige Jahre) etwas ganz Neues einfallen: 'Weiterbildung' lautete von da an die Devise!

Heute sollst Du dich eben *im* Job vervollkommen und nicht in der Berufsschule oder an der Uni. Und das ist mit Sicherheit ein tolles Konzept, hervorragend dazu geeignet, Arbeitslosen ganz neue Perspektiven zu vermitteln.

Also plante man neue Wege, auch politisch. Und als Ergebnis dieser Bemühungen darf die Rolle der Arbeitgeber bei der Zuteilung von Bildungsverantwortung heute in einem ganz neuen Licht gesehen werden. Denn da war ja noch die Sache mit den Kosten, und was könnte einen staatlichen Bildungsetat mehr entlasten als privatwirtschaftliche Fortbildungsinvestitionen? Zudem lassen sich dadurch vielleicht endlich zu lange Ausbildungszeiten verkürzen und sogar mal ein paar Lehramtsstellen streichen. Was will man mehr?

Die Wirtschaft zeigt jedenfalls Interesse, denn natürlich gibt es trotz hoher Zusatzkosten für die Fortbildung des eigenen 'Humankapitals' auch immer etwas zu verdienen. Und mit Ausbildung läßt sich sogar eine ganze Menge verdienen. Von 80 Milliarden Unternehmensinvestitionen nur für die Weiterbildung in Deutschland ist die Rede. Da leistet man sich sogar schon mal eine eigene Fachmesse wie die letztes Jahr etablierte 'Qualifikation'.

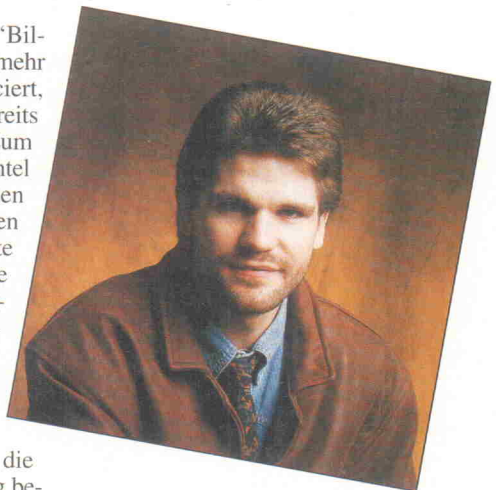
Und während die private 'Bildungsindustrie' mehr und mehr zum Umsatzschlager avanciert, übersehen ihre Manager bereits die ersten Kleinigkeiten. Zum Beispiel, daß sich ihr Klientel wohl kaum aus den vielen Kleinbetrieben rekrutieren kann, denn marktorientierte Bildungsmaßnahmen 'on the Job' sind sicherlich wesentlich effizienter als staatliche, dafür aber zeitaufwendig und – wie gesagt – teuer. Was die Chancengleichheit bei der Verlagerung von Bildung in die Zeit *nach* der Erstausbildung betrifft, so braucht man eigentlich nur eines: einen Job – aber bitte nicht in irgendeiner Klitsche.

Also was ändert sich letztendlich? Für schlichtere Ausbildungsebenen, den Kabeljunker oder den Handelsfachwerker, sicherlich wenig. Ihre Chancen sind so gut wie eh und je, aber so eine Zweitausbildung als Hilfsaltenpfleger mit Nachtschichtgarantie, das hat doch was!

Und die Anwärter höherer Weihen, Ingenieure, Naturwissenschaftler, Betriebswirte? Haben sie nicht gerade jetzt wieder gute Karten? Natürlich, über dem Durchschnitt sollte es schon sein. Aber ein wenig Französisch, Spanisch und Japanisch neben der USA-Erfahrung sind doch wohl nicht zuviel verlangt, wenn man bis zum 25. Geburtstag nicht mal das zweite Aufbaustudium gepackt hat. Klar, die erfolgsversprechende Individualausbildung birgt für Akademiker schon ein paar Strapazen. Aber dafür katapultieren einen diese neuen, unglaublich flachen Hierarchien dann gleich als Manager in den Arbeitsalltag – wenn auch bei 'zahlenmäßig reduziertem Bedarf'.

Martin Klein

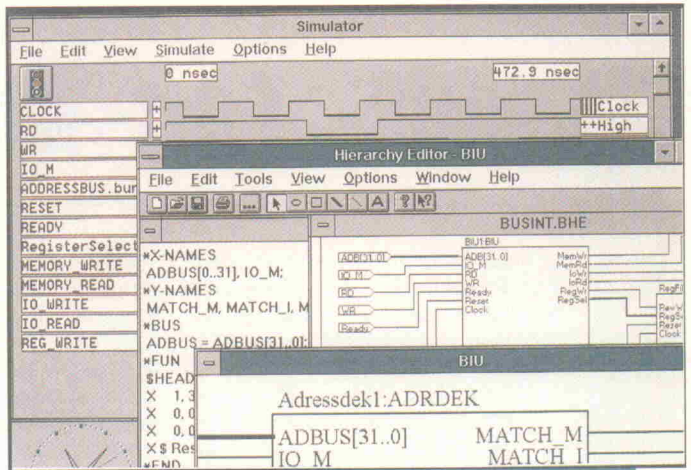
Martin Klein



Diplom-Bewerber

Auf Jobsuche für die Zeit nach dem Studium? Einen Arbeitsplatz in der Industrie und im studierten Fach? Das Ganze ausbaufähig, brauchbar dotiert und mit Ausblick auf Führungspositionen? Ansprüche, die sich in jüngster Vergangenheit eher selten verwirklichen ließen. Und selbst wenn der Arbeitsmarkt jetzt wieder etwas freundlicher aussieht als noch vor einem Jahr: nicht nur geringerer Umsatz und Rationalisierung sorgen für 'dünne Luft'. Gerade Berufsanfänger müssen sich heute mit überarbeiteten Unternehmensstrukturen und neuen, vielschichtigen Anforderungen auseinandersetzen. Es wird viel erwartet von den zukünftigen 'Aufsteigern' unter den Technikern. Fachwissen allein reicht kaum mehr für die Mittelklasse – wieso, schildert der Report ab

Seite 35



Markt

Optimalisten

Synthesetools transformieren und optimieren komplexe Logik-Designs von hohen Abstraktionsebenen wie Verilog oder VHDL auf die Gatterebene. Eine nicht ganz triviale Angelegenheit, zumal diverse Prozesse durchlaufen werden. Der 'optimale' Beitrag nennt deshalb nicht nur Roß und Reiter, sprich Software und Anbieter, sondern führt auch in die Grundlagen der Synthese ein und zwar auf

Seite 56



Grundlagen

Signalsplitting

Die Verwendung aktiver Konzepte bringt bei der Auslegung von Lautsprecherboxen einige Vorteile gegenüber Passivsystemen. Doch auch aktive Filter haben ihre Schattenseiten wie beispielsweise nichtlineare und rauschende Halbleiter. Der Brite Hawksford stellte bereits 1988 auf einer AES-Tagung mehrere Topologien mit Linkwitz-Riley-Charakteristik vor, die jedoch in der Zeit danach kaum Beachtung fanden. Eine der dort vorgeschlagenen Lösungen wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Hannover untersucht und ist Grundlage des Beitrags auf

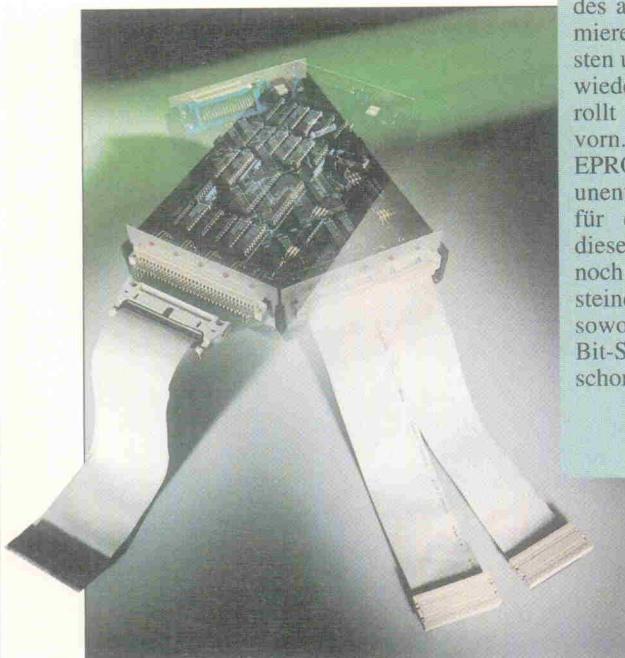
Seite 74

Projekt

ROMulator

Mikrocontroller-Entwicklung gleicht manchmal der Arbeit des alten Sisyphus: Programmieren, EPROM brennen, testen und – der Stein ist gerade wieder den Berg heruntergerollt – alles nochmal von vorn. Da entpuppt sich ein EPROM-Emulator schnell als unentbehrliches Hilfsmittel für den Entwickler. Wenn dieser Emulator dann auch noch SRAMs oder Flash-Bausteine nachbilden kann und sowohl in 8- als auch in 16-Bit-Systemen arbeitet, ist man schon fast über den Berg.

Seite 51

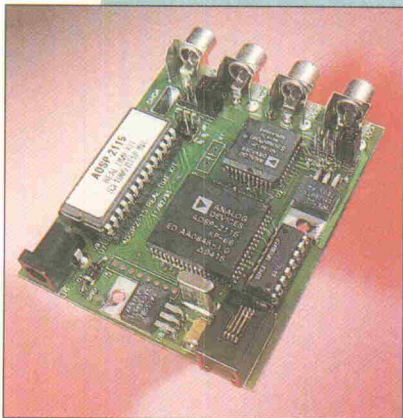


Entwicklung

Tutto completo

Zum Preis eines exklusiven Fachbuches gibt es jetzt ein DSP-Einsteiger-Kit, das den intimen Kontakt zu Analog-Devices DSP-Konzept erlaubt. Die Randdaten: 2 x scheckkartengroß, 2 x Analog I/O, 1 x seriell zum PC, die restlichen Infos auf

Seite 64



PreView

CADDylac

Mit CADDy EDS präsentiert ELRAD erneut ein Schaltplan/Layoutprogramm mit zentraler Datenbank und Echtzeitintegration. Solcherlei verspricht eine bedienungsfreundliche, überschaubare und problemlose Handhabung auch bei zahlreichen Änderungen an Schaltplan und Layout. Ob nur CADDy oder gar CADDylac klärt der Testbericht auf

Seite 27



ELRAD 1995, Heft 8

ELRAD

H 5345

DM 7,80

ISSN 0938-1233

1988-1995

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

8/95



Projekt: EPROM-Emulator für 8x16-Bit-Systeme

Übersicht: Neue Typen, braucht das Land

Themen: Hardware-Integration, Layout-Design, Hardware

Die neuen: DSP-Starterkit für 220 Mark

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Die neuen: Für die Hardware-Integration, Hardware-Integration

Blitzmarker

Wenn ein EPROM nicht flexibel genug, RAM zu vergeblich und eine Festplatte zu 'heavy' ist, springt Flash-Speicher in die Bresche. Sein einziges Manko scheint die zusätzliche Programmiervoltage von 12 V zu sein. Moderne Chips kommen allerdings mit '5 V only' aus. Ein Grundlagenbeitrag inklusive Marktübersicht mit Bausteinen von 256 KBit bis 32 MBit liefert Theorie und Praxis zu gängigen Flash-Chips. Daran schließt ein Programmer-Projekt mit Prototypen für Atmels Flash-Controller der 89C51-Serie an. Der Blitz schlägt ein auf

Seite 41 und 46

Inhalt 8/95

Seite

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	9
Controller	10
Steckverbinder	12
Bericht von der DAC 95	14
Kommunikationsmeßtechnik	16
Medien	19
Messebericht von der iNet/Echtzeit	22

Markt

Blitzmarker	
Grundlagen und Marktübersicht Flash-EPROMs	41
Optimal	
Synthesetools für die ASIC- und FPGA-Entwicklung	56

Test

PreView: Senderwechsel: Pro 4	
Audio Test Board 4.0 für Windows	24
PreView: CADDylac	
CADDy EDS 3.0 für DOS	27
PreView: Euros-166	
Echtzeitentwicklungskit für den 80C166	32

Report

Diplombewerber	
Einstiegsperspektiven für Absolventen technischer Studiengänge	35

Projekt

Blitzbrenner	
Programmer und Prototypen für Flash-MCs von Atmel	46
ROMulator	
1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator	51

Entwicklung

Tutto completo	
Starterkit ADSP2115	64
Entstördienst (2)	
EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen	80
Schaltungssimulation mit PSpice	
Teil 10: Newton-Raphson & Co.	85

Grundlagen

Signalsplitting	
Neue Topologie zur Realisierung aktiver Linkwitz-Riley-Filter	74
Die ELRAD-Laborblätter	
Operationsverstärker (15)	89

Rubriken

Editorial	3
Nachträge	7
Radio und TV: Programmtips	18
Arbeit & Ausbildung	72
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Der Eprom-SIMULANT

simuliert ein 16- o. zwei 8-Bit-EPROMs.

- Programmänderungen in wenigen Sekunden ohne Umstecken und Neu-Brennen
- einfach an den PC-LPT-Port anzuschließen
- für alle gängigen Typen vom 2764 (8 kB) über den 27080 (1 MB) bis zum 27240 (512 kB)

SIMULANT Small bis 256 kB 598,-
Large bis 1 MB 898,-
Leiterplattensatz 198,-

taskit

Rechnertechnik Tel. 030/ 324 58 36
GmbH Fax 030/ 323 26 49
10627 Berlin Kaiser-Friedr.-Str. 51

CE-Zulassungen

Nutzen Sie die fachliche Kompetenz und schnelle Bearbeitungszeit unseres Labors für:

- * EMV - Prüfungen nach allen gängigen IEC-, EN-, VDE-, CISPR-, Post- Vorschriften. Prüfungen nach FCC ebenfalls möglich.
- * EMV - Modifikationen, Entwicklungen und Beratung. Entwicklungsbegleitend oder wenn ein vorgestelltes Produkt die Anforderungen nicht erfüllt.
- * Sicherheitsprüfungen nach vielen internationalen und nationalen Vorschriften und Standards z.B. VDE, UL, CSA, Skandinavische Länder.
- * Prüfungen auf Strahlungsarmut und Ergonomie von Bildschirmgeräten nach MPR II und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
- * Prüfungen für Telekommunikationsendgeräte auf Einhaltung der BZT - Zulassungsbedingungen.

Wir bieten Ihnen auch für Ihr Produkt den preiswerten und schnellen Zugang zu allen gewünschten Prüfzeichen. Weitere Informationen unter:

Obering. Berg & Lukowiak GmbH

Löhner Str. 157
32609 Hüllhorst
Tel. 05744 / 1337
Fax 05744/2890 oder 4372

PC-Meß-/Regeltechnik

PC-Speicher-OSZILLOSKOPKarte TP-208, 2 Kanal, 2 x 20 MHz

best. aus PC-Einsteckkarte, Oszilloskopprogramm und 2 Tastköpfen. Interner Speicher 2x32 kByte. Funktionen: Speicheroszilloskop (2µs-0,2s/ DIV, 5mV-20V/ DIV oder AUTO, CH1/II, ADD/ COMP/ CHOP/ X-Y-Funktionen, max. Einspg. 600V_{ac} bei Taskit:1/10), Spektrumanalyzer (linearin dB, 6Hz-5MHz, Mittelungsmöglichkeit über 1-200 Messungen), Effektivwertmeßgerät (1µV-RMS/ Spitze-Spitze/ Mittel-/ Maximal-/ Minimalwert/ dBm/ Leistung/ Crestfaktor/ Frequenz, Anzeige als zwei 5-stellige Digitaldisplays, Ausgabemöglichkeit zusätzlich auf Drucker/ Platte/ Diskette mit Datum und Zeit, Meßrate von <1s-300s/ Meßwert), sowie Transientenrecorder (Momentan/ TRUE RMS/ Mittel-/ Max-/ Min.wert, Abtastrate:100Hz-1Messg./300s, Meßdaten:1-30000->max. Meßzeit: bis >104 Tage). Abspeicherung der Daten: als Binär- oder ASCII-Datei. Meßkurvendruckfunktion.

nur DM 1745,-

Zweikanal-Meßmodul für Druckerports Handyscope

ideal zum Einsatz mit Notabooks, da keine externe Stromversorgung notwendig. Abtastf. bis 100 kHz (Zeitbasis: 0,5ms-2s/ DIV, y: 5mV-20V/ DIV oder AUTO). Komplettsatz, bestehend aus Oszilloskopmodul + -programm (Funktionen wie oben, jedoch für langsamere Messungen) und 2 Tastköpfen.

nur DM 880,-

Weiter im Programm: AD/DA-Karten 8 bis 16 Bit ab DM 175,-, AD/DA-dig./IO + Relais-Kombikarte DM 395,- (ideal für Lehrzwecke, Anschlußbox lieferbar), DSO-Paket (1Kanal) DM 274,-, DA-Karten, dig. E/A-Karten 24 bis 144 Bit ab DM 125,-, Opto-ein-/ Relaisausgabekarten ab DM 539,- (8Kanal), Zählerkarten 3x16 Bit bis 10x16 Bit ab DM 356,50, RS-232/ 422/ 485-IEEE-488-Schnittstellenkarten, Fkts.-generatorkarte (bis 5MHz) DM 1380,-, Farb-Echtzeit-Video-digitalisierer, PAL/SECAM/NTSC m. Digitalisiererauflösung bis 768x576 Pkte. (l), s/w: 256 Graustufen-Farbe: bis Echtfarben (16 Mio. Farben), echtf. Bewegtbilder (1/50s) sowie Standbilder (mit max. Auflösung: 1/25s) inkl. Windows-softw. DM 589,-, AD-Wandler >16 Bit für serielle Schnittstelle DM 249,-, Temperatursensor für GAMEPORT ab DM 175,-, RAM/ROM-Disketten, Mini CCD-Kameras (z.B. horiz.: 600 Zeilen/0,02 Lux/12V/5x5x10cm/Shutter bis 1/10000s DM 699,- usw.

Gratlosbesicht oder auf. Liste geg. 5 DM in Briefm. anfordern!

bitzer
Digitaltechnik

Postfach 1133
73601 Schorndorf
Tel.: (07181) 6 82 82
Fax: (07181) 6 64 50
Dipl.-Ing. Joachim Bitzer

4-fach seriell (FIFO)
+ 3 par. (2 bidirekt.)
+ GAME, 16 Bit-Karte
DM 95,-

PC-Meßtechnikarten

LPI-06 DM 250,- LPI-33 DM 450,-
16 Kanal A/D, 192 digital I/O, TTL
1 Kanal D/A, 12 Bit

LPI-07 DM 470,- LPI-28 DM 360,-
16 Kanal A/D, 1 Kanal 8 Kanal D/A, 8 Bit
D/A, 14 Bit, 2. D/A opt.

LPI-31 DM 140,- PCI-31 DM 1035,-
48 dig. I/O, drei 16 Bit- 48 optoentk. Eingänge,
Timer, TTL, kurze Karte 48 optoentk. Ausgänge

LPI-32 DM 460,- PCI-32 DM 750,-
16 Relais, 24 optoentk. Eingänge,
16 optoentk. Ausgänge, interruptfähiger Timer

Nachnahmepreise, zuzüglich Versandkosten.
Telefonischer Bestellservice Mo. - Do. 15.00 - 17.00 Uhr

Aenne Edel

Elektronik Import / Export

Am Hagen * D-51503 Rösrath
Tel. / Fax.: 02205 82749

PeakTech Spitzentechnologie,
die überzeugt



— INNOVATIVE MESSTECHNIK —

Digitale und analoge Multimeter
Oszilloskope • Zangenmeßgeräte
Isolationsschalter • Frequenzzähler
Schalttafel-Instrumente • Signal-
generatoren • Labor- und Fest-
spannungsnetzgeräte • Umwelt-
technik • Spannungsumwandler.

Kataloge und Preislisten auf Anfrage
– Gewerbeschein beilegen –

Heinz-Günter Lau GmbH
Elektronik und Meßtechnik

Kornkamp 32 Postfach 14 28
22926 Ahrensburg 22904 Ahrensburg
Tel. 04102/42343/44 Fax 04102/43416

Innovative Schrittmotortechnik

Aufgabe: PC-Sensorpositionierung



Lösung: **MSM-03 + VT-80**

- Kompaktsystem mit RS232C-Schnittstelle
- dynamischer Mikroschrittbetrieb
- Hub 25/50/75/100/150 mm
- v_{max} 25 mm/sec bei 1 mm Spindelsteigung
- Höhe 25 mm, zwei integrierte Endschnit-
ter
- X/Y/Z-Aufbauten, auch mit Rundtisch
- Preis: VT80/25 mm/2 Ph. Motor DM 790,-/908,50

MOVTEC

Stütz & Wacht GmbH
Goldschmiedeschulstraße 6
75173 Pforzheim
Tel. 0 72 31/29 96 69
Fax 0 72 31/29 97 68

Meßwerterfassung
für PC XT/AT/386/486



OPTORE-16 EXTENDED DM 552,- 16*IN über Optokoppler, 16*OUT über Reedrelais, 24*IO TTL, Quarz, Timer OPTOIN-16 STANDARD DM 333,50 16 Eingänge über Optokoppler, Handbuch, Beispielprogramme	WITIO-48 STANDARD DM 149,50 48 digitale Ein/Ausgänge, 3*16Bit Timer, dt. Handbuch
OPTOIO-16 EXTENDED DM 552,- 16*IN u. 16*OUT über Optokoppler, 3*16Bit Timer, 24*IO TTL, 8*IRQ, Quarz	ADIODA-12 STANDARD DM 897,- 16*12Bit A/D, prog. Verst., 2*12Bit D/A, 24*IO TTL, Quarz, Timer, DC/DC OPTOIO-16 STANDARD DM 425,50 16 Eingänge über Optokoppler, 16 Ausgänge über Optokoppler
PCL-745 DM 437,- 2 optokodierte RS422/485 Schnitt- stellen, 5000 Baud, IRQ 2.7 IODA-12 EXTENDED DM 943,- 8*12Bit D/A, uni-/ bipolar 2,5, 5V, 7,5V, 10V, DC/DC, 24*IO TTL, Quarz, Timer	WITIO-240 EXTENDED DM 308,- 240 digitale Ein/Ausgänge, 8 Interrupteingänge, 3*16Bit Timer, Quarz
ADIODA-12 LAP DM 598,- 8*12Bit A/D, PGA 1*12Bit D/A	OPTOIN-32 STANDARD DM 425,50 32 Eingänge über Optokoppler, Handbuch, Beispielprogramme RELAIS-16 EXTENDED DM 333,50 16 Ausgänge über Relais, 24 digitale Ein/Ausgänge, 3*16Bit Zähler, Quarz

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

Display-Anzeigen

Unser
Anzeigenplatz
für den
„schnellen Blick-Kontakt“

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

ELRAD

Listing komplett ...

Connection, Preiswerte Rechneranbindung für Hameg-Oszilloskop HM1007, *ELRAD* 6/95, Seite 38 ff.

Das Projekt 'Connection' in der *ELRAD*-Juniausgabe beschrieb eine Interface-Karte für den PC-Bus, mit der sich ein Hameg-Scope der Modellreihe HM1007 an einen DOS-Rechner ankoppeln läßt. Im Artikel war auf Seite 40 unter anderem ein Assembler-Listing für die grundlegende Ansteuerung der Schnittstelle abgedruckt – leider mit fehlerhaftem Umbruch, wodurch Teile des Listings im Druck fehlten. Wir bitten dies zu entschuldigen und reichen im folgenden das betreffende Listing nochmals komplett nach.

Faxnummer auch ...

Otmar Feger, Wetterbericht, Wetterstation Teil 2: Der Ozonsensor, *ELRAD* 7/95, Seite 55 ff.

Im Bezugsquellennachweis für die Wetterstation hat sich eine falsche Faxnummer eingeschlichen.

Weitere Informationen zum Wetterbericht-Projekt gibt es bei

Feger & Co
Marienstraße 1
83301 Traunreuth
Tel.: 0 86 69/1 36 99
Fax: 0 86 69/1 36 90

Die Demo der Windowssoftware ist mittlerweile in der *ELRAD*-Mailbox zu finden (05 11/53 52-4 01).

```
const basis=$700;
oszidaten=basis;
control1=basis+1;
control2=basis+2;
control3=basis+3;

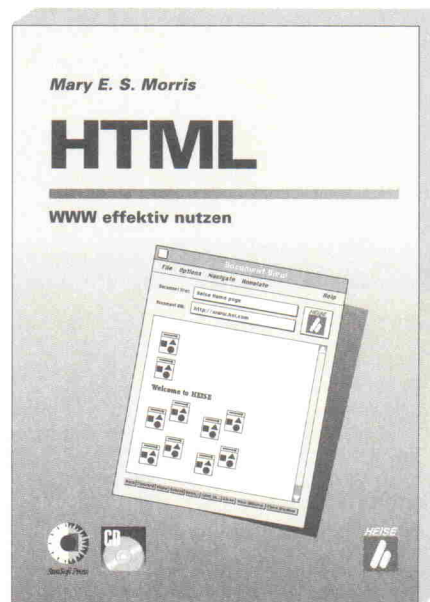
                                {Definition des Meßwertfeldes}
var messdaten:array[0..8191] of byte;

procedure init_hm1007karte; assembler;
label anfang;
asm
anfang: mov     al,99h
        mov     dx,control3
        out     dx,al
        mov     al,1Ah
        mov     dx,control1
        out     dx,al
end;

procedure starte_einzel_messung; assembler;
label anfang,messende,weiter,verzoege,zyklus;
asm
anfang: mov     al,1Eh                {SRQ = High, Datenanforderung}
        mov     dx,control1
        out     dx,al
        inc     dx
messende:in  al,dx
        test    al,01h                {Oszilloskop bereit, d.h. /TE = Low?}
        jnz     messende
        test    al,02h                {Verschiebung der Bezugslinie}
        jnz     weiter
        mov     dx,oszidaten
        in      al,dx
        mov     messung.verschiebung,al
weiter:  mov     dx,control1
        mov     al,1Ch                {/CLRAC wird kurz auf 0 gesetzt, um den}
        out     dx,al                {Adresszähler fuer den Speicher auf 0 }
        mov     al,1Eh                {zu stellen }
        out     dx,al
        mov     bx,offset messdaten {Datenfeldzeiger auf den Anfang }
        mov     cx,8192                {des Arrays setzen, und Anzahl }
zyklus: mov     al,1FH                {der zu lesenden Werte definieren }
        mov     dx,control1            {/CLKAC gibt mit steigender Flanke}
        out     dx,al                {je ein Datenbyte an den Hameg-Bus}
        push    cx                    { ca. 3,5us Warten ist zwischen }
        mov     cx,0002h                {zwei Lesetakten notwendig }
verzoege: loop  verzoege
        pop     cx
        mov     dx,oszidaten
        in      al,dx
        mov     [bx],al                {Messwerte in Tabelle schreiben}
        inc     bx
        mov     al,1Eh                {nächsten Wert lesen}
        mov     dx,control1
        out     dx,al
        loop    zyklus
        mov     al,1Ah                {SRQ deaktivieren, alles gelesen}
        out     dx,al
end;
```

Die Datenübernahme vom HM1007 zum PC – hier in lesbarer Form.

Für's Internet



HTML (HyperText Markup Language) ist die Sprache des World Wide Web (WWW), dem am schnellsten wachsenden Teil des Internet. Der wachsenden Bedeutung von HTML trägt Mary E. S. Morris Rechnung, indem sie auf professionellem Niveau die Grundlagen der Texterstellung für HTML beschreibt. Dabei wird dem Einsatz von CGI-Skripten und Formularen zur Erstellung genau zugeschnittener und interaktiver Web-Seiten breiter Raum gewidmet. Viele Beispiele machen die Darstellung anschaulich. Die beigefügte CD-ROM enthält neben diesen Beispielen nützliche Shareware. Für UNIX-Systeme aber auch für Macintosh und PC geeignet.

1. Auflage 1995

Gebunden, 278 Seiten

mit CD-Rom

DM 69,80/öS 544,-/sfr 69,80

ISBN 3-88229-061-7

C.061-7 1/2h
Im Buch- und Fachhandel erhältlich



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

neue Hotline-Zeiten

für technische Anfragen
täglich von 11.00–12.00
Tel.: 05 11/53 52-4 00

Fragen und Kommentare zu den Artikeln in *ELRAD* richten Sie bitte direkt an das zuständige Redaktionsmitglied. Wer das ist, erkennen Sie jeweils an dem kursiv gedruckten Kürzel am Schluß eines Beitrags. Benutzen Sie bitte die angegebenen Durchwahlnummern oder lassen Sie sich vom Sekretariat verbinden. Die gesamte Redaktion hält sich werktags zwischen 11 und 12 Uhr zur Beantwortung technischer Fragen zu *ELRAD*-Artikeln bereit. Sollten einmal alle Nummern belegt sein, senden Sie einfach ein Fax. Weitere Alternativen für Ihre Anfragen sind die *ELRAD*-Mailbox oder EMail über das Internet.

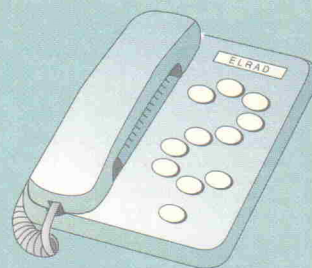
Der direkte Draht

Sekretariat:

Stefanie Gaffron sg -4 00

Redaktion:

Ernst Ahlers ea -3 94
Carsten Fabich cf -3 98
Martin Klein kle -3 92
Ulrike Kuhlmann uk -3 91
Peter Nonhoff-Arps pen -3 93
Peter Röbbke-Doerr roe -3 97
Hartmut Rogge hr -3 99
Fax-Anschluß -4 04
ELRAD-Mailbox -4 01



Die Kürzel dienen auch zur persönlichen Adressierung von EMail im Internet: xx@elrad.ix.de.
Bitte setzen Sie statt 'xx' das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Anfragen bitte an post@elrad.ix.de.

Aktuelle Elektronik

DISPLAY

auf einen Blick...

Alles was ein 51'er braucht...
hat der neue AT 89C2051 Microcontroller von Atmel ***
Alles was der AT89C2051 braucht...
hat der GMP Speedsim 89CX051



Echtzeitsimulation und Programmierung
sofort einsetzbar
nur 348,-
+MwSt für DIL 20

- Echtzeitsimulation (24MHz) und Programmierung in einem Gerät integrierter Programmiersockel für die Atmel 89C1051/ 89C2051 Microcontroller mit 1K/2K Flash-ROM 1000 x programmierbar
- kompatibel zu allen Standard ASM51 Assemblern / Compilern
- Plug and Play: Bedienoberfläche unter DOS, RS-232 Schnittstelle
- Zubehör: SMD-Adapter für SO-20 im Zielsystem, Texttoolssockel für DIL und SO-20 als abgesetzte Baugruppe
*** Flashrom, UART, 20 Pins DIL/SO, Komparator, Preis ab DM 6,90 + MwSt
GMP MBH KÄFERTALER STR. 164 D-68167 MANNHEIM
FON 0621 373539 FAX 0621 376763

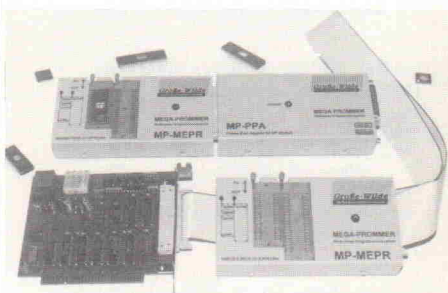
Embedded Systems '96

Die Embedded Control Messe
mit Fachkongreß für Entwickler
und Konstrukteure, 14.-16.2.1996
Stuttgart - Sindelfingen

Infos für Aussteller und Besucher
Telefon: (089) 3830 7270

MEGA-PROMMER

Modulares EPROM-Programmier- und Simulatorsystem



Professionelles Entwicklungsgerät für Labor und Service
Komplett aus deutscher Entwicklung und Produktion
Alternativ über PC-Steuerkarte oder Druckerport ansteuerbar
Umfangreiche Software mit SAA-Oberfläche
Hex-Dateien, 8/16/32-Bit splitting, Batch-Modus u.v.m.
Weitere Module für µP's und Spezial-Bausteine,
LCC/PLCC-Adapter, Löschgeräte u.s.w.
Kostenloser Update-Service per Mailbox
Bitte fordern Sie unsere kostenlose DEMO-Diskette an!
Große-Wilde Informationstechnik
Am Eickholtshof 1a, D-46236 Bottrop
Telefon 02041-263306, Fax 02041-263307

ALL-07

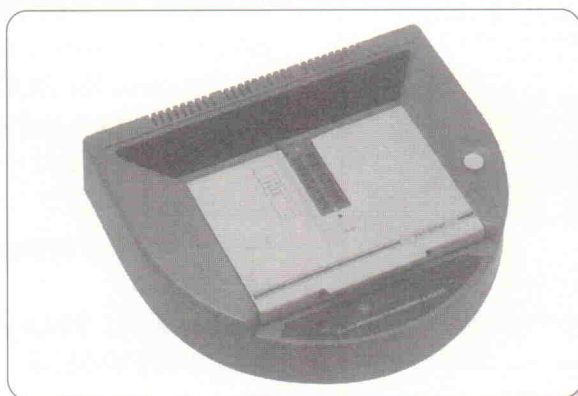
HI-LO SYSTEMS gehört zu den weltweit führenden Herstellern von PC-basierten Programmiergeräten. Seit 1989, also unmittelbar nach Markteinführung des ersten HI-LO Universalprogrammierers ALL-01, sind wir offizieller HI-LO Distributor für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Zusammen mit den Vertriebspartnern in ihrer Nähe und unserer deutschen Servicezentrale bieten wir Ihnen den kompletten Service rund um's Programmieren. Wir liefern Ihnen die verschiedenen ALL-07 Versionen und eine Vielzahl von Spezialadaptern und Sockelkonvertern ab Lager:

ALL-07
Universalprogrammierer (derzeit ca. 3000 Bausteine) bestehend aus Grundgerät mit DIP-40 Sockel, Anschlusskabel, Programmiersoftware und CPL Starter Kit 3.0. Software-Updates mehrmals pro Jahr auf Diskette oder kostenlos aus unserer Mailbox. Anschluß an PC über den Druckerport. Preis (inkl. MwSt.): 1748,- DM

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

Weitere Informationen, wie z.B. die aktuelle Device-List, stehen in unserer Mailbox zum Download bereit - oder rufen Sie uns an!

Der Universal-Programmierer von HI-LO



Berlin (030) 463 10 67
Leipzig (0341) 213 00 46
Hamburg (040) 38 61 01 00
Frankfurt (061 96) 4 59 50
Stuttgart (071 54) 8 16 08 10
München (089) 6 01 80 20
Schweiz (064) 71 69 44
Österreich (022 36) 4 31 79
Niederlande (034 08) 8 38 39

ELEKTRONIK LADEN

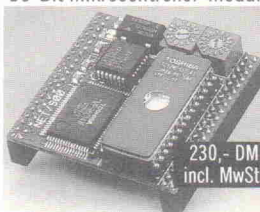
Mikrocomputer GmbH, W.-Mellies-Str. 88, D-52758 Detmold
Tel: (05232) 8171, Fax: (05232) 86 197, BBS: (05232) 85 112

ELZET

80

NET/
900

16-Bit Mikrocontroller-Modul



5x5cm kleines Modul mit 2 UARTs, vier 10-Bit ADCs, je zwei 8- u. 16-Bit-Timer/Z., 2 PWMs und 2 Schrittmotorports. 32K (F)Eprom, 32K RAM, ser. EEPROM. Z16C32 Super-USART für Feldbusanschluß.

TLCS900-Prozessor 14,7 MHz, Mnem.Z80 aufwärtskompatibel! Dazu Prozeß-BASIC oder mCAT Echtzeitkern für ASM und C mit BITBUS-Support. Drei versch. Basismodule mit Netzteil und Treibern ab 89,-

ELZET 80 • Vaalser Str. 148 • D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

Firmenschriften und Kataloge

Rundumschlag

Der neue Merkelbach-Katalog 1995 bietet industriellen und gewerblichen Abnehmern 'Bauelemente für die Elektronik'. Auf über 600 Seiten zeigt er ein recht umfassendes Programm von Produkten namhafter Hersteller. In sechzehn Teilbereiche aufgeteilt finden sich unter anderem aktive und passive Bauteile der Elektronik, mechanische und elektromechanische Komponenten sowie Meß-, Test- und Produktionswerkzeuge. Mit Staffelpreisen sowie technischen Daten und Zeichnungen versehen erlaubt der Katalog eine schnelle Auswahl. Er ist auf Anfrage erhältlich bei:

Robert Merkelbach GmbH & Co. KG
Maxstraße 75
45127 Essen
☎ 02 01/81 02 60
☎ 02 01/8 10 26 66



Im CAN-Feld

Das Ingenieurbüro Riedel K.A.T. präsentiert seinen Gesamtkatalog 1995. K.A.T. steht für 'Komponenten der Automatisierungstechnik', und so zeigt der Katalog auf 66 Seiten Feldbustechnik und Interfaces für die Industrie. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf CAN-Bus-Produkten, wie zum Beispiel PC-Karten, Protokoll-Konverter, Sensor-/Aktorverteiler oder Anschaltbaugruppen für Simatic S5. Verschiedene Schnittstellenbausteine und -Konverter sowie industriegerechte Stromversorgungen komplettieren das Angebot. Der Katalog ist



auf Anfrage
kostenlos erhältlich.

K.A.T. Ing.-Büro Bernd S. Riedel
Eckentalerstraße 14
90542 Eckental
☎ 0 91 26/28 85 22
☎ 0 91 26/28 85 80

PCs auf der Hutschiene

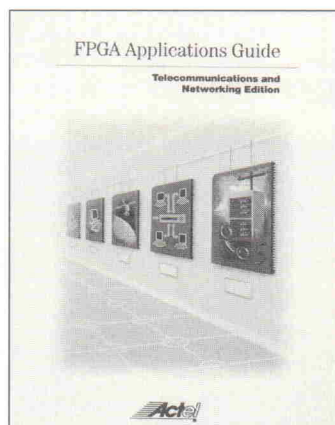
Auf der Industriemesse 1993 in Hannover präsentierte die Firma Beck erstmals den nach eigenen Angaben kleinsten Industrie-PC der Welt. Der neue PS1-Produktkatalog 95/96 bietet mittlerweile 80 verschiedene Module für die Hutschiene. Neben technischen Beschreibungen der Bausteine erklärt der Katalog auch Konzept, Programmierung und Einsatzgebiete der modularen Rechner. Ein Stichwortverzeichnis erleichtert die Suche nach einzelnen Modulen. Für eine schnelle Lieferung ist es möglich, alle Module innerhalb von 24 Stunden über RS Components zu beziehen. Entsprechend ist ab September '95 das PS1-System im Katalog von RS Components zu finden. Weitere Informationen bei:



Beck Computer-Lösungen GmbH
Garbenheimer Straße 30
35578 Wetzlar
☎ 0 64 41/90 52 40
☎ 0 64 41/90 52 45

FPGAs für die Kommunikation

Eine Applikationsbroschüre von Actel, Kalifornien, beschreibt den Einsatz von anwenderprogrammierbaren Gate-Arrays in Telekommunikations- und Netzwerkanwendungen. Auf 78 Seiten bietet die Broschüre detaillierte Information zum Entwurf von Applikationen. Auf einer beiliegenden Diskette befinden sich alle Design-Dateien, die zur Implementation der Logikfunktionen in Actels Antifuse-FPGAs erforderlich sind. Schaltungsentwickler, die sich mit den Problemen bei Telekommunikations und Netzwerkdesigns auseinandersetzen müs-



sen, haben so Zugriff auf bewährte und vollständig dokumentierte FPGA-Designs. Dazu gehören die Implementation von 100Base-X (100 Mbit/s Ethernet), die Entwicklung von High-Speed ATM-Schaltmatrizen sowie eine zum Übertragungsstandard IEEE 802.3 kompatible Fehlererkennung (CRC). Die Firmenschrift ist kostenlos erhältlich bei:

ACTEL GmbH
Bahnhofstraße 15
85375 Neufahrn
☎ 0 81 65/6 61 01
☎ 0 81 65/26 75

Neuwertige gebrauchte MESSGERÄTE von



Wir liefern mehr als 10 000 Meßgeräte aller namhaften Hersteller direkt ab Lager. Durch unsere weltweiten Kontakte besorgen wir Ihnen auch Geräte, die wir nicht vorrätig haben. Falls bei Ihnen nur kurzzeitiger Bedarf besteht, wir vermieten auch Geräte. Sprechen Sie uns an. Haben Sie Meßgeräte, die Sie verkaufen möchten? Auch dann sind Sie bei uns an der richtigen Adresse.

Hier eine kleine Auswahl der zur Zeit vorrätigen Geräte:

aktuell

ADRET	DH
7200A	SIGNAL GEN. -1.300 MHz OPT. 03 + 06 = PULSMODULATION
ANRITSU	
MS 560J	NW/ SPEC. ANALY. -300 MHz
BRANDENBURG	
2707	HV-POWER SUPPLY 0 - 15 kV
BRÜEL & KJÆR	
2307	LEVEL RECORDER
2971	PHASE METER
ELGAR	
251	AC POWER SOURCE, 250 W
ENI	BREITBAND LINEAR AMPLIFIER
411 LA	0,15 - 300 MHz / 10 WATT
1140 L	9 - 250KHz / 1600 WATT
FARNELL	
SSG 520	SIGNAL GEN. 10 - 520 MHz
PTS 1000	TRANSM.TEST SET 1,5 - 1000 MHz
	NEU 5.250,-
HEINZINGER	HOCHSPANNUNGSNETZGERÄTE
HNCs 10.000 - 180	0 - 10 kV / 180 mA
TNs 250 - 125.000	0 - 250 V / 500 A
	39.500,-
HEWLETT PACKARD	
853A/001	SPECTR. ANALYZER DISPLAY
3312A	FUNKTION GEN. -13 MHz
3437A	SYSTEM VOLTMEETER
3453A	ANALOG STIMUL. / RESP. UNIT
3488A	SWITCH / CONTROL UNIT
3495A	SCANNER
3497A	DATA ACQ. / CONTROL UNIT
3575A	GAIN - PHASE M. 1 Hz - 13 MHz
3581C	SELECTIVE VOLTMEETER
3582A	SPECTR. ANALYZER -25.5 KHz
5328A	UNIV. COUNT. -100 MHz/HPB
5334A/010/050	UNIV. COUNT. -1.3GHz/V.M.
6448B	DC POWER SUP. 0-600V / 1,5 A
6453A	DC POWER SUP. 0-15V / 200 A
7562A	LOG. VOLTMEETER / AMPLIFIER
7563A	LOG. VOLTMEETER / AMPLIFIER
8340A	SYNT/SWEEP. 10MHz-26,5GHz
8349B	MICROWAVE AMP. 2 - 20 GHz
8405A	VECTOR VOLT. -1000 MHz
8407A	NETWORK ANALYZ. -110 MHz
8410B	NETWORK ANALYZ. -18 GHz
8770A	ARBITRARY WAVEF. ANALYZ.
54111D	DIGITIZING OSC. 500 MHz NEU
85040B	REFL.TR.TEST SET 0,5-18 GHz
85630A	SKALAR TRANSM./REFLECT. TEST SET 300 KHz - 2,9 GHz
MARCONI	
2019	SIGNAL GEN. -1040 MHz
2370	SPEC. ANAL./TR. GEN. -110 MHz
2955	RADIO COMM.TEST SET -1GHz
6055 B	SIGN. SOURCE 850 - 2150 MHz
6159	SIGNAL SOURCE 12,4 - 18 GHz
ROHDE & SCHWARZ	
SMX	SIGN. GEN. -1000 MHz, OPT.B2
SMLU	POWER SIGN. G. 25-1000 MHz
SMPD	SIGN. GEN. -2720 MHz, OPT.B1
SPF 2	VIDEO TEST SIGN. GEN.
UPSF	VIDEO NOISE METER
UPSF 2	VIDEO NOISE METER
UVF	VIDEO ANALYSATOR
ZAS	SKALAR NW-ANALYZER, NEU
TEKTRONIX	
485	OSCILLOSCOPE 350 MHz
7104	1 GHz - OSCILLOSCOPE
7904	500 MHz OSCILLOSCOPE

Bei Bedarf schicken wir Ihnen gerne unsere neue Liste zu, die Ihnen eine größere Auswahl unseres Lagerbestandes zeigt.

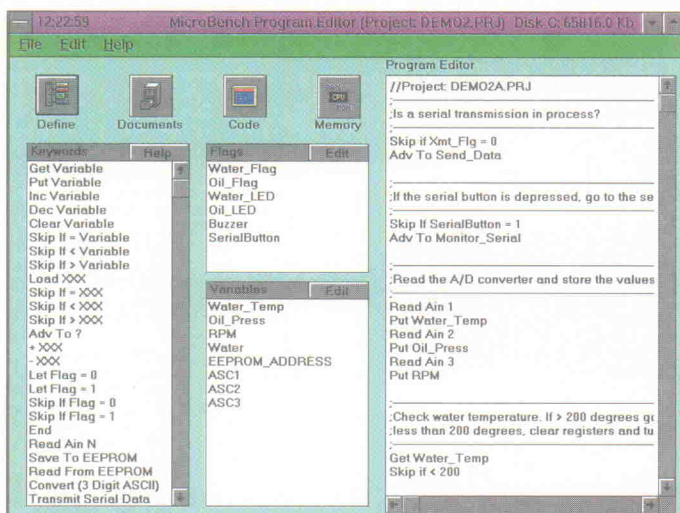
MBMT MESSTECHNIK GMBH
Carl-Zeiss-Str. 5 27211 Bassum
Telefon: 04241/3516 Fax: 5516

Komfortabel Picken

Eine neue Möglichkeit, PIC-Applikationen zu entwickeln, stellt das Product Development System MicroBench dar. Es wendet sich an Techniker und Ingenieure, die ihre Ideen schnell und einfach in ein Produkt umsetzen wollen. Zunächst definiert man die Basisfunktionen wie Stromversorgung, Ein- und Ausgänge sowie den nötigen Speicher. Daraus erzeugt MicroBench ein Blockschaltbild des Projekts. Danach schreibt man das PIC-Programm in einem Pseudo-Code mit einer BASIC-ähnlichen Syntax. Aus den in den Schlüsselwörtern enthaltenen Assembler-Modulen (mit Funktionen wie Analog- und Digital-I/O,

Display-Ausgabe oder RS-232-Kommunikation) erstellt MicroBench dann den eigentlichen Objektcode. Diesen übergibt man schließlich an einen PIC-Programmer. Die Software läuft unter Windows 3.1 auf einem IBM-kompatiblen PC ab 386 mit VGA-Grafik aufwärts. Sie ist für 1195 DM inklusive Mehrwertsteuer erhältlich. Eine Probeversion von MicroBench 2.20 liegt in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, Datei MICBENCH.LZH).

Electronic & Mechanic Power Parts
Thomas Joswig
Adalbertstraße 63
60486 Frankfurt/Main
☎ 0 69/70 79 08 50
☎ 0 69/70 79 08 50



Flash inside

Zwei Flash-Varianten von Hitachis H8-Controller-Familie kündigt der Distributor Neumüller an. Die Typen H8/3434F und H8/3334F besitzen je 32 KByte Flash-Speicher als Programmablage und 1 KByte SRAM. Der Flash-Einsatz eröffnet die Möglichkeit, den Chip erst nach komplettem Einbau der Schaltung in das Endgerät zu programmieren. Neben der Anpassung an die umgebende Hardware kann man so auch nachträgliche Software-Updates leicht vornehmen. Zwischen 3,0 V und 3,6 V arbeiten die Controller mit einem Takt bis zu 10 MHz, bei 4,5...5 V darf dieser bis 16 MHz steigen. Dane-

ben verfügen die Bausteine über reichlich Timer, zwei serielle Schnittstellen, AD/DA-Interfaces sowie IKAP-II (Intelligent Key- and Power-Management). Diese Funktion soll den Stromverbrauch bei batteriegestützten Applikationen drastisch senken. Der H8/3434F steht in den Gehäusevarianten QFP-100 und TQFP-100 zur Verfügung, beim H8/3334F sind es QFP-80, TQFP-80 und PLCC-84.

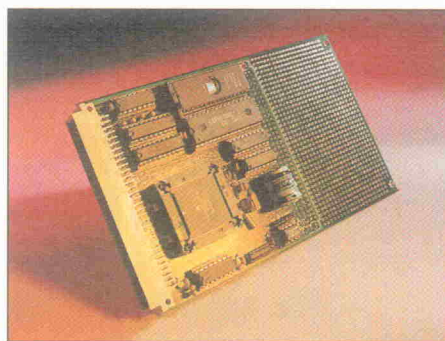
Neumüller-Fenner Elektronik GmbH
Mehlbeerenstraße 2
82024 Taufkirchen
☎ 0 89/61 44 99-0
☎ 0 89/61 44 99-80

KATCEn-Nachwuchs

Mit der KAT-Ce-68332 light bietet die Firma Himmeröder eine abgespeckte Nachfolgerin der ab ELRAD 3/94 vorgestellten Karte an. Das neue Board kommt zweilagig im Euroformat daher. Knapp die Hälfte der Fläche ist als Lochrasterfeld für eigene Erweiterungen freigehalten. Auf dem anderen Platinenteil findet sich neben der 68332-16-CPU Speicher in Form von

EPROM (128...512 KByte) und RAM (32...512 KByte), eine Echtzeituhr mit Batteriepufferung sowie zwei serielle Schnittstellen. Daneben ist der Background-Debug-Port des '332 herausgeführt. Da der Bus zum Speicher bei der 'leichten' Katze 8 Bit breit ausgeführt ist, führt sie ihre Programme etwas gemächlicher als die große Schwester aus: Nach Angabe des Entwicklers entspricht die mit 16 MHz getaktete KAT-Ce-light einer mit 10 MHz getriebenen Großkatze. Als fertig aufgebautes Gerät ist die KAT-Ce-68332 light ab 398 DM erhältlich.

Marie-Theres Himmeröder
Rostocker Straße 12
45739 Oer-Erkenschwick
☎ 0 23 68/5 39 54
☎ 0 23 68/5 67 35



XA-Tool gratis

Zu der neuen Mikrocontroller-Familie 8051XA offeriert Philips ein kostenloses Entwicklungswerkzeug namens XA-SDT. Es beinhaltet eine Windows-Shell mit Editor, Assembler und CPU-Simulator. Ein besonderes Bonbon stellt der Translator dar, der bestehende 8051er-Quelltexte in die XA-Syntax übersetzt. Das Tool

liegt in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01, XA10.ZIP) oder auf dem FTP-Server (ftp.ix.de:/pub/elrad/021) zum Download bereit. Weitere Bezugsmöglichkeiten nennt:

Philips Semiconductors
Burchardstraße 19
20095 Hamburg
☎ 0 40/32 96-0
☎ 0 40/32 96-9 27

Genügsame Peripherie

Unter der Bezeichnung ZPSD3xx stellt die kalifornische Halbleiterfirma WSI eine Familie von Peripheriechips mit sehr geringer Leistungsaufnahme vor. Bei einer Betriebsspannung von 2,7 V begnügen die ICs sich mit einem Stand-by-Strom von 1 µA, bei Datenzugriffen steigt der Strom auf 0,6 mA+0,4 mA/MHz (150 ns Zugriffs-

zeit). In der 5-Volt-Ausführung liegt der Strom im Stand-by bei 10 µA und typisch 2 mA+0,8 mA/MHz bei 70-ns-Zugriff. Die Bausteine enthalten neben einem programmierbaren Adreßdecoder bis zu 1 MByte EPROM und 16 KByte SRAM. Das MCU-Interface versteht sich mit 8- oder 16-Bit-Prozessoren. Die wichtigsten Anwendungsgebiete

sieht der Hersteller bei batteriegespeisten Geräten wie beispielsweise drahtlosen Telefonen. Nähere Informationen erhält man beim deutschen Distributor:



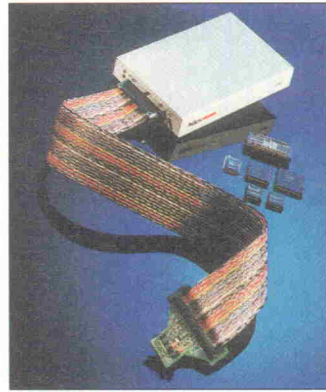
Jermyn GmbH
Weissenfelder Straße 3
85551 Kirchheim
☎ 0 89/90 99 03-0
☎ 0 89/90 99 03-12

Entwicklungshilfe für 251er

Für die kürzlich eingeführte Controller-Familie MCS251 von Intel bietet Hitex bereits Unterstützung in Form eines In-Circuit-Emulators an. Der TX251 enthält 96 KByte Emulationsspeicher und merkt sich bis zu 65536 Breakpoints. Die Steuerung des ICE erfolgt mittels der Windows-Oberfläche HiTOP-Win über die Drucker-schnittstelle eines PC. Das Gerät kommt für 5200 DM (zzgl. MwSt.) komplett inklusive Software und eines Pod mit

dem pin- und binärkompatiblen, konfigurierten 80C251SB ins Haus. Der Pod steht in zwei Takt-Versionen zur Auswahl: entweder mit 12 MHz (0 Wait-states) oder mit 16 MHz (1 WS).

Da der TX251 eine aufgerüstete Variante des TX51 darstellt, kann man ohne großen Mehraufwand auch µC-Applikationen mit den herkömmlichen 51ern von Siemens (80515/517, C50x), Philips (80552) oder

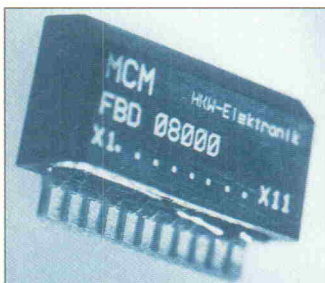


Dallas (DS80C320) debuggen. Weitere Auskünfte erhält man über die nachstehenden Adressen. Auch ein Blick auf die WWW-Seite lohnt, Hitex bietet dort Studienplätze an der Berufsakademie Karlsruhe an.

Hitex Systementwicklung GmbH
Greschbachstraße 12
76229 Karlsruhe
☎ 07 21/96 28-0
☎ 07 21/96 28-2 61
✉ info@hitex.ti.ba-karlsruhe.de
⚡ http://www.ba-karlsruhe.de/BA/firmen/hitex/

Atomzeit via RS-232

Zwei Module, die einem Mikrocontroller die Arbeit erleichtern, vertreibt das Haus Intema. Der Baustein MCM-RS232 wertet die Pulse eines externen DCF-77-Empfängers aus und stellt an seiner RS-232-Schnittstelle auf Anforderung des angeschlossenen µC oder PC die aktuelle Zeit bereit. Eine integrierte Echtzeituhr sorgt dafür, daß die Anwendung von vorübergehenden Empfangsbeeinträchtigungen nichts mitbekommt. Eine Variante des Moduls namens MCM-Coder liefert zusätzlich



zur Zeitinformation über RS-232 auch einen simulierten DCF-Puls, den man beispielsweise zur Ansteuerung von Tochter-Uhren heranziehen kann. Beide Module arbeiten typischerweise mit 3 Volt bei einer Stromaufnahme von etwa 1 mA. Diese sinkt auf 20...50 µA im Stand-by-Betrieb. Das MCM-RS232 ist für 29 DM erhältlich. Die Version MCM-Coder kostet 36 DM. Beide Preise verstehen sich zusätzlich Mehrwertsteuer. Neben den Auswertebausteinen liefert Intema auch passende Ferrit-Antennen und Empfänger.

Intema GmbH
Andreas-Herz-Straße 4
85598 Baldham
☎ 0 81 06/55 85
☎ 0 81 06/30 15 04

Neue Version!

EAGLE 3.0

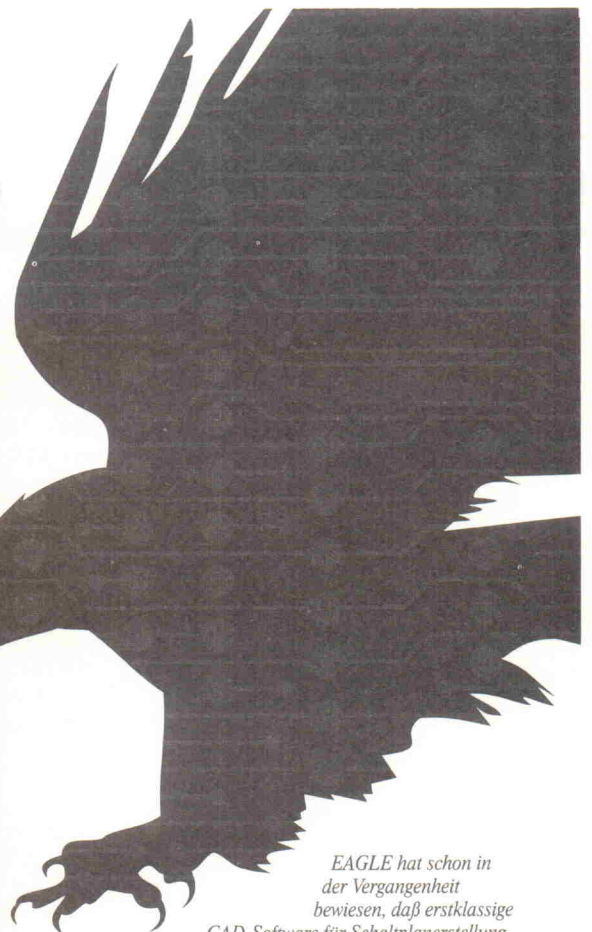
Schaltplan - Layout - Autorouter

Jetzt mit
32-Bit-Power.

Zu
Low-cost-Preisen
wie bisher.

Neu:
- Polygone füllen
- Copper Pouring
und mehr!

Demopak mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen	851,00
Schaltplan-Modul	1085,60
Autorouter-Modul	1085,60
Versand DM 9,20 (Ausland DM 25,-)	
Hotline kostenlos	
Holen Sie sich die Demo per Modem	
BBS: 0 86 35/69 89-70 Analog (14400 / 8N1)	
-20 ISDN (64000 / X.75)	



EAGLE hat schon in der Vergangenheit bewiesen, daß erstklassige CAD-Software für Schaltplanerstellung und Platinen-Layout weder umständlich zu bedienen noch teuer sein muß. Deshalb ist EAGLE mit Abstand das beliebteste Elektronik-CAD-Paket in Deutschland.

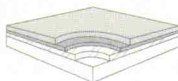
Aber hinter diesem Erfolg steckt mehr als ein gutes Programm. Zum Beispiel eine vorbildliche Kundenunterstützung, die jedem zur Verfügung steht – ohne Hotline-Gebühren. Anerkennung fand der außergewöhnlich gute Service in einer Umfrage der Zeitschrift IMPULSE unter deutschen Software-Anwendern, aus der CadSoft mit EAGLE als Gesamtsieger hervorging.

Hinter diesem Erfolg steckt aber auch die Tatsache, daß EAGLE ständig an den aktuellen Stand der Technik angepaßt wird. – Unsere neueste Version nutzt die volle Leistung des PC vom 386er aufwärts. Sie kommt mit moderner Bedieneroberfläche und zahlreichen neuen Features.

Lassen Sie sich von unserer voll funktionsfähigen Demo überzeugen.

 **CadSoft**
CadSoft Computer GmbH, Hofmark 2
64568 Pleiskirchen, Tel. 08635/810, Fax 920

isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial



♦ Materialstärke 1,5 mm

♦ 1. Wahl

♦ hochwertiger Fotolack mit kurzen Prozeßzeiten und großem Verarbeitungsspektrum

♦ Lichtschutzfolie für bequemen Transport

Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
100 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	1,10
100 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	3,00
100 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	5,70
100 160 0233	160 x 233	10 St.	40 St.	90 St.	7,10
100 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	11,30
100 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	22,60
100 160 0900	160 x 900	10 St.	30 St.	60 St.	27,10
100 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	45,00
100 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	84,30

lieferbar auch als:

Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, zweiseitig

Pertinax FR2, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
102 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	0,70
102 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	2,10
102 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	3,80
102 160 0233	160 x 233	10 St.	40 St.	90 St.	4,80
102 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	7,50
102 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	15,00
102 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	29,90
102 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	56,20

isel-Basismaterial



♦ Materialstärke 1,5 mm

♦ 1. Wahl

♦ wir empfehlen die Verwendung unserer Chemikalien zur Weiterverarbeitung

Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
104 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	0,90
104 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	2,50
104 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	4,50
104 160 0233	160 x 233	10 St.	40 St.	90 St.	5,60
104 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	8,90
104 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	17,60
104 160 0900	160 x 900	10 St.	30 St.	60 St.	21,20
104 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	35,40
104 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	66,20

lieferbar auch als:

Epoxyd FR4, Kupferauflage 0,035 mm, zweiseitig

Pertinax FR2, Kupferauflage 0,035 mm, einseitig

Artikel-Nummer	Plattengröße (mm)	Rabatt bei Abnahme je Art.-Nr.:			DM/Stück
		10%	20%	30%	
106 050 0100	50 x 100	20 St.	100 St.	200 St.	0,50
106 100 0160	100 x 160	20 St.	50 St.	100 St.	1,50
106 150 0200	150 x 200	10 St.	40 St.	90 St.	2,80
106 200 0300	200 x 300	10 St.	40 St.	80 St.	5,50
106 300 0400	300 x 400	10 St.	30 St.	60 St.	10,70
106 160 0900	160 x 900	10 St.	30 St.	60 St.	12,90
106 400 0600	400 x 600	5 St.	20 St.	40 St.	21,40
106 500 0900	500 x 900	5 St.	10 St.	20 St.	40,10

... sprechen Sie mit uns
auch über Sonderzuschnitte
und Material für Kupferbilder
06672 / 898 - 241

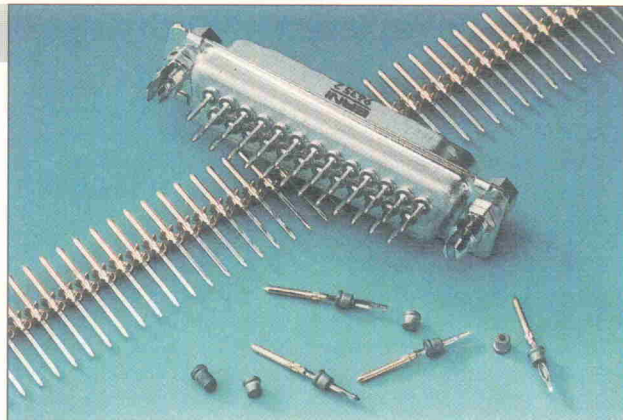
Rund um die Leiterplatte

iselautomation Hugo Isert
Im Leibolzgraben 16 D-36 132 Eiterfeld
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

Steckverbinder

Mit Filter

Mit der Serie TMC bietet die Firma Erni Subminia-tur-D Steckverbinder nach DIN 41 652 an, die insbesondere in Schnittstellenanwendungen zum Einsatz kommen. Durch verschiedene Gehäusegrößen und ein reichhaltiges Zubehörprogramm eröffnen sich vielfältige Lösungen. Vor allem um den hohen Anforderungen in schnellen Bussystemen Rechnung zu tragen, hat der Hersteller diese Produktlinie weiterentwickelt. Das Ergebnis heißt TMC-Filter: neben den bisherigen technischen Merkmalen wie UL- beziehungsweise CSA-Zulassung, verzinnertes Metallgehäuse, Lamellenfiederung an den Stiftgehäusen für optimale Abschirmung sind hier die Kontakte der Steckverbinder mit Keramikfiltern be-



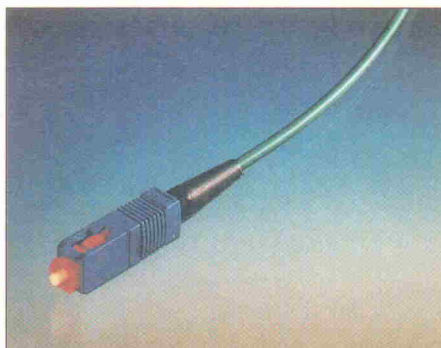
stückt. Damit bieten sie eine sichere und störungsfreie Übertragungsleistung. Die TMC-Filter-Steckverbinder gibt es auch in lötfreier Einpreßtechnik.

ERNI Elektroapparate GmbH
Seestraße 9
73099 Adelberg
☎ 0 71 66/50-0
☎ 0 71 66/50-2 82

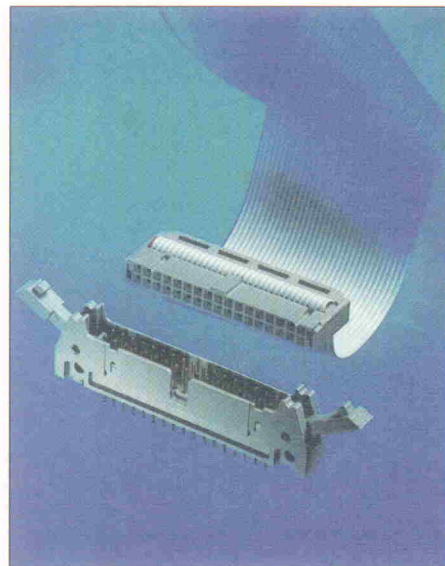
Im Rampenlicht

Bei optischen Datenleitungen sind es gerade die Stecker, an die besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Mit dem FSC-CMAX bildet Suhner eine neue Fiberoptic-Snap-Connector-Serie, zu der auch Simplex-, Duplex-, Multimode-, Singlemode- und HRL-Versionen einschließlich Kuppelungen gehören. Das besondere Design ermöglicht eine schnelle Konfektionierung an alle gängigen Typen von Lichtwellenleitern (LWL). Sein halogenfreies Material wirkt flammhemmend, entwickelt keine giftigen Gase und quillt nicht auf. Ein Push-Pull-Mechanismus verträgt Auszugskräfte ≥ 100 N. Zur Ablage von Restexzentrizitäten läßt sich die Keramikferrule – der optische 'Übertragungsstift', in den der LWL eingeführt und fixiert wird – in vier Positionen justieren und verleiht dem Stecker damit eine hohe optische Qualität. Die Einfügedämpfung des Steckers ist kleiner 2 dB und die Rückflußdämpfung typischerweise größer 49 dB.

Suhner Elektronik GmbH
Mehlbeerenstraße 6
82024 Taufkirchen
☎ 0 89/6 12 01-0
☎ 0 89/6 12 01-1 62



Unter Druck

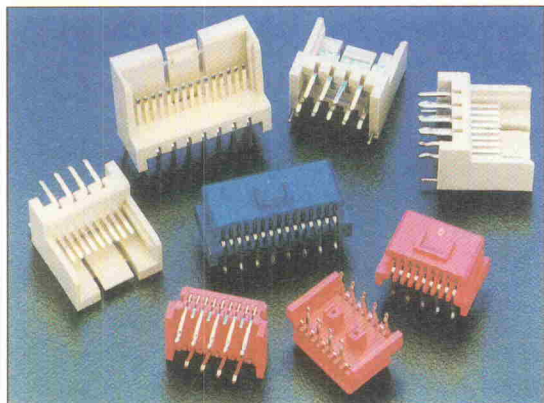


Kabel werden heute meist rein mechanisch an einen Stecker gequetscht oder gekrimpt. Der LötKolben bleibt bei der Steckerkonfektionierung zumeist kalt. Warum sollte, was dem Stecker lieb ist, der Stiftleiste nicht teuer sein? Der Hersteller 3M bietet seit kurzem Platinen-Verbinder in Einpreßtechnik an. Die neuen Verbindungssysteme mit Compliant-Pin-Kontakten stellen den elektrischen Kontakt zur Leiterplatte – durchkontaktierte Bohrungen vorausgesetzt – umweltfreundlich ohne Löten her. Es stehen derzeit zwei Familien ('low profile' und 'Standard') nach DIN 41 651 in gerader Ausführung und Polzahlen 10...64 Pins zur Verfügung.

3M Deutschland GmbH
Carl-Schurz-Straße 1
41453 Neuss
☎ 0 21 31/14-24 79
☎ 0 21 31/14-34 70

Zwischen Platinen

Mit der Baureihe JET hat der Spezialhersteller für Stecksysteme J.S.T. sein Programm an Platine-Platineverbindern erweitert. Die neuen Steckverbinder gibt es als 9- und 15-polige Ausführung und haben im Steckbereich ein Raster von 1,25 mm. Die Kontakte bestehen aus einer verzinnnten Kupferlegierung und sind für eine maximale Strombe-



lastbarkeit von 1 A AC/DC ausgelegt. Um bei kleiner Bauweise trotzdem hohe Stabilität zu gewährleisten, sind die Lötanschlüsse zweireihig entflochten. Darüber hinaus erhöhen zusätzliche einlötbare Metallführungsstifte die Stabilität. Daß sich verbundene Platinen auch unter Vibrationseinflüssen nicht voneinander lösen, dafür sorgt ein sogenannter Positive-Lock-Mechanismus. Schließlich verhindert eine Führungsnut falsches Polen beim Zusammenstecken.

J.S.T. Deutschland GmbH
Küferstraße 15
73650 Winterbach
☎ 0 71 81/40 07-0
☎ 0 71 81/40 07-21

Gegen Überspannungen

Einen wirkungsvollen Überspannungsschutz für elektronische Schaltungen bietet der neue printfähige Überspannungsableiter Subcontrab von Phönix Contact. Er verbindet das Prinzip der Schraub-Steckverbinder mit den Schirmungseigenschaften und der Geometrie von SUB-D-Konnektoren. Die Grundleisten sind wahlweise mit Filterkondensatoren oder Varistoren bestückt. Hochfrequente Störspannungen und Transienten werden bereits an der Schnittstelle zur Platine abgefangen. Für Standard-SUB-D-Gehäuse stehen Buchsenleisten mit Schraubanschluß zur Verfügung. Das ermöglicht das problemlose Auflegen der Zuleitung ohne Lötcolben oder Spezialwerkzeug. Alle Varianten sind in drei- und fünfpoliger Ausführung erhältlich. Die Integration der Filterfunktion im Steckeranschluß schafft Platz auf der Platine, vereinfacht das Layout und reduziert den Montageaufwand.

Phönix Contact
Flachmarktstraße 8-28
32825 Blomberg
☎ 0 52 35/55-0
☎ 0 52 35/55-12 00

isel-Belichtungstechnik

... zur Herstellung von gedruckten Schaltungen



isel-UV-Belichtungsgeräte

UV-Belichtungsgerät 1
Belichtungsfläche 160 x 250 mm DM **302.-**

UV-Belichtungsgerät 2
Belichtungsfläche 240 x 365 mm DM **379.-**

UV-Belichtungsgerät 3
Belichtungsfläche 350 x 520 mm DM **532.-**

- eloxiertes Aluminiumgehäuse, geschliffene Kristallglasscheibe, UV-Leuchtstofflampen und elektronische Zeitschaltuhr
- gleichmäßiger Anpreßdruck durch Deckel mit Schaumstoffauflage
- optimale Ausleuchtung der Belichtungsfläche und gute Wiedergabegenauigkeit

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1
einseitige Belichtungen bis 360 x 230 mm DM **961.-**

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2
zweiseitige Belichtungen bis 360 x 230 mm DM **1184.-**

Vakuum-UV-Belichtungsgerät 3
einseitige Belichtungen bis 520 x 390 mm DM **1202.-**

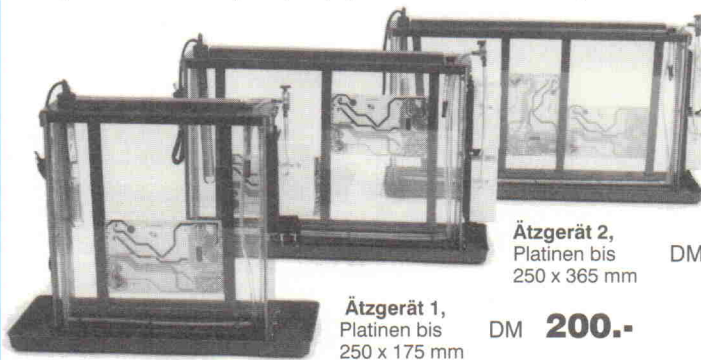
Vakuum-UV-Belichtungsgerät 4
zweiseitige Belichtungen bis 520 x 390 mm DM **1631.-**

- Aluminiumgehäuse, Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- eingebauter Timer mit Sekundeneinstellung in 6-Sekunden-Schritten und Minuteneinstellung in 1-Minuten-Schritten, Zeiteinstellung 6-90 sek. und 1-15 min
- absolut gleichmäßige und seitenidentische Ausleuchtung der Belichtungsfläche



isel-Ätztechnik

... zur Kleinserienfertigung gedruckter Schaltungen



Ätzgerät 3
Platinen bis
250 x 465 mm
DM **312.-**

Ätzgerät 2,
Platinen bis
250 x 365 mm DM **257.-**

Ätzgerät 1,
Platinen bis
250 x 175 mm DM **200.-**

- superschmale Glasküvetten, Luftschlauch mit Spezial-Luftverteillrahmen,
- Küvettenrahmen mit Membranpumpe und stufenlos regelbarer Heizung
- verstellbarer Platinenhalter zur Aufnahme der Leiterplatten
- Thermometer
- Kunststoff-Auffangwanne

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

A 140 07/05.05

Rund um die Leiterplatte



isel automation Hugo Isert
Im Leiboldzgraben 16 D-36 132 Eiterfeld
Tel.: (06672) 898 0 Fax: (06672) 898 888

Trendy Windows

32nd Design Automation Conference

Ulrike Kuhlmann



Im Moscone Center in San Francisco trafen sich in diesem Jahr vom 12. bis 16. Juni alle bekannten und (noch) nicht bekannten EDA-Firmen der Welt zu 'ihrer' Show – der Design Automation Conference, kurz DAC. Mehr als 150 Firmen präsentierten in drei Hallen ihre Produkte und erläuterten zukünftige Pläne und Visionen. Lauschte man den immer anders formulierten Strategien, so ließen sich doch eindeutige Ziele ausmachen. Für den Anwender am interessantesten ist sicher der seit geraumer Zeit bestehende Trend zu PC-basierender EDA-Software – der auch auf der DAC von vielen Firmen zum Ziel deklariert wurde.

Da der PC die am weitesten verbreitete Computerhardware ist und es zudem eine Vielzahl guter und preisgünstiger Tools unter Windows, Windows NT – und demnächst unter Windows 95 – gibt, können sich dieser Plattform auch die größeren EDA-Unternehmen nicht weiter entziehen. Zumal die 64-K-Speichergrenze fällt, beziehungsweise mit Windows NT bereits die unter Unix-übliche 32-Bit-Adressierung realisiert wurde. Die Möglichkeit, auf einem Computer sämtliche Vorgänge zu erledigen, angefangen vom Entwurf selbst bis hin zur Dokumentation des Designs – und das alles unter einem bekannten Outfit – spricht ebenfalls für Windows und den PC. Dabei stellt das Portieren der grafischen Oberflächen zwi-

schen den Hardwareplattformen für die Toolhersteller eine der großen Hürden dar. Und ein großes Problem für die EDA-Unternehmen ist in diesem Zusammenhang nicht zuletzt, daß Unix-Software wesentlich teurer – und damit auch wesentlich profitabler – als ein PC-basiertes Tool ist. Heiß diskutiert wurde dies alles denn auch während der DAC-Session 'EDA and the OS (Operating System) Wars'.

Firmen wie Intergraph, die ein beliebiges Wechselspiel zwischen beiden Hardwareplattformen versprechen, sind hier ganz vorn dabei. Viewlogic Systems hat sich darauf verschoren, beide Systeme parallel zu bedienen. Das Unternehmen bietet bereits seit langem geschlossene Entwicklungsumgebungen sowohl für den PC als auch für Unix an. Orcad schwört dagegen ganz auf den PC und stellte demzufolge auf der DAC drei 'echte' Windows-Tools vor. Auch Mentor Graphics hat sich dem PC genähert. Mit dem Kauf von Model Technology im März und der Übernahme von Exemplar Logic kann das Unternehmen aus Oregon nun den PC-Markt bedienen. Synopsis bleibt allerdings seiner Linie treu – die Kalifornier wollen ihre Kunden weiterhin mit 'High-Level Design Solutions' für Workstations versorgen. Und auch Cadence setzt mit ähnlichen Argumenten weiterhin auf Unix. Die Firma Analogy aus Oregon ist dagegen so sehr von der Windows-Welt

überzeugt, daß sie ihre Unix-Software mit Fenstertechnik gänzlich überfrachtet. Daß dies kein Ausweg aus dem Windows-Unix-Gefecht sein kann, zeigte sich deutlich bei der Demonstration der neuen 'Unix-Fenster'.

Und sie bewegt sich doch

Mentor Graphics setzt verstärkt auf Windows-basierende Entwicklungsumgebungen: Um seine Präsenz am PC-Markt auszubauen, kaufte Mentor Exemplar Logic einen der renommierten 'unabhängigen' Synthesetool-Anbieter. Dies gab das Unternehmen drei Tage vor der DAC bekannt. Mit Exemplars erweiterter 'Frontend-Software' Galileo wird FPGA-Designern die Möglichkeit gegeben, von einer schematischen Eingabe schnell und unkompliziert zum HDL-Entwurf zu wechseln. Das Windows-NT-Tool bietet beide Hardwarebeschreibungssprachen – VHDL und Verilog HDL – als Eingabemöglichkeit und entspricht dabei dem VHDL-1076-Standard beziehungsweise Verilog 3.0. Neben der FPGA-Synthese nebst Optimierung und Technologiemapping kann eine statische Timinganalyse durchgeführt werden. Der sogenannte Schematic Viewer – ein Produkt von Konzept Engineering aus Karlsruhe – erzeugt daraus ein Schematic, was die Überprüfung der Timingspezifikationen sehr vereinfacht. Die Daten der Zeitanalyse und natürlich die Ergebnisse der Synthese können anschließend an den Simulator V/System Plus übergeben werden. V/System Plus von Model Technology (MTI) – ebenfalls zur Mentor-Gruppe gehörend – ist komplett in die neue Galileo-Umgebung integriert.

Galileo überzeugt durch eine klar gegliederte Oberfläche, unter der auch Neueinsteiger in die High-Level-Synthese dank der verständlichen Benutzerführung nicht den Überblick verlieren. Exemplar weist neben dieser 'neuen Übersichtlichkeit' auf ein weiteres Feature: das seit längerem diskutierte Design Reuse. Eine integrierte Bibliothek namens MODGEN bietet die Möglichkeit, Teile einer bereits existierenden Entwicklung technologieunabhängig wiederzuverwenden – man muß das Rad in Zukunft also nicht

immer wieder neu erfinden. Galileo ist sowohl auf dem PC als auch auf Unix-Workstations lauffähig. Bislang werden sämtliche Xilinx Bausteine, die Actel Familien ACT 12 und ACT 13 und Crosspoint-PLDs unterstützt, Altera soll demnächst folgen.

Orcad stellte im Rahmen seiner Design-Desktop-Linie insbesondere drei Produkte vor: Layout und Layout Plus, zwei Tools für das PCB-Design, die auf der MaxEDA-Software von Massateck basieren. Orcad hatte bereits Ende März den Kauf des Unternehmens aus Massachusetts angekündigt und nun die Aquisition bestätigt. Mit dem dritten Paket namens Simulate bietet Orcad zudem eine echte, technologieunabhängige Windows Software für den PLD- und FPGA-Entwurf an. Der Gate-Level-Simulator erlaubt die Analyse der komplexen Logikbausteine von Actel, Altera, Lattice und Xilinx sowie weiteren PLD-Anbietern. Im Zusammenspiel mit Orcads Capture-Tool lassen sich schnell und übersichtlich mögliche Timingfehler beispielsweise bei Setup- und Hold-Zeiten oder Pulsweiten vor dem Routing ausmachen und im Schematic ansehen. Der Logiksimulator kann sowohl rein schematische als auch in VHDL geschriebene Entwürfe oder eine Kombination aus beiden einlesen. Mögliche weitere Eingabeformate sind EDIF, SDF und Open-PLA. Da Simulate dem VITAL-Standard entspricht, können die Ergebnisse der Simulation problemlos an andere VHDL-kompatible Tools übergeben werden.

Optium für Pentium

Im Sinne einer verstärkten Präsenz am PC-Markt portierte Viewlogic den Vantage VHDL-Simulator Speedwave von Unix auf die Windows-Oberfläche. Präsentiert unter dem Namen Optium zielt das Tool vor allem auf die Analyse von FPGAs ab, da neben VHDL-Modellen auch herstellereigene Bibliotheken genutzt werden können. Der grafische Debugger ähnelt äußerlich Microsofts Visual C++ und beinhaltet weitere MS-vergleichbare Darstellungsformen. Beispielsweise kann man den VHDL Sourcecode editieren, das Design hierarchisch aufschlüsseln und natürlich last, but not least Online-Hilfefunktionen aufrufen.

Als weitere Windows-Software bietet das Unternehmen View-Synthesis an, ein interaktives Synthesetool für hochkomplexe FPGAs. Interaktiv heißt hier, daß das Design nicht wie sonst üblich komplett gezeichnet wird (flatten), also sämtliche Hierarchieebenen aufgebrochen werden. Statt dessen lassen sich einzelne Module vorab oder aber ganze Entwürfe in ihrer bei der Entwicklung aufgebauten Hierarchie synthetisieren. Dabei kann man mit dem grafischen Browser jedes Modul am Bildschirm ansehen und seine Abbildungen auf die Zielarchitektur während des Durchlaufs kontrollieren. Mögliche Spezifikationen können so frühzeitig für einzelne Teile des Designs festgelegt werden.

Ein weiterer Trend, der sich auf der diesjährigen DAC abzeichnete, liegt in der Verbesserung bestehender Softwareoberflächen und einer ausgefeilteren Benutzerführung durch immer komplexer werdende Entwicklungssysteme. Da neben der Software auch die Hardware – gemeint sind die ICs selbst – immer komplexer werden, benötigt man immer dringender Tools, die Entwicklungen bereits in einem frühen Stadium analysieren und verifizieren. Hier konnten sich besonders die Newcomer unter den EDA-Firmen hervortun.

Mit Nextwaves Epilog-MX Timing Verifier beispielsweise kann man zwischen den Simulationsergebnissen des firmeneigenen Verilog-Timing-Simulators und den Resultaten der statischen Analyse einzelner Blöcke des Designs beliebig hin- und herspringen. Zeitverletzungen werden dabei durch farbige Pfeile im Waveform-

editor gekennzeichnet und sind so sehr einfach detektierbar.

Auch Design Acceleration stellt mit ihrem Signalscan eine Analysesoftware vor, die es erlaubt, das Zeitverhalten der Designvariablen während der Simulation zu beobachten. Da die Ergebnisse vieler Verilog-Simulatoren von der Abarbeitung gleichzeitig auftretender Ereignisse abhängen, ist es oftmals entscheidend, diese Reihenfolge genau zu kennen. Signalscan zeigt zudem Signale an, die sich mehr als einmal in einem Zeitschritt verändern.

Die Firma interHDL stellt mit Verilint ein Tool zur Verfügung, daß eine Überprüfung des eingegebenen Verilog HDL Code auf Semantik-, Syntax-

und Kodierungsfehler noch vor der Synthese und Simulation des Designs ermöglicht. Der neu integrierte Hierarchiebrowser unterlegt den fehlerhaften Entwurfsteil farblich, wobei die einzelnen Fehlermeldungen detaillierter in einem seitlich angeordneten Fenster erscheinen.

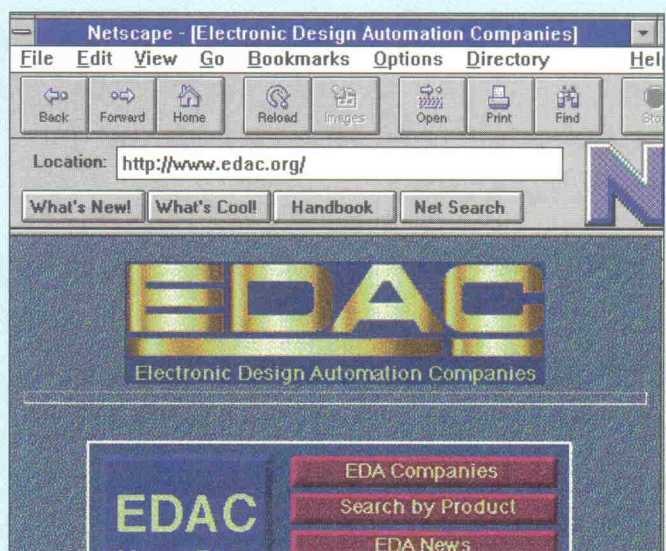
Summit Design, seit einem Jahr am Markt mit ihrem auf VHDL basierenden Eingabe- und Debuggingtool Visual HDL, hat sich mit Visual Verilog nun auch der Verilog-Gemeinde zugewandt. Von dieser Öffnung profitieren beide Hochsprachenanwender, denn nun kann man nicht nur beliebige Kombinationen aus Grafik und Textkonstrukten als Eingabeform verwenden. Da zudem die Mög-

lichkeit geboten wird, Verilogtext in VHDL und umgekehrt zu übersetzen, können leicht Teile bestehender Entwicklungen – gleich in welcher Form – in ein neues Design eingebunden werden. Die Möglichkeit des Design Reuse ist somit gegeben.

In eine ähnliche Richtung geht die Firma Chrysalis Design. Mit ihrem DesignVerifier geben sie dem Entwickler die Möglichkeit, Teile eines Designs nach der Synthese mit anderen, bereits bestehenden Modulen zu vergleichen. Jeder Syntheseschritt führt im allgemeinen zu anderen Ergebnissen, da während der Optimierung die Hierarchieebenen aufgebrochen und ganze Blöcke neu zusammengebunden werden. *uk*

Unter einem Dach

Die Design-Automation-Industrie rückt immer näher zusammen. Das zeigt sich nicht nur an den Unternehmensaufkäufen, sondern auch in übergeordneten Organisationen. In der EDAC (Electronic Design Automation Companies) haben sich fast alle namhaften Firmen zusammengeschlossen, um vierteljährlich 'Bericht' zu geben. Im World Wide Web unter <http://www.edac.org> stellen die Unternehmen sich und ihre neuesten Produkte vor und geben Statistiken heraus. Auch eine Kommunikation untereinander soll über das Internet Forum erleichtert werden. Neben Jobs, die auf der Web-Seite offeriert werden sollen, kann man die 'neuesten' Neuigkeiten über die Design-Automation-Welt erfahren, wer beispielsweise wo, bei welcher



Messe oder Konferenz anzutreffen ist. Zudem haben über 35 EDA-Firmen Hypertext Links zu ihrer eigenen Homepage eingerichtet. Wer in die

Web-Seite aufgenommen werden möchte, kann sich an Steve Pollock wenden:
☎ 001 40 85 59-85 00
✉ steve@designacc.com



Das zählt: BRYMEN

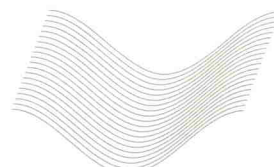
BM837

Wo sonst finden Sie **55 Funktionen** in so einem handlichen Digital-Multimeter vereint? Bargraph Meßrate: 128/sec, 40.000 digits, AC und DC Echteffektivwertmessung, Hintergrundbeleuchtung, Sicherheitsstandard IEC10-1, Kat. III und - und -und. **BRYMEN BM837** setzt neue Maßstäbe in der Meßtechnik. Aber nicht nur die Leistungen dieses völlig neuen Digital-Multimeters lassen aufhorchen, - auch der Preis ist wunderbar.



Ein Digital-Multimeter
für professionelle Ansprüche.

Infos über Technik
und Preis gibt's bei:



COSINUS®

COSINUS® Computermeßtechnik GmbH • Fasanenstr. 68 • 82008 Unterhaching • Tel. 089/665594-0, Fax 665594-30

Universal-Progr.-Geräte

inkl. Handbuch
PLD-
Programmierung mit
PALASM

**auch mit
DIP-48
lieferbar**

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-Buskarte
- Spannungsvers. über Buskarte
- inkl. Buskarte

für EPROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, MEM-Test, JPU 8748/51, Z8-Serie, IC-Test u.v.m.
über 100 versch. Adapter lieferbar z.B.: MACH-Serie, ICCARD, PLCC, SIP/SIM-Test, GANG

EPROM-Progr.-Geräte

SEP-81AE/SEP-84AE



SEP-81AE
(1*Socket)
DM 565.-

SEP-84AE
(4*Socket)
DM 699.-

Lieferung inkl. deutschem Handbuch

Andere PROGRAMMIERER

EPP-1F (bis 512kbit) DM 358.-
EPP-2F (bis 4Mbit) DM 498.-
QUICK-32ST (8 Socket) DM 2167.75

COM-Watch



RS-232 Datenanalyse

- autom. Baudratenerkennung
- optionale Erweiterung für RS422 + RS485
- Scriptsprache
- Lieferung komplett mit dt. Handbuch, Kabel und Diskette

DM 802.70 (inkl. Anschlußkabel)

EPROM-EMULATOR



für
RAM/ROM 2*8bit
oder 1*16bit

optional auch für
90nm EPROMs

EML-ROM 512 (bis 2*512kbit) DM 696.90
EML-ROM 2M (bis 2*1Mbit) DM 885.50

LEAPER-3



PROGRAMMIERT EPROMs,
EEPROM, FLASH PROMs und
TESTET SRAMs

- schnelles Lesen, Programmieren, Blank Check, Kopieren von EPROMs
- EPROMs, Flash EPROMs, SRAMs
- Stand-Alone-Arbeiten möglich mit LCD-Display (auch mit Batterie)
- Fernsteuerung vom PC aus mit Menüsystem über die LPT-Schnittstelle

DM 598.-

PCFACE-III

ISA-Karten-Tester

Kartenwechsel ohne PC-Abschaltung



- aktive Benutzerweiterung zum Testen von Slotkarten
- Meßpunkte für alle Signalleitungen
- 3 Steckplätze für alle 8/16Bit-ISA-Karten

DM 687.70

PCFACE-IIIC DM 915.40

10 Steckplätze - ohne Gehäuse

Lieferung ab Lager
alle Geräte getestet
kostenloser Update-Service über Mailbox

Wir akzeptieren:



VISA

HLERS
EDV SYSTEME GmbH

Egerlandstr. 24a, 85368 Moosburg
08761 / 4245 oder 63708
FAX 08761 / 1485 Mailbox 62904

Kommunikationstechnik

LWL-Doppel

Im Frühjahr stellte die Firma Wandel & Goltermann zwei neue optische Pegelmeßgeräte im Handheld-Format vor. Die Modelle OPL-16 und OPL-18 zeigen Pegel im Bereich von -75 bis +15 dB an (+26 dB für

Dieses TWINtest genannte Verfahren arbeitet bei Wellenlängen von 1310 nm und 1550 nm. Weitere Gerätemerkmale sind unter anderem eine automatische Wellenlängenerkennung und die Erkennung der Modulationsfrequenzen

270 Hz, 330 Hz, 1 kHz oder 2 kHz zur Faseridentifizierung. Bei der Pegelmessung lassen sich Meßwerte wahlweise in dB oder in Watt ausgeben.

Die Modelle OPL-16 und OPL-18 sind sowohl mit Trockenbatterien als auch mit Akkus einsetzbar. Bei Verwendung von Batterien beträgt

die durchschnittliche Betriebsdauer zirka 36 Stunden. Mit dem OPL-16 ist zusätzlich der Einsatz mit einem Steckernetzteil möglich. Der Grundpreis für den OPL-16 beträgt 2860 DM, ein OPL-18 kostet 2700 DM (jeweils zzgl. Mehrwertsteuer)

Wandel & Goltermann GmbH & Co.

Postfach 1262
72795 Eningen u. A.
☎ 0 71 21/86-16 16
☎ 0 71 21/86-13 33



OPL-18) und sind sowohl für Feldmessungen an Lichtwellenleitern als auch für den Einsatz im Labor konzipiert.

Die Arbeitsbereiche der Pegelmeßer liegen bei verschiedenen Standardwellenlängen zwischen 850 nm und 1600 nm. Pegel- und Dämpfungsmessung sind dabei jederzeit umschaltbar. Als Feature bietet sich aber auch eine quasi-gleichzeitige Dämpfungs- und Pegelmessung an.

Netzwerk-Scout erweitert

Unter der Bezeichnung TelScout sind bei Tektronix Impulsreflektometer für Messungen in Breitbandnetzen mit Koaxial- oder Twisted-Pair-Verdrahtung erhältlich. Als neue Erweiterung hierzu, zum Beispiel für das Modell TS100 aus der TelScout-Serie, bieten sich die Option 01 für die Messung mit besonders kurzen Impulsen sowie eine neue PC-Auswertesoftware an.

Die Option 01 gestattet den Netztest mit schmalen Impulsbreiten bis zu minimal 0,5 ns, was einer erhöhten Meßauflösung zugute kommt. Hierdurch lassen sich auch dicht benachbarte Fehlerquellen innerhalb einer Leitungslänge von einem Meter detektieren. Die neue MCTAP-Software (Metallic Cable Analysis Package) stellt dem TelScout-Benutzer Mög-

lichkeiten für die Meßdatenspeicherung und -ausgabe per PC zur Verfügung. So lassen sich Testergebnisse in der Art auf den PC-Bildschirm holen, wie sie auch auf dem Display des Netzwerktesters erscheinen. Ausschneiden und abspeichern von Bildausschnitten sowie die gleichzeitige Verarbeitung von bis zu 20 Kurven, jeweils für



Low-Cost auch für Koax

Eine preiswerte Lösung für unkomplizierte Messungen in elektrischen Leitungen und Koaxialkabeln bietet sich mit dem handlichen Impulsreflektometer IRM 2 im Vertrieb der Pforzheimer Firma Rittmann HF-Technik.

Das batteriebetriebene Meßgerät erfaßt Leitungslängen von bis zu 2000 Metern und detektiert Unterbrechungen oder Kurzschlüsse. Meßwerte werden auf einem LCD-Display ausgegeben, wobei die Anzeigegenauigkeit $\pm 1\%$ beträgt. Das IRM 2 ist für 348 DM zuzüglich Mehrwertsteuer zu haben.

Rittman HF-Meßtechnik

Postfach 120129
75134 Pforzheim
☎ 0 72 31/7 32 65
☎ 0 72 31/7 32 65

einen vollständigen Testablauf, sind ebenfalls mit MCTAP realisierbar.

Die Option 01 zu den TelScout-Impuls-Reflektometern wird für 273 DM angeboten. Eine Ausgabe der PC-Software MCTAP kostet 192 DM. Als Preisbeispiel für die Testgeräte selbst sei hier der oben erwähnte TS 100 genannt, der für 6612 DM zu haben ist (Preise zuzüglich Mehrwertsteuer).



Tektronix GmbH
Stolberger Straße 200
50933 Köln
☎ 02 21/94 77-0
☎ 02 21/94 77-2 00

LAN-Test mit DSP

Unter dem Namen DSP-100 LAN CableMeter offeriert auch die Firma Fluke ein handliches Netzwerktestgerät. Es eignet sich zum Test von Netzen mit Signalen bis zu 100 MHz und gestattet dabei Messungen entsprechend der aktuellen ISO-, IEC- und TIA-Standards für universelle Gebäudeverkabelungen bis Kategorie 5. Das DSP-100 weist eine eigens patentierte Elektronik auf Basis eines digitalen Signalprozessors auf und soll sich damit durch extrem hohe Genauigkeit und verkürzte Meßzeiten auszeichnen, wie sie sonst nur bei wesentlich teuren Laborinstrumenten zu finden sind.

Die Diagnosefunktionen des CableMeter gestatten es, Verbindungsfehler exakt zu orten und ihre Distanz anzugeben. Das DSP-100 bietet einen automatisierten Gut/Schlecht-Test an und führt dabei unter anderem eine

komplette NEXT-Messung bis 100 MHz in weniger als 20 Sekunden durch. Zu den weiteren Meßfunktionen gehören beispielsweise die Aufnahme der Dämpfung, der Impedanz, der ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) und des Rauschens sowie Ethernet-Verkehrsmessungen



inklusive Kollisions- und Auslastungstests. Die Genauigkeit des Gerätes ist mit unter ± 2 dB spezifiziert.

Zur Grundausstattung des DSP-100 gehören neben Meßwertspeicher und RS-232-Schnittstelle eine Standard-Remote-Einheit (Antwortgerät) und eine PC-Software. Der Preis hierfür beträgt 7975 DM. Für NEXT-Messungen an beiden Seiten lassen sich entweder zwei verbundene DSP-100 verwenden oder alternativ ein Gerät hiervon mit einer speziellen Smart-Remote-Einheit (DSP-SR) einsetzen. Das Bundle aus DSP-100 und Smart Remote ist dann für 9975 DM erhältlich (Preise zzgl. MwSt.).

Fluke Deutschland GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 11
34123 Kassel
☎ 05 61/95 94-2 42
☎ 05 61/95 94-2 39

Three in One

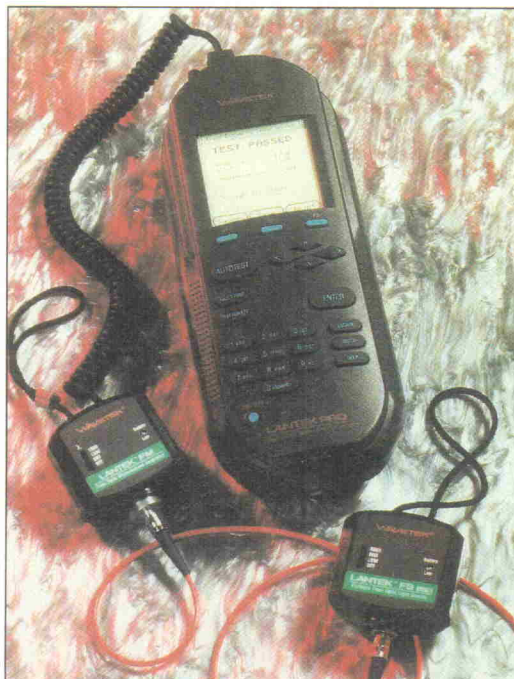
Mit ihrer Produktreihe Lantek Pro bietet die Firma Wavetek Kabeltester für lokale Netzwerke an. Das Modell Lantek Pro XL ist die 100-MHz-Ausgabe dieser Kabeltester. Hierfür ist unter dem Namen Fiberkit LWL eine neue Meßoption verfügbar, die auch Messungen in Lichtwellenleiter-Netzen ermöglicht. Sie macht den Pro XL laut Wavetek zum ersten LAN-Kabeltester, der neben koaxialen Kabeln und Twisted-Pair-Netzen nach Kategorie 5 (D-100-MHz-Klasse) auch Glasfaserkabel testen und zertifizieren kann.

Das Gerät erfaßt neben Werten für Leitungswiderstand, Kapazität, Länge und Dämpfung auch den aktuellen Zustand der Verdrahtung und der Schirmung. Zudem läßt sich das duale Nahnebensprechen (NEXT) ermitteln und eine Impedanzmessung über den Kabelverlauf durchführen. Das Fiberkit LWL besteht aus einem Meßkopf für Wellenlängen von 850 nm, 1300 nm oder 1550 nm sowie einer Senderquelle für 1300 nm. Die Option gestattet damit die zusätzliche Dämpfungsmessung einer LWL-Übertragungsstrecke. Ergebnisse werden in dB auf dem Grafik-Display des Pro XL aus-

gegeben. Eine serielle Schnittstelle gestattet aber auch die Verbindung zu einem PC oder Drucker, wobei gespeicherte Meßergebnisse auch nachträglich dokumentierbar sind.

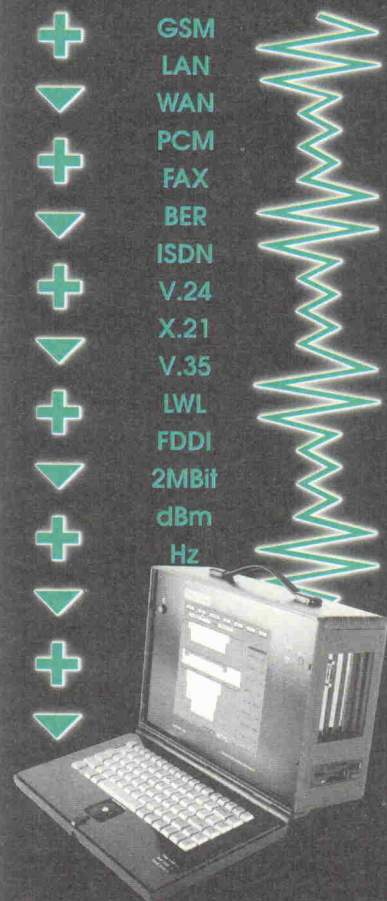
Der Standardlieferungsumfang des Lantek Pro XL umfaßt Hand- und Endgerät inklusive zwei Akkus, Ladegerät, RJ-45-Anschlußkabel, Kabelsatz für die

serielle Schnittstelle sowie PC-Software zum Speichern und Nachbearbeiten vom Meßwerten. Der Preis hierfür beträgt 6990 DM. Das optionale Fiberkit LWL inklusive einem Meßkopf für 850 nm Wellenlänge kostet 1760 DM. Ein zusätzlicher 1300-nm-Kopf ist unter der Bezeichnung 'FS1300ST' für 1230 DM zu bekommen (Preise zuzüglich Mehrwertsteuer).



Wavetek GmbH
Gutenbergstraße 2-4
85737 Ismaning
☎ 0 89/9 96 41-0
☎ 0 89/9 61 46 17

DATEN MEßTECHNIK



Robust,
beständig, flexibel.

Mit Platz für 4 PC-Meßkarten ist der **TECHMATE** die ideale Computerlösung für **alle** Anwendungsgebiete in der Meßtechnik.

TECHMATE von **Consultronics**,
der neue Meßtechnik-Computer.

Als namhafter Anbieter von Meßtechnik für die Tele/Datenkommunikation, z.B. ISDN, HDSL/ADSL, 2 MBit, analoges Netz, etc. sind wir ein kompetenter Partner.

Sprechen Sie mit uns!

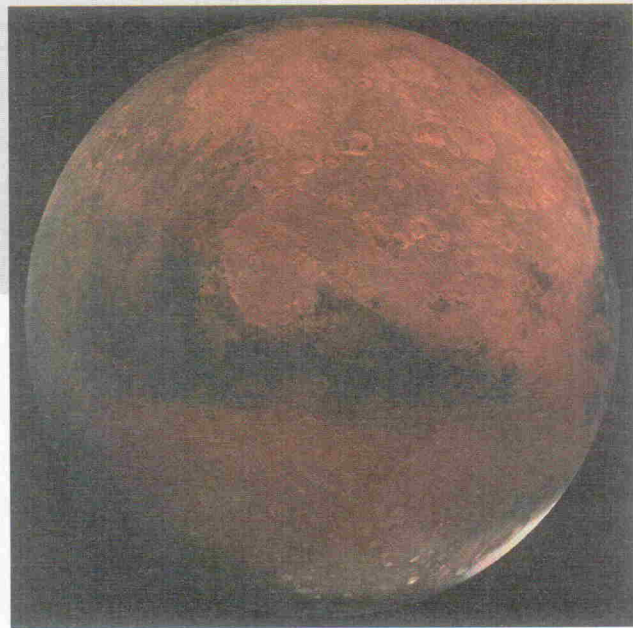


EHS Electronic Systems GmbH
Landsbergerstr. 398
81241 München
Tel: 0 89 / 5 80 81 07
Fax: 0 89 / 5 8 18 78

Radio und TV

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik
für August 95



Was zieht die Menschen zum Mars? Trotz immenser Kosten und ungeheurer Risiken werden weltweit Planungen für eine Reise zum Roten Planeten angestellt. 'Städte im Weltall: Leben auf dem Mars' zeigt Arbeiten an neuen schnellen Raumschiffmodellen. Dazu werden Roboter vorgestellt, die dem Menschen vorausreisen und das Terrain auf dem Mars erkunden sollen, bevor der erste Mensch seinen Fuß darauf setzt (Bayer. Fernsehen, 8. 8., 15.30 Uhr).

Dienstag, 1. 8.

TV 3sat 13.45 Uhr

HITEC – Das Technikmagazin

TV Bayer. Fernsehen 14.45 Uhr

Tele-Akademie. Prof. Dr. Ortwin Renn: Ökologisch denken – sozial handeln

TV N3 22.15 Uhr

Prisma: Das Tier Mensch (5): Die unsterblichen Gene

Mittwoch, 2. 8.

TV Bayer. Fernsehen 20.15 Uhr

Forscher – Fakten – Visionen: Der Rhein-Main-Donau-Kanal

Freitag, 4. 8.

TV Bayer. Fernsehen 13.15 Uhr

Geheimnisvoller Kosmos Gehirn (2): Vom Sinn der Sinne – Unser Weltbild

Samstag, 5. 8.

hr 2 15.00 Uhr

Chippie – Das Computermagazin: Computer im Roboter

Sonntag, 6. 8.

TV 3sat 19.10 Uhr

Wissenschaft im Kreuzverhör: Rückkehr der Seuchen?

Montag, 7. 8.

TV 3sat 10.30 Uhr

Das schwarze Gold – Die Geschichte des Erdöls (3)

TV 3sat 19.30 Uhr

3sat-Wissenschaft

Dienstag, 8. 8.

TV Bayer. Fernsehen 15.30 Uhr

Städte im Weltall: Leben auf dem Mars

TV Bayer. Fernsehen 16.00 Uhr

Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik: Blutgruppen – Karl Landsteiner

TV N3 22.15 Uhr

Das Tier Mensch (6): Mehr als nur Leben

Freitag, 11. 8.

TV WDR Fernsehen 19.45 Uhr

Hobbythek: Beste Töne vom Satelliten. Über Digitalisierung und Datenkompression

Samstag, 12. 8.

TV N3 17.30 Uhr

Meilensteine – Aus Naturwissenschaft und Technik: Die dynamo-elektrische Maschine von W. Siemens

Montag, 14. 8.

TV 3sat 10.30 Uhr

Das schwarze Gold – Die Geschichte des Erdöls (4)

TV 3sat 19.30 Uhr

Neues ... die Computershow

Dienstag, 15. 8.

TV N3 15.30 Uhr

E.T., bitte melde Dich! Das NASA-Projekt S.E.T.I.

TV N3 22.15 Uhr

Prisma: Draufgänger am Himmel – Die Faszination des Kunstflugs

Sonntag, 20. 8.

TV 3sat 19.10 Uhr

Wissenschaft im Kreuzverhör: Alternative Heilmethoden

Montag, 21. 8.

TV 3sat 10.30 Uhr

Das schwarze Gold – Die Geschichte des Erdöls (5): 1973 und die Folgen

TV 3sat 19.30 Uhr

3sat-Wissenschaft

Dienstag, 22. 8.

TV ZDF 21.00 Uhr

Wie der Computer die Welt verändert

TV ARD 21.35 Uhr

Globus – Forschung und Technik

TV N3 22.15 Uhr

Prisma: Crash auf der Landebahn 2 – Beobachtung bei einer Flugunfallübung

Mittwoch, 23. 8.

TV 3sat 20.15 Uhr

Mit der Kraft der Sonne: Österreichs Weg aus der Klimakatastrophe

* Am 24.8. gibt's die neue **ELRAD**

Sonntag, 27. 8.

TV N3 16.30 Uhr

ARD-aktuell auf der IFA '95: Gesprächsrunde mit Korrespondenten

Montag, 28. 8.

TV 3sat 10.30 Uhr

Das schwarze Gold – Die Geschichte des Erdöls (6): Erdgas – eine junge Energie

TV 3sat 19.30 Uhr

HITEC – Das Technikmagazin

Dienstag, 29. 8.

TV Bayer. Fernsehen 14.45 Uhr

Tele-Akademie. Prof. Dr. Hans-Georg Gadamer: Kunst im Zeitalter der Technik

TV N3 16.15 Uhr

ARD-aktuell auf der IFA '95. Die Präsentation von ARD-aktuell: Wie 'Tagesschau' und 'Tagesthemen' gemacht werden

TV N3 22.15 Uhr

Prisma: Das mysteriöse Ende von Flug 201

Mittwoch, 30. 8.

TV N3 8.30 Uhr

Konrad Zuse (1): Konstrukteur des ersten Computers

TV 3sat 21.00 Uhr

Technologieforum Alpbach

TV ZDF 22.15 Uhr

100 Jahre Röntgen

wöchentliche Radiosendungen

Radio ifn montags, 14.40 Uhr

'Der kleine Computer' – Hilfreiche Tips für PC-Anwender

Radio Hamburg montags, 17.00 Uhr

'Chipsfrisch'

Radio Mainwelle montags, 17.40 Uhr

Computer-Ecke

Bayern 2 zweimal monatlich montags, 16.30 Uhr

'Fatal Digital'. Computer-Magazin im Programm 'Zündfunk'

Was ist kleiner als unser Kleiner?



Standardeigenschaften der Serie HP 970.
 Ausgereifte mathematische Funktionen
 Min./Max. mit Zeit, rel. %
 AC/DC-Spannung und -Strom
 Frequenz
 Durchgangsprüfung
 Dioden-/Auto-Dioden-Funktion
 Widerstandsmessung
 Hochauflösende Temperaturmessung
 3 Jahre Garantie
 Kalibrierzertifikat
 Gummischutzhülle

Zuverlässig und leistungsstark: der HP 971.
 4.000 Anzeigestellen
 0,3 % DC-Grundgenauigkeit
 1 kHz Frequenzgang
 Anzeige mit Balkendiagramm



HP 972A: groß bei kleinen Pegeln.
 4.000 Anzeigestellen
 0,2 % DC-Grundgenauigkeit
 20 kHz Frequenzgang
 Kapazitätsmessung bis 1.000 µF
 Doppelte Digitalanzeige und Balkendiagramm
 40-mV-Bereich für VAC und VDC



HP 973A: der Vielseitige.
 4.000 Anzeigestellen
 0,1 % DC-Grundgenauigkeit
 20 kHz Frequenzgang
 Relative dB- und dBm-Anzeige
 0,1 dB Auflösung
 Kapazitätsmessung bis 1.000 µF
 Doppelte Digitalanzeige und Balkendiagramm
 Echte Effektivwertmessung für ACV



Der HP 974A: für Präzisionsarbeit.
 49.999,0 Anzeigestellen
 0,05 % DC-Grundgenauigkeit
 100 kHz Frequenzgang
 Echte Effektivwertmessung für ACV
 Relative dB- und dBm-Anzeige

Und nicht nur der hat es in sich. Schließlich verfügt jedes unserer 4 Handmultimeter der Serie HP 970 über ausgereifte mathematische Funktionen, Temperaturmessung, Kalibrierzertifikat und 3 Jahre Garantie.

HP 971: DM 337,-* HP 973A: DM 503,-*
 HP 972A: DM 424,-* HP 974A: DM 641,-*
 * Zuzügl. MwSt.

Interessiert?

Unser 24-Stunden-Fax-Abbruch-Service unter 0 61 75/9 35 55 steht Ihnen gern zur Verfügung. Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.



Sein Preis.

Medien

Power-Disk

Ihr komplettes 'Power Supplies Data Book 1995' hat die Melcher GmbH aus Denzlingen auf eine CD-ROM gebannt. Hiermit stellt sich ein umfangreiches Angebot an Elektronikbaugruppen und -geräten zum Thema Stromversorgungen vor: Netzteile, Schaltregler, AC/DC- und DC/DC-Wandler sowie Zubehör – jeweils für verschiedenste Ströme und Einsatzbereiche. Informationen über die Firmenstruktur sowie technische Grundlagen und Tips zu Besonderheiten der gebotenen Stromversorgungseinheiten runden den Inhalt ab.

Mit Hilfe des Acrobat File Readers von Adobe, auf der CD in der Version 2.0 für MS Windows und Macintosh mitgeliefert, werden Informationen durchweg zügig und in einer sehr übersichtlichen Form dargeboten. Die Software gestattet



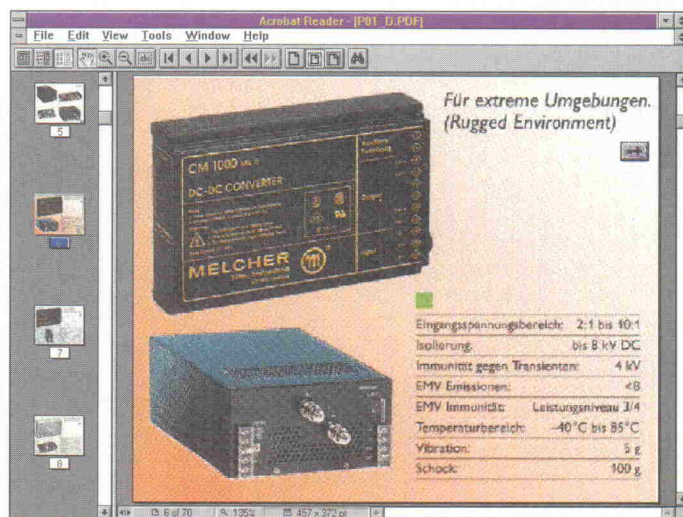
es zum Beispiel, Darstellungen einzelner Datenblätter mit Text und Grafik per Maus in die gewünschte Abbildungsgröße zu bringen und einzelne Seiten des Data Book wahlweise über einen Inhaltsbaum, eine Aufreihung miniaturisierter Grafiken (Thumbnails) oder durch eine gezielte Begriffssuche zu erreichen. Druckfunktionen gibt es ebenso wie die Möglichkeit, Wertetabellen und Spezifikationen einer Produktbeschreibung per Windows-Zwischenablage direkt in andere Applikationen zu übernehmen.

Stromversorgung in Text und Bild – das Melcher-Datenbuch auf CD.

Zusatzinformationen, die über reine Datenblattangaben und Produktspezifikationen hinausgehen, liefert Melcher gleich in vier Sprachen: Englisch, Deutsch, Französisch und Holländisch – je nachdem, welches Datenbankfile mit dem Acrobat Reader geladen wird. Hierzu gehört auch eine bebilderte Führung

durch das Unternehmen. Bei der gezielten Suche nach bestimmten Begriffen oder Produkten ist im übrigen eine Volltextrecherche durch alle auf der CD vorhandenen Datenbankinformationen möglich. Das Power Supplies Data Book 95 auf CD ist kostenfrei direkt beim Anbieter zu bekommen. *kle*

Melcher GmbH
 Heinrich-Hertz-Straße 4
 79211 Denzlingen
 ☎ 0 76 66/9 31-9 31
 ☎ 0 76 66/9 31-9 39



aktuell

Virtueller Einkauf

Mit viel Farbe und ausgiebigen Animationssequenzen hat sich nun auch die Firma Conrad Electronic in die Szene der multimedialen Verkaufsförderung begeben. Das 'Virtual Electronic Warehouse' ist aber nicht einfach ein verspielter Prospekt auf CD-ROM. Jedem, der über einen 486er PC mit aktueller Windows-Version (ab 3.1) verfügt, bietet sich vielmehr eine komplette Ausgabe des aktuellen Produktkatalogs von Conrad – feilgeboten als Datenbank und angereichert mit den Features, die MS Windows, ein CD-Laufwerk und eine Soundkarte so zur Verfügung stellen.

Der Zutritt zum Warenhaus gestaltet sich unproblematisch und setzt nur wenig Installationsarbeit voraus. Animationen werden mittels 'Video for Windows' auf den Bildschirm gebracht, und wer diesen Softwareausbau nicht bereits auf der Festplatte hat, bekommt ihn bei der Installation gleich mitgeliefert. Darüber hinaus wird nur wenig weitere Plattenkapazität belegt, denn Videosequenzen, Bilder, Programmdateien und Datenbankinhalte werden fast ausschließlich von der CD geladen. Gemeinsam mit den Multimedia-Leistungen von



Windows ist dies wohl mit ein Grund dafür, zum 'Shopping' einen Rechner der gehobenen Leistungsklasse zu verwenden – schnelle CPU, zügige Grafikkarte, wohlproportionierter RAM und hirtiges CD-Drive kommen flüssigen Animationen und kürzeren Wartezeiten beim Nachladen in jedem Fall zugute.

Den Spaziergang durch die virtuelle Filiale eröffnet ein Videotrailer, der erst einmal zum Eingang des grafisch recht ansprechenden Kaufhauses führt – und bei Bedarf abschaltbar ist. Mit Mausklicks wandert der Besucher hinein und herum, je nachdem, ob er sich einen Gesamtüberblick verschaffen, Service-Informationen vom 'Info-Counter' abholen oder per 'gläsernen Aufzug' in einer der zehn Etagen des Shopping-Centers detailliert Produkte aus verschiedenen Warengruppen herausuchen möchte. Hat man das Gesuchte aufgefunden, läßt es sich per Maus direkt in ein Bestellformular hineinziehen. Die Be-

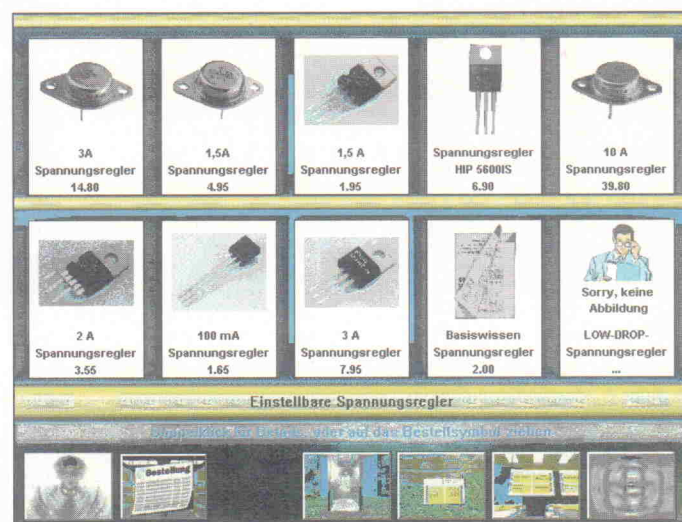
stellung kann so nach und nach erweitert, auf Festplatte gespeichert, nachträglich editiert und natürlich ausgedruckt werden. Einzel- und Gesamtpreise sowie Modalitäten wie Zahlungsweise, Bankverbindung et cetera sind dabei säuberlich aufgelistet.

Beim Gesamtkonzept für die CD hat man sich offenbar eine Scheibe von den typischen Software- und Game-Samplern abgeschnitten. So bietet sich zum Beispiel ein Job als Kaufhausdedektiv mit entsprechenden Aufgaben bei der Suche

nach Übeltätern an, und eine Visite im sogenannten 'Kinderland' führt direkt in ein Computerspiel nach Packman-Mannier.

Bei der Informationssuche stößt der Benutzer früherer Ausgaben der Conrad-Katalog-CD mitunter auf unerwartete Zuordnungen von Bildern und Texten oder sucht manches gar vergebens. Diese 'Bugs' sollen aber in der Augustausgabe behoben sein. Erhältlich ist die CD zum Preis von 14,95 DM im Conrad-Versand. *kle*

Conrad Electronic GmbH
Klaus-Conrad-Straße 1
92240 Hirschau
☎ 01 80/5 31 21 11
☎ 01 80/5 31 21 10



Artikelübersicht im 'Virtual Warehouse' – ein Mausklick holt Details ins Bild.

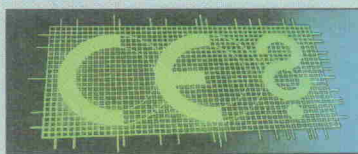
ELRAD-Forum CE-Zeichen

Das World Wide Web als Diskussionsmedium zu CE-Zeichen und EMV

Das CE-Zeichen beunruhigt die Elektronikbranche schon länger. Nur noch knapp ein halbes Jahr – und die neue EMV-Richtlinie tritt obligatorisch in Kraft. Mit dem 'Forum CE-Zeichen' auf dem ELRAD-Websurfer soll nun die Plattform für einen möglichst regen Informationsaustausch zu diesem Thema entstehen.

Wie sehr die Zeit drängt, macht das Ansinnen mancher Großabnehmer deutlich: Um jetzt schon Kataloge für 1996 drucken zu können, verlangen sie von ihren Zulieferern bereits heute CE-gekennzeichnete Produkte. Gleichzeitig gibt es immer mehr gut besuchte EMV-Seminare, die den Entwicklern den richtigen Weg aufzeigen wollen und Meßgerätehersteller verzeichnen steigende Umsätze bei der EMV-Meß- und -Prüftechnik.

ELRAD möchte all dem mit einem Diskussions- und Informationsforum Rechnung tragen



und hat deshalb das 'Forum CE-Zeichen' ins Leben gerufen. Erreichbar ist es über die ELRAD-Leitseite im World Wide Web (<http://www.ix.de/el/>). Zu finden sind dort unter anderem Artikel aus vergangenen Heftausgaben – die sich sowohl mit technischen als auch mit rechtlichen Aspekten des CE-Zeichens und der EMV befassen. Außerdem sind Sammlungen themenbezogener Links geplant, die auf Webseiten an anderen einschlägigen Internet-Adressen verweisen und so dem Besucher des Forums weitere Informationsquellen erschließen.

Ein Forum lebt aber natürlich von der aktiven Beteiligung aller Interessenten. Daher ruft die Redaktion hiermit alle Experten für elektromagnetische Verträglichkeit und CE-Zeichen dazu auf, ihr Fachwissen einer breiten Öffentlichkeit mitzuteilen. Diskussionsbeiträge sind also willkommen. Egal ob Sie spezielle Fragen zum Thema haben, einen praktischen Kurztipp für die Entstörung elektronischer Schaltungen anbieten können oder gleich Ihre kompletten Erfahrungen aus einer EMV-Prüfung mit allen rechtlichen und technischen Problemstellungen weitergeben möchten.

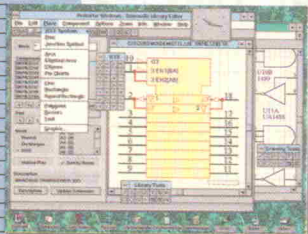
Zur Kontaktaufnahme steht Ihnen Carsten Fabich zur Verfügung (EMail: cf@elrad.ix.de, Tel.: 05 11/53 52-3 98, Fax: 05 11/53 52-4 04) *cf*

ELRAD-Webseiten: <http://www.ix.de/el/>

Gehören Sie zu den Elektronik-Entwicklern denen DOS zu beschränkt ist?*

*Seit 1994 liefern wir nur noch
EDA-Tools für Windows und UNIX

Protel

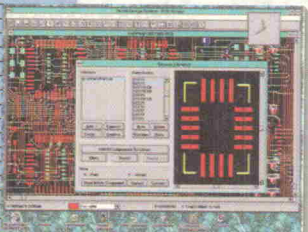


Protel Advanced Schematic V2.3

- Schaltungsentwurf
- Projektmanager
- Library Editor
- 20.000 + Bauteile

Hoschar Info-Kennziffer 57

Protel

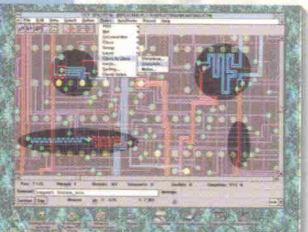


Advanced PCB V2.8

- PCB-Layout
- KI-Autoplacement
- Autorouting
- Spectra Autorouter

Hoschar Info-Kennziffer 59

SPECTRA

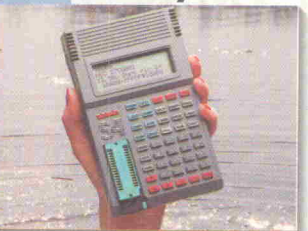


Shape-Based Auto-routing für Windows

- schon ab DM 6.195,-*
- Paßt auch zu Ihrem PCB CAD-System

Hoschar Info-Kennziffer 84

Softy S4



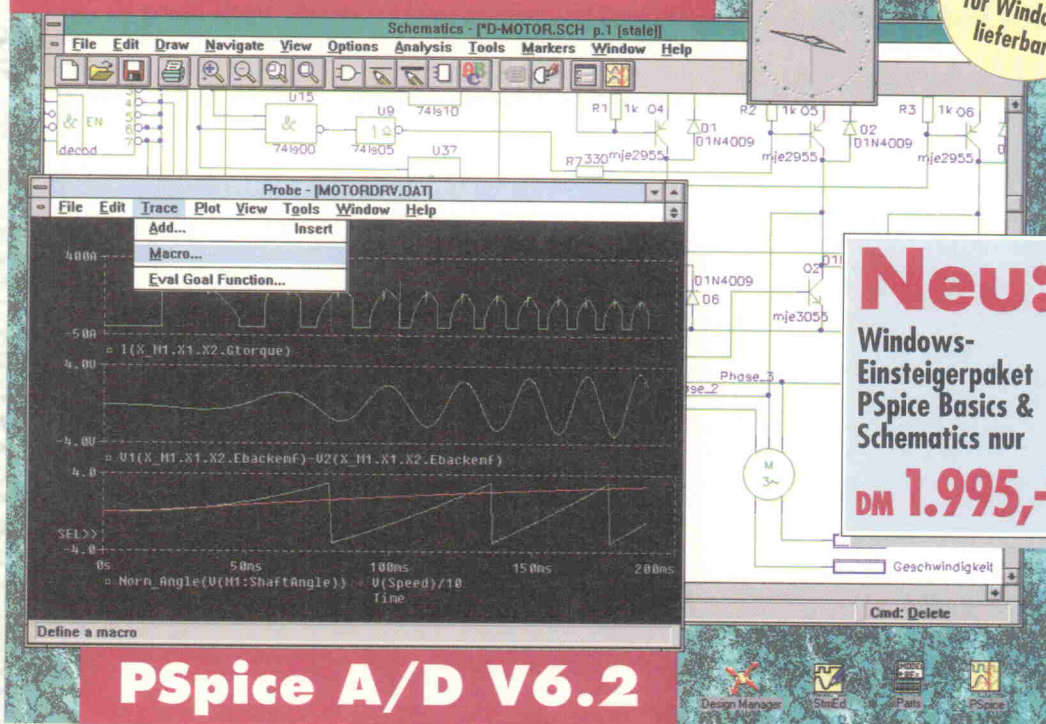
Handy Programmer

- Stand-Alone & Host
- Eeprom, PIC, 8751
- Eeprom-Emulator
- nur DM 1.495,-*

*(Preise zzgl. MwSt.)

Hoschar Info-Kennziffer 01

Neu von MicroSim



Update auf
PSpice V6.2
für Windows
lieferbar!

Neu:

Windows-
Einstiegerspaket
PSpice Basics &
Schematics nur

DM 1.995,-*

D/A-Design Champion*

PSpice A/D für Windows kann schon als echte Wunderwaffe gelten, wenn es um die Beherrschung gemischt digital-analoger Schaltungen geht. Und welche moderne Schaltung ist heute eigentlich noch rein analog oder rein digital?

Da trifft es sich gut, daß Hersteller MicroSim in der neuen Version 6.2 gerade unter Windows die breiteste Palette von Werkzeugen für den Mixed-Mode Entwurf anbietet.

Modular an die Aufgabenstellung anpaßbar, mit Workstation-Features bei gleichzeitig exzellentem Preis-/Leistungsverhältnis. Vom Schaltungsentwurf, über die tausendfach bewährte PSpice-Digital/Analog-Simu-

lation bis zu den mächtigen PLD-Synthese-Werkzeugen. Sogar über das Verhalten der Schaltung auf der entflochtenen Leiterplatte liefern die MicroSim Tools mit der Integritätsoption Polaris präzise Informationen, gerade bei Schaltungen höchster Geschwindigkeit von unschätzbarem Wert!

Kein Wunder, daß MicroSim mit 22.000 Installationen auf PC & Workstation in puncto Simulation weltweit führend ist.

Alles im Detail nachzulesen im neuen Hoschar EDA Katalog '95, den wir Ihnen samt Demover- sion gerne gratis zusenden. Anruf oder Fax mit dem Abruf-Gutschein genügt!

Hoschar Info-Kennziffer 03

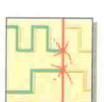
Voll funktionsfähige Test-
version der Software für
Windows (64 Knoten,
10 aktive Bauteile) und
380-seitiges deutsches
PSpice A/D Arbeits-
buch. Ein Produkt der
Hoschar Support-
Abteilung für

nur **DM 149,80**

Hoschar-Bestellnummer S100092



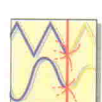
Schematics



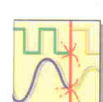
PLogic



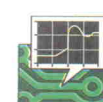
PLSyn



PSpice



PSpice A/D



Polaris

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

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

Noch heute anrufen:

0180/5 30 35 05

Abruf-Gutschein

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

☐ Ja, bitte gratis den neuen Hoschar EDA-Katalog mit Demover-

☐ Ja, bitte senden Sie Informationen zu folgenden Produkten

(bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eintragen)

☐ Ja, wir setzen PSpice ein. Machen Sie uns ein Updateangebot für

S/N

Version

Name _____

Firma/Abteilung _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

14

Messenachbericht iNet/Echtzeit

KomFORTHabel

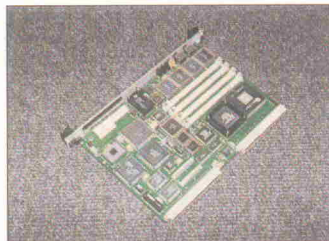
Mit fieldFORTH bietet die Firma FORTech eine Forth-Entwicklungsumgebung zur Programmierung von Mikrocontrollern an. fieldFORTH läuft unter Windows und arbeitet entweder im Offline-Betrieb oder online mit angeschlossenen Zielsystemen. Die Umgebung besteht aus einer Shell, die als Bedienerchnittstelle fungiert. Daneben finden sich ein Adapter zur Kopplung des Zielsystems, ein Emulator für die Offline-Entwicklung und Generierung zugeschnittener Kernel, ein Nucleus als Laufzeitsystem für die Zielhardware sowie ein Monitor als Minimalbetriebssystem für Controller-Boards. Als Ziel-

prozessoren unterstützt fieldFORTH derzeit die CPU-Familien MC68HC11/68000/68332, i8051/86/96/386, H8/500, Z8/Z80 sowie die DSPs TMS320C40 und C3x. Ein 68HC11-Evaluation-Kit, das auch ein Prototyping-Board enthält, bekommt man für DM 258 zuzüglich Mehrwertsteuer. Die Hardware enthält einen EEPROM-residenten Monitor, so daß man erste Programme direkt zum Laufen bekommt.

FORTech Software GmbH
Joachim-Jungius-Straße 9
18059 Rostock
☎ 03 81/4 05 94 72
☎ 03 81/4 05 94 71

VME mit PowerPC

Auf der Messe kündigte das Haus Tekelec Airtronic die neue VME-CPU Power-3/64 der Firma Themis Computer an. Das Board enthält als Prozessor einen PowerPC 603 von Motorola, der mit 66 oder 80 MHz läuft. Im letzteren Fall liegt die Leistung bei 70 SPECint und 80 SPECfp. Die VME-CPU entspricht der PowerPC Reference Platform (PRP) und bietet reichlich Peripherie – darunter eine FAST-SCSI-II-Schnittstelle, einen Ethernet-Anschluß, zwei serielle Ports, eine Echtzeituhr und 4 KByte NVRAM. Der lokale PCI-Bus ist direkt mit dem VME64-Controller SCV64 verbunden. An On-Board-Speicher faßt die Power-3/64

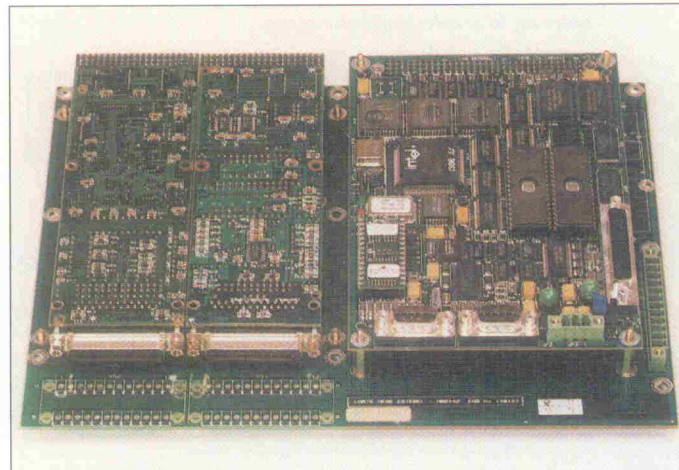


8...256 MByte DRAM sowie 1 MByte Flash oder EPROM für Firmware. Seitens der Software stehen Echtzeitbetriebssysteme wie VxWorks, RTMX oder LynxOS bereit. Eine Unterstützung für Solaris 2.5 befindet sich in Vorbereitung. Weitere Informationen liefert:

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

386EX treibt M-Module

Unter der Bezeichnung Esterel zeigte die Firma Centralp Automatismes ein kompaktes Motherboard, das neben einer 386EX-CPU-Karte ein oder zwei M-Module aufnimmt. Eine Variante faßt bis zu vier solcher Module. Die 386EX-Karte enthält neben dem mit 16...25 MHz getakteten Prozessor eine Grundausstattung von 256 K...1 MByte SRAM (16-Bit-Zugriff). Dazu kommen zwei Sockel für EPROM- oder Flash-Speicher (max. 2 MByte) sowie zwei weitere Montageplätze für batteriegestütztes SRAM (max. 1 MByte), EPROM oder Flash



Multiprozessorsystemen und verteilten Anlagen dar. Typische Anwendungen sieht ENEA DATA in den Bereichen Telekommunikation, Automotive und Medizintechnik. OSE Delta stellt dabei die höchste Leistungsstufe dar. Mit den Varianten Auric, Basic und Classic deckt ENEA DATA auch 'kleinere' Anwendungsfälle ab – beispielsweise von Embedded-8-Bit-Controllern an aufwärts.

ENEA DATA Software GmbH
Arnulfstraße 27
80335 München
☎ 0 89/5 90 47-2 51
☎ 0 89/5 90 47-2 00
⌨ http://www.enea.se/

Doppeldecker

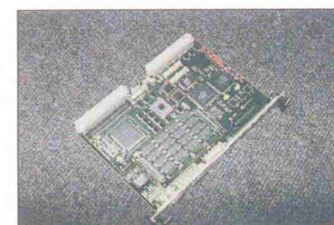
Zur Messe stellte die schwedische Software-Firma ENEA DATA zwei neue Portierungen ihres Echtzeit-Betriebssystems OSE Delta vor. Es läuft jetzt auf Rechnern, die den 68060 als CPU nutzen. Daneben steht es nun auch für den PowerPC-Prozessor MPC 603 zur Verfügung. Dabei ist nach Angabe des Herstellers die Portierung bestehender 68k-Lösungen auf den PowerPC problemlos möglich. Beide Varianten bieten dynamische Speicherverwaltung, integrierte Fehlerbehandlung sowie automatische Prozeßüberwachung. OSE Delta stellt ein signalbasiertes Echtzeit-BS für Applikationen auf

Noch'n VME-PPC

Anläßlich der iNet/Echtzeit präsentierte EBV die Power-PC-VMEbus-Single-Board-Computer MVME1603 und MVME1604 von Motorola. Die Boards enthalten wahlweise einen MPC603 oder MPC604 als Prozessor sowie RAM in den Abstufungen 8, 16, 32 oder 64 MByte. Die 603er-Ausführung läuft mit einem maximalen Takt von 66 MHz, die 604er-Variante arbeitet mit bis zu 100 MHz. Auf den Platinen kommt PCI als lokaler Bus zum Einsatz, der über den MPC105-Bridge-Chip integriert ist. Daneben ist ein Interface gemäß IEEE P1386.1 für PC-Mezzanine-Karten vorhanden. Nach Herstellerangabe sind die Echtzeit-Entwicklungsumgebungen OS/9, VxWorks, LynxOS, VMEexec und pSOS+ bereits portiert.

Dabei steht VMEexec in der neuen Release 4 zur Verfügung, die Motorola ebenfalls auf der Messe ankündigte. Die vierte Ausgabe der Entwicklungsumgebung läuft auf Hostsystemen unter SunOS, Solaris und AIX. Sie unterstützt neben Zielsystemen mit dem PowerPC auch solche mit einer 68k-CPU.

EBV Elektronik Burgstraße 81-83 65817 Eppstein ☎ 0 61 98/59 20 60 ☎ 0 61 98/59 20 70	Motorola GmbH Nagelsweg 39 20097 Hamburg ☎ 0 40/23 62 04-0 ☎ 0 40/23 62 04-49
--	---



(max. 2 MByte). Weiterhin stellt das Board 16 TTL-I/O-Leitungen (viererweise als Ein- oder Ausgang konfigurierbar), eine RS-232-Schnittstelle sowie ein variables serielles Interface (RS-232, RS-485, TTY, wählbar über aufzusteckende Jedec-Module) zur Verfügung. Die Stromaufnahme der CPU-Platine liegt im Maximum bei 0,5 A (5 V). Nähere Auskünfte zum Esterel-System erhält man bei:

Centralp Automatismes
Kornegasse 15
69216 Dossenheim
☎ 0 62 21/86 16 45
☎ 0 62 21/86 95 10

iNet/Echtzeit 95

In diesem Jahr fand die iNet/Echtzeit vom 20. bis 22. Juni wieder in Karlsruhe statt. Nach dem spürbaren Besucherrückgang im vergangenen Jahr, den der Veranstalter mit dem für süddeutsches Publikum fernen Veranstaltungsort Hamburg begründet, soll sich die Messe für die nächsten Male fest in Karlsruhe etablieren. Diesmal zeigten 93 Aussteller und Unteraussteller Hard- und Softwarelösungen rund um Echtzeit-

**Echtzeit
'95
iNet
'95**

anwendungen, Feldbusse und teils auch Signalverarbeitung. Einen Aufmerksamkeitsmagneten für die knapp 2500 Besucher stellte der Programmierwettbewerb dar, dazu unten mehr. Mit der Resonanz waren die Aussteller überwiegend zufrieden, wobei der erste Tag wie gewohnt schleppend anlief. Die nächste iNet/Echtzeit findet vom 18.06.96 bis 20.06.96 statt.

Programmierer im Test

Auch heuer fand am zweiten Messetag der traditionelle Echtzeit-Programmierwettbewerb statt. Wie bei den vorigen Malen richtete der letztjährige Gewinner den Contest aus. Die Hardware zur Aufgabe (Bild 1) trug den sinnreichen Namen Sisyphus – nach dem Korintherkönig, dessen Strafe in der Unterwelt es war, einen Stein auf einen steilen Berg zu wälzen, von dem dieser immer wieder herabrollte.

Der zu programmierende Rechner steuerte mittels eines Schrittmotors den Drehbalken so an, daß die den Stein simulierende Murmel im untersten Punkt der Bahn aufgenommen wurde. Nach einem kurzen Halt in der Waagrechten begann die Murmel von rechts in Richtung Drehachse zu rollen. Dabei pasierte sie eine über der Achse angebrachte Reflexlichtschranke, was dem Rechner das Signal

gab, gegenzusteuern. Bei passendem Timing verlangsamte die Kugel und nahm durch eine verdeckt angebrachte Rutsche den Weg 'hangabwärts'. Dieser Umlauf sollte zehnmal nacheinander ohne manuellen Eingriff stattfinden.

Daß diese Aufgabe nicht ohne Tücken war, erfuhren die Teilnehmer recht schnell. So schoß die Kugel gern einmal nach links vom 'Berg' weg oder sprang nach der Talfahrt über den Auffang-'Zaun'. Trotzdem gab es rund drei Stunden nach Beginn die erste vollständige Lösung. In den nächsten Jahren wird der Veranstalter den Wettbewerbsausrichter beim Bau der Modelle unterstützen: Der Sieger muß dann für den nächsten Contest nur noch ein Vorbild fertigen – die Kopien für die Teilnehmer wird eine feinmechanische Werkstätte anfertigen.

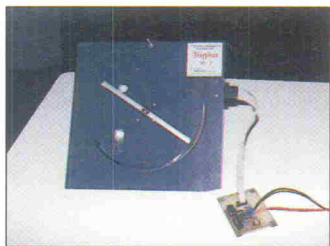


Bild 1. Der Berg des Sisyphus bildete den Prüfstein für die Programmierkünste der Wettbewerbsteilnehmer.



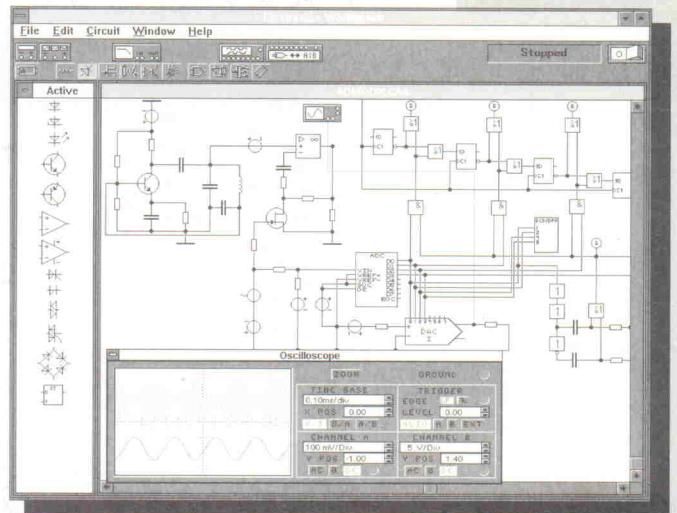
Bild 2. Dieter Peter aus Wuppertal belegte den ersten Platz mit einer auf dem PIC16C56 basierenden Minimalhardware.

Platz	Team	Hardware	Sprache
1	Dieter Peter	PIC16C56, ICE	Assembler
2	Ing.-Büro Keinki	80C537	Assembler
3	Hoffmann/Dobbertin	PC-486	Pascal
4	Klube/Paukert	PC-486	C

Electronics Workbench® Das Elektronenlabor im Computer

**JETZT MIT
MIXED-MODE-SIMULATION**

NEU



Simultane AM-Übertragung, Digitalisierung und Impuls-Code-Modulation eines Signals.

CAE-Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen unter MS-DOS und MS-WINDOWS. Minimale Einarbeitungszeit durch einfache Benutzeroberfläche und interaktives Hilfesystem. Software und Handbuch in deutscher Sprache. Schaltzeichen in DIN/EN/IEC-Norm.

VERSION 4.0 MIT ÜBER 40 NEUEN FUNKTIONEN, u.a.:

- ☐ Mixed-Mode-Simulator (Analog & Digital gemischt)
- ☐ Multi-Frequenz-Betrieb
- ☐ 75% schnellere Simulationen
- ☐ Großes Oszilloskop mit zwei Meß cursors
- ☐ A/D-Wandler, D/A-Wandler, Analoger Multiplizierer
- ☐ Thyristoren, Diac's, Triac's, Operationsverstärker (Boyle)
- ☐ Gummel-Poon-Bipolar Transistor, Vierschicht-Diode
- ☐ Potentiometer, variable Kapazitäten und Induktivitäten
- ☐ Pull-Up-Widerstand, Summer
- ☐ Timer, Multiplexer, Demultiplexer, Schieberegister
- ☐ Tri-State-Treiber, Treiber, XNOR, Voll-Addierer, Monoflop, Alle Gatter mit 2 bis 8 Eingängen
- ☐ Numerische Ausgabe der Analysedaten in Ascii-Dateien (Oszilloskop, Bode-Plotter, benutzerdefiniert)
- ☐ Automatische Knotenpunktfunction beim Verdrahten
- ☐ Über 350 analoge & digitale Modelle und IC's

Gutschein

Ja, senden Sie mir so schnell wie möglich die **kostenlose Demoversion** von **Electronics Workbench 4.0** inkl. Kurzanleitung und Infomaterial.

Absender:

elr 8/95

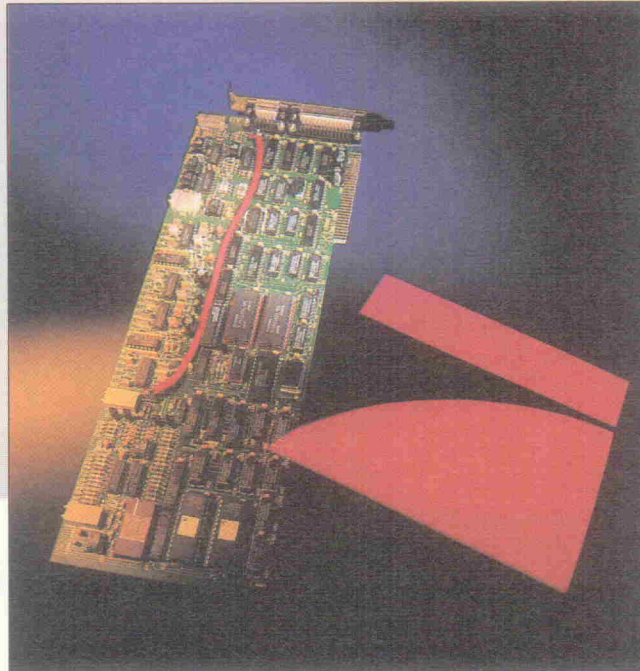
Noch heute per Postkarte oder Fax an:
Com Pro Hard- & Software Vertriebs GmbH
Reinsburgstraße 82 D-70178 Stuttgart
Tel. 0711-627740 Fax. 0711-627760

Senderwechsel: Pro 4

**Audio Test Board
4.0 für Windows**

Matthias Carstens

Leo Kirchner vollzieht mit seinem Audio Test Board einen Senderwechsel: Statt auf DOS ist das inzwischen recht bekannte ATB nun auf Windows zu empfangen. Zur Prüfung der Bildqualität traf die neueste Windows-Beta in der Redaktion ein.



Das ATB ist ein Audiomeßsystem als PC-Steckkarte in voller Länge für 16-Bit-ISA-Slots. Sie beherbergt einen hochwertigen D/A-Wandler-basierten Signalgenerator, einen 12-Bit-A/D-Wandler, vier Antialiasing-Filter sowie diverse Pegelnormierungsstufen. Nach außen stehen je ein symmetrischer Ein- und Ausgang zur Verfügung. Da das ATB keinen DSP besitzt, ist die Meßge-

schwindigkeit an kritischen Stellen (FFT, Wasserfalldiagramm) stark rechnerabhängig.

Programmübersicht

Die Bezeichnung Lautsprechermeßsystem wird der vorhandenen Funktionsvielfalt nicht ganz gerecht. Vielmehr ist ein Großteil der in Service und Entwicklung nötigen Messungen möglich.

- DSO, wahlweise mit synchronisiertem Generator;
- Analogmessungen: Pegel, Phase, Impedanz, mit Sinus, Terz- oder Oktavrauschen;
- FFT: absolut und relativ, automatisches Zeitfenster, mit KM-C-Signal;
- Zerfallspektrum: Hüllkurve, Wasserfall, mit Cosinus-Burst;
- THD: Klirrfaktor, Klirrspektrum;
- Thiele-Small-Parameter: Freiluft, Einbau, Gehäuse, Gewicht.

Jedoch fehlen im Handbuch jegliche Spezifikationen. So stellen sich die Fragen: Wie genau mißt das ATB und nach welchen Normen (siehe Tabelle)?

Wer das ATB aufgrund der vorhandenen Möglichkeiten als Universalmeßinstrument einsetzen möchte, sollte einige Einschränkungen beachten. So ändert sich der Eingangswiderstand je nach gewählter Eingangsabschwächung von 250 k Ω . Die derzeitige dB-Definition ist zudem ein echter Fauxpas: 0 dB entsprechen 0,707 V_{eff}, was weder dBu (0,775 V_{eff}) noch dBV (1 V_{eff}) entspricht. Hier will man aber bis zur endgültigen Auslieferung der 4.0 Abhilfe schaffen.

Der Generatorausgangswiderstand ist mit <30 Ω für direkte Messungen an Geräten geeignet. Allerdings ist er nicht servosymmetriert (sym. = +6 dB) und erreicht lediglich einen maximalen Pegel von knapp 7 dBu (sym. +13 dBu).

Die wichtigsten Daten des ATB

Meßart	Einheit	Bereich	Testsignal	Toleranz (ELRAD-Messung)
Pegel	dB	1 Hz...30 kHz	Sinus, Terz/Oktav-Rauschen ¹	$\pm 0,1$ dB (bis 20 kHz $\pm 0,05$ dB)
Phase	Grad	1 Hz...30 kHz	Sinus	bis 1 kHz <1°, darüber <30°
Impedanz	Ohm	1 Hz...30 kHz	Sinus	<0,2 Ω
FFT (absolut/relativ)	dB	18 Hz...24 kHz	KM-C-Signal	siehe Text
Zerfallspektrum	dB	1 Hz...30 kHz	Cosinus-Burst	k. A.
Oszilloskop	V	1 ms...1 s (DSO)	Sinus, Dreieck, Rechteck, Impuls, Hülle, FFT, Oktav, Terz, Große FFT	durch Spannungsabgleich unter der Bildschirmauflösung
Klirrfaktor	%, dB	10 Hz...15 kHz	Sinus	siehe Text
Klirrspektrum	dB	10 Hz...15 kHz	Sinus	siehe Text
Thiele-Small	Fs, Qe, Qt, QM, VAS	1 Hz...30 kHz	Sinus	k. A.

Analyzer	Generator
Pegel	Pegel
Antialiasing-Filter	D/A-Wandler
A/D-Wandler	Klirrfaktor
Eingangsimpedanz	Ausgangsimpedanz

¹ Terz/Oktav-Rauschen von 30 Hz...20 kHz

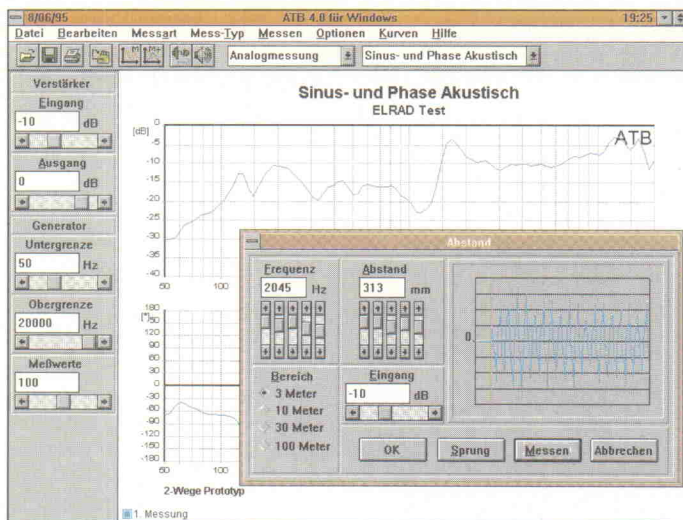


Bild 1. Die Oberfläche von Win-ATB, hier bei der gleichzeitigen Messung von Pegel und Phase.

Messungen an Lautsprechern erfordern einen zusätzlichen Leistungsverstärker wie den Actesi, eine für universelle Systeme verwendbare aktive Umschalt- und Anschlußbox [1]. Um Impedanz, Spannung und Mikrofonempfindlichkeit korrekt anzupassen, bietet die Software für einige Meßarten Kalibrierfunktionen.

Der Kern des Meßsystems ist die Software Win-ATB 4.0. Sie benötigt nur 1,3 MByte auf der Festplatte. Von einer Windows-Beta-Version ist nur wenig zu merken. Das Programm ist übersichtlich, leicht zu bedienen, windows-konform und funktioniert zuverlässig. Allerdings könnte eine Statuszeile noch eine Menge nützlicher Zusatzinformationen ausgeben. Und auch eine Hilfe fehlte der vorliegenden Beta noch.

Bild 1 zeigt die Oberfläche mit aktiviertem 'Pegelschreiber'. Messung und Darstellung von Pegel und Phase über die Frequenz laufen gleichzeitig. Es existieren zwei Varianten: Bei elektrischen Messungen dient der Generatorausgang intern als Referenz, die Phasenmessung erfolgt mittels Sinus bis hinab zu einem Differenzpegel von -28 dB. Bei akustischen Messungen ist die Laufzeit des Schalls zwischen Lautsprecher und Mikrofon (in der Dialogbox 'Abstand') zu berücksichtigen. Nach einem Klick auf 'Messen' stellt das Programm dann mittels einer der jeweiligen Meßart zweckdienlichen Frequenz den Abstand fest und setzt in den Meßschirm der Dialogbox einen Cursor. Soll der Meßvorgang speziell Ein- und Ausschwingen

des Prüflings be- oder mißachten, ist der Cursor einfach mit der Maus zu verschieben. Mangels Auto-Ranging muß der Anwender ständig die optimale Aussteuerung des Eingangs im Auge behalten. Das auf dem Meßschirm abgebildete Signal ist daher sowohl bei elektrischen als auch akustischen Messungen über den Schieberegler der Eingangsabschwächung auf Vollbild zu bringen.

Die Auflösung des Meßdiagramms ist in der Dialogbox 'Parameter' einstellbar (dB/Div). Win-ATB setzt den maximalen Eingangspegel stets als oberste Y-Linie. So ist zwar kein Scrollen in der Messung möglich, aber jederzeit eine Unter- oder Übersteuerung erkennbar. Änderungen der Auflösung führen im übrigen zwar zu einer anderen Darstellung, es bleiben aber alle Meßwerte erhalten.

In der Abteilung 'Klirrfaktor' findet sich eine Messung desselben in Prozent, wobei jedoch nur k2 und k3 im Schrieb erscheinen. 'Klirrspektrum' erlaubt einen Anzeigebereich von 80 dB und wahlweise 128...4096 Punkten, jedoch keine Fensterauswahl (Bild 2). Das abgebildete Spektrum läßt zudem eine leichte Frequenzgenauigkeit erkennen. Von einem quartzesteuerten System erwartet man normalerweise Werte um 0,01 %, das ATB zeigt auf Generatorseite jedoch Abweichungen von bis zu 2 %. Insofern täuscht die Möglichkeit der exakten Frequenzeingabe eine trügerische Genauigkeit vor.

Im DSO-Betrieb bleibt die Abtastrate von 100 kS/s auch in

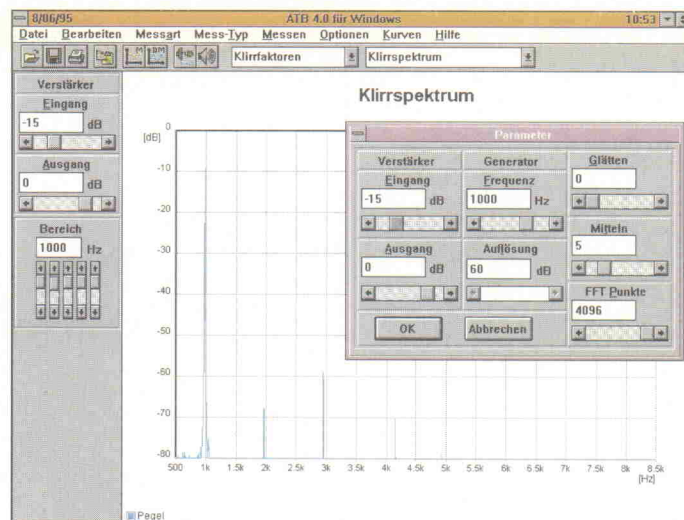


Bild 2. Die Verzerrungsmessung des ATB bietet zwei Modi: Klirrfaktor (%) und Klirrspektrum (dB).

den langsameren Zeitbereichen erhalten. Dies ermöglicht zum Beispiel auch die Darstellung des speziellen KM-C-Signals, welches 512 Frequenzen mit gleichem Pegel enthält (Bild 3). Die Vorteile dieses exklusiven ATB-Meßsignals zeigt Bild 4: Hochgenaue FFT-Analysen ohne die von Zufallssignalen (weißes Rauschen) her bekannten Pegelsprünge sind möglich und jederzeit mit gleichem Ergebnis reproduzierbar.

Spezialsendungen

Das KM-C-Signal besitzt auch gegenüber der verbreiteten MLS (Maximum Length Sequence) einige Vorteile. MLS-Signale enthalten einen starken Obertonanteil, der zur Übersteuerung des Prüflings führen kann. Bei der Messung besitzen

Wandler und Antialiasing-Filter einen großen Einfluß, und die Berechnung des Ergebnisses ist – soll sie möglichst genau sein – sehr aufwendig und damit zeitintensiv. Dagegen ist das KM-C-Signal ein analoges Signal mit Tiefpaßcharakteristik, welches auf der Hardware als EPROM-Datei vorliegt und bei Bedarf mit gewünschter Taktfrequenz ausgelesen wird.

Im FFT-Betrieb stehen vier Antialiasing-Filter zur Verfügung. Dadurch läßt sich das gesamte Audioband in bis zu vier Bereiche aufteilen, und so eine 4×512 -Punkte-FFT durchführen. Dadurch ergibt sich für den sonst sehr grob abgetasteten Baßbereich eine Auflösung, die einer 32 768-Punkte-FFT entspricht bei gleichzeitig bedeutend höherer Geschwindigkeit.

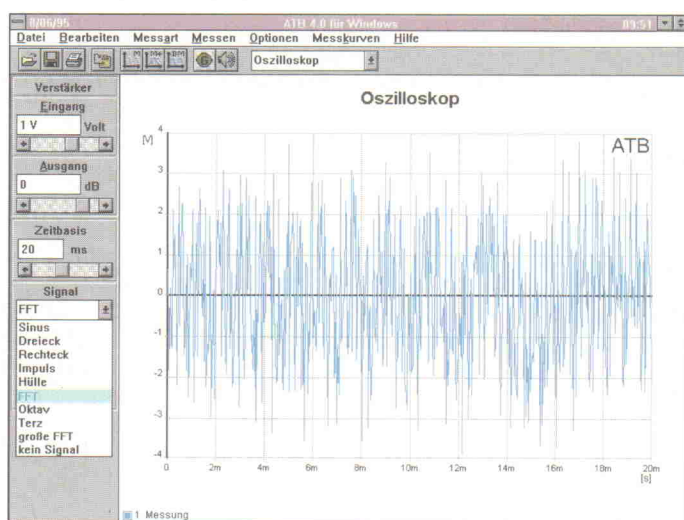


Bild 3. Das DSO, eigentlich nur eine Zusatzfunktion, entpuppt sich als sehr nützlich. Insbesondere die wahlweise interne Synchronisation mit dem Generator zeigt sofort Laufzeiten auf und verhindert Triggerprobleme.

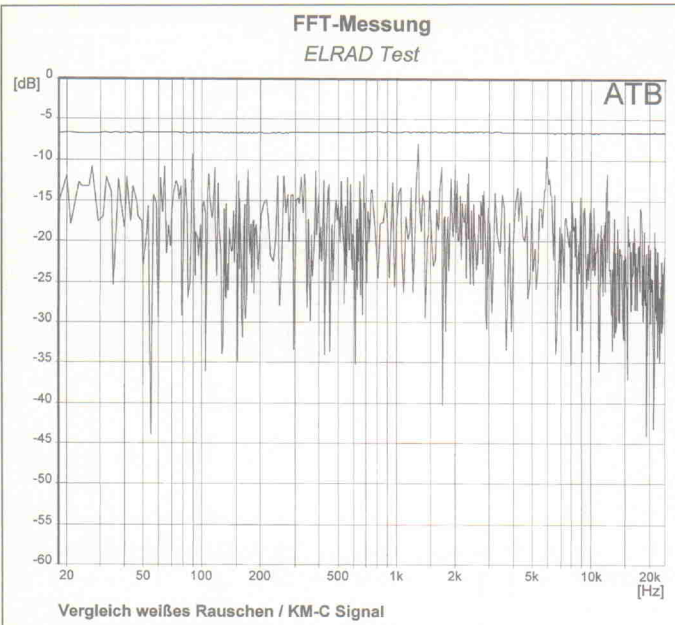


Bild 4. Der Ausdruck ist in seinem Erscheinungsbild in allen Details vom Anwender konfigurierbar. Das KM-C-Signal zeigt hier eine gerade Linie. Weißes Rauschen dagegen ergäbe selbst mehrfach gemittelt und geglättet kein ähnliches Ergebnis.

Der Anwender hat dabei nichts weiter zu tun, als sich aus einer Liste die gewünschte FFT auszusuchen.

Die 4fach-FFT ist besonders für akustische Zwecke geeignet. Sie enthält auch ein per 'Abstand' (Verzögerungszeit) definiertes Zeitfenster, welches das Programm zu den höheren Frequenzen hin automatisch anpaßt. Damit ergibt sich eine raumunabhängige Messung, da die Reflexionszeit deutlich über der des Zeitfensters liegt. Ausnahme: Frequenzen unter 300 Hz lassen sich nur in einem schalltoten Raum oder durch eine Nahfeldmessung störungsfrei erfassen. Mißt man in zwei Bereichen, ermöglicht 'Messen+' eine kombinierte Darstellung des gesamten Frequenzbereichs. Die vier Antialiasing-Filter führen zu geringen Pegelabweichungen (± 1 dB), welche jedoch zum einen nicht sonderlich ins Gewicht fallen und zum anderen im Modus 'Vergleichsmessung' komplett entfallen. Hier mißt man zuerst eine Referenzkurve und erhält danach nur noch die Differenz dazu.

Niagara

Wasserfalldiagramme dienen im allgemeinen der Darstellung einer Impulsantwort eines Prüflings. Auch hier geht Kirchner andere, weit effizientere Wege, indem man einen speziellen Cosinus-Burst als Testsignal gene-

riert, der kürzere Rechenzeiten und geringere Fehler verspricht. Angenehmer Nebeneffekt: das ATB kann auch den Einschwingvorgang als Wasserfall zeigen. Zusätzlich ist das Zerfallsdiagramm auf der Z-Achse wahlweise in Perioden darstellbar. Durch diese nicht zeit-, sondern frequenzlineare Darstellung lassen sich Resonanzen und Raumreflexionen einfacher erkennen (Bild 5).

Neben der üblichen Mittelung bietet Win-ATB in allen Meßarten außer dem Oszilloskop eine Glättungsfunktion. Da sie nur

auf die Darstellung einwirkt, ist sie jederzeit wieder rückgängig zu machen. Der optische Eindruck ist hervorragend: selbst bei 'starkem' Einsatz bleibt die eigentliche Kurvenform erhalten, lediglich kleine Unebenheiten verschwinden.

In Sachen Konfiguration ist Win-ATB vorbildlich ausgestattet. Alle Parameter sind über Dialogboxen und Menüs einfach und schnell einstellbar. Die Windows-Zwischenablage ist hervorragend integriert, über 'Anzeigen' lassen sich getrennt für Druck, Bildschirm und Zwischenablage Teile des Meßdiagramms ein- oder ausblenden. Weiterhin sind Schriftart, -stil und -größe für Titel, Zusatztext, Beschriftung und Skalen sowie Linienstärken frei einstellbar. Alle Einstellungen speichert das Programm in der Meßdatei, so daß jederzeit eine bestimmte Konfiguration ladbar ist. In der winatb.ini merkt sich das Programm außerdem den Zustand aller Meßfunktionen, was die Arbeit mit dem Meßsystem weiter vereinfacht.

Für die Qualitätskontrolle in der Fertigung ist eine zusätzliche DOS-Software namens 'Quality' erhältlich. Sie erlaubt Toleranzfelder, automatisierten Vergleich und das Setzen von Referenzwerten.

Testbild

Die Messungen waren nach kurzer, durch das deutsche Handbuch zusätzlich beschleunigter Einarbeitungszeit problemlos durchführbar. Mit der

4fach-FFT, dem Cosinus-Burst und der automatischen Abstandsmessung arbeitet das ATB bei akustischen Messungen ganz vorzüglich. Elektrische Messungen wie Impedanz und Phase waren ebenfalls streßfrei durchzuführen. Besonders interessant: Messungen von stark Laufzeit und Phase verändernden Geräten (wie Filter aller Art) und von zeitabhängigen Regelvorgängen (z. B. Kompressoren, RMS-Wandler). Bei letzteren begeisterte insbesondere die Möglichkeit der internen Synchronisation mit dem Generator, so daß Hold-Effekte vor dem Regeleinsatz erkennbar sind. Die Möglichkeit, Ein- und Ausschwingvorgänge im Zerfallsdiagramm aufzuzeigen, bietet phantastische Analyse- und Dokumentationsmöglichkeiten.

Gerade der Einsatz zur Geräteprüfung enthält allerdings auch einige Einschränkungen. So läßt sich zwar wie beschrieben der Klirrfaktor messen, das Ergebnis ist jedoch nur mit dem ATB selbst vergleichbar: eine übliche Spezifikation wie 'THD+N 0,5 % bei 1 kHz mit Bandpaß' leistet das System nicht.

Zum Programm-schluß

Leo Kirchners selbst gestecktes Ziel, ein mächtiges, jedoch einfach zu bedienendes, dabei Fehler vermeidendes Meßsystem zu verwirklichen, ist trotzdem erreicht. Win-ATB überzeugt durch leicht verständliche und bedienbare Software sowie mehrere technisch anspruchsvolle Detaillösungen, die ihresgleichen suchen. Es konkurriert augenscheinlich mit dem bekannten MLSSA, bleibt preislich aber weit darunter (DM 2999,- incl. MWSt.). Eine Demoverision, mit der man natürlich nicht messen kann, die ansonsten aber der Vollversion entspricht, liegt samt einigen Meßdateien in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-4 01) zum Download bereit. *pen*

Literatur

- [1] Thomas Steinbrecher, *Akustik-Check: PC-gestütztes Maximalfolgenmeßsystem Clio, ELRAD 2/95, S. 20 ff.*

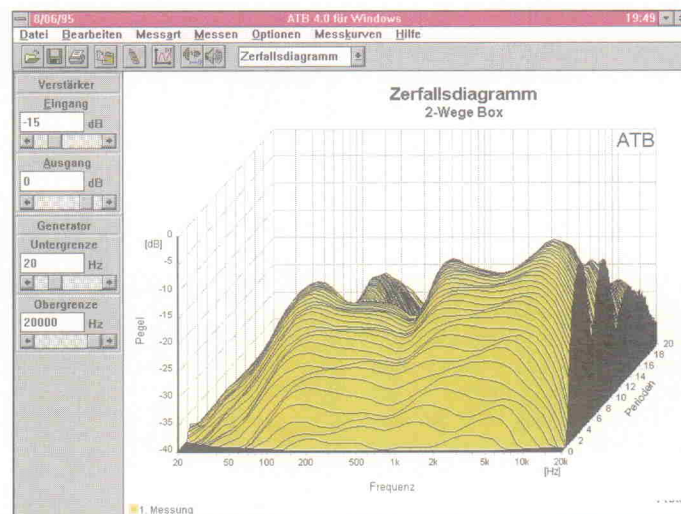


Bild 5. Das Zerfallsdiagramm des ATB ermöglicht die Wahl zwischen Hüllkurvendarstellung (der zeitliche Verlauf pro Frequenz) oder Wasserfalldiagramm sowie des Einschwingens und Ausschwingens.

Kirchner elektronik
Wendenstraße 53
38100 Braunschweig
☎ 05 31/4 64 12
☎ 05 31/4 64 12

CADdylac

CADdy EDS 3.0 für DOS

Matthias Carstens

Das Programm CADdy EDS stellt ein modular erweiterbares ECAD-System dar. Mit den Modulen 1 bis 5 des EDS (Electronic Design Systems) ergibt sich ein interessantes Schaltplan-, Layout- und 2D-Konstruktionsprogramm, dessen herausstechende Eigenschaft eine zentrale Datenbank samt Echtzeitintegration ist. Was CADdy in der neuesten Version sonst noch bietet, zeigt der ELRAD-Test.



PreView

In der vorliegenden Version CADdy EDS 3.0 Beta des deutschen Softwareherstellers Ziegler-Informatics, Mönchengladbach, erhält der Käufer zwei Schubers. Im ersten befindet sich der obligatorische Dongle samt zehn Disketten, im zweiten ein 5 cm dicker Ringordner. Letzterer enthält die gesamte Dokumentation, gegliedert in Einführung (Vorstellung, Bedienung, Tutorial), Funktionsbeschreibung aller Befehle, Bauteiltechnik (Symbole und Bauteile, Tutorial zur Erstellung derselben), Bauelemente Bibliothek und Zusatzinformationen.

Hardwareminimum ist ein 386-DX-Prozessor, da es sich um eine 32-Bit-Software handelt (Auflösung 0,001 mil). Erwünscht sind 12 MByte RAM – wie so oft bringt auch hier mehr Speicher eine erhöhte Performance. Der derzeit benötigte und freie Speicher läßt sich im Programm nicht nur problemlos ermitteln, sondern auch feindo-

siert den einzelnen Speichersressern (Hauptprogramm, Grafik, Temporäres) zuweisen.

Bild 1 zeigt CADdys Oberfläche. Das Auswahlmenü rechts ist dynamisch, das heißt, bei Wahl einer Funktion mit Unterpunkten erscheinen diese unterhalb der derzeitigen Befehlsliste, verlängern also das Menü. Die Schriftgröße der Menüzeile rechts ist fontabhängig, was sich – genau wie die Größe der Icons – im Setup einstellen läßt. Oben stehen weitere Befehle als Icons bereit, welche dann einen schnelleren Zugriff auf Unterpunkte des Zusatzmenüs erlauben. Das Zusatzmenü ist unter den Icons als Textzeile zu sehen, aktive 'Schalter' erscheinen blau hinterlegt.

Ausstattung

CADdy ist als reines DOS-Programm in puncto Grafiktreiber naturgemäß neueren Windowslösungen unterlegen. Um so po-

sitiver stimmt die breitbandige Kartenunterstützung, die sich – gerade auch für aktuelle Beschleunigerkarten – nicht auf einen simplen VESA-Treiber beschränkt, sondern die 'Graphic Engine' auch tatsächlich nutzt. Zwar gab es für die Diamond Stealth 64 mit 2 MByte VRAM des Testrechners (486 DX2-80) keine direkte Unterstützung, aber auch der beige-fügte universelle S-3-Treiber für eine Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten mit 256 Farben bietet eine gute Performance. Ein Display-List-Treiber sorgt für rasend schnelles Zoomen und Pannen und liefert zusätzlich ein nützliches Übersichtsfenster.

Den Einstieg in das Programm bildet eine Dialogbox zur Auswahl des zu bearbeitenden Projektes. Danach erscheint je nach zuletzt gespeichertem Zustand entweder Schaltplan oder Layout. Ein Wechsel zum jeweils anderen Editor ist ohne Wartezeit per Menü oder Icon mög-

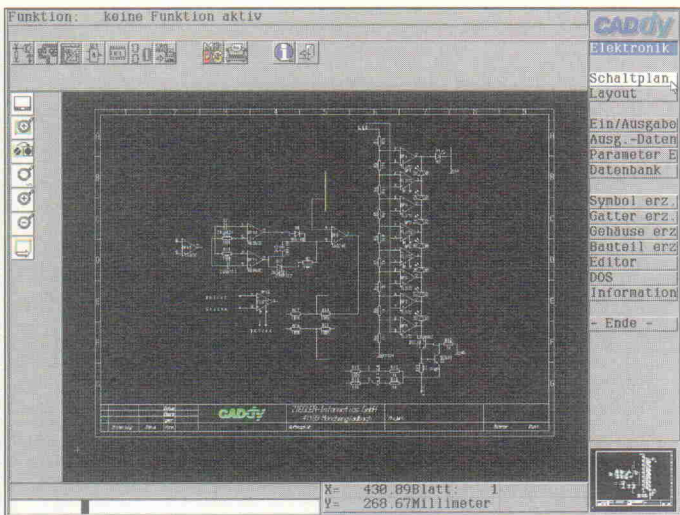


Bild 1. CADdys Oberfläche – übersichtlich und informativ – läßt kaum Wünsche offen.

lich. Mit einer solch schnellen Umschaltung beweist CADdy, daß es sich bei Schaltplan und Layout nur um verschiedene Ansichten ein und desselben Daten handelt. Aber nicht nur hier zeigt sich die hohe Arbeitsgeschwindigkeit der Software.

Besonders gelungen ist die umfassende Hotkeyunterstützung, welche 275 Befehle umfaßt und sich frei definieren läßt (Bild 2). Statt sich durch Menüs zu hangeln, aktiviert man alle ständig benutzten Befehle durch Drücken einer Taste(nkombination). Praktischerweise ändert sich das Menü dabei nicht. Befehle speichert CADdy in einer internen Liste. Die rechte Maustaste bewirkt nicht nur einen Abbruch des aktuellen Befehls, sondern aktiviert automatisch den vorherigen Befehl, welcher auch in der oberen Statuszeile erscheint. Eine tolle Idee, welche sich gerade bei immer wiederkehrenden Aktionen mit gleichem Ablauf schnell als nützlich erweist.

Darüber hinaus verwaltet CADdy viele Befehle transparent, das heißt, es sind mannigfaltige Aktionen während einer noch laufenden Aktion möglich. Einfaches Beispiel: Bei Druck auf 'B' erscheint der Dialog zur Platzierung eines Bauteils. Nach erfolgter Auswahl hängt selbiges am Cursor. 'D' dreht es in die gewünschte Lage, 'Y' spiegelt es, '.' zentriert den Bildschirm um den Cursor, '+' und '-' zoomen die Ansicht in festen Stufen. Vor der Platzierung des Symbols verschiebt man mit 'V' noch schnell ein anderes, im Weg befindliches Symbol. Angesichts solcher Funk-

tionalität kann uneingeschränktes Undo/Redo als weiteres Merkmal kaum überraschen.

Gerade die ausgefeilten Bildfunktionen stiften anfangs reichlich Verwirrung. Zoomen per '+' und '-' führen zu einer Neuberechnung des Bildes. Die auf den Icons liegenden Display-List-Funktionen arbeiten dagegen virtuell, und zwar auf der Basis des zuletzt berechneten Bildes. Das oberste Icon, 'Zoom Alles', zoomt deshalb eben nicht alles ins Bild, sondern nur bis zur vorher per '+' oder '-' gewählten Ansicht zurück. So ist auch das Autopanning zu erklären. Es arbeitet nur, wenn man per Icon einen Zoom durchführt, im Übersichtsfenster ist dann der entsprechende Ausschnitt zu sehen. Das Autopanning der Testversion arbeitete jedoch noch nicht perfekt: Während der Bewegung war im Bild absolut nichts zu erkennen, erst beim Stillstand erschien der gewohnte Anblick. Dieser Bug soll laut Ziegler zur Auslieferung behoben sein.

Kratzer im Lack

Man mag es kaum glauben, und es ist kein Bug der neuen Version: Bei um 180° gedrehten Objekten steht der Text auf dem Kopf (Bild 3). Der Tester fühlte sich beim Zeichnen des Schaltbildes allerdings auch aus anderen Gründen überfordert und griff erst einmal zum Tutorial. Demnach platziert der Anwender die benötigten Symbole und legt anschließend Netze (Luftlinien!) zwischen die zu verbindenden Pins (vermutlich erzeugt

man dabei eine Verbindungsliste für die Datenbank). Erst danach zeichnet man den eigentlichen Schaltplan über die Funktion 'Verbindungen'. Also doppelte Arbeit ohne ersichtlichen Grund? Durch Probieren stellte sich heraus, daß man auch direkt mit den Verbindungen beginnen kann, nur ließen sich diese nicht ohne weiteres verschieben. Erst mit der neuen Option 'orthogonal Verschieben' ging dieses in gewohnter Weise. Dieses Beispiel zeigt wieder einmal die Bedeutung eines guten Tutorials. Laut Ziegler bietet das Programm zur Schaltplanerstellung nämlich grundsätzlich zwei Gangarten: Erstens simples Verdrahten der Komponenten per Luftlinien, um so möglichst schnell zum Layout zu kommen. Die orthogonale Verlegung erfolgt bei dieser Gangart erst im Nachhinein. Zweitens die klassische Art.

Bauteile lassen sich zwar mitsamt ihren Verbindungen bewegen, das dabei neuentstehende Verbindungsstück ist jedoch als Luftlinie gezeichnet. Tatsächlich arbeitet CADdy im Schaltplan genauso wie im Layout, während der Bewegung eines Symbols ist sogar eine Berechnung der kürzesten Airlines in Echtzeit möglich. Dieses Feature ist jedoch gar keines, vielmehr behindert die Airline-basierte Arbeitsweise im Schaltplan den Zeichner ganz erheblich, da man beispielsweise eine Verbindung immer in zwei Schritten löschen muß.

CADdys Handhabung der Stromversorgung entpuppt sich ebenfalls als unkomfortabel. Zwar stehen Symbole für GND

und Betriebsspannungen zur Verfügung, jedoch ist erst das entsprechende Default-Netz zu ändern, sodann ein Querverweis mit dem gewünschten Namen zu erzeugen (manuelle Eingabe) und dieses mit dem entsprechenden Anschluß zu verbinden. Bauteile lassen sich dafür einfach auf ein anderes Blatt verschieben, das Programm erzeugt dabei automatisch Querverweise an allen Anschlüssen und auf beiden Blättern. Andererseits lassen sich die Verweise ausschließlich an Anschlüsse setzen, und nur über Umwege auch wie üblich an Netzenden (hier Verbindungsenden).

Das Einfügen oder Plazieren von Bauteilen hinterließ keine ungeteilte Freude. Zwar existiert eine bedienungsfreundliche Dialogbox mit Suchfunktion und Unterstützung durch Wildcards. Wenn man jedoch unter zehn Kondensatoren wählen kann, die alle 'C0' heißen, vermißt man augenblicklich ein Preview-Fenster (Bild 4). Zudem ist die Suche per Wildcard unvollständig: Bei Eingabe von '*' erscheinen statt der vorhandenen 2000 nur 500 Bauteile. Auch dieser Bug soll laut Ziegler bis zur Auslieferung behoben sein.

CADdy unterstützt kein Modul-Handling und besitzt keine "Zwischenablage". Dafür ist der Import kompletter Schaltungen möglich. Eine bereits erstellte Netzteilerschaltung beispielsweise läßt sich mitsamt ihrem entflochtenen Layout (die zentrale Datenbank läßt grüßen) problemlos einfügen. Dazu liest man nur die Schaltplan- und Layoutdaten in das aktuelle Projekt ein und

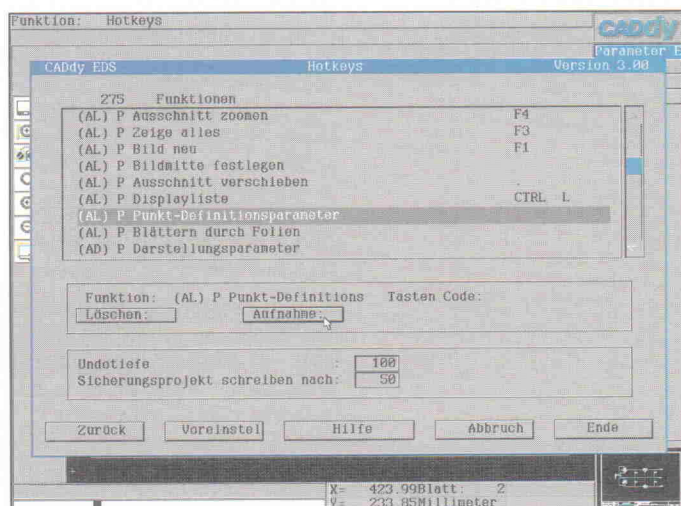


Bild 2. Der Hotkeydefiner umfaßt 275 (!) Befehle, die sich auch auf nur eine Taste legen lassen.

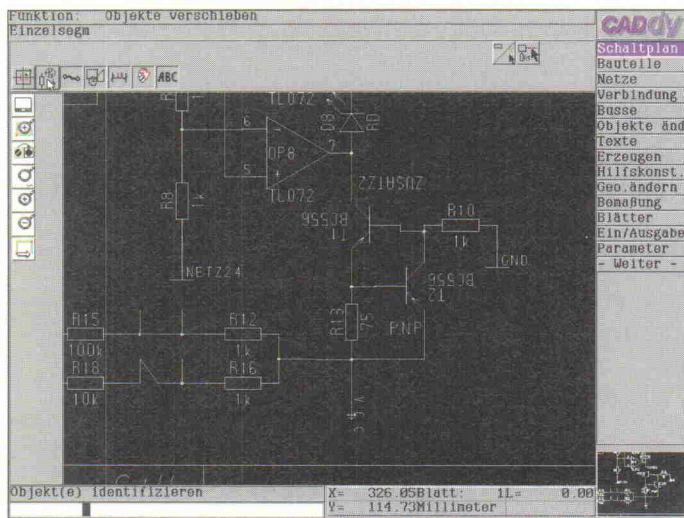


Bild 3. Auf den Kopf gestellt: Beim Rotieren eines Symbols dreht auch der Text mit. Zum Glück läßt er sich einzeln selektieren und in die richtige Position bringen.

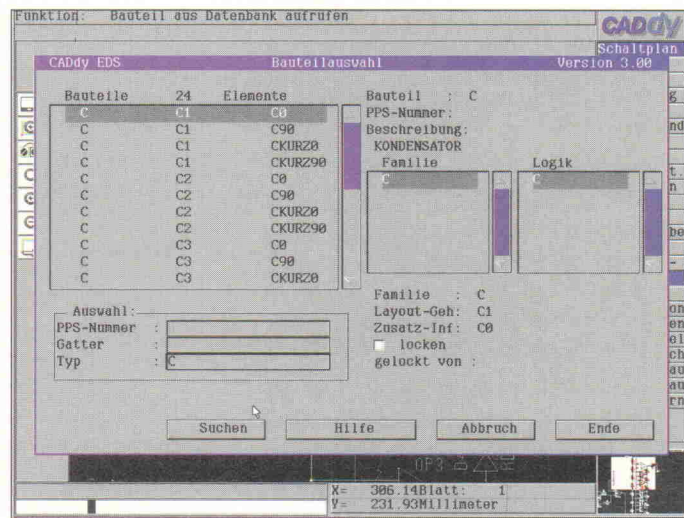


Bild 4. Der Bauteildialog zur Platzierung in Schaltplan oder Layout bietet leicht verständliche Dialogboxen und eine ausführliche Hilfe.

löscht dann alle nicht benötigten Objekte wieder heraus.

Gas geben

Wie es sich für eine zentrale Datenbank gehört, kann der Anwender munter zwischen Schaltplan und Layout wechseln. Änderungen finden sich sofort im jeweils anderen Programmteil. Daher ist weder ein Import von Gehäusen noch ein Einlesen irgendwelcher Listen nötig. Wenn man nach der Zeichnung eines Schaltbildes das erste Mal den Menüpunkt Layout anklickt, erscheinen sofort alle mit Airlines verbundenen Bauteile, bereit zur Entflechtung. Was im Schaltplan wenig Sinn macht, ist im Layout umso nützlicher: Die ständige Neuberechnung der Airlines während der Bewegung eines Bauteils erfolgt in Echt-

zeit, gleichzeitig indiziert ein Vektor den optimalen Platzierungsort (Bild 5). Zur Platzierungsunterstützung bietet die Software darüber hinaus einen Autoplacer.

Kupferflächen erzeugt man durch Zeichnen eines Polygons. CADdys nicht immer durchgängige Bedienungsstruktur erfordert nach der Erstellung des Umriß die Anwahl des Icons 'Fertig' im oberen Zusatzmenü. Wie auch bei einigen anderen weniger intuitiven Befehlen fällt auf, daß die vorhandene Statuszeile nur sporadisch Fehler- oder Hilfsmeldungen ausgibt. Klickt man beispielsweise auf Autorouter, passiert: nichts. Erst nach einem zusätzlichen Klick auf 'Weiter' im Zusatzmenü legt der Router los. Werden Befehle ohne ersichtlichen Grund – und vor allem kommentarlos – nicht

ausgeführt, verliert gerade der Neuling schnell die Geduld.

Positiv fiel die schnelle Berechnungs- und Darstellungszeit auf. Außerdem kann die Fläche jederzeit selektiert, gelöscht oder verschoben werden. Letzteres nützt nur wenig, da keine neue Freirechnung stattfindet. Assoziative Kupferflächen, Wärmefallen oder Teardrops sind nicht vorhanden. Laut Ziegler soll das nächste Update Wärmefallen, Padstacks und eine automatische Freirechnung enthalten.

Manuelles Routen arbeitet gleich dem anderer Programme. Zusätzlich existieren Hilfen, wie Fangradius und 45°-Verlegung. Der Autorouter bietet sowohl RipUp- als auch Shove-Algorithmen und arbeitet wahlweise selektiv (automatische Verlegung einzelner Netze), interaktiv oder vollautomatisch. CADdy verfügt natürlich auch über einen Online-Design-Check, der jedoch sehr spartanisch ausgefallen ist. Er beschränkt sich auf eine Mindestabstands- und damit Kurzschlußprüfung. Bei der Offline-Fehlerprüfung findet das Programm jedoch auch verwaiste Leiterbahnstücke (vom manuellen Routen).

Ausfahrt

Das Ausgabemodul der Version 3.0 ist komplett überarbeitet. Die Dialogboxen sind leicht verständlich, und bieten – wie im gesamten Programm – ausführliche Hilfestellungen. Eine Abspeicherung der Ausgabeinstellungen zwecks schneller und fehlerfreier Erstellung der unterschiedlichen Filme ist

möglich. Darüber hinaus unterscheidet der Ausgabeprozessor zwischen Einzelausgaben und einem Ausgabeprozess, bestehend aus mehreren Einzelausgaben. Per Knopfdruck lassen sich so sämtliche Daten eines Projektes (Schaltplan auf Laserdrucker, Filmsatz auf Plotter) auf einen Schlag ausgeben. Auch an eine Nutzererstellung wurde gedacht. Ein Gerber-Preview steht ebenfalls zur Verfügung. Weiterhin ist es möglich, HPGL-Dateien einzulesen, Stifte zuzuordnen und die so ins Schaltbild importierten Daten weiterzubearbeiten.

Fazit

CADdy bietet viele professionelle Merkmale, die man inzwischen auch von einem Programm für 12 900 D-Mark (zzgl. MwSt.) erwartet. Herausragendes Merkmal ist die zentrale Datenbank mit Echtzeitintegration. Daß der Käufer auf einige neuere Features verzichten muß, ist kaum ein Nachteil. Aber es gibt auch schwerer wiegende Wermutstropfen, wie der luftlinienbasierte arbeitende Schaltplanzeichner und das nur über Umwege laufende Modul-Handling. Beides Punkte, die heutigen Standards kaum entsprechen. Grundsätzlich ist CADdy jedoch ein mächtiges Designpaket, das sein Geld wert ist. Und den Win95-Propheten sei gesagt, daß CADdy auch dort im DOS-Modus ganz normal weiterlaufen wird. *pen*

Ziegler-Informatics GmbH
Nobelstr. 3-5
41189 Mönchengladbach
☎ 0 21 66/9 55-56
☎ 0 21 66/9 55-6 00

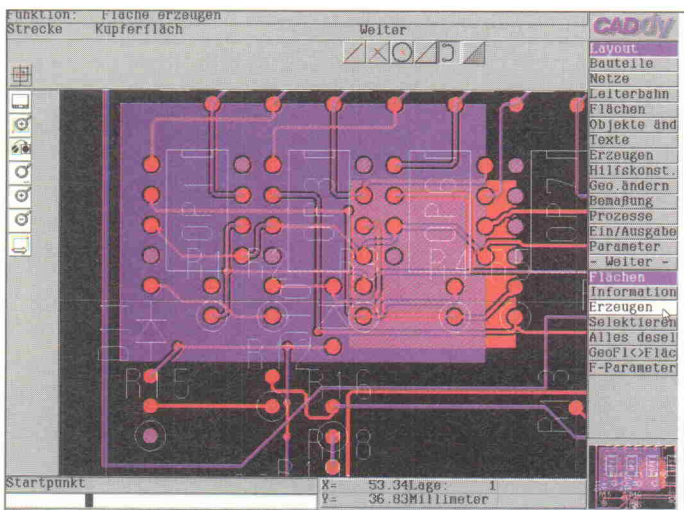


Bild 5. Das Layout unterstützt neben schneller Flächenfüllung samt Freirechnung auch dynamisches Ratsnest.



Platinen und Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert; oB – ohne Bestückungsdruck; M – Multilayer, E – elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-4 00.

PC-Projekte

Byte-Former Seriell/Parallelwandler	86 101 46/ds	39,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
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-Wandlerrkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembleroutlines) 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
Mepex PC-Audiomeßsystem		
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00
PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop		
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
— Interface	061-885/ds	52,00
— Diskette/PC (Sourcecode) Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Hotline PC-Spektrum-Analyser		
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Messfolio Portfolioerweiterungen		
— Speichererweiterung	082-929	49,00
— X/T Slot Platine	082-930	64,00
Multi Port PC-Multifunktionskarte		
— Multi Port Platine inkl. GAL	092-932	109,00
— Uniscif-Software, Diskette 3,5"	S092-932M	35,00
DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger	023-951	25,00
IEEE-Busmonitor inkl. Software	033-965	48,00
Wandel-Board		
— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. u. Software	033-968	98,00

Wellenreiter

— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte,		
— DSP-EPROM, Controller-EPROM		
— Anwendersoftware	023-970	398,00

InterBus-S-Chauffeur

— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00
--	---------	--------

Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem

— incl. PALs, NLX230, Handbuch,		
— Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00

Schnittschnelle Multiprotokoll-PC-Karte

— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch	093-995/ds	398,00
— Bitbus-Master-EPROM	S093-995	198,00
8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse	103-999/ds	35,00

PC-CAN

— Platine, Monitor-EPROM		
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00

PC-LA, PC-Logikanalysator

— Platine, GAL-Satz		
— LCA, Montageblech		
— Windows-Software	034-1010	448,00
— Vorverstärkerplatine	034-1011	29,00

Sparschwein

— Low-Cost-IEEE-488-Board		
Platine + Diskette	074-1022	45,00

Harddisk-Recording

— Platine	084-1025/ds	64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025	29,00

20-Bit-A/D-Wandler

Quickie, 50-MHz-Transientenrecorder		
— Platine inkl. MACH 220-15		
— Windows-Programm MessQuick	104-1027/ob	198,00

Overdrive 16-Bit-A/D für PCs

— Platine + FPGA + progr. E ² ROM + Disketten m. Pascal-Programmen + Visual Designer Demo	025-1036	289,00
--	----------	--------

Lightline DMX-512-PC-Interface-Karte

— Platine + GAL	015-1038/ds	86,00
-----------------	-------------	-------

Andy A/D-Wandler am Printerport

inkl. Software	035-1040	98,00
----------------	----------	-------

PICs Kartentricks Chipkartenleser

— Platine + Diskette + PIC 16C84 + Karteneinschub	035-1041	98,00
---	----------	-------

16 und 4

— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds	64,00
D/A-Wandler 18-Bit	055-1045	64,00
Homeg-Interface inkl. Software	065-1046/ds	78,00

Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11

— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	082-938	78,00

Entwicklungsumgebung

PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00
----------------------------	-------------	--------

MOPShigh Mini-board f. 68 HC 11

— Platine und Software	024-1007	149,00
------------------------	----------	--------

MOPS Talk

— Platine und Betriebssoftware EPROM	074-1024	85,00
IE ³ HF-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

Z-Maschine EPC mit Z280	042-916/ds	89,50
-------------------------	------------	-------

Platine, Mach 110, Monitor

TASK 51 Multitasking f. 8051	023-952	248,00
------------------------------	---------	--------

Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch

51er-Kombi inkl. GAL	S033-969	48,00
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141	053-972	82,00
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00

Bus-Depot InterBus-S-Controller

— Platine inkl. SuPI II und Handbuch	113-1002/ds	179,00
--------------------------------------	-------------	--------

Vport-152/k Bitbus-Controller

— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm	083-986/ds	198,00
— Bitbus Master-EPROM	S083-987	198,00
— Bitbus Slave-EPROM	S083-988	98,00
— IF-Modul Platine RS-485	083-989/ds	35,00
— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife	083-990	25,00
— PIF-Modul Platine, seriell	083-991/ds	35,00
— PIF-Modul Platine, parallel	083-992/ds	35,00

Rex Regulus

— Miniproz.-Controllerplatine		
Win Reg.-Simulationsprogramm		
Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00

PIC-Programmer V.2.0

— Platine		
Betriebssoftware EPROM		
Betriebssoftware PC-Diskette	014-1005/ds/E	156,00
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)	064-1017/ds	36,00
— PIC-Simulator	064-1018/ds/E	33,00
— PIC-Evaluationkarte	054-1014/ds/E	98,00

Kat-Ce 68 332

— Platine, EPROM-Satz		
— PC-Terminalprogramm		
— Handbuch	034-1009	272,00

CANrate CAN-Bus-Knoten

— Platine	044-1012	45,00
— Update-EPROM f. PC-CAN	S044-1013	98,00

Background-Debugging-Mode

— Platine + GAL + Diskette	114-1028	38,00
----------------------------	----------	-------

Rechnerbaustelle

— dCPU-4-Platine	015-1035/ds	98,00
— Taktplatine	015-1033/ds	48,00
— Speicherplatine	015-1034/ds	86,00

Fuzzy-Compact Fuzzy-Regler-Entwicklungssystem

— Platine + progr. Controller + Software +		
— Handbuch	025-1037	385,00

Lightline-Empfänger

— Platine + EPROM	025-1044/ds	98,00
-------------------	-------------	-------

Atari-Projekte

Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Aufmacher II A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Homeg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, IEPRM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
ST-MessLab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

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: Einzahlung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto, Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Kreditkarten von Eurocard, Visa und American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 – 12.30

Tel.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/53 52 147

Software

Flowlearn Vers. 2.6. Regelungssimulationsprogramm	98,00
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette	48,00
Lab!Pascal Softwarepaket für die Meßtechnik	
— Offline-Version	98,00
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise Achtung Aufnahme, Wandelboard oder Stecker A/D Unicard oder Multi Port	198,00
ELRAD-Internet-Paket	S025-1039 20,00
CD-ROM PLDstart	S045-1043 99,00

Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84	
— Endstufe	032-912 46,00
— Netzteil	032-913 43,00
SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer	101-900 7,50
Beigeordneter	080-842 35,00
µPA	011-867/ds 14,00
MOSFET-Monoblock	070-838 25,50
IR-Fernbedienung	
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908 49,00
— Motorsteuerung	022-909/ds 54,00
Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler	042-915/ds 64,00
Surround Board	084-1026 75,00
Surround Extension	
— Platine + EPROM	094-1030 45,00
Harddisk-Recording	
— Platine	084-1025/ds 64,00
— GAL-Satz (3 Stück)	S084-1025 29,00
16 und 4	
— 20-Bit-A/D-Studiowandler	025-1042/ds 64,00

Sonstige Projekte

Mode-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber	
— Uni Step	062-922 45,00
— NT Step	062-924 45,00
Drive Servotreiber	102-936 45,00
9-Bit-Funktionsgenerator	
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL, 3 EPROMs	032-910 160,00
LowOhm	011-868/ds 32,00
V-24-Treiber optoentkoppelt	013-940 25,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996 69,00
Opto-Schnitte RS-232/LWL-Wandler	
— Platine 10-m-Adapter	063-977 38,00
— Platine 50-m-Adapter	063-978 38,00
— Platine Repeater	063-979 42,00
VMEconomy	
— 12-BitA/D-Wandlertarte für den VME-Bus Platine und GAL	064-1019/ds 129,00
Entwicklungshilfe	
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds 79,00
24 fixe Sterne	
— Träger-Board für NavCore V	074-1023 68,00
Volks-PLD	
— Platine inkl. 3 ispPLDs	
— Entwicklungssoftware inklusive Dokumentation	104-1026 129,00
DSO Trainer	123-1029 126,00
Patty , 50 MHz, Patterngenerator	
— Platine + GAL + EPROM + Diskette	124-1031/oB 348,00
Spürnose , adaptives Filter inkl. Firmware	104-1032 84,00
Lightline-Empfänger	
— Platine + EPROM	025-1044/ds 98,00

Artikel-Recherche in

ct magazin für
computer
technik

ELRAD

ix MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN UND TELEKOMMUNIKATION

Das „offizielle“ Gesamtregister der Heise-Fachzeitschriften c't (12/83 bis 12/94), Elrad (11/77 bis 12/94), ix (11/88 bis 12/94) und Gateway (1/94 bis 12/94). Die Fundstellen aller erschienenen Artikel mit Stichwörtern und aktualisierten Querverweisen. Inklusive Recherche-Programm mit komfortabler, fehlertoleranter Suchfunktion. Das Heise-Zeitschriftenregister ist auf 3,5"-Diskette lieferbar für

Windows

OS/2

Apple Macintosh

Atari ST/TT/Falcon

Preis: 30 DM

eMedia GmbH

BESTELLKARTE

Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Tel.: 0511/ 53 72 95
Fax: 0511/ 53 52 147

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,—	6,—

Absender:

Name/Vorname

Beruf

Straße/Postfach

PLZ/Ort

Bestellung nur gegen Vorauskasse

☐ 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.4408

☐ Scheck liegt bei.

☐ Eurocard

☐ Visa

☐ American Express

Card-Nr.

Gültigkeitszeitraum von / bis /

X

Datum

Unterschrift (unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Euros-166

Echtzeitentwicklungskit für den 80C166



Dr.-Ing. Jörg Wollert

Ein Paket besonderer Art schnürt die Firma Phytec für die Entwickler, die den Siemens Mikrocontroller 80C166 zum Einsatz bringen wollen. Ein Controllerboard mit Echtzeitbetriebssystem und Hochsprachenunterstützung in C. ELRAD packte das mit reichlich Zubehör versehene System aus.

Zunächst beeindruckt das Paket durch seinen Umfang. Neben dem Mikrocontrollerboard fällt besonders die üppige Dokumentation auf: ein DIN-A5-Ordner für die Hardware, ein weiterer für die verschiedenen Entwicklungswerkzeuge, ein zirka 200 Seiten starkes Handbuch für eine integrierte Entwicklungsumgebung, die Original-Benutzerhandbücher des Zielprozessors 80C166 sowie ein dicker DIN-A4-Ordner mit einer deutschsprachigen Dokumentation des Echtzeitbetriebssystems EUROS mit der zugehörigen Entwicklungs- und Debugumgebung. Das Kit schlägt mit knapp tausend Mark plus Mehrwertsteuer zu Buche.

Die Programmierung eines Mikrocontrollers in einer Hochsprache unter Verwendung eines Echtzeitbetriebssystems macht das Kit attraktiv: Gerade in der Prozeßsteuerung sind viele Aufgaben quasi parallel auszuführen. Man denke an DDC-Steuerungen, A/D-Umsetzung (Datenlogger) oder das Lesen digitaler Schnittstellen. Routineaufgaben lassen sich mit einem Echtzeitbetriebssystem komfortabel lösen. Der Programmierer kann sich ganz auf die Programmierung der Tasks konzentrieren (bezüglich Eigenarten und Anforderungen an Echtzeitbetriebssysteme siehe ELRAD 6/95, S. 48).

Während der harte Kern Mikrocontroller in Assembler programmiert, geht der Trend eindeutig in Richtung Hochsprache. Nicht nur die Lesbarkeit, sondern auch die bessere Wartbarkeit und Robustheit bieten eindeutige Vorteile. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Effekt bei der Verwendung eines standardisierten Betriebssystems und einer Hochsprache ist die überwiegend systemunabhängige Erstellung von Programmen. Mit

einem ANSI-C-Compiler befindet sich die Phytec-Entwicklungsumgebung in guter Gesellschaft mit anderen Systemen. So ermöglicht die Neuübersetzung eines Programms den Umstieg vom schlichten 8051 auf den 16-Bit-RISC-Controller 80C166.

Die Hardware des Kits besteht aus dem Mikrocontrollerboard miniCON-166 mit einem SAB80C166-Prozessor. Das 6fach-Multilayerboard ist im wesentlichen mit SMD-Bauteilen bestückt. Nahezu die Hälfte der Platine im Europaformat steht als Lochrasterfeld für eigene Erweiterungen zur Verfügung. Als Interfaces stehen neben einem VG96-Steckverbinder eine RS232 für die Kommunikation mit dem Hostrechner und eine weitere Schnittstelle nach RS485 oder CAN-Standard für eine Prozeßbankopplung zur Verfügung. Durch die umfangreiche Konfigurierbarkeit des Speichers sind etliche RAM-/EPROM-/FLASH-ROM-Bestückungen möglich. Ein GAL sorgt für die Adreßdekodierung. Das GAL-Listing ist in den Unterlagen enthalten. Es ist beispielhaft für die gesamte Dokumentation. Sie ist umfangreich, übersichtlich und vollständig.

Das Monitorprogramm für den 166er stammt von der Firma Keil Elektronik GmbH (Grafbrunn) und bietet bereits alle Möglichkeiten zur Systementwicklung. Hierzu gehören Programmlader, Disassembler, Inline-Assembler, Single-Step-De-

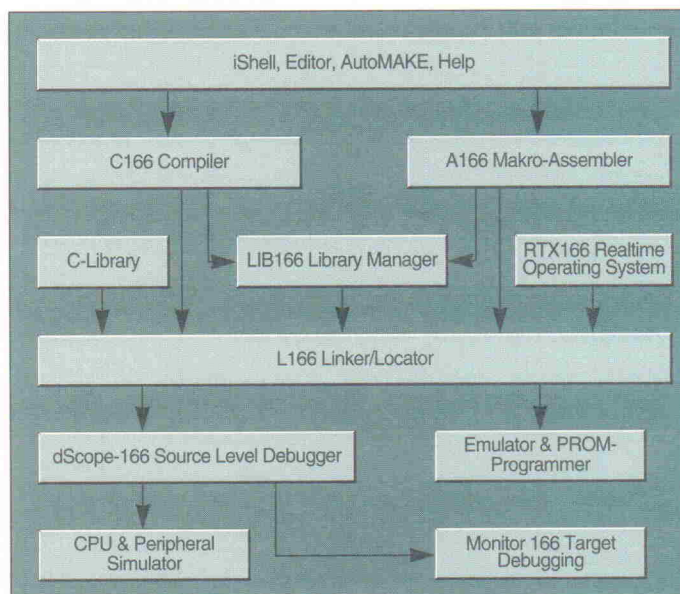


Bild 1. Die Integration der einzelnen Kommandozeilenwerkzeuge und des Debuggers sind in der iShell zwar gewöhnungsbedürftig, aber effizient realisiert.

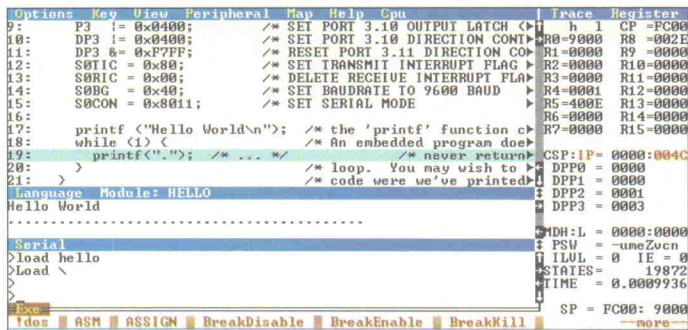


Bild 2. Der 'Fehlerjäger' dScope ermöglicht per Software-emulation Debugging auch ohne Zielsystem.

bugger und mehr. Wer DOS-Debug liebt, ist auch mit diesem Werkzeug zufrieden. Nach der erfolgreichen Installation der Utilities möchte man dann endlich die Hardware testen. Also Handbuch aufgeschlagen und unter 'Inbetriebnahme' nachsehen. Kabel für die Versorgungsspannung und die serielle Schnittstelle nach Handbuchabbildungen löten, alles an den PC-Hostrechner und an das 5V-Netzteil anschließen und das Monitorprogramm starten: Im Test klappte das auf Anhieb.

Nächste Stufe der Programm-entwicklung: Die Entwicklungswerkzeuge von Keil wie Compiler, Assembler, Debugger, Linker und Locator. Auch EUROS benötigt diese später. Die Tools lassen sich entweder per Kommandozeile oder mit der integrierten Entwicklungsumgebung iShell einsetzen. Die Kommandozeilenversion ist zwar nicht besonders komfortabel, erzeugt aber ein Listfile, das alle notwendigen Informationen enthält, um das Paket in die jeweilige Lieblingsumgebung einzubinden. Bei Borland C funktioniert die Integration vortrefflich. Dieses Urteil soll aber in keiner Weise die integrierte Entwicklungsumgebung von Franklin Software herabwürdigen. Denn diese funktioniert recht ordentlich. Jedoch ist ein Programmierer eher an SAA-Oberflächen gewöhnt; die Bedienung per Maus ist dann etwas gewöhnungsbedürftig.

Überzeugend ist die Integration aller Werkzeuge. Angefangen beim Übersetzer über den Debugger bis hin zu den zahlreichen Utilities. Hervorzuheben sind auch die Bibliotheksverwaltung LIB166 und der Object-Hex-Konverter OH166, der es ermöglicht, die Objektdateien in ein EPROM-brennbares Intel-Hex-Format zu konvertieren, sowie ein rudimentäres Echtzeit-

betriebssystem RTX-166. Rudimentär deshalb, weil der Entwicklungsumgebung nur die TINY-Version beiliegt. Es können maximal 32 Tasks definiert werden, die nach dem Round-Robin-Verfahren zum Zuge kommen. Ein preemptives Multitasking ist nur in der Vollversion (10 000 DM plus Mwst.) möglich. Die Task-Synchronisation erfolgt durch die Ereignisse Signal, Timeout oder Zeitintervall. Das Erzeugen und Abmelden von Tasks ist zur Laufzeit möglich, für einen Taskwechsel wird eine Zeit kleiner 40 µs angegeben. Die Vollversion von RTX-166 ermöglicht dann alles, was man von einem Echtzeitbetriebssystem erwartet: dynamische Prioritäten, umfangreiches Interruptmanagement, diverse Semaphore- und Mailbox-Funktionen und eine CAN-Anbindung. Der Source-Level-Debugger dScope-166 hat dazu einen übersichtlichen Bildschirm: Angefangen von dem gemischten Hochsprachen-/Assembler-Code über ein Watchfenster, von der seriellen Kommunikation bis hin zu den Registern des Prozessors stehen alle wissenswerten Informationen zur Verfügung. Darüber hinaus ist die DOS-Version von dScope nicht nur ein Hochsprachen-debugger für das Target-System, sondern auch ein Hardware-simulator, der Debugging ohne Hardware möglich macht.

Den größten Ordner aus dem Paket zielt ein Siemens-Logo: EUROS Echtzeitbetriebssystem Profi-Pac-166/Lite Fa. Phytex ist dort zu lesen. Lite im Zusammenhang mit Betriebssystemen läßt einen stützen. Das vorkonfigurierte Lite-System (Vollversion Euros Profi-Pac-166 für 11 270 DM plus Mwst) ist auf fünf Tasks mit 150 Byte Stack begrenzt. Der User-Speicher faßt maximal 2000 Byte, es können höchstens 25 Systemobjekte und zehn Watchdogs erzeugt wer-

den. Diese Ausstattung ist zwar nicht gerade üppig; zum Testen reicht sie aber allemal. Die Installation von Euros verläuft problemlos. Das komfortable Setup-Programm kopiert die Dateien der Diskette auf die Festplatte. Vergleicht man das Installationsprogramm mit den anderen Entwicklungswerkzeugen, kommt man sich richtig verwöhnt vor. Dasselbe gilt auch für den EUROS-Debugger EDT166. Der präsentiert sich im klassischen Borland-Design, mausbedienbar, mit SAA-Oberfläche, verschiebbaren Fenstern, ordentlicher Online-Hilfe und in weiten Teilen konfigurierbar.

Die Inbetriebnahme auf einem Pentium-PC hat die hohen Erwartungen allerdings nicht erfüllt. Nach erfolgreicher Softwareinstallation sollte der Debugger eigentlich das Zielsystem finden. Die folgende Prozedur erinnert dann eher an einen Betatest denn an eine Inbetriebnahme eines kommerziellen Produktes. Was immer auch an Bildschirmmeldungen erscheint, läßt sich weder im Handbuch noch in der Online-Hilfe finden. Trotz intensiver Bemühungen seitens der Firma Phytex sträubte sich das System. Nach etlichen Telefonaten und Ausprobieren kam dann die Lösung. Alle Default-Einstellungen zurücksetzen, dem Controller einen NMI-Reset verpassen, die Wartezeit der Kommunikation auf 200 ms setzen und durch Reset das System neu initialisieren. Ein Hinweis darauf im Handbuch hätte viel Zeit erspart. Der Hersteller hat versprochen, das Handbuch um Konfigurationshinweise für Pentiumrechner zu ergänzen. Der Lohn der Mühe: Jetzt läuft das System sogar in der DOS-Box unter Windows.

Die Programmierung mit EUROS selbst gestaltet sich einfach. Dank umfangreicher Test-

programme und einer guten Bedienungsanleitung sind schnell eigene Programme geschrieben, übersetzt, gebunden und mit dem EDT166 geladen und entwarfen. Gerade der Debugger läßt kaum Wünsche offen. Hervorzuheben ist die gezielte Kontrolle der Systemobjekte; hierzu gehören beispielsweise Tasks, Eventflags, Mailboxen, Semaphore oder Watchdogs. Vorbildlich realisiert: In einem Systemobjekte-Fenster werden die jeweiligen Objekte mit ihrem Namen aufgeführt, durch die Eingabe von Enter kann man den aktuellen Status ermitteln. Erfreulich ist auch die Anlehnung der gesamten Oberfläche an den Turbo-Debugger, was die Bedienung recht intuitiv macht. Für den erfahrenen Borland-C-Anwender gilt auch hier: alles in die integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) einbinden und sich über die gelungene Integration freuen. EUROS selbst ist in Module organisiert, die je nach Bedarf benutzt werden können, was einen deutlichen Schritt in die Richtung konfigurierbarer Betriebssystemkerne bedeutet. Gerade für Mikrocontrolleranwendungen ist das unbedingt empfehlenswert. Eigene Hardwareerweiterungen des Systems werden durch eine umfangreiche Einstellbarkeit sämtlicher Hardwareressourcen ermöglicht.

Fazit

Abschließend kann man festhalten, daß die Entwicklungsumgebung von Phytex professionellen Ansprüchen genügt. Die Hardware ist solide und bietet genug Freiraum für eigene Erweiterungen. Die Softwaretools arbeiten ordentlich, und bis auf kleinere Schwierigkeiten macht das Arbeiten mit dem System Freude. Das Betriebssystem EUROS mit dem zugehörigen Debugger EDT166 hat dabei den größten Anteil. cf

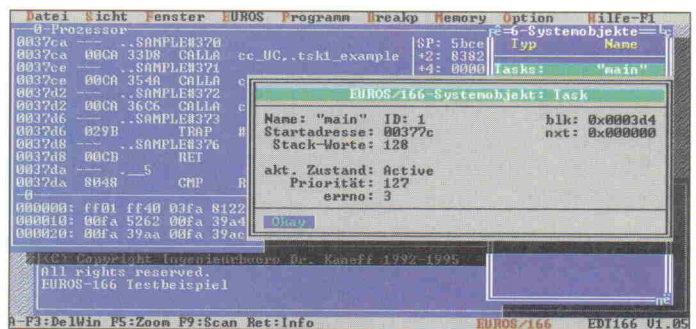
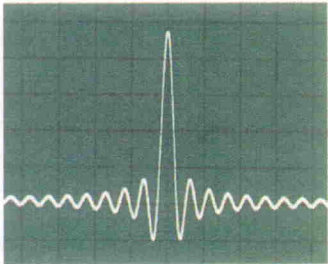
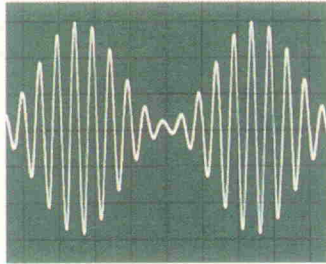


Bild 3. Der Debugger für das EUROS-Echtzeitbetriebssystem läßt kaum Wünsche offen: kombiniertes Hochsprachen-/Assembler-Debugging und das Kontrollieren von Systemparametern.

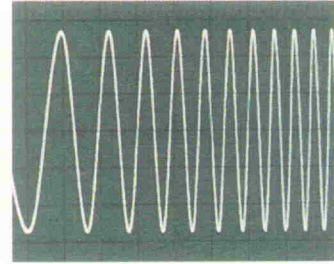
Von unserem Funktionsgenerator können Sie viel erwarten.



Der integrierte Generator für beliebige Signalformen paßt sich mit 12 Bit, 40 MSample/s und 16 K Speichertiefe Ihren spezifischen Anwendungen an.



Durch die interne AM-, FM-, FSK- und Burst-Modulation ist keine zweite Modulationssignalquelle erforderlich.



Sowohl lineare als auch logarithmische Wobbelung sind eingebaut. Für schnelle und einfache Tests von Filtern und Verstärkern.

Nur keinen hohen Preis.



Der 15-MHz Funktions-/Arbitrary Generator HP 33120A. Spitzentechnologie zum Freundschaftspreis.

Der HP 33120A hat es sich zur Aufgabe gemacht, weniger zu kosten, dafür aber mehr zu leisten. Seine Synthesizer-Signalquelle liefert Ihnen Standard- und frei definierte Wellenformen von extremer Stabilität und Genauigkeit. Somit kriegen Sie in jeder Situation problemlos die Kurve. Und es kommt noch besser: Seine eingebauten Modulations- und Wobbelfunktionen machen ihn flexibler

denn je. Dabei ist er besonders bedienerfreundlich, läßt sich aber genauso über die serienmäßigen HP-IB und RS-232-Schnittstellen steuern.

Wenn Sie sich jetzt fragen, ob wir uns im Preis vertan haben, oder falls Sie sonst noch mehr über den HP 33120A erfahren möchten, nutzen Sie unseren persönlichen Telefon-Service HP DIRECT. Wir beraten Sie umfassend bei der Auswahl des richtigen Gerätes für Ihre individuelle Anwendung und stellen Ihnen auch gerne kostenlos ein Testgerät zur Verfügung.

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

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

 **HEWLETT®
PACKARD**

Diplom-Bewerber

Einstiegsperspektiven für Absolventen technischer Studiengänge



Ute Latzke

Hochgesteckte Erwartungen der Industrie an zukünftige Ingenieure erinnern an die 'eierlegende Wollmilchsau': Der ideale Bewerber ist trotz Wehrdienst, aufwendigem Studium, zahlreichen Praktika und längerem Auslandsaufenthalt erst 25 Jahre alt. Dafür hat er erste Berufserfahrung, spricht mindestens zwei Fremdsprachen, ist teamorientiert und kommt natürlich mit Betriebsführung und Marketing zurecht – und das alles für höchstens 50 000 Mark im Jahr.

Das zugegebenermaßen etwas überzeichnete Bild vom niedrig dotierten Universalgenie ist stellungssuchenden Studenten nur zu gut bekannt. Galgenhumor macht sich breit unter den frustrierten Uni-Absolventen – immer dann, wenn selbst besonders zahlreiche Bewerbungen nicht zum erhofften Erfolg geführt haben. Die 'eierlegende Wollmilchsau' ist nur ein Wunschtraum der Landwirte, die strengen Kriterien, die Unternehmen heutzutage bei der Auswahl diplomierter Stellenbewerber anlegen, sind jedoch durchaus real.

Kriterien und Wandel

Das eingangs skizzierte Anforderungsprofil mag überzogen erscheinen, fundiertes Fachwissen allein überzeugt aber heute keinen potentiellen Arbeitgeber mehr. Kurze Studienzeiten, Marketing und kaufmännisches Verständnis, Sprachkenntnisse, Mobilität, Auslandserfahrung, Teamgeist, Wissen um Politik und Wirtschaft und, vor allem, praktische Erfahrungen gelten nicht mehr nur als Worthülsen.

sondern als wichtige Eigenschaften, die Unternehmen von neuen Ingenieuren einklagen:

Gerd Riediger vom Personalmarketing der Ford Werke Köln äußerte sich im März dementsprechend in den VDI Nachrichten: 'Ein erfolgreiche Ingenieur muß lernen, nach seiner wissenschaftlichen Ausbildung mit einer gehörigen Portion Initiative in das betriebliche Räderwerk einzugreifen und es mitzugestalten. Als global orientiertes Unternehmen brauchen wir Ingenieure, die offen sind gegenüber anderen Menschen, Kulturen und Sprachen. Verschiedene Einsatzplätze und unterschiedlichste Aufgabenstellungen machen die persönliche Flexibilität unbedingt erforderlich: Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit sind die Wege zum Erfolg; auf Spezialistentum und Hierarchie-Fetischisten möchten wir gern verzichten. Und vor allem: Die Lernstrecke Betrieb ist nie zu Ende'.

Wolfgang Wiegand, Leiter der Personalentwicklung bei der Cubis AG in Essen, erwartet

von aufstrebenden Ingenieuren 'gutes Fachwissen, aber auch die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich für angrenzende Fachgebiete zu interessieren' und natürlich 'Sprachkenntnisse, besonders Englisch. Das in den Bewerbungsgesprächen üblicherweise geäußerte Interesse an Auslandsaufenthalten sollte belastbar sein.'

Erich Mülleisen ist Leiter der Personalabteilung der Pierburg GmbH, Neuss. Er fordert darüber hinaus, daß 'Jungingenieure' angebotene zielorientierte Seminare belegen und Bildungsmaßnahmen außerhalb der Arbeitszeit nutzen. Auch wird erwartet, daß man die Arbeitszeit effektiv gestaltet und notfalls – in einem überschaubaren Rahmen – nicht auf die Uhr sieht. Ein gepflegtes äußeres Erscheinungsbild und gute Umgangsformen verstehen sich von selbst.'

Soweit zur Bereitschaft, über den Tellerrand der eigenen Fachdisziplin hinauszuschauen. Gefordert wird ebenfalls, die Fähigkeiten anderer Kollegen zu nutzen und sich mangelndes Know-how im Zweifelsfall selbst anzueignen. Flexibilität und Kommunikationsfähigkeit gelten dabei als nützliche und unerläßliche Eigenschaften, die in dieser Form bisher selten so stark im Vordergrund gestanden haben. Alte und verkrustete Strukturen lösen sich allmählich auf, gewohnte Hierarchien verflachen.

So wird zum Beispiel immer öfter die Verantwortung für ein Produkt einem Projektleiter übertragen, der nicht mehr nur für Forschung und Entwicklung, sondern auch für Marketing und Vertrieb zuständig ist. Die Abwicklung eines Projektes oder Auftrags erfordert daher zwangsläufig den Umgang mit Kollegen, der Geschäftsleitung, mit Werbeabteilungen und Kunden.

Letztere befinden sich immer häufiger im Ausland, und wer auf der internationalen Bühne erfolgreich mitspielen möchte, sollte neben Sprachgeschick auch über Kenntnisse der Sitten und Gebräuche des Landes verfügen, mit dem das jeweilige Unternehmen in Geschäftsbeziehung steht. Aber auch allgemein gilt es als immer wichtiger, neben Englisch eine zweite Fremdsprache zu beherrschen – schon allein angesichts des europäischen Binnenmarktes.

Dipl.-Oec. Ute Latzke hat an der Uni Wuppertal Wirtschaftswissenschaften mit dem Schwerpunkt Markt und Konsum studiert. Zur Zeit ist sie als freie Wissenschaftsjournalistin tätig.

Es ist sicherlich unumgänglich, daß zukünftige Aufgaben von Ingenieuren unter Berücksichtigung des Strukturwandels und der Technikentwicklung immer umfassender und anspruchsvoller werden. Und zweifellos sind die Unternehmen berechtigt, solche Mitarbeiter zu gewinnen, die diesen Aufgaben auch gewachsen sind. Aber: die Eingangsvoraussetzungen für den kompetenten Bewerber scheinen mittlerweile nahezu unüberwindbar zu sein.

Bleibt zu bedenken, inwieweit solche Entwicklungen Folgen auf die Ingenieurausbildung haben und ob sie diese nicht beeinflussen müßten. Hans-Jürgen Warnecke, Präsident des VDI, schätzt die Aus- und Weiterbildungssituation realistisch ein: 'Wir müssen an der derzeitigen Ausbildung arbeiten. Die Inhalte müssen überdacht werden. In der Ausbildung sind wir noch zu sehr an Einzelfunktionen orientiert. Die Systemfähigkeit lernt der Ingenieur erst in der Praxis. Es stellt sich die Frage, ob er darauf nicht besser vorbereitet werden kann.'

Qualifikation

Als Antwort auf diese Frage wollen der VDE und der ZVEI in Zusammenarbeit mit den Hochschulen eine Reformierung der Ingenieurausbildung erarbeiten, weil Ingenieure in Zukunft weit mehr als bisher Methoden- und Systemkompetenz benötigen, um das erworbene Fachwissen beim Lösen von Problemen zielorientiert und effizient anwenden zu können. In der ZVEI/VDE-Broschüre 'Auswirkungen des Strukturwandels auf die Ingenieurausbildung' steht hierzu zu lesen: '...Methodenkompetenz soll in der gesamten Kette des Produktions-Innovationsprozesses zu einem planvollen und systematischen Arbeiten unter Berücksichtigung aller für den Unternehmenserfolg wichtigen Einflüsse befähigen. Hierfür sind verstärkt Kenntnisse und Anwendungsverfahren auf Gebieten wie der Marktbeobachtung, dem Software Engineering und der systematischen Dokumentation erforderlich. Über Methodenkompetenz sollen künftig alle Ingenieure bereits am Ende ihrer Ausbildung verfügen.'

Und: 'die Systemkompetenz soll eine kreative und effiziente Mitarbeit beim Zusammenfügen

Soll-Profile

Wer in der Endphase seines Studiums oder nach dem Diplom auf dem Arbeitsmarkt Fuß fassen möchte, kommt schnell in die Situation, nicht nur seinen fachlichen 'Wert' sondern auch sein gesamtes Persönlichkeitsbild vor anderen präsentieren zu müssen. Welche Eigenschaften bei einer Bewerbungsinitiative den Erfolgsaussichten zugute kommen können, erfragte die Redaktion bei Volker Landmesser, Leiter des Personalwesens der TEMIC Telefunken microelectronics GmbH.

Als Leiter des Personalwesens eines weltweit operierenden Unternehmens ist Volker Landmesser sowohl mit der unternehmensweiten Personalpolitik als auch mit dem Coaching und der Betreuung von Führungskräften befaßt. Darüber hinaus fallen Aufbauorganisation, Führungsstruktur, die Entwicklung geeigneter Berichts- und Kommunikationswege sowie Reengineering-Prozesse und Teamentwicklung in seinen Zuständigkeitsbereich. TEMIC beschäftigt derzeit weltweit mehr als 15 000 Mitarbeiter, von denen 50 % im Ausland tätig sind. Im letzten Jahr stellte das Unternehmen 40 Hochschulabsolventen technischer Fachdisziplinen ein, wobei die Steigerungsrate für 1995 mit 60 Stellen bei 50 % liegen wird.

Forderungen

Während heute zum Beispiel das äußerliche Erscheinungsbild eines Bewerbers in der Regel lediglich einem 'normalen Standard' entsprechen muß und der besonders edle Maßanzug somit als Starthilfe eher der Vergangenheit angehört, treten ganz andere Eigenschaften bei der Beurteilung eines

Bewerbers in den Vordergrund: Mehr denn je scheint der Erfolg von der Vielschichtigkeit und der oft zitierten Flexibilität eines Stellenanwärters abzuhängen – gerade bei Hochschulabsolventen, die nach wie vor sicherlich die größten Chancen haben, auch in die höheren Etagen einer Unternehmensstruktur zu gelangen. Gefragt sind dabei immer stärker auch die nicht-fachlichen, persönlichen Eigenschaften.

Für Volker Landmesser ist es zum Beispiel wichtig, daß ein Bewerber sein persönliches Interesse an der angebotenen Tätigkeit wirklich plausibel machen kann. 'Im Gespräch sollte er sich offen und ehrlich präsentieren, eine eigene Zielsetzung mitbringen und die Firma nach den Möglichkeiten zur Realisierung dieser Zielsetzung abklopfen.' Und in puncto Selbstsicherheit und



für eine Führungsposition interessieren. Gerade sie müssen im Verlauf einer Bewerbung '...neben ihrem technischen Know-how auch verdeutlichen können, daß sie in der Lage sind, sich in die Situation eines Mitarbeiters hineinzuversetzen, ihn ansatzweise zu verstehen und die Bereitschaft mitbringen, Firmenziele und die persönlichen Ziele von Mitarbeitern in Zusammenhang zu bringen. Potentielle Führungskräfte sollten ihre zukünftige Rolle sowohl informell als auch formal einschätzen können und die Fähigkeit besitzen, die eigenen Aufgaben und die der Mitarbeiter ganzheitlich zu erfassen.'

Erfahrungswerte

Ein weiteres Thema, mit dem sich besonders junge Hochschulabsolventen schon vor einer Bewerbung selbstkritisch auseinandersetzen sollten, ist die so häufig als Grundvoraussetzung geforderte Berufserfahrung. Ein Pfund, mit dem sich gut wuchern läßt – wenn es denn vorhanden ist.

Volker Landmesser ist als Leiter des Personalwesens der TEMIC GmbH mit der weltweiten Personalpolitik und -entwicklung des Konzerns befaßt.

Auftreten des Bewerbers zählt für ihn vor allem '...die Schlüssigkeit seiner Aussagen. Das heißt, die Behauptungen und Aussagen eines Bewerbers müssen zu seiner Person passen. Er muß seine Ziele plausibel darlegen und Begriffe wie Einfühlungsvermögen oder Kommunikationsfähigkeit mit tatsächlich Erlebtem füllen können.'

Also ist eine differenzierte zwischenmenschliche Umgangsart gefragt. Und dies natürlich besonders bei Führungskräften oder Bewerbern, die sich direkt

Landmesser: 'Berufserfahrungen sind vor allem dann wichtig, wenn sie erstens einen Zuwachs an firmenrelevantem technischem Know-how darstellen und zweitens zum Beweis dienen, die jeweils gestellten Anforderungskriterien bereits in der Vergangenheit erfolgreich erbracht zu haben. Interessant ist es zu beobachten, ob ein Bewerber während seiner ersten Berufserfahrung eine Persönlichkeitsentwicklung mitgemacht hat und ob diese dann auch in die aktuelle Teamsituation des Unternehmens hineinpaßt.'

Was den Ausbildungsstand von Ingenieuren betrifft, so sieht Landmesser, verglichen mit etlichen anderen Vertretern der Mikroelektronik, die aktuelle Situation noch recht gelassen: *'Das technische Know-how von Ingenieuren wird vielfach den technischen Anforderungen gerecht, die die an sie gestellten Aufgaben mit sich bringen. Junge Ingenieure besitzen in der Regel auch die Bereitschaft, neue Wissensbereiche des Ingenieurwesens zu erlernen. Was ihnen fehlt, ist der Blick über das Ingenieurwesen hinaus, strategische und kaufmännische Aspekte. Auch sind die Vorstellungen von den Erwartungen der zukünftigen Mitarbeiter und den Pflichten von Führungskräften meist nur undeutlich.'*

Erwartungshaltung

Bleibt die Frage nach dem Bild vom 'Wunschbewerber', dem von einst und dem von heute. Und fragt man nach dem aktuellen Anforderungsprofil, den Veränderungen, so konfrontiert einen dies vor allem mit dem Strukturwandel, der in jüngerer Zeit in sehr vielen Unternehmen spürbar war.

So ist natürlich auch für Volker Landmesser eine Verflachung der Führungshierarchien und eine Verbreiterung der Leitungsspannen erkennbar. *'De facto bedeutet das: mehr Mitarbeiter berichten an eine einzelne Führungskraft und die Führungspyramide ist deutlich flacher geworden. Aus diesem Grund müssen Bewerber Erwartungshaltungen mitbringen, die darauf abzielen, Verantwortung und Know-how-Kompetenz zu übernehmen und Aufstiege anhand eines Zuwachses beider zu erleben. Dadurch ist auch die Forderung nach teamorientiertem Arbeiten sehr viel stärker als früher. Ingenieure müssen dazu bereit sein, kaufmännisches Know-how zu erwerben, eine hohe Mitarbeiterorientierung zu entwickeln und sich strategisches Denken anzueignen. Sie dürfen nicht nur auf reinen Wissenszuwachs konzentriert sein, sondern müssen an der eigenen Persönlichkeitsentwicklung arbeiten. Mut, Selbstvertrauen und das Ausnutzen von*

Freiräumen sind erforderlich, ebenso wie Toleranz und Geduld mit sich selbst und anderen. Das Verhalten von Einzelkämpfern ist unerwünscht.'

Strategie und Chance

Wer sich all diesen Anforderungen gewachsen fühlt, dem fehlt gelegentlich noch ein Tip zur 'richtigen' Vorgehensweise bei der Stellensuche. Personalfachmann Landmesser empfiehlt hier die zweigleisige Strategie, die sowohl angebotene Stellen als auch die Bewerbung in Eigeninitiative umfaßt – wobei natürlich beide Varianten Vor- und Nachteile mit sich bringen: *'...bei der Bewerbung auf ein bestimmtes Stellenangebot befindet sich der Bewerber in einer ausgeprägten Konkurrenzsituation, und die Wahrscheinlichkeit eingeladen zu werden, wird durch hohe Bewerberzahlen minimiert. Wichtig ist es hierbei, daß Fähigkeitsprofil und Anforderung höchst möglich übereinstimmen. Blindbewerbungen erzeugen nur Zufallserfolge, wobei Anrufe bei dem anvisierten Unternehmen, Geduld und höfliche Hartnäckigkeit manchmal zum Ziel führen. Machen Sie auch am Telefon knapp und entschlossen Ihre Zielsetzung deutlich, bitten Sie um unverbindliche Gespräche und suchen Sie nach Gelegenheiten, um sich zu präsentieren.'*

Abschließend sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß der Bedarf an Ingenieuren im speziellen und Hochschulabsolventen im allgemeinen wieder ansteigt. Dafür spricht nicht nur das oben genannte Zahlenbeispiel für die TEMIC, sondern auch die Angaben vieler anderer Industrieunternehmen (vgl. Tabelle auf Seite 38). Befragt nach den Chancen für diplomierte Techniker und Uni-Absolventen mit technischen Background, bestätigt auch Volker Landmesser eine positive Bedarfssituation. *'Wir brauchen sie. Wir entwickeln ein hochgradig innovatives Produkt, welches ständig mit neuem Know-how und neuen Ideen versorgt werden muß.'* Aber: *'Die Anforderung an die Persönlichkeit des Absolventen ist deutlich gestiegen.'* kle

von Teillösungen zu komplexen Gesamtlösungen ermöglichen. Dafür sind Qualifikationen wie zum Beispiel fachübergreifendes, systemorientiertes Denken sowie Methoden und Werkzeuge des System Engineering erforderlich.' Auch über Systemkompetenz sollen Ingenieure künftig schon am Ende ihrer Ausbildung verfügen. Laut ZVEI und VDE benötigen hierfür bis zu einem Fünftel von ihnen 'mittelfristig eine vertiefte Ausbildung'.

Für offenbar verstärkt erforderliche Zusatzqualifikationen wie Fremdsprachen, Marketing, Recht etc. seien zwar an den Hochschulen schon Lehrangebote vorhanden, heißt es weiter. Aber diese im Rahmen von Wahlfächern abgehaltenen Seminare reichten nicht aus, denn es gelte, die neuen Anforderungen fest in das Ingenieurstudium zu integrieren. VDE und ZVEI empfehlen deshalb, mindestens zehn, besser aber 15 Prozent des Studiums für Zusatzqualifikationen einzuplanen – allerdings ohne daß sich die Dauer des Studiums dadurch verlängern darf.

Bestrebungen, die Ausbildung zu reformieren, könnten jedoch auch bereits vor dem Studium ansetzen. Bei den hohen Erwartungen an Auszubildende im allgemeinen und Ingenieure im besonderen, läßt sich ein niedriges Eintrittsalter in das Berufsleben nur dann erreichen, wenn: *'...die Schulausbildung auf zwölf Jahre begrenzt und der Wehrdienst durch eine effektivere Grundausbildung auf drei bis höchstens sechs Monate verkürzt wird.'* Und immerhin ging beispielsweise BDI-Präsident Tyll Necker schon bei der Eröffnung der CeBIT'93 davon aus, daß sich Deutschland 'die ältesten Berufsanfänger', 'die jüngsten Rentner' und dazwischen 'die kürzesten Arbeitszeiten der Welt' leistet.

Novum

Die Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH) versucht als eine der ersten deutschen Hochschulen, die festgefahrene Ausbildungssituation durch modularisierte Studiengänge zu durchbrechen: Der zum Wintersemester 94/95 eingeführte Studiengang 'Allgemeine Ingenieurwissenschaften' wurde in sogenannte Ausbildungsmodule eingeteilt und soll

den Studenten dadurch mehr Flexibilität verleihen. Am Anfang steht ein viersemestriges Grundstudium, in dem alle Studenten die gleichen Grundlagen vermittelt bekommen und das mit einem Vordiplom abgeschlossen wird.

Danach gibt es die Möglichkeit, klassische Disziplinen wie Elektrotechnik oder Maschinenbau aufzugreifen. Innerhalb des zweiten Lernmoduls können die Studenten das Studium ihren Neigungen entsprechend vertiefen. Eingerichtet sind momentan bereits die Studiengänge Elektrotechnik, Systemtechnik, Flugzeugsystemtechnik, allgemeine Verfahrenstechnik und Materialwissenschaften. Weitere Vertiefungsrichtungen für das zukünftige Angebot sind in Planung. Das zweite Ausbildungsmodul dauert ein Jahr und wird durch ein Zwischendiplom (Bachelor) bewertet. Der Vorteil dieses international anerkannten Bachelors ist die Möglichkeit, an einem Master-Programm an Partnerhochschulen im Ausland teilnehmen zu können. Außerdem bietet die TU Hamburg-Harburg besonders begabten Absolventen dreisemestrige 'Joint-Master-Programme' an. Studenten, die hieran teilnehmen, haben sich gleich zwei Titel verdient: den Dipl.-Ing. und den 'Master of Science'.

Ebenfalls in Hamburg hat die städtische Wirtschaftsbehörde in Zusammenarbeit mit den Hochschulen und dem Arbeitsamt das Programm 'Ingenieurpotentiale sichern' (IPS) entwickelt: 24 arbeitslose Ingenieure nehmen hier als Stipendiaten an einem zwölfmonatigen Intensivtraining teil. Dabei sollen sie Projekte in Unternehmen realisieren, für die dort qualifizierte Mitarbeiter fehlen. Inhalte der Ausbildung sind neben Vertriebs- und Managementtechniken Englisch, Vertriebs-EDV und Persönlichkeitsentwicklung. 'Ziel ist es, Berufserfahrung zu erwerben, um nicht als Absolvent ohne jegliche Praxiserfahrung auf dem Arbeitsmarkt auftreten zu müssen', sagt Horst Winkel, Geschäftsführer beim Hamburger Bildungsträger CBM. Offiziell beteiligen sich die Technische Universität Hamburg-Harburg und die Fachhochschule Hamburg als Projektförderer am IPS-Programm. Voraussetzung für ein Stipendium ist allerdings, daß die Bewerber selbst ein Unter-

nehmen für ihre Projektideen gewinnen können.

Die Telekom hat in Leipzig gleich eine eigene Fachhochschule gegründet. In einer Regelstudienzeit von acht Semestern können sich dort Studenten als Diplomingenieure für Nachrichtentechnik ausbilden lassen. Vier Projektarbeiten stehen dabei eigens auf dem Studienplan, um die Selbständigkeit der Studenten zu fördern. Monica Liebe, Öffentlichkeitsarbeiterin der Fachhochschule: 'Im Hauptstudium können sich die Studenten auf einen von drei angebotenen Schwerpunkten spezialisieren. Das sind neben dem klassischen Schwerpunkt Kommunikationstechnik vor allem Betriebswirtschaft sowie technische Dokumentation und Kommunikation. Besonders letzterer ist ein Novum in der deutschen Hochschullandschaft und bietet neben dem technischen Background, den alle zukünftigen Diplomingenieure für Nachrichtentechnik erwerben, zusätzlich nützliche Fähigkeiten für den Berufseinstieg. So verfügen Absolventen dieses Schwerpunktes über ergänzende Kenntnisse in Multi-

media-Anwendungen, Technical Writing und professioneller Textgestaltung. Viel Wert wird auch auf die Fremdsprachenausbildung gelegt.' Im sechsten Semester absolviert jeder der Telekom-Studenten ein Praktikum in einem deutschen oder ausländischen Unternehmen. Zahlreiche Partnerschaftsverträge mit Hochschulen in Irland, Frankreich, USA sowie Mittel- und Osteuropa ermöglichen daneben die Bearbeitung von Diplomarbeiten und Praktika vor Ort.

Einstieg

Obwohl die Unternehmen der deutschen Industrie nach eigenen Angaben wieder verstärkt einstellen wollen (siehe Tabelle 'Stellenzahlen...'), haben viele Absolventen technischer Studiengänge nach wie vor Probleme, eine Stelle zu finden. Nicht selten hört man von Wartezeiten über einem Jahr und mehr als hundert Bewerbungen. Die Industrie scheint mehr denn je nach der eierlegenden Wollmilchsaue zu suchen. Daher ist es nicht leicht, Berufseinsteigern brauchbare Ratschläge zu geben. Fest steht

Stellenzahlen für Hochschulabsolventen

Unternehmen	1994	1995	Zuwachs in %
BASF	94	130	38%
Bayer	90	100	11%
Bosch	360	400	11%
Daimler-Benz	500	1000	100%
Degussa	15	30	100%
Haniel	20	25	25%
Henkel	80	100	20%
Hewlett-Packard	55	70	27%
Hoechst	120	130	8%
IBM	100	300	200%
Jungheinrich	18	24	33%
Lufthansa	0	50	-
LuK	30	70	133%
Mannesmann	300	400	33%
OVBA Finanz	500	650	30%
Philips	100	150	50%
Procter & Gamble	100	130	30%
SAP	150	200	33%
Siemens	800	1000	25%
Sixt	7	15	114%
Telekom	10	20	100%
Tengelmann	22	100	350%
Thyssen	120	140	17%

Quelle: FORUM Wirtschaftswoche

Ganz kurz ...

Die Fachhochschule Köln bietet den Zusatzstudiengang 'Versicherungsingenieurwesen' an. Dort können sich Studenten mit einer abgeschlossenen Ingenieurausbildung innerhalb von drei Semestern zum Versicherungsingenieur ausbilden lassen. Mitarbeiter großer Versicherungsunternehmen verstehen aufgrund fehlender technischer Ausbildung immer seltener die komplexen Versicherungsvorgänge großer Industrieanlagen. Bei Ingenieuren hingegen dauert die Einarbeitung in das Versicherungswesen meist zu lange, um ihre technische Qualifikation entsprechend umsetzen zu können. Hier besteht eine Lücke, die zukünftig von Versicherungsingenieuren geschlossen werden könnte.

Die Fachhochschule Gießen-Friedberg will mit dem integrierten Studium 'Informationstechnik/Telecommunication' angehende Ingenieure für die Anforderungen auf dem

europäischen Markt qualifizieren. Das Lehrangebot wird in Zusammenarbeit mit der Universität Jean Monnet in Saint-Etienne entwickelt. Infos bei Prof. Dr. A. Slemeyer (FB Elektrotechnik), Wiesenstraße 14, 35390 Gießen.

An der Fachhochschule Niederrhein in Krefeld gibt es eine 'kooperative Ingenieurausbildung'. Abiturienten können sich für die Bereiche Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen entscheiden und parallel zum Grundstudium eine Lehre absolvieren.

Die Deutsche Montan Technologie (DTM) Essen und die TÜV-Akademie Westfalen haben in Bergkamen das 'Qualifizierungszentrum Lasertechnik' entstehen lassen. Angesprochen sind sowohl Ingenieure, die an Weiterbildung interessiert sind, als auch Arbeitssuchende, die sich neue Schlüsselqualifikationen aneignen wollen.

aber zum Beispiel, daß eine erfolgreiche Bewerbung sehr oft einzig und allein an der fehlenden Berufserfahrung scheitert. Und diese Situation bleibt in jedem Fall solange verfahren, bis Unternehmen bereit sind, Einstiege die Chance zu geben, vorhandene Fähigkeiten durch Trainee-Programme oder sonstige betriebsgerechte Weiterbildung im Job zu fördern und Neulinge auf diesem Wege sukzessive aufzubauen.

Solange aber – neben den bereits angesprochenen Qualifikationen – schon bei der Erstbewerbung seitens des zukünftigen Arbeitgebers hauptsächlich Wert auf Praxis gelegt wird, sollte jeder Student zumindest versuchen, schon während des Studiums möglichst viele solcher praktischen Erfahrungen zu sammeln. Eine Chance besteht beispielsweise in der Mitarbeit an laufenden Forschungsprojekten oder als 'studentische Hilfskraft'. So lernt man den Wissenschaftsbetrieb in der Universität kennen, erarbeitet sich eigenes Wissen und stößt gegebenenfalls auf Möglichkeiten für externe Studien- oder Diplomarbeiten.

Auch als Werkstudent knüpft man erste wertvolle Kontakte zur Industrie, die später sehr hilfreich sein können. Denn der Student hat während des Studiums die Gelegenheit, an Industrieprojekten mitzuarbeiten

und so erste vorzeigbare Erfahrungen für eine Bewerbung zu sammeln. Im Idealfall kann die Diplomarbeit in der Industrie angefertigt werden, was zusätzliche Praxiserfahrung innerhalb des Studiums bedeutet, ohne den zeitlichen Verlust der Lehre in Kauf nehmen zu müssen. Solche Praxiskenntnisse in einer Bewerbungsmappe entsprechend präsentiert weiß wohl jeder Personalchef zu schätzen – schließlich kann der Bewerber darlegen, daß er sich auch außerhalb des geregelten Studienbetriebes zurechtgefunden und an Projekten erfolgreich mitgearbeitet hat.

Perspektiven

Gerade weil die zukünftige Entwicklung des Arbeitsmarktes nur schwierig abzuschätzen ist, erscheinen zukunftssträchtige, an den aktuellen Gegebenheiten in der Industrie orientierte Betätigungsfelder für Ingenieure mehr denn je vonnöten. Verdeutlichen sollen dies im folgenden nur zwei der sicherlich reichlich vorhandenen Beispiele:

So bestehen etwa laut der Süddeutschen Zeitung, 'Hochschule und Beruf' vom Wintersemester 94/95, besonders gute Berufsaussichten für Sicherheitstechniker. Denn: der Bedarf an Sicherheitstechnikern sei in den letzten Jahren rasant gestiegen, weil Unternehmen seit 1991 einen Gefahrgutbeauftragten be-

schäftigen müssen wenn sie pro Kalenderjahr mindesten 50 Tonnen gefährlicher Güter oder radioaktiver Stoffe befördern.

Allerdings ist die Bergische Universität in Wuppertal bisher die einzige Hochschule in Europa, die den Studiengang Sicherheitstechnik überhaupt anbietet. Deshalb werden Ingenieure lediglich durch berufsbegleitende Schulungen zum Gefahrgutbeauftragten ausgebildet. Gemäß 'Hochschule und Beruf' sind seit 1991 jedoch erst knapp 20 000 solcher Fortbildungen durchgeführt worden – was nicht viel sei, wenn man 400 000 Betriebe zugrunde lege, die nach der Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GbV) einen solchen beschäftigen müßten.

Gefordert wären hier einmal mehr die Hochschulen, die dem wachsenden Bedarf an spezielleren Ausbildungsgängen, hier dem Sicherheitstechniker, nachkommen müßten – und zum Teil diesbezüglich schon auch schon aktiv sind (siehe Kasten 'Ganz kurz'). Aber noch ein weiterer Effekt zeigt sich an diesem Beispiel: Häufig lohnt es sich für kleinere Unternehmen nicht, einen Sicherheitstechniker einzustellen oder einen internen Mitarbeiter extra dazu auszubilden. Hier liegen Möglichkeiten für junge Ingenieure, die solchen Betrieben ihre Dienste zum Beispiel als Freiberufler zur Verfügung stellen könnten. Die Chancen für Sicherheitstechniker verbessern sich zudem nicht

Kontaktadressen für die Bewerbungsvorbereitung

BDU

Berufsverband Deutscher Unternehmensberater e.V.
Friedrich-Wilhelm-Straße 2
53113 Bonn
☎ 02 28/23 80 55

BDA

Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände
Gustav-Heinemann-Ufer 72
50968 Köln
☎ 02 21/37 95-0

BMBW

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
Heinemannstraße 2
53175 Bonn
☎ 02 28/57 20 40

DGB

Deutscher Gewerkschaftsbund
Hans-Böckler-Straße 39
40476 Düsseldorf
☎ 02 11/4 30 10

IAESTE

Deutsches Komitee im Deutschen Akademischen Austauschdienst
Kennedyallee 50
53175 Bonn
☎ 02 28/88 20

IW

Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
Gustav-Heinemann-Ufer 84-88

50968 Köln
☎ 02 21/37 08-01

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker e.V.
Stresemannallee 15
60596 Frankfurt/Main
☎ 0 69/63 08-3 59

VDI

Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Graf-Recke-Straße 84
40239 Düsseldorf
☎ 02 11/62 14-0

VDI-Verlag

Heinrichstraße 24
40239 Düsseldorf
☎ 02 11/61 88-0

ZBI

Zentralverband der Ingenieurvereine e.V.
Wachsbleiche 7
53111 Bonn
☎ 02 28/69 56 56

ZVEI

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V.
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main
☎ 0 69/63 02-0
Referat Berufsbildung
Karolingerplatz 10/11
14052 Berlin
☎ 0 30/3 01 70 23

nur wegen verschärfter gesetzlicher Auflagen, sondern auch durch 'ein gestiegenes Umweltbewußtsein bei den Unternehmen und deren Kunden.'

Ein anderes Tätigkeitsgebiet mit Zukunft, der Vertrieb, scheint hingegen für viele junge Ingenieure immer noch

anrühlich und daher undenkbar zu sein. Oftmals ist es leichter, qualifiziertes Personal für die Entwicklungsabteilung zu gewinnen als für den Vertrieb. Das ist schade, denn jedes Unternehmen lebt vom Verkaufen und braucht hier oftmals auch gerade technisch qualifiziertes Personal. Und besonders der

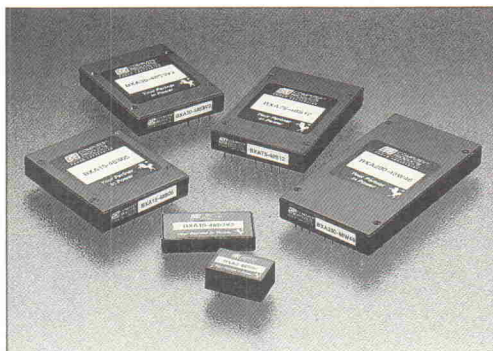
Vertrieb hat viel zu bieten. In der Regel gibt es sowohl angemessenes Gehalt und gute Aufstiegschancen als auch ein interessantes Aufgabengebiet – das selbst Ingenieure ganzheitlich fordert:

Der Vertriebsingenieur hat 'seine Hand am Puls des Marktes', ist also ständig unterwegs, um Kunden zu gewinnen, zu beraten oder bereits vorhandene Aufträge abzuwickeln. Er arbeitet Angebote aus und betreibt Werbung für die Produkte seiner Firma. Er verfügt über die entsprechenden Fachkenntnisse, um bei den Kunden anstehende technische Probleme einschätzen und analysieren zu können sowie deren Lösungen vorzuschlagen und anzubieten – und hat damit gegenüber rein kaufmännisch ausgebildeten Kollegen mitunter durchaus Vorteile. Außerdem muß er mit viel Geschick und Einfühlungsvermögen fachfremden Kunden die technischen Vorzüge der Produkte auseinandersetzen. Der Vertriebsingenieur kann also die ganze Palette seiner Qualifikationen und seine Fähigkeit zum Umgang mit Menschen einbringen. Letzteres ist wiederum eine gute Voraussetzung für den Aufstieg in eine Führungspositionen. *kle*

Literatur

[1] Henning/Staufenbiel (Hrsg.), *Berufsplanung für Ingenieure*, iba Institut, Köln 1995, ISBN: 3-922132-05-7

COMPUTER PRODUCTS
POWER CONVERSION



Bitte fordern Sie den
200seitigen Gesamtkatalog an.

AC/DC- und DC/DC-Wandler

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

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

Technische Büros in:

- Berlin
- Stuttgart
- Frankfurt
- Wuppertal
- Hamburg
- Düsseldorf

Zentrale:

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

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

Mikroprozessoren programmieren



Zekeriya Zengin

Motorola 68HC05 K-Familie

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

C.056-0 1/1

Im Buch- und Fachhandel erhältlich



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

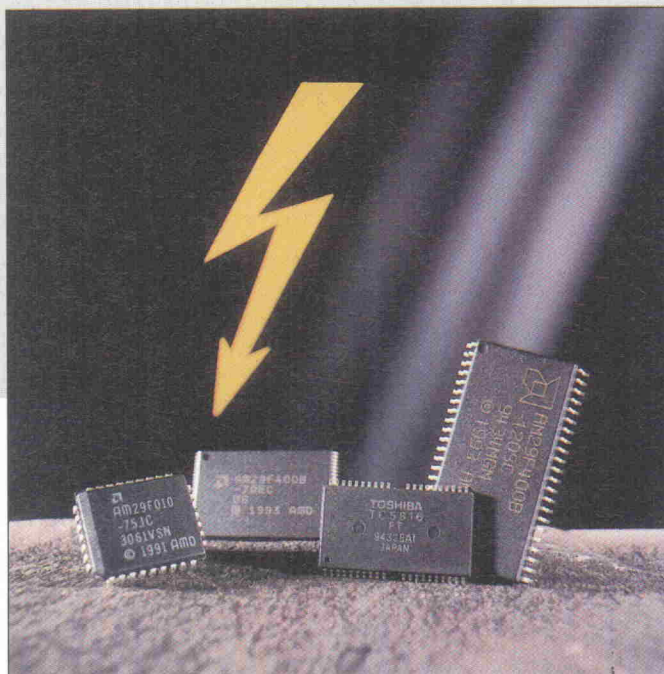
Blitzmerker

Grundlagen und Marktübersicht Flash-EPROMs

Erhard Scherer

Speicher gelten als die Technologietreiber unter den Halbleiterbauelementen. Die schnellen Flash-EPROMs haben hierbei allerdings bislang ein eher stiefmütterliches Dasein gefristet. Seit der Digitalisierung des Büro- und Privatalltags halten nun auch die 'Flasher' Einzug in höhere Speicherdichten. Man findet sie in PCMCIA-Karten, Mobiltelefonen und als Basisspeicher fürs BIOS.

Dipl.-Ing. (FH) Erhard Scherer absolvierte sein Examen an der TFH Berlin und begann danach ein Anschlußstudium Informatik an der TU. Währenddessen fand die Gründung seiner Firma MCT Paul & Scherer statt.



Als in den 80er Jahren die ersten Flash-Speicher auf den Markt kamen, zeichneten sie sich gegenüber den bis dahin gebräuchlichen EPROMs, deren Inhalt sich nur durch UV-Bestrahlung verändern läßt, vor allem durch ihre elektrische Löscharbeit aus. Zudem glänzten sie mit einem günstigeren Preis pro Byte Speicherkapazität. Allerdings mußten anfangs für das Schreiben und Lesen 12 V an das Vpp-Beinchen des ICs gelegt werden. Die erzielbaren Speichergrößen waren dafür – dank einer Eintransistor-Speicherzellen-Technologie – mit denen von EPROMs vergleichbar und somit deutlich höher als bei EEPROMs.

Die lästige 12-Volt-Programmiererspannung ist bei den modernen Speichern nicht mehr notwendig: Programmieren und Löschen können mit 5 Volt erfolgen, ein Auslesen ist mit Spannungen von 3,3 V bis hinunter zu 2,7 V möglich. Die Halbleiterhersteller belegen diese Verbesserung mit Schlagworten wie '5 Volt Only' oder 'Smart Voltage'.

Hauptkontrahenten am Markt sind zur Zeit Intel und AMD,

wobei Intel sehr früh Flash-Bausteine mit 1 MBit Kapazität und 12 V Programmiervspannung anbieten konnte und demzufolge heute Marktführer nach verkauften Stückzahlen ist.

Nase vorn

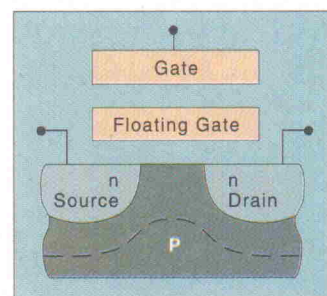
AMD brachte zuerst Einspannungsversionen auf den Markt, denen eine 5-V-Programmiervspannung genügte. Intel hat inzwischen nachgezogen und bietet unter dem Stichwort 'Smart Voltage' Speicher an, die wahlweise bei 5 V oder 12 V programmiert werden können. Mit 12 V geht's etwas schneller, bei 5 V dafür in der Schaltung (in circuit) etwas komfortabler. Zum Lesen können diese Bausteine mit 3,3 V betrieben werden, die Programmierung setzt immer mindestens 5 V voraus. Im Bereich der 8-MBit- und komplexeren Flash-EPROMs ist die Eindeutigkeit dieses Führungsduos etwas aufgeweicht, hier kommen auch andere Firmen zum Zuge.

Bild 1. Die Besonderheit der Flash-Speicherzelle ist das Floating Gate, ihr eigentlicher Informationsspeicher.

Der ursprüngliche Anspruch, sämtliche EPROMs durch Flaschs zu ersetzen, konnte bisher noch nicht realisiert werden. Der Grund hierfür ist – neben den üblichen Markteinführungszeiten neuer Technologien – in erster Linie im höheren Preis gegenüber EPROMs gleicher Kapazität zu suchen. Seit einigen Monaten ist jedoch ein für den Anwender erfreulicher Preisverfall zu beobachten. Dies hängt mit dem Eintritt weiterer Hersteller in den Markt sowie der Ankündigung einiger großer Halbleiterproduzenten zusammen, die Produktion kompatibler Speicher als Zweithersteller (Second sources) aufzunehmen.

Zudem mangelt es den schnellen Speicher-ICs an einheitlichen Standards, insbesondere bezüglich Pinout und Kommando-Organisation. Hier können die Anwender künftig von sogenannten Joint-ventures profitieren. So hat AMD sich mit SGS-Thomson und Fujitsu darauf geeinigt, ihre sämtlichen Flash-ICs anlehnt an die AMD-Typen AM29Fxxx zu standardisieren. Neben der Absprache dieser drei Hersteller, die fast 50 % des nichtflüchtigen Speichermarktes abdecken, bewegt sich auch Intel – Marktführer im Flash-Segment – mit seiner 'Smart-Voltage'-Strategie in eine ähnliche Richtung.

Unterteilt man das gesamte Feld in 1-, 2- und 4-MBit-Flash, 8-MBit-Bausteine sowie 16-MBit-Speicher und größer, kann man anhand ihrer Einsatzgebiete verschiedene Standardisierungen erwarten. So sollen die 1...4 MBit großen Speicher insbesondere das EPROM des BIOS ersetzen und müssen deshalb kompatibel zu bereits bestehenden 4-MBit-Speichertypen sein. 8- und 16-MBit-Flaschs, die künftig verstärkt in PCMCIA-Karten zur Anwendung kommen werden, bedürfen keiner besonderen Vereinheitlichung: Hier



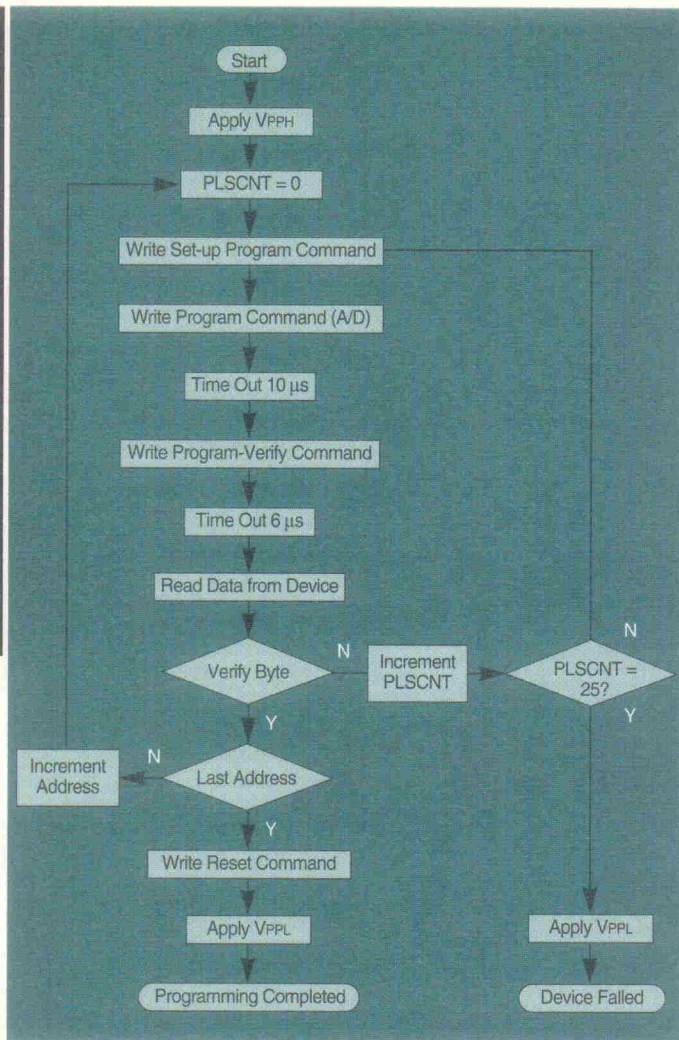


Bild 2. Flash-Bausteine ohne eingebaute Algorithmen erfordern erhöhten Programmieraufwand.

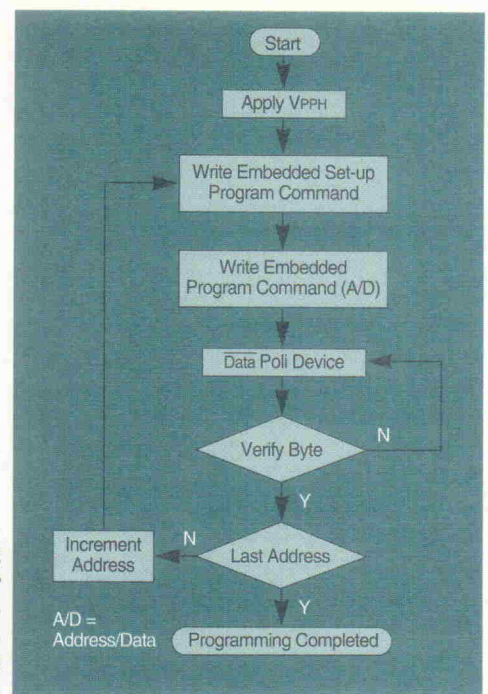


Bild 3. Speicherchips mit zusätzlicher Logik erleichtern die softwareseitige Ansteuerung.

ist die Schnittstelle der Karte selbst Standard – ihr Inneres ist beliebig.

Prognosen über das Verhältnis zu ROMs (OTP-EPROM) versprechen einen nur um 20 bis 30 Prozent höheren Preis für Flashs. Diese Differenz ist in erster Linie auf die größere Chipfläche zurückzuführen, deren Notwendigkeit in der zusätzlichen Dekodierlogik für das blockweise Löschen liegt. Bei einigen Speichertypen erfordern die für eingebettete Algorithmen vorgesehenen State Machines größeren Raum, und auch der Schaltungsaufwand für die bei 5-V-Typen notwendigen

Ladungspumpen trägt seinen Teil dazu bei.

Mehr als Transistoren

Ein 1-MBit-Flash besteht nicht nur aus einem Stück Silizium, auf dem sich 2^{20} Speichertransistoren (vgl. Bild 1) versammelt haben. Zur Erzeugung der erforderlichen Spannungen für das Löschen und Programmieren befinden sich auf dem Chip zusätzlich mehrere Ladungspumpen. Sämtliche Stellen im Speichertransistor-Feld werden zudem über Multiplexer und Demultiplexer zugänglich gemacht. Und damit die Programmierung ein-

fach und sicher wird, ist ein Schaltwerk (State Machine) vorgesehen. Dieses stellt mächtige Kommandos zur Verfügung, die als eingebaute Algorithmen (Embedded Algorithms) bezeichnet werden. Für das Sector-Erase-Kommando (Löschen eines Blockes) müßte der Systemdesigner bei einem Chip ohne eingebauten Algorithmus beispielsweise ein Programm gemäß Bild 2 erstellen. Mit solchen Makros reduziert sich der Aufwand deutlich (Bild 3). Die Algorithmen haben noch einen weiteren, nicht zu unterschätzenden Vorteil: sie verhelfen dem Flash-Baustein zu 100 000 garantierten Programmierzyklen.

Flash-Memories werden blockweise gelöscht. Der Zeitraum zum Löschen eines Bits ist jedoch in den einzelnen Speicherzellen nicht immer gleich lang. Dieses führt dazu, daß einige Bits bereits gelöscht sind, während andere noch in ihrem bisherigen Zustand verharren. Da immer blockweise gelöscht wird, bekommen die 'schnellen' Bits so lange die Löschspannung verpaßt, bis auch das letzte Bit ausradiert ist. Allerdings können die erstgenannten Bits dabei 'überlöscht' werden (Over erase). Überlöschte Speichertransistoren verursachen Leckströme, setzen möglicherweise eine ganze Speicherzeile außer Funktion und ruinieren dadurch den Speicher. Die integrierte State Machine ist nun dank der eingebauten Algorithmen in der Lage, überlöschte Bits zu erkennen und zu korri-

gieren. Dadurch erhöht sich die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Flash-Speicher wesentlich.

Vision ...

In einem typischen Computersystem finden sich die unterschiedlichsten Arten von Speichern, die allesamt jedoch nicht 'ideal' sind. Wie müßte das vollkommene IC nun aussehen? Neben kurzen Zugriffszeiten, einer wahlfreien Adressierung und minimalem Energieverbrauch kann der Baustein beliebig oft beschrieben und gelesen werden. Ein Wegfall der Spannungsversorgung hat natürlich keinen Einfluß auf den Datenerhalt, die Speichergröße reicht bis in den Gigabytebereich. Und kosten darf der Chip auch nichts.

Da ein solches Optimum bisher noch nicht erreicht wurde, muß man die verfügbaren Typen unter Ausnutzung ihrer spezifischen Merkmale einsetzen. Damit CPUs ohne Wartezyklen auf den Hauptspeicher zugreifen können, werden sehr oft Caches aus schnellen statischen (S)RAMs zwischengeschaltet. Der eigentliche Hauptspeicher besteht aus dynamischen (D)RAMs, die höhere Packungsdichten bei geringeren Kosten aufweisen. Als nichtflüchtige Speicher kommen Festplatten zum Einsatz. Der Bootlader respektive das BIOS befindet sich in ROMs oder EPROMs – auf neueren Boards teils auch in Flash-Memories.

Systemübersicht

	EEPROM	FLASH (NOR-Typ)	EPROM
Programmieren			
Mechanismus	Tunneling	Hot electron injection	Hot electron injection
Auflösung	Byte	Byte	Byte
typische Dauer	5 ms	< 100 µs	< 100 µs
Löschen			
Mechanismus	Tunneling	Tunneling	UV-Licht
Auflösung	Byte	Block	ganzes IC
typische Dauer	5 ms	1 s	20 min

Der Lader sorgt dafür, daß der Computer nach dem Reset ein Startprogramm findet, um das Betriebssystem von der Harddisk in den Hauptspeicher zu laden. Massenspeicher nutzt man zur Sicherung und Archivierung großer Datenmengen bei vergleichsweise geringen Kosten. Beispiele dafür sind Floppy-Disks, Datenbänder, Wechselplatten, CDs und magneto-optische Platten (MOD).

... und Realität

Gegenwärtig lassen sich zwei mögliche Einsatzgebiete ausmachen: Zum einen werden Flashs auf den Einsatz als Harddiskersatz optimiert. Um hierfür möglichst gut gerüstet zu sein, setzt man zusätzliche Datenbuffer auf die Chips, die die Zahl der zeitfressenden – weil immer nur blockweise möglichen – Löschvorgänge verringern soll. Ob sich die ICs in diesem Bereich behaupten können, bleibt abzuwarten.

Außerdem sollen sie natürlich ihre Ahnen EPROM und EEPROM ersetzen. Dieses Gebiet eröffnet neue Möglichkeiten bei Steuerungsanwendungen und portablen Systemen – beispielsweise kann mit ihnen ein Software Update per Datenfernübertragung erfolgen.

Die Stärken der Flashs in Steuerungsanwendungen liegen neben dem günstigeren Preis gegenüber EEPROMs in der Fähigkeit, sie in der Schaltung (on the fly) löschen und neu programmieren zu können. Dabei sind sie im allgemeinen mehr als 100 000mal neu beschreibbar. Flashs sind elektrisch löschbar, ihre Löschdauer beträgt wenige Sekunden (daher auch der Name). Im Gegensatz dazu brauchen EPROMs circa 20 Minuten bis zum kompletten Gedächtnisverlust. Entsprechende Verhältnisse findet man auch bei der Programmierzeit. Flashs residieren üblicherweise in Plastikgehäusen, EPROMs dagegen in Keramikgehäusen mit Fenster, das zur Sicherheit nach dem Programmieren lichtdicht überklebt werden muß. Der Datenerhalt von Flash-Speichern im programmierten Zustand wird mit 15 bis 20 Jahren angegeben.

Die aufgeführten Charakteristika haben natürlich Konsequenzen. Offensichtlich ist die Einsparung einer UV-Lampe. Da Flash-Memories in einer Mikro-

controller-Umgebung durch die CPU gelöscht und neu programmiert werden können, entfällt auch ein mechanischer Ausbau des Speicherbausteins. Ein Programmiergerät ist ebenfalls überflüssig – die Kombination Flash/Mikrocontroller ersetzt ein solches vollständig. So kann man zum Beispiel die Software für eine Maschinensteuerung vom PC aus über die RS-232-Schnittstelle komplett erneuern, ohne auch nur eine Gehäuseschraube zu lösen. Dieser Vorgang kann sogar per Modem erfolgen. Ein Halbleiterhersteller hat dies treffend mit dem Satz umschrieben: 'Telefonieren Sie mit Ihrem Flash-EPROM'.

Einsatzfälle

Um mögliche Anwendungsgebiete besser einschätzen zu können, ist ein Vergleich der Eigenschaften von Flash-Speichern und RAMs interessant. Dabei läßt sich zu allererst fest-

stellen, daß RAM durch Flashs nicht oder nur sehr schwer zu ersetzen sind. Als Beispiel sei hier der Stack eines Mikroprozessors genannt: In einer Programmschleife, die 100 000mal durchlaufen wird, soll ein Unterprogramm aufgerufen werden. Die Rücksprung-Adresse wird dabei auf dem Stack abgelegt. Ein Schleifendurchlauf dauert 10 µs, die komplette Abarbeitung der Programmschleife benötigt somit eine Sekunde.

Ersetzt man nun das RAM durch ein Flash, fangen die Probleme schon nach dem ersten Schleifendurchlauf an. Beim Lesen sind sie dem RAM noch ebenbürtig, beim Schreiben unterliegen sie jedoch bei weitem: um eine Rücksprungadresse zu sichern, muß der komplette Block, dem die entsprechende Adresse zugeordnet ist, gelöscht werden. Dieser Vorgang dauert eine knappe Sekunde. 100 000 Durchläufe würden somit fast

28 Stunden dauern! Die so maltratierte Flash-Speicherstelle wäre zudem nicht mehr 100 % zuverlässig, da die meisten Hersteller für 100 000 Löschzyklen garantieren. Diese Zahl bedeutet übrigens nicht, daß der Baustein nach 100 001 Löschvorgängen ausfällt. Er kann durchaus auch 200 000 oder mehr Zyklen überstehen.

Interna

Da Flashs eine Weiterentwicklung der EPROMs sind, basieren sie im Prinzip auf derselben Technologie. Sie haben allerdings nicht nur den Vorteil der elektrischen Löscharbeit, sondern können zudem noch blockweise beschrieben und gelöscht werden. Eine Speicherzelle besteht im allgemeinen aus nur einem Transistor (bei einigen Technologien auch aus zweien), EEPROMs benötigen immer zwei Transistoren. Das wirkt sich natürlich positiv auf den

NOR gegen NAND

Mit dem TC5816FT bietet Toshiba ein 16-MBit-NAND-Flash an, das mit einer einfachen 5-V-Versorgung auskommt. Kommende Versionen werden sich auch schon mit 3,3 V begnügen. Der wesentliche Unterschied zu NOR-basierten Bausteinen liegt in der Struktur und Anordnung der Speicherzellen (vgl. Bild 4, mittlere Spalte 'Zellenstruktur'). Die Speicherzellen sind direkt miteinander verbunden und nicht wie beim NOR-Typ mit der jeweiligen Bit-Linie. Dies spart etwa 30 % Siliziumfläche ein. Die Größe des Die bestimmt aber den Preis.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Art, den Speicher zu programmieren: Beim NAND erfolgen Programmier- und Löschvorgänge mittels des Tunneleffekts. Elektronen 'durchtunneln' die Oxidschicht, anstatt wie beim NOR mittels hoher Ströme injiziert zu werden. Die erreichbaren Schreib-/Löschzyklen liegen beim NAND

typischerweise mit etwa 250 000 um das 2,5fache höher als bei NOR-Bausteinen üblich.

Der TC5816FT ist in maximal 512 Blöcke zu 4 KByte organisiert. Diese Blöcke lassen sich individuell handhaben, zusätzlich stehen Befehle wie Auto-Block-Erase und Auto-Block-Program zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht eine serielle 8-Bit-Schnittstelle die Eingabe von Befehlen und Daten. Außerdem garantiert sie die Kompatibilität bestehender Applikationen mit zukünftigen Chip-Generationen.

Nachdem Befehle und Adressen übergeben wurden, speichert das IC die Daten in einem internen Puffer und überträgt sie anschließend seitenweise zu 256 Byte (eine Page) in das nichtflüchtige NAND-Array. Beim Lesezugriff füllt der Baustein zunächst den Puffer und stellt dann die Daten nach außen mit 80 ns Zugriffszeit bereit.

Leistungsvergleich

	NAND-EEPROM	NOR-Flash-EEPROM	Festplatte
Versorgungsspannung	5 V einfach (3,3 V einfach)	5/12 V (5 V einfach)	5 V einfach
Stromaufnahme			
Lesezugriff	5 mA (1 µs Zykluszeit)	30 mA	400...600 mA
Schreibzugriff	60 mA	30/30 mA	400...600 mA
Stand-by	100 µA	100 µA	ca. 200 mA
Geschwindigkeit			
Suchbetrieb	10 µs	100...150 ns	10...20 ms
Zykluszeit beim Lesen	100 ns	100...150 ns	1...2 MByte/s (0,5...1 µs/Byte)
Schreibzugriff auf bereits gelöschte Sektoren	300 ns/Byte	10 µs/Byte	1...2 MByte/s
Schreibzugriff inklusive Löschen	ca. 3 µs/Byte	ca. 81 µs/Byte	1...2 MByte/s

Spotlights auf dem Flash-Markt

Hersteller Typ Zweiterhersteller Distributor	AMD 29F100/200/400/800 SGS, Fujitsu, Motorola Avnet, EBV, Spoerle	Atmel 29Cxxx - Inteltek, MSC	Fujitsu 29F040/080/016/400 AMD k. A.	Intel 28F020/016 - Avnet, Jermyn, Spoerle	Macronix 28Fxxx Intel/AMD MSC
Gesamtkapazität KBit/MBit	1/2/4/8M	256K...8M	4M/8M/16M/4M	2M/16M	1, 2, 4M
Anzahl/Größe der Blöcke/Sektoren	2/4/8/16 × 64 KByte	64...512 Byte	64 KByte × 8/16/32/-	-/32 × 64 KByte	8/16 KByte
Anzahl/Größe integrierter Bootblöcke	1 × 16, 2 × 8, 1 × 32 KByte	2 × 8 KByte	-/-/-/16 KByte	-/-	-
Lösch- und Programmierspannung	5Vonly	5Vonly/3Vonly	5V	12V/5,12V	12V
Lösch- und Programmierspg. der Bootblöcke	5Vonly	5Vonly	5V	-/5,12V	5V
5-V-Löschen/Programmieren	✓	✓	✓	-/✓	-
3,3-V-Versorgung	-	✓	-	-/✓	-
Stand-by-Strom	25 µA	100 µA max.	25 µA	300/10 µA	-
Betriebsstrom	30/30/30/40 mA	50 mA max.	30/40/40/30 mA	10/15 mA	-
Gehäusetypen	TSOP, PLCC, SOP, PDIP	DIP, PLCC, TSOP, LCC	TSOP, PLCC, SOP	TSOP, PLCC, PSOP	DIP, PLCC, TSOP
Integrierte Algorithmen					
Read	✓	Auto	✓	✓/✓	✓
Reset	✓	Auto	✓	✓	✓
Program	✓	Auto	✓	✓/✓	✓
Autoselect	✓	Auto	✓	✓	✓
Byte program	✓	Auto	✓	✓	✓
Chip erase	✓	✓	✓	✓/✓	✓
Sector/Block erase	✓	nicht nötig	✓	-/✓	✓
Anzahl der Schreib-/Löschzyklen	100k	10k	100k garantiert, 1000k typisch	100k/1M (Block)	10k
Zugriffszeit beim Lesen	70/70/90/90 ns	ab 55 ns	70, 90, 120 ns	70 ns	-
Hersteller-ID-Code (Hex)	01	1F	04	89	✓
Device-Code (Hex)	D9,DF/51,52/23,AB/-	-	A4	8B/6A0	✓
Datenschutz über Hard-/Software	Sector protection	JEDEC-Algorithmen	✓	-/✓	✓
Sonstiges	Organisation n × 8 und n × 16	Industrie- Temperaturbereich lieferbar	-	-	-

✓ vorhanden

- nicht vorhanden

k. A. keine Angabe

Flächenbedarf und damit direkt auf die Siliziumkosten aus.

Die Halbleiterhersteller nutzen zur Zeit vier verschiedene Flash-Grundarchitekturen: NOR, NAND, DiNOR und AND. Jeder dieser Grundbausteine hat seine ihm eigenen Vorteile – aber natürlich auch Nachteile. Die beiden führenden Flash-Hersteller Intel und AMD nutzen die NOR-Zelle zum Aufbau ihrer Speicher. In ihr wird zum Programmieren die sogenannte Hot-Carrier-Injection eingesetzt, zum Löschen nutzt man den Tunnel-Effekt. Die NOR-Zelle ist sehr platzsparend, da sie – gleich einem EPROM – nur einen Transistor benötigt. Problematisch gibt sie sich allerdings bei einer für tragbare Systeme notwendigen Reduzierung der Versorgungsspannung. Hier kann statt dessen die NAND-Zelle glänzen: 3,3-V-Betriebsspannungen sind mit ihr bereits seit längerem etabliert. Und die Firma Atmel wirbt sogar mit nur 2,7 V V_{pp} für ihre NAND-basierten Flasher.

Aus der Sicht der Halbleiterphysik ähnelt das Programmieren einer NOR-basierten Flash-Speicherstelle dem eines EPROMs: 'heiße' Elektronen werden durch Anlegen einer

Spannung von 10,5 V am Gate, 6,7 V am Drain und 0 V am Source-Anschluß des Speichertransistors auf den Weg gebracht und im Floating Gate eingefangen. Der Löschvorgang wird durch Anlegen von -10,5 V am Gate, 5 V am Source

und dem Freilassen des Drain-Anschlusses ausgelöst. Die Polarität der Spannung zwischen Gate und Source bewirkt das Hineinpumpen beziehungsweise Absaugen der heißen Elektronen und somit den Wechsel von Speicherinformation beim Pro-

grammieren von logisch 1 nach logisch 0. Beim Löschen 'fallen' alle Zellen von logisch 0 auf logisch 1 zurück. Die 12-V-Hilfsspannung wird mit Hilfe von Ladungspumpen intern auf dem Chip erzeugt, die Halbleiterhersteller sprechen dabei von

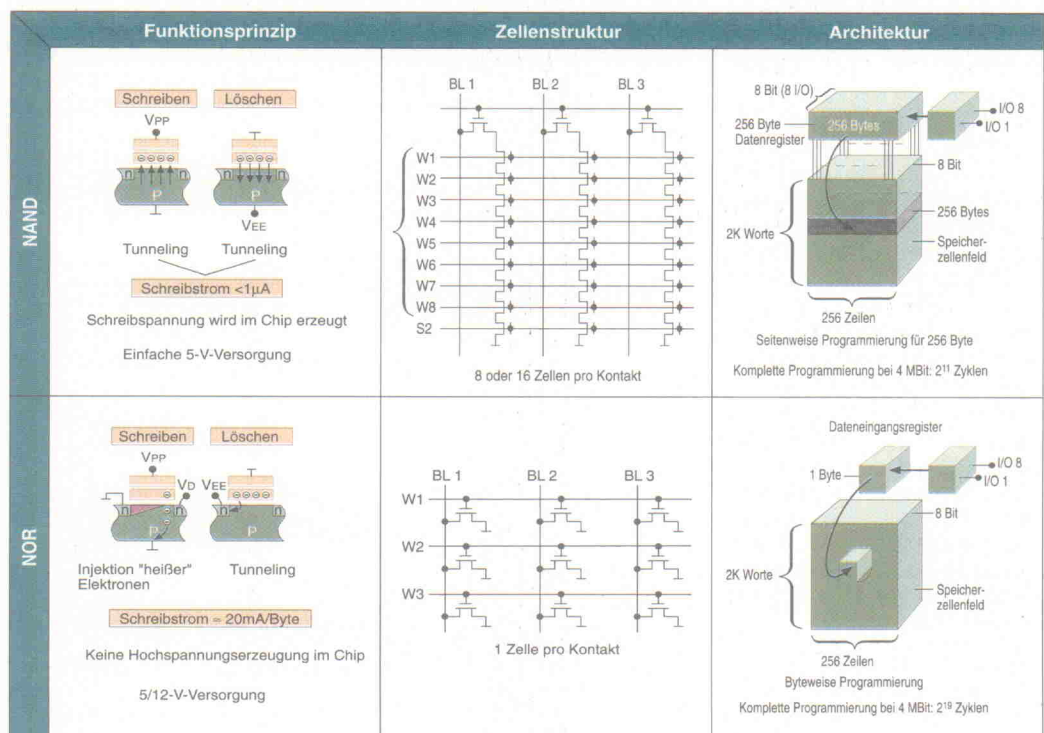


Bild 4. Architekturvergleich von NAND- und NOR-Flash-Bausteinen.

Quelle: Toshiba Electronics

Mitsubishi 28F101 - Rein	Motorola 29F010/040 AMD EBV, Jermyn, Spoerle	Samsung 29N/V29040/16000/32000 Toshiba, Nat. Semi. Spoerle	SGS-Thomson 28F/V201/210/211/410/411 Intel, AMD Jermyn, Rutronik, Weißbauer, Setron, Sasco, Elbatex	SST 29EExxx Sanyo MSC	Toshiba TC5816FT/5832FT Nat. Semi., Samsung Glyn, Spoerle
1M	1M/4M	4, 16, 32M	2M/2M/2M/4M/4M	256K, 512K, 1M, 4M	16/32M
-	2/8 x 64 KByte	4K/4K/8K	-/k. A.	256 Byte	508 x 4K(+128)/8K(+256) Byte
-	-	-	k. A.	-	-
5V/12V	5Vonly	5V/3,3V	12V	5Vonly/3Vonly	5V/5V oder 3,3V
-	-	5V/3,3V	12V	-	-
-	✓	✓	✓	✓	✓
-	-	✓	V-Typen	✓	-/✓
max. 1 mA	ca. 25 µA	1 mA	100/60/100/100/100 µA	-	100 µA/k. A.
max. 33 mA	ca. 30 mA	10/10/15 mA	50 mA	-	15 mA (80 ns)/k. A.
DIP, PLCC, TSOP	PLCC, TSOP	TSOP II 44 (40)	DIP, SO, TSOP	DIP, PLCC, TSOP	TSOP
Intel-kompatibel					
✓	✓	✓	✓	✓	2 Modes
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓	✓/Auto
✓	✓	✓	✓	✓	Prog/Erase/ Multierase
✓	✓	-	✓	✓	Bit/Byte/Page (256 Byte)
✓	✓	-/✓/✓	✓	✓	Auto/Multiblock
✓	✓	✓	✓	✓	✓
10k	100k	1000k	10k/100k/100k/100k/100k	10k	250k
100...150 ns	70...90 ns	50/80/150 ns	150/60/60/60/60 ns	-	80 ns
1C	-	-	20	✓	✓
D0	-	-	F5/diverse	✓	-
-	Sector protection	-	-/✓/✓/✓/✓	✓	Write Protect Pin
-	-	tauglich für Audio-Anwendungen	F=5V, V=3,3V, Top Boot: M28F/Vx1x, Bottom Boot: M28F/Vx2x	Industrie- Temperaturbereich lieferbar	32M ab 3. Quartal 95, Nand- & PC-Card in Vorbereitung

5-Volt-Only- oder Smart-Voltage-Konzepten.

Analoge Tricks

Eine Entwicklungsrichtung bei den Flash-Memories, die in der digitalen Welt der Bits und Bytes kurios anmutet, stellte die Firma Intel im letzten Jahr vor: eine sogenannte Multilevel-Speicherzelle, die nicht nur Null und Eins, sondern zwei weitere

Zustände dazwischen speichert. Diese Zelle besteht aus einem Transistor, der in seinem Floating Gate mehrere Ladungszustände beherbergen kann – gewissermaßen eine analoge Speicherstelle. Da mit einer solchen Technik die Speicherdichte, vier mögliche Speicherzustände angenommen, verdoppelt werden könnte, erscheinen Bemühungen auf diesem Gebiet vielversprechend. Denn sie halbie-

ren – zumindest theoretisch – die Preise, indem bei gleichbleibender Chipgröße die Speicherkapazität deutlich steigt.

Wahlweise

Welche Technologie nun die bessere ist, hängt vom jeweiligen Einsatzgebiet ab. In Dichten von 1 MBit bis 4 MBit dominieren die NOR- und NAND-Zellen. Bis 16 MBit kommt neben ihnen

auch die DiNOR-Technologie zum Einsatz. Erst bei Speicherkapazitäten über 32 MBit ist die AND-Architektur der sichere Sieger. Die Halbleiterhersteller wissen natürlich um die Vor- und Nachteile einzelner Grundbausteine und tragen dementsprechend Rechnung.

Welche Flash-Familie ein Systemdesigner nun einsetzt, hängt zum einen von der Vorliebe für die eine oder andere Firma ab. Überlegungen wie 'Gibt es Zweithesteller? Was kosten die ICs? Sind sie kurzfristig lieferbar? Wie ist ihre Zuverlässigkeit in der Schaltung? Welche Gehäuseformen sind erhältlich?' spielen hier allerdings sicher auch eine nicht unerhebliche Rolle. Die Marktübersicht soll bei diesen Fragen Hilfestellung geben. Sie listet eine Auswahl von Bausteinen, deckt aber nicht immer das gesamte Programm eines Halbleiterherstellers ab. Eine Anfrage beim Distributor nach weiteren Typen lohnt auf jeden Fall.

Auch sollte sich niemand der Hoffnung hingeben, ein paar Tage nach der Musterbestellung schon Post zu erhalten. Momentan muß man mit Lieferzeiten bis zu 30 Wochen rechnen.

uk/ea

Flash-Hersteller

Advanced Micro Devices GmbH
Rosenheimer Str. 143b
81671 München
☎ 0 89/4 50 53-0
☎ 0 89/40 64 90

Atmel GmbH
Ginnheimer Str. 45
60487 Frankfurt
☎ 0 69/7 07 59 10
☎ 0 69/7 07 59 12

Fujitsu Mikroelektronik GmbH
Am Siebenstein 6-10
63303 Dreieich-Buchschlag
☎ 0 61 03/6 90-0
☎ 0 61 03/6 90-1 22

Hitachi Europe GmbH
Hans-Pinsel-Str. 10a
85540 Haar
☎ 0 89/9 91 80-0
☎ 0 89/9 29 30 00

Intel GmbH
Domacher Str. 1
85622 Feldkirchen
☎ 0 89/9 91 43-0
☎ 0 89/9 29 10 30

Mitsubishi Electric Europe GmbH
Gothaer Str. 8
40880 Ratingen
☎ 0 21 02/4 86-0
☎ 0 21 02/4 86-7 05

Motorola GmbH
Schatzbogen 7
81809 München
☎ 0 89/9 21 03-5 03
☎ 0 89/9 21 03-5 99

National Semiconductor GmbH
Industriest. 10
82256 Fürstenfeldbruck
☎ 0 81 41/1 03-0
☎ 0 81 41/1 03-5 15

SAMSUNG Semiconductor GmbH
Am Unisyspark 1
65843 Sulzbach
☎ 0 61 96/5 82-06
☎ 0 61 96/5 82-619

Sanyo Energy GmbH
Hans-Stießberger-Str. 2b
85540 Haar
☎ 0 89/46 00 95-0
☎ 0 89/46 00 95-90

SGS-Thomson Microelectronics GmbH
Bretonischer Ring 4
85630 Grasbrunn
☎ 0 89/4 60 06-0
☎ 0 89/4 60 54 54

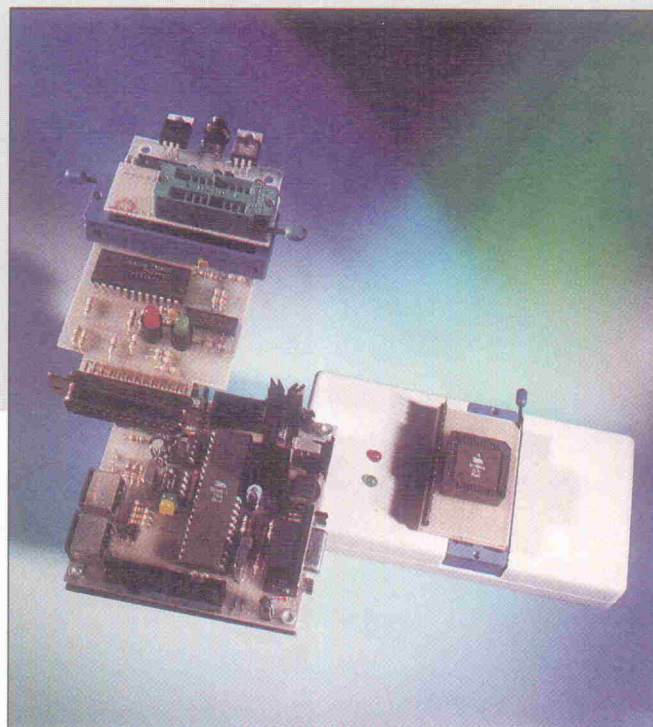
Toshiba Electronics Europe GmbH
Hansaallee 181
40549 Düsseldorf
☎ 0 21 11/52 96-0
☎ 0 21 11/52 96-400

Blitzbrenner

Programmer und Prototyper für Flash-MCs von Atmel

Walter Hackländer,
Sebastian Furchtbar

Brennen, Probelauf, geht nicht, ziehen, UV-Löschen, brennen ... Nahezu jeder Entwickler hat früher oder später bei der Inbetriebnahme von Mikrocontroller-Applikationen diesen Kreislauf kennengelernt. Zumindest den zeitaufwendigen Löschvorgang kann man mit Atmels 51er-Variante deutlich verkürzen.



Der erste Mikrocontroller mit nennenswerter Verbreitung war der 8048 von Intel. Auf diesem Chip faßte Intel erstmals die bis dahin getrennten Einheiten Mikroprozessor, ROM, RAM sowie Peripherie (I/O, Timer) in einem Gehäuse zusammen. Der 8048 und seine Varianten wurden zum Verkaufsschlager. Und auch heute noch ist dieser Chip – oder seine Epigonen – in jeder PC-Tastatur zu finden. Verbesserungen führten zur zweiten Generation von Mikrocontrollern: der 8051-Familie (nicht kompatibel zum 8048). Die Mitglieder dieser Familie verfügen entweder über ein maskenprogrammiertes ROM, ein UV-löschbares EPROM oder verwenden als Festspeicher ein externes Standard-EPROM (z. B. 2764). Die Firma Atmel verbesserte nun den 8051, indem sie ihm als Programmspeicher ein EEPROM implantierte. Dieses ist bis zu 1000mal wiederbeschreibbar – ein aufwendiges und langwieriges Löschen per UV-Licht entfällt. Es stehen Typen mit Programmspannungen von 5 Volt und 12 Volt zur Verfügung. Weiterhin offeriert Atmel außer den Control-

lern im 40- oder 4poligen Gehäuse auch eine Version im DIL-20-Package (AT89C1051, 2051).

Interna

Der innere Aufbau der drei Typen ist nahezu identisch (Bild 1). Der CPU-Kern umfaßt ALU, PSW (Prozessorstatuswort), SP (Stackpointer), die Allzweckregister ACC und B, einen Program Counter (16 Bit) sowie ein 16-Bit-Register zum Datenzugriff DPTR. Alle anderen Register sind 8 Bit breit. Ein kleines RAM ist mit auf dem Chip untergebracht. Dieses ist bei den Typen 89C51 und 89C2051 128 Byte groß, der 89C52 bietet das Doppelte. Der Block PEROM bezeichnet das EEPROM, das als Programmspeicher benutzt wird. Programm- und Datenspeicher sind getrennt (Harvard-Architektur). Die Kapazität des ProgrammpEROM ist bausteinabhängig (siehe Kasten 'Flash-Controller-Typen', S. 49).

Bei den Ports sind die Unterschiede etwas größer: Die ICS 89C51 und 89C52 verfügen

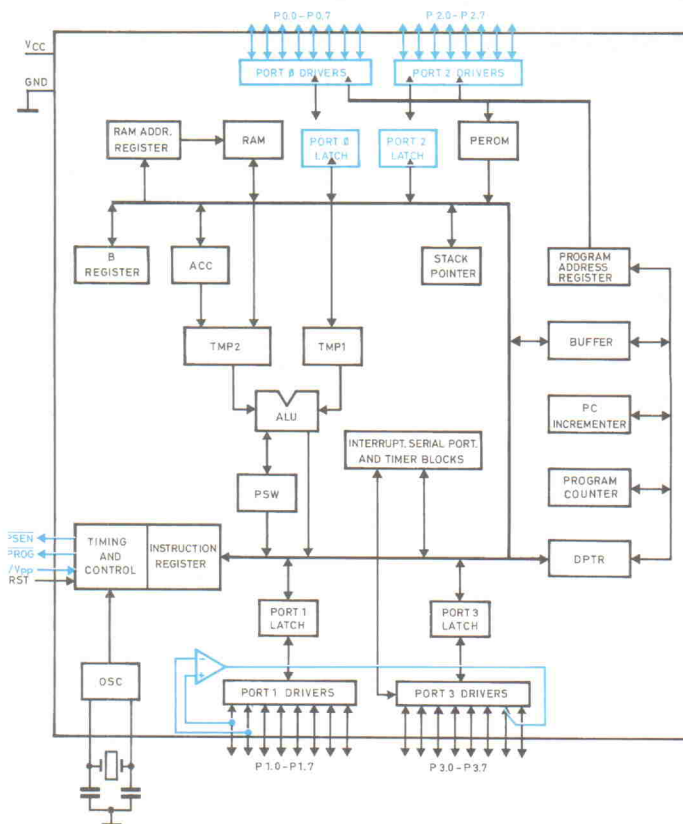
über vier bidirektionale 8-Bit-Ports, der 89C2051 nur über zwei. Port 3 legt sogar nur sieben Leitungen nach außen, da er intern mit einem Komparator verbunden ist. Dessen Eingänge liegen wiederum an zwei Leitungen des Port 1. Diese Konstruktion stellt in der 8051-Familie ein Unikum dar. Neben den I/O-Ports enthalten die Controller weitere On-Chip-Peripherie. Dies sind zwei (bzw. drei beim 89C52) 16-Bit-Timer, eine Full-Duplex-SIO sowie eine Interrupt-Logik, die auch auf externe Interrupts reagieren kann. Die Ports können entweder als einfache I/O verwendet werden oder sie nehmen Sonderfunktionen wahr, beispielsweise für die SIO, als Timer- oder Interrupt-Pins oder als Adreß-/Datenbus bei Betrieb mit externem Speicher. Die 20-Pin-Typen unterstützen übrigens keine externes Gedächtnis.

Differenzen

Der wichtigste Unterschied zum Standard-51er stellt der EEPROM-Speicher dar. Ein weiterer Vorteil der Atmel-Serie liegt darin, daß sie voll statisch implementiert ist. Dabei kann der Prozessortakt bis auf 0 Hz heruntergefahren werden, ein gewöhnlicher Vertreter der MCS-51-Familie verlangt mindestens 3,5 MHz.

Die Programmierung des EEPROM-Speichers erfolgt bei allen Typen nach dem gleichen Prinzip. Dennoch gibt es Unterschiede zwischen den 20-Pin- und den 40-Pin-Versionen. Grundsätzlich funktioniert das Programmieren nur, wenn ein Takt von 4...6 MHz anliegt. Um schreiben zu können, muß die V_{PP}-Leitung auf die Programmspannung (5 oder 12 Volt, je nach Type) gezogen werden. Port 0 fungiert beim Programmieren und Lesen als Datenbus, Port 1 sowie die unteren fünf Leitungen von Port 2 als Adreßbus. Die Pins P2.6, P2.7, P3.6 und P3.7 bilden zusammen einen Code, der die auszuführende Aktion angibt (siehe Kasten 'Programmiercodes'). Um ein Byte zu schreiben, müssen Adresse und Daten sowie der passende Code angelegt werden, die Programmspannung muß gesetzt sein. Ein Low-Puls auf der Leitung PROG löst den Schreibvorgang aus. Dieser dauert typischerweise eine, maximal 2 ms. Der Pin P3.4 zeigt dabei an, wie lange

Walter Hackländer ist seit vielen Jahren Inhaber der Firma EHA-Elektronik. Sebastian Furchtbar arbeitet als freier Programmierer. Gemeinsam entwickeln die Autoren Einplatinencomputer für den Bereich Messen, Steuern, Regeln.



Programmiercodes

Write Code Data

Ein Byte in den EEPROM-Programmspeicher schreiben.

Read Code Data

Ein Byte aus EEPROM-Programmspeicher lesen (auch Verify).

Write Lock Bit

Ein Lockbit setzen.

Chip Erase

Den gesamten Chip löschen und die Lockbits aufheben (sollte vor jedem Programmiervorgang ausgeführt werden).

Read Signature

Die Signatur des Chips lesen. Es folgen drei Bytes, die Hersteller, Type und Programmierspannung angeben.

Bild 1. Beim Atmel 89C1051/2051 entfallen die zu Port 0 und 2 gehörenden Funktionsblöcke. Dafür kommt ein Analog-Komparator hinzu, der sein Ergebnis an P3.6 liefert.

der Programmiervorgang dauert, er ist nämlich während dessen Low. Zum Lesen eines Bytes muß die Programmierspannung niedervoltig (5 V) sein, auch liegt dann ein anderer Code an. Genauer ist dem Timing-Diagramm im Datenblatt [3] zu entnehmen.

Das Programmierverfahren der großen Chips ist beim 89C2051 nicht praktikabel, da er nicht genug Port-Leitungen bietet. Port 1 fungiert hier als Datenbus, V_{pp} , PROG und BUSY sowie der Code für die Programmieraktion arbeiten genauso wie beim 89C51. Ein Takt-signal benötigt der C2051 nicht. Da keine Leitungen für den Adreßbus zur Verfügung stehen, verwendet der Chip einen internen Adreß-Inkrementierer: Bei der steigenden Flanke von V_{pp} wird der Adreßzähler auf 0 gesetzt, bei jedem positiven Puls der Leitung XTAL1 erhöht er sich um 1. Vergleicht man das Timing-Diagramm, so stellt man fest, daß der Programmiervorgang ansonsten mit dem der größeren Brüder identisch ist.

Abgeschlossen

Die Typen AT89C51/52 kennen insgesamt drei verschiedene Lockbits zum Schützen des Programmcodes im EEPROM. Lockbit 1 verhindert, daß ein aus einem externen EPROM laufendes Programm den Inhalt des internen EEPROM-Speichers liest. Weiterhin kann nach Setzen des

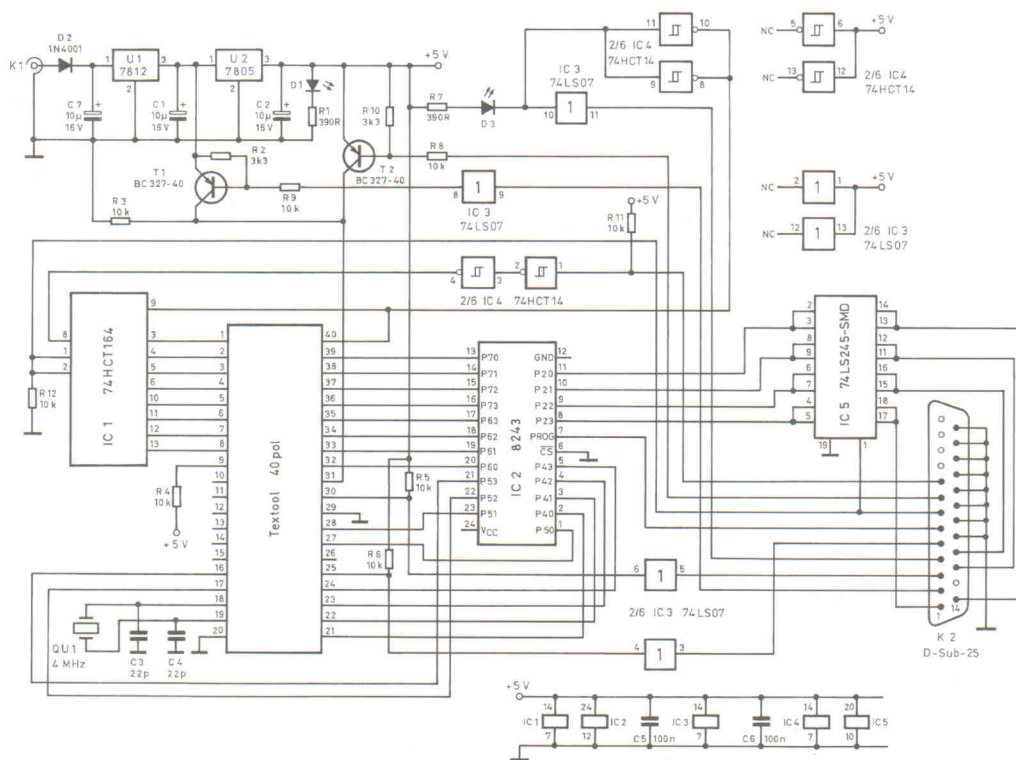


Bild 2. Via K2 nimmt der Programmierer über eine 25polige Sub-D-Verlängerung Kontakt mit dem Drucker-Port eines PC auf.

ECAD - System

Die tausendfach bewährte, markterprobte Profi-Lösung für Schaltungs-entwurf und Leiterplatten-entwicklung mit dem revolutionären Preis-/Leistungsverhältnis.



CAM - Systeme

- Frontplatten
 - Typenschilder
 - Etiketten
 - Warningschilder
 - 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@vhf.cube.de

mehr bieten Weniger

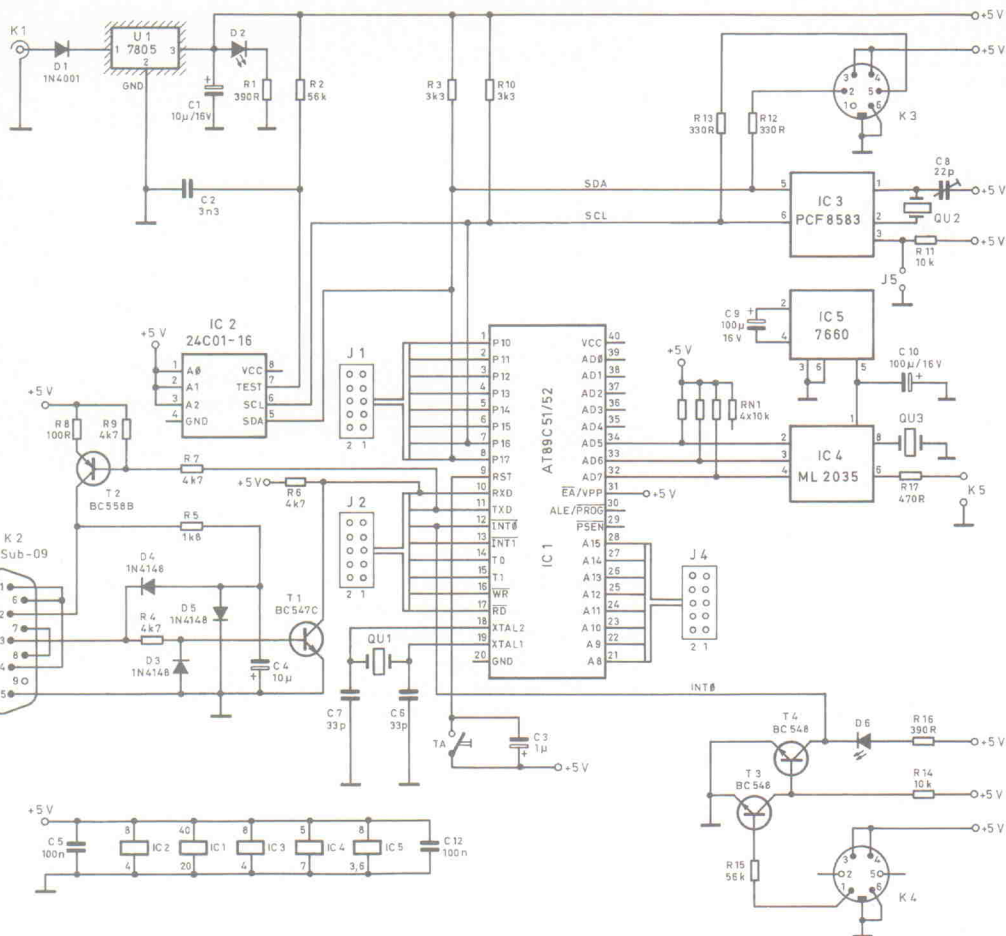


Bild 3. Verbindet man den Prototypen über K4 mit einem DCF-77-Modul, dann zeigt D6 die empfangenen Pulse an.

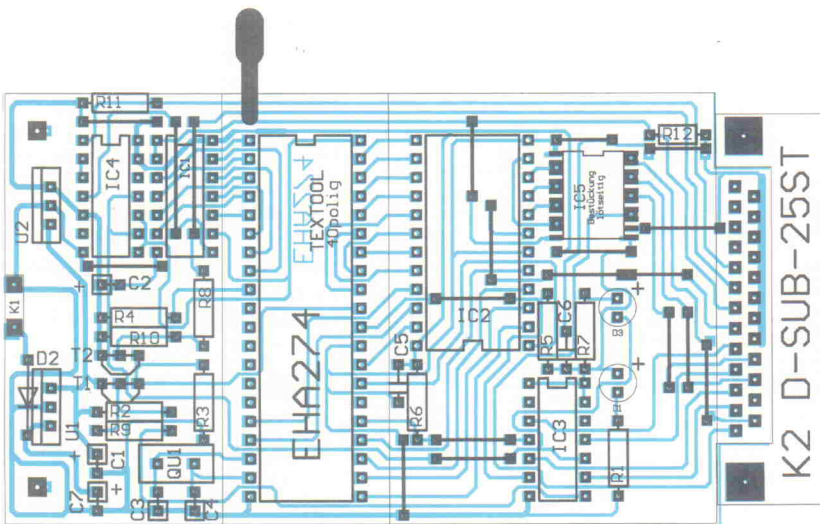
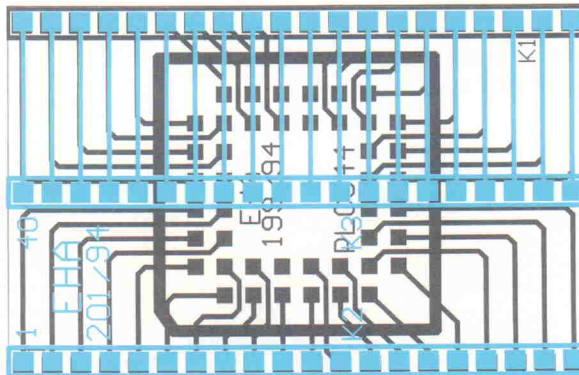
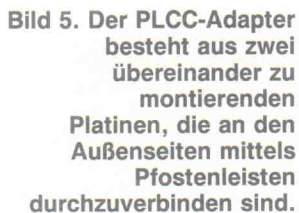


Bild 4.
Verborgen: Der SMD-Treiber IC5 des Programmers ist als einziges Bauteil auf der Lötseite zu montieren (Pin 11...20 zeigen zum Sub-D-Stecker).



Port-Raster

Pinbelegung J1...J4 am Prototypen

1	+5V	2	Gnd
3	Px.1	4	Px.0
5	Px.3	6	Px.2
7	Px.5	8	Px.4
9	Px.7	10	Px.6

Lockbits der EEPROM-Speicher nicht weiter programmiert werden (zumindest bis zum nächsten Erase). Ist außerdem Lockbit 2 gesetzt, so kann der Chip auch nicht mittels Verify ausgelesen werden. Ist zusätzlich noch das dritte Lockbit aktiviert, so kann überhaupt kein externes EPROM als Programmspeicher fungieren. Beim AT89C2051 verhindert Lockbit 1 das weitere Programmieren des Chips, Lockbit 2 dann auch den Verify. Lockbit 3 existiert bei diesem Flash-Controller nicht, da die kleinen Chips ohnehin keinen externen Speicher unterstützen. Beim Setzen eines bestimmten Lockbits muß man darauf achten, auch alle mit niedrigeren Nummern auf logisch 1 mitzusetzen.

Das hier beschriebene Programmiergerät ist zum Anschluß an den parallelen Port (Drucker-Port) eines IBM-kompatiblen PC gedacht. Es besitzt keine Eigentelligenz. Dafür ist es einfach aufgebaut. Der analoge Teil der Schaltung beinhaltet vor allem eine 12-Volt- und eine 5-Volt-Spannungsversorgung sowie eine Transistorschaltung zur Versorgung des V_{pp} -Pins mit 0, 5 und 12 Volt (T1 und T2). Als Spannungsquelle dient ein externes Steckernetzteil, das etwa 12 Volt bei 0,5 A liefern muß. Zur Bereitstellung von 'Datenbus' und 'Programmiercode' sowie Adressen-Highbyte dient ein PIO-Baustein des Typs 8243. Dieser eigentlich für 8048-Controller gedachte Chip verfügt über einen 4-Bit-Bus und 16 bidirektionale IO-Pins. Ein Transceiver-Baustein 74LS245 verbindet den 8243-Bus-Anschluß mit vier bidirektionalen Leitungen des PC-Printer-Ports. Da 16 Leitungen nicht ausreichen, werden die unteren acht Adreßbits über ein Schieberegister 74HCT164 vom PC zum Sockel gebracht. Zwei weitere Bausteine (74LS07 und 74HCT14) übernehmen einige 'treibende' Funktionen.

Für die 44-Pin-PLCC-Typen existiert ein Adapter, der die

Kerndaten des ML2035

Frequenzbereich	0,76 Hz...25 kHz
Harmonische Verzerrung	< -40 dB
Linearität	< ±0,3 dB
Ausgangsspannung	±2,5 V

Pins vom 40-Pin-DIL-Sockel 1:1 durchverbindet. Dieser Adapter ist für die Software somit transparent. Die 20-Pin-Typen bedient ein Sockel, der allerdings nicht funktional 1:1 durchroutet. Bei Verwendung der Original-Programmierungssoftware stellt dies jedoch kein Problem dar, da jene diesen Umstand berücksichtigt. PROM8952.EXE gestattet die Programmierung sämtlicher Atmel-Controller mit Flash-EEPROM. Zur einfachen Bedienung ist sie mit einer SAA-ähnlichen Oberfläche ausgestattet. Das Programm versteht ausschließlich das Binärformat. Ein beiliegender Konvertierer übersetzt bei Bedarf Intel-Hex-Dateien.

Prototypisch

Was nützt es, einen Controller zu programmieren, wenn man ihn nicht ausprobieren kann? Aus diesem Grund wurde ein kleines Prototypenboard realisiert, das sozusagen ein 89C51-Minimalsystem darstellt. Reset, Systemtakt und Spannungsregelung sind als unabhängige Voraussetzungen für den Controllerbetrieb integriert. Neben vier Pfostensteckern, die direkt die entsprechenden Ports nach außen legen, gibt es noch einige

Sonderfunktionen: So verfügt das Board über ein I²C-Interface, das einerseits über einen 6poligen Mini-DIN-Stecker nach außen führt. Andererseits sind auf der Platine bereits zwei Steckplätze (Sockel) für ein I²C-EEPROM (Type 24C01...24C16 bzw. PCF8582) sowie für ein I²C-Uhren-IC PCF8583 untergebracht. Da der AT89C51 kein eingebautes I²C-Interface besitzt, müssen Softwareroutinen dieses emulieren. Des weiteren bietet das Board Unterstützung zum Anschluß eines DCF77-Empfangsmoduls an K4. Das DCF-Signal gelangt nach einer Pegelanpassung an den Interrupt-Eingang /INT0 des Controllers. Ein Novum für solch ein Board stellt der Sinusgenerator ML2035 von Micro-Linear dar, der mit dem Controller verbunden ist.

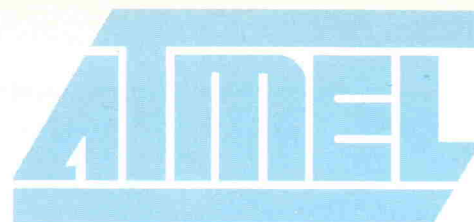
Über K1 erhält der Prototyp sein Betriebsenergie von einem handelsüblichen Steckernetzteil (9 V/0,3 A). Der Taktgeber ist diskret mit QU1 sowie C6 und C7 aufgebaut, um den Reset kümmern sich C3 und der Taster TA. Der I²C-Bus ist an die Pins P1.6 (SCL) und P1.7 (SDA) angeschlossen. IC2 ist das serielle EEPROM, dessen Adreßeingänge auf High gelegt sind, um die höchstmögliche

Flash-Controller-Typen

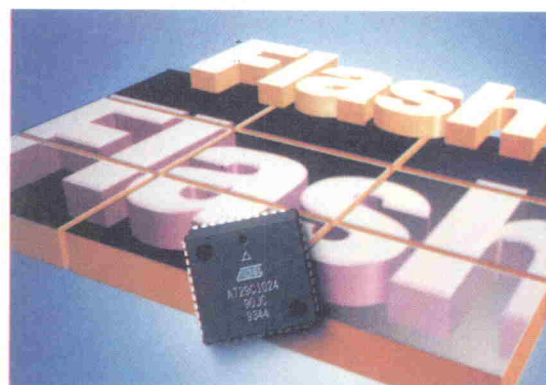
Daten der Atmel-Flash-Controller

Kompatibel zum Intel MCS-51
2K-, 4K- oder 8K-Flash-Programmspeicher
1000 Schreib-/Löschzyklen
10 Jahre Datenerhalt
Voll statisch von 0...24 MHz
Zykluszeit 0,6 µs bei 20 MHz
Zwei per Software wählbare Stromsparmodi
Lockbits verhindern das externe Auslesen
AT89C2051 verfügt über On-Chip-Komparator

Type	Gehäuse	RAM (Byte)	Flash (Byte)	Betriebsspannung
89C51	DIL40, PLCC44	128	4K	4...6V
89LV51	DIL40, PLCC44	128	4K	2,7...6V
89C52	DIL40, PLCC44	256	8K	4...6V
89C2051	DIL20, SO20	128	2K	4...6V



3V/5V FLASH FAMILY



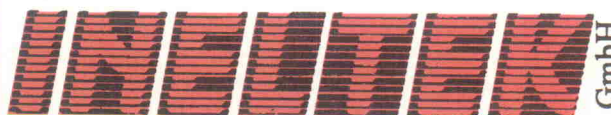
> 10 000 Schreibzyklen
Single 5 Volt / 3 Volt

> 10 Jahre Datenerhalt
DIL, PLCC, TSOP

C-, I-, M-Temperaturbereich

Aktuelle Versionen:

AT29C256/C257	-5V, 32K*8, 70-200 ns
AT29LV256	-3V, 32K*8, 120-250 ns
AT29C512	-5V, 64K*8, 70-200 ns
AT29LV512	-3V, 64K*8, 120-250 ns
AT29C010	-5V, 128K*8, 70-200 ns
AT29LV010	-3V, 128K*8, 150-250 ns
AT29C1024	-5V, 64K*16, 70-200 ns
AT29C020	-5V, 256K*8, 90-200 ns
AT29C040	-5V, 512K*8, 120-200 ns
AT29LV040	-3V, 512K*8, 150-250 ns



Zentrale: Hauptstr. 45 * 89522 Heidenheim
Telefon 07321-9385-0 * Fax 9385-95

Am Fügsee 21 82418 Murnau Telefon 08841-47775 Telefax 08841-2660	Stehnweg 2 63500 Seligenstadt Telefon 06182-5066 Telefax 06182-65953	Billstr. 28 20539 Hamburg Telefon 040-78942274 Telefax 040-78942220	Mozartstr. 21 73033 Göppingen Telefon 07161/14452 Telefax 07161/21654
---	---	--	--

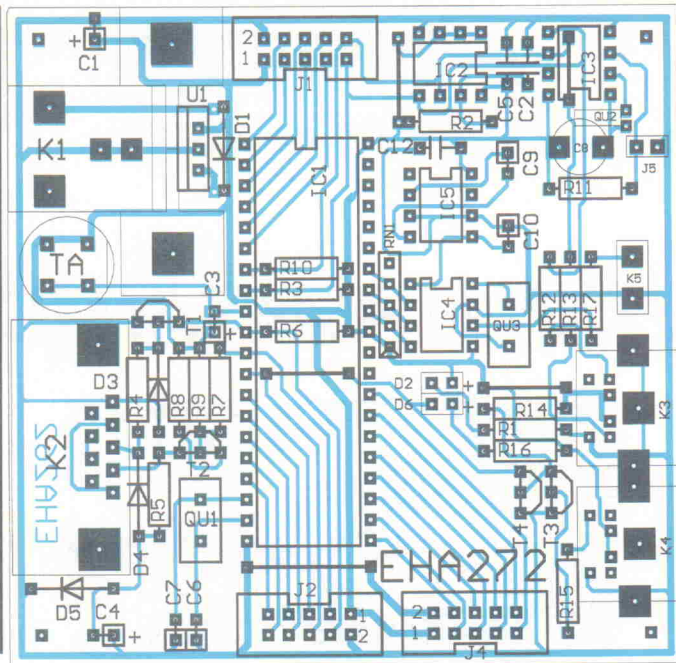


Bild 6. Setzt man beim Prototyper für IC2 einen 24C16 ein, darf die I²C-Uhr IC3 nicht gleichzeitig bestückt sein.

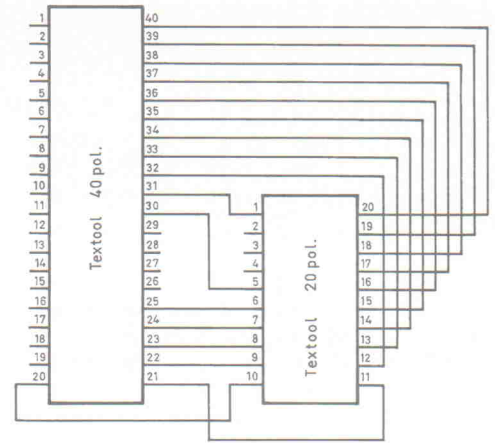


Bild 7. Nicht ganz 1 : 1 verbindet der DIL-20-Adapter.

I²C-Adresse einzustellen. Zu beachten ist, daß die gebankten EEPROM-Typen 24C02 bis 24C16 einige oder alle (24C16) Adreßbits ignorieren. Außerdem überschneidet sich der Adreßbereich des 24C16 mit der I²C-Uhr, so daß nicht beide Bausteine gleichzeitig betrieben werden können.

Die Zeitreferenz für die EEPROM-Schreibvorgänge wird mittels R2/C2 auf etwa 30 ms eingestellt. Die serielle Schnittstelle an K2 wurde diskret aufgebaut, da sie über keine Handshake-Leitungen verfügt. Die negative Spannung für das Sendesignal wird aus dem Empfangssignal gewonnen. Der Uhrenbaustein PCF8583 liegt an den beiden I²C-Leitungen und verfügt über einen eigenen Quarz QU2. Eine Batteriepufferung ist hier nicht vorgesehen. Die Adresse des Uhrenchips (0 oder 1) ist mit J5 (offen = 1) einzustellen. Zum Anschluß von DCF77-Modulen an K4 ziehen die Transistoren T3 sowie T4 das hereinkommende Signal auf TTL-Niveau und routen es zum Interrupt-Eingang INT0 des 89C51. Eine Filterung oder gar Dekodierung des Eingangssignals findet an dieser Stelle nicht statt, diese Funktion muß die Software übernehmen.

Der Baustein ML2035 enthält einen digitalen Sinusgenerator, der über drei Leitungen vom AT89C51 gesteuert wird: SCK (Serial Clock) liegt an P3.2 des AT89C51, SID (Serial Data) an P3.3 und LATI (Latch Input) an

P3.4. Das Sinussignal erscheint an K5, R17 verhindert dabei einen Kurzschluß des Ausgangs. An diesen darf man einen Lautsprecher oder Kopfhörer direkt anschließen, um hörbare Frequenzen auszugeben. Die für den ML2035 benötigte negative Hilfsspannung von -5 V erzeugt IC5 (ICL7660).

Beispielhaft

Für das Prototypenboard liegen Applikationsbeispiele in 8051-Assembler-Quelltext in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-4 01), die folgende Funktionen illustrieren: Lesen und Schreiben eines seriellen EEPROM und Auslesen der Echtzeituhr über den I²C-Bus sowie Erzeugung verschiedener Frequenzen mit dem ML2035. Die Programme sind reich dokumentiert, die Übernahme von generischen Routinen in eigene Anwendungen dürfte somit kein ernstes Problem darstellen. ea

Literatur

- [1] Atmel CMOS Data Book 1991/92, S. 2-3...2-13, CMOS-EEPROM AT24C01...AT24C16
- [2] Micro Linear Data Book 1993, S. 3/52...3/63, Programmable Sine Generator
- [3] Atmel Datenblätter AT89C2051, AT89C51, AT89C52, AT89LV51
- [4] Philips Data Handbook IC12b 1989, Clock/Calendars, S. 717 bis 734

Stückliste

Prototyper Widerstände

R1,16	390R
R2,15	56k
R3,10	3k3
R4,6,7,9	4k7
R5	1k8
R8	100R
R11,14,17	10k
R12,13	330R
RN1	4x10k

Kondensatoren

C1,4	10µ/16V
C2	3n3
C3	1µ/16V
C5,12	100nF, RM5
C6,7	22p
C8	Trimmer 22p
C9,10	100µ/16V

Halbleiter

IC1	AT89C51/52
IC2	24C01...24C16
IC3	PCF8583
IC4	ML2035CP
IC5	ICL7660
U1	7805
D1	1N4001
D2	LED, grün, 5 mm, anreihbar
D3,4,5	1N4148
D6	LED, rot, 5 mm, anreihbar
T1,3,4	BC548
T2	BC558

Sonstiges

QU1	Quarz 11,0592/12/16/20/24 MHz, HC-49U
QU2	Quarz 32,768 kHz, Submin
QU3	Quarz 12 MHz, HC-49U
K1	Einbaunetzbuchse
K2	Sub-D-9-Print-Buchse 90°
K3,4	Mini-DIN, 6polig
J1,2,4	Stiftleiste 2x10
J5	Stiftleiste 1x2
TA	Taster 1xEin, D6R
5 Brücken, 2 Lötlagen (K5), Sockel für IC1 und IC2, Jumper für J5, Kühlkörper SK104-25 für U1	

Stückliste

Programmer Widerstände

R1,17	390R
R2,10	3k3
R3...6,8,9,11,12	10k

Kondensatoren

C1,2,7	10µ/16V
C3,4	22p, RM2,5
C5,6	100n, RM5

Halbleiter

IC1	74HCT164
IC2	8243
IC3	74LS07
IC4	74HCT14
IC5	74LS245-SMD
U1	7812
U2	7805
D1	LED, grün, 5 mm
D2	1N4001
D3	LED, rot, 5 mm
T1,2	BC327-40

Sonstiges

QU1	Quarz 4 MHz
K1	Einbaunetzbuchse, z. B. Conrad-Nr. 733946-33
K2	Sub-D-25-Print-Stecker 90°
19 Brücken, 2 Lötlagen (K1), 40polige Textool-Fassung	

Stückliste

Adapter

PLCC-Adapter

3 einreihige 20polige Stiftleisten (K1, K3, K4),
Ein 44poliger PLCC-Print-Sockel (K2)

DIL-20-Adapter

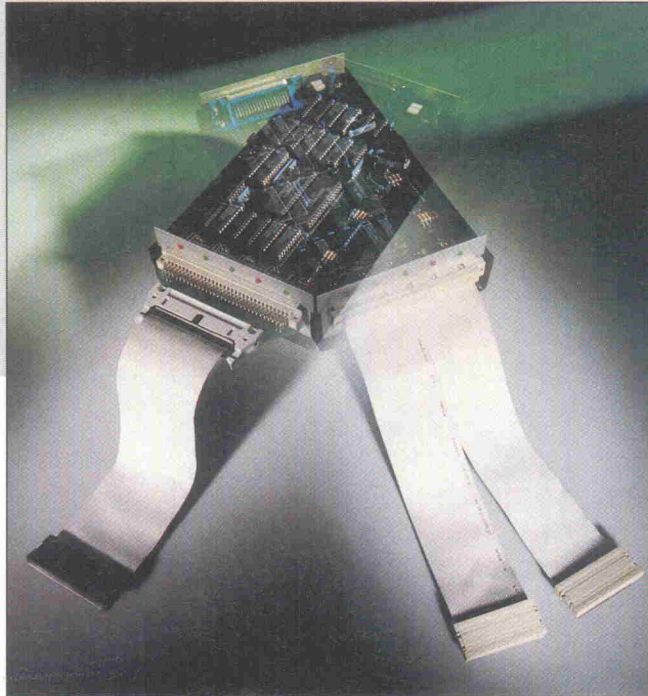
Zwei einreihige 20polige Stiftleisten (K1, K2),
20polige Textool-Fassung
40polige Textool-Fassung

ROMulator

1 MByte EPROM/Flash/SRAM-Emulator

Cornelius Voigt

Ein Speicher-Emulator – unentbehrliches Hilfsmittel für den Entwickler von Mikrocontroller-Programmen – muß heute in der Lage sein, auch mit ICs großer Speicherkapazität umzugehen. Die hier vorgestellte Schaltung kann bis zu 1 MByte auf der Zielhardware darstellen – gleich, ob es sich um 8- oder 16-Bit-Systeme handelt.



Mit dem Emulator besitzt der Entwickler von Mikrocontroller-Schaltungen ein universelles Hilfsmittel. Da Controller häufig mit 16-Bit-Datenbus arbeiten (jedoch selten mit 32 Bit), ist die Unterstützung von 16-Bit-Systemen inzwischen eine Grundvoraussetzung. Der Emulator sollte auch alle gängigen Speichertypen emulieren können, wozu in erster Linie die 16-Bit-EPROMs gehören. Auch die kürzeren Zugriffszeiten moderner Speicherchips sollte ein Emulator ebenfalls berücksichtigen. Durch die Bestückung mit entsprechend schnellen RAMs und Treibern lassen sich auch die schnellsten derzeit erhältlichen EPROMs und Flash-Speicher emulieren.

Insbesondere bei neu entwickelten Schaltungen gibt es meistens noch keine sicher funktionierenden Software-Werkzeuge. Wenn ein Betriebssystem oder ein einfaches Monitorprogramm fehlt, mit dessen Hilfe man ein Programm etwa über eine serielle Schnittstelle laden und starten kann, muß der zu testende Code direkt in ein EPROM ge-

brannt und per Reset gestartet werden. Jede noch so kleine Programmänderung erfordert das Neubrennen und Austauschen des EPROMs. Und da ein Programm leicht mehrere dutzendmal geändert werden muß, bis es einwandfrei läuft, ist das ein lästiges und äußerst zeitraubendes Verfahren.

Simuliert statt verbrannt

Der Romulator bleibt dagegen in der Testphase eines Programms sockelschonend mit der Zielhardware verbunden, ein Umstecken der Anschlüsse ist nicht erforderlich. Das Herunterladen des Programms über die parallele Schnittstelle geschieht in wenigen Sekunden, an einem 486er PC mit 33 MHz sind 1 MByte Daten in etwa 24 Sekunden geladen.

Die Möglichkeit, auch statische RAMs zu emulieren, eröffnet einen sehr direkten Zugriff auf die Hardware, wie man ihn anders nur noch durch einen Prozessor- oder In-Circuit-Emulator erreichen kann. Die Kosten für einen Speicheremulator

sind allerdings erheblich niedriger. Man stelle sich etwa folgende Situation vor, die in der Praxis öfter auftaucht: Eine Mikrocontroller-Schaltung legt Daten in einem batteriegepufferten SRAM ab, deren Richtigkeit aufgrund der neuentwickelten Hardware oder Software in Frage steht. Bei der Ausgabe, die beispielsweise über die serielle Schnittstelle erfolgt, stellt man aber fest, daß gar keine oder unplausible Daten erzeugt werden. Der Fehler kann nun an irgendeiner Stelle der Software, aber auch in der Hardware, vorgekommen sein. Mit dem RAM-Emulator kann man nun direkt an der Hardware lauschen, welche Daten im RAM abgelegt werden. Umgekehrt kann man aber auch eine Konfiguration vorgeben und in das RAM laden, um die Reaktion des Prozessors auf einen bestimmten Zustand zu testen. Natürlich lassen sich so auch Fehler in einzelnen Exemplaren einer sonst richtig funktionierenden Serie leichter lokalisieren.

Anschluß gesucht

Host-Rechner für den Emulator ist der PC, auf dem die zu testende Software entwickelt wird. Dabei ist es prinzipiell egal, um welchen Typ es sich handelt – sofern er nur über eine parallele Schnittstelle verfügt. Die Software für die Bedienung des Emulators ist allerdings bislang nur für IBM-kompatible PCs verfügbar – wer andere Rechner als Host braucht, muß selbst für die Programmierung sorgen. Die Software unterstützt alle gängigen Formate für Binärdateien, neben reinem 1:1-Binärcode also auch die Textrecord-Formate, wie sie von vielen Compilern erzeugt werden. Dies sind Intel-Hex80, Intel-Hex86, Motorola S1-, S2-, S3-Records sowie Tektronix.

Emuliert werden alle 5-V-EPROMs, Flash-Speicher und SRAMs mit JEDEC Pinout (28, 32 oder 40 Anschlüsse) mit 8- oder 16-Bit-Datenbus und Zugriffszeiten von mindestens 90 ns (schnellere Bestückung ist möglich). Für Flash-Speicher kann allerdings kein Schreibbetrieb emuliert werden. Weitere Bausteine mit abweichender Pin-Belegung lassen sich per Adapter emulieren, zum Beispiel analog dem Adapter für

Dipl.-Ing. (FH) Cornelius Voigt studierte Mathematik sowie Elektronik und Informatik. Er befaßt sich bei der Firma Taskit, Berlin, mit der Hard- und Softwareentwicklung von Industrie-PC-Komponenten.

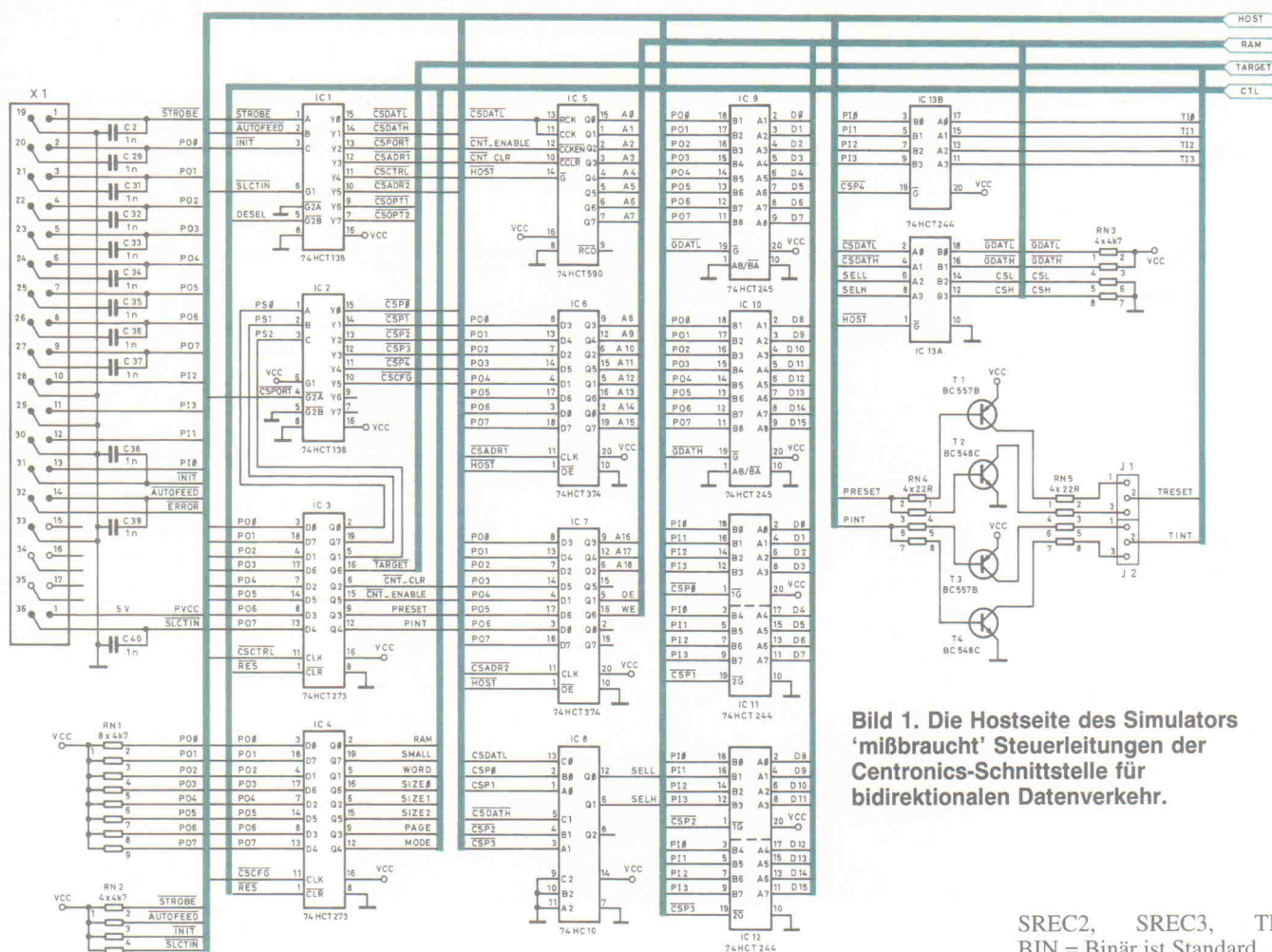


Bild 1. Die Hostseite des Simulators 'mißbraucht' Steuerleitungen der Centronics-Schnittstelle für bidirektionalen Datenverkehr.

SREC2, SREC3, TEK.
BIN = Binär ist Standard

16-Bit-EPROMs, der bereits vorgesehen ist.

Die Emulation zweier 8-Bit-Chips erfolgt weitgehend unabhängig, nur der Adreßbus ist für beide Sockel identisch; emulatorseitig sind die betreffenden Adressen kurzgeschlossen. Dies stellt im allgemeinen keine wesentliche Einschränkung dar, denn normalerweise werden die niederwertigen Adressen des Adreßbus an bei-

den Speicherchips anliegen, selbst wenn beide Bausteine in unterschiedlichen Adreßbereichen liegen. Die Unterscheidung der beiden Sockel findet nur durch die Chip-Enable- oder Output-Enable-Signale statt, die der Emulator für beide Sockel getrennt auswertet.

Die abweichende Pinbelegung der 40poligen 16-Bit-EPROMs erfordert eine Adapterplatine für den Übergang von der VG-

Leiste des Emulators auf ein 40poliges Flachbandkabel. Ansonsten verwenden diese EPROMs die gleichen Signale wie ihre 8-Bit-Kollegen.

Die Software zum Betrieb des Emulators läuft unter DOS. Die zu ladenden Binärdateien sowie verschiedene Optionen gibt man in der Kommandozeile an. Das Programm kann so auch leicht von einer Batch-Datei oder einem Make-Programm aus ausgeführt werden. Die Optionen sind:

- t <Typcode>: Typ-Code des zu emulierenden Bausteins (z. B. -t3a für EPROM 27C220); muß immer angegeben werden
- t?: Liste aller Bausteine mit Typ-Code
- a[hex]: Zu ladender Adreßbereich in Hex-Ziffern (zum Beispiel -a18000:3FFFF)
- r: Rücklesen statt Laden
- R: Reset ist high-aktiv (sonst low-aktiv)
- F[str]: Dateiformat: BIN, IHX80, IHX86, SREC.

Die Schaltung verwendet nur Standard-Logik-ICs sowie zwei GALs, die gesamte 'Intelligenz' liegt daher auf seiten des Host-Rechners. Als Speicher sind zwei 4-Megabit-SRAMs vorgesehen (diese noch recht teuren ICs lassen sich ohne weiteres durch billigere kompatible SRAM-Module ersetzen). Alternativ ist auch eine Bestückung mit zwei 1-Megabit-SRAMs möglich; mit der entsprechenden Einschränkung für den zu emulierenden Speicher.

Je nach den Geschwindigkeitsanforderungen der Zielhardware kann man in Hinsicht auf die Zugriffszeiten der SRAMs unterschiedlichen (Kosten-) Aufwand treiben. Mit standardmäßigen 70-ns-SRAMs lassen sich aber schon die meisten gängigen EPROMs und Flashs (mit Zugriffszeiten > 100 ns) sowie viele SRAMs handhaben.

Anschluß an die Zielhardware findet der Emulator durch zwei 32polige beziehungsweise ein 40poliges Flachbandkabel, an deren Enden sich Sockeladapter für DIL-Fassungen befinden. Für die heute verbreiteten PLCC-Sockel existieren eben-

Emulierte Speichertypen

EPROMs: 2764, 27128, 27256, 27512, 27010, 27020, 27040, 27080, 27210, 27220, 27240 sowie kompatible (271001, 271024, 272001, 272048, 274001, 274096, 274002):

Flash-Memory: 28F256, 28F512, 28F010, 28F020, 28F040,
29F010, 29F040 (Schreibbetrieb nicht möglich)

SRAMs: Standard-SRAMs der Größen 8Kx8, 32Kx8, 128K x 8 und 512K x 8, zum Beispiel:

Intel:	5164, 51256;
Seiko:	SRM2064, SRM20256, SRM20100;
Samsung:	KM6264, KM62256, KM681000;
NEC:	43256, 431000, 434000;
Micron:	MT5C6408, MT5C2568, MT5C1008;
Hitachi:	HM628128

falls passende Adapter. Am Emulator werden die Kabel über einen 96poligen VG-Steckverbinder angeschlossen. Das 32polige Kabel findet auch für 28polige IC-Sockel Verwendung, die Pins 1, 2, 31, und 32 stehen dann einfach über. Falls dies wegen Platzmangels auf der Zielhardware zu Problemen führt, läßt sich der Sockel durch Aufstecken von zusätzlichen 28poligen Sockeln erhöhen.

Die Länge der Kabel vom Emulator zur Zielhardware sollte 20 cm nicht wesentlich überschreiten. Damit erreicht man eine annehmbare mechanische Beweglichkeit bei noch zulässiger Signalverzerrung. Das Gerät arbeitete damit in allen getesteten Schaltungen einwandfrei, zum Beispiel bei der BIOS-Emulation einer 386/33MHz-CPU-Karte. Unter besonders ungünstigen Bedingungen kann man das Kabel kürzen.

Der Anschluß einer 96poligen VG-Buchsenleiste an die Flachbandkabel mittels Schneidklemmtechnik läßt sich allerdings nicht identisch für das 40polige Kabel der 16-Bit-EPROMs durchführen. Daher ist für dieses Kabel eine kleine Adapterplatine vorgesehen, die die richtigen Anschlüsse miteinander verbindet.

Anpassungsfähig

Auf der mittleren Reihe der VG-Leiste sind noch weitere Signale für zusätzliche Hardware vorgesehen. Gedacht war an Debugging-Hilfsmittel wie einen Adreßkomparator oder an einen Emulationsadapter für weniger gebräuchliche Chips. Auch sollte der Anwender die Möglichkeit haben, die Hardware an seine besonderen Bedürfnisse anzupassen. Deshalb liegen hier nochmals die Signale der parallelen Schnittstelle, die Konfigurationsbits des Romulators sowie zwei Chip-Selects zur freien Verwendung.

Vergleichbar einem Dual-Ported-RAM arbeiten die RAMs des Emulators: man muß sowohl vom Host als auch von der Zielhardware zugreifen können. Dementsprechend müssen auch Adreß- und Datenbus sowie Kontrollsignale gegenüber beiden Seiten mit Tristate-Treibern gepuffert werden. Das bedeutet unvermeidbar einen gewissen Zeitverlust. Als Treiber werden deshalb target-seitig schnelle ACT-Typen verwendet.

Zwei SRAMs stellen in 16-Bit-Systemen jeweils das High- beziehungsweise Low-Byte dar. Zur Emulation des größtmöglichen 8-Bit-EPROMs können die beiden SRAMs auch adreßmäßig hintereinander geschaltet werden. So läßt sich mit zwei 1-MBit-RAMs ein 256-kByte-EPROM emulieren, mit zwei 4-MBit-SRAMs entsprechend ein 1-MByte-EPROM. Für kleinere 8-Bit-Chips wird im Prinzip nur ein SRAM benötigt. Das andere SRAM kann dann dazu verwendet werden, um zwischen verschiedenen Inhalten umzuschalten. Die geschieht durch das Konfigurationsbit 'Page'.

Zugriffszeit

Die Zugriffszeit von Speicherbausteinen ist die Dauer vom Zeitpunkt einer Adreßänderung bis zum Erscheinen der zugehörigen neuen Daten an den Ausgängen. In zweiter Linie

kritisch ist die Freigabezeit vom Anlegen eines Output-Enables bis zum Anlegen gültiger Daten. Die durchschnittliche Signalverzögerung der ACT-Treiber beträgt nur 3,5 ns, entsprechend 5 % der RAM-Zugriffszeit.

In erster Linie bestimmen die eingesetzten SRAMs die Zugriffszeit auf den emulierten Speicher. 70 ns sind gegenwärtig der Standard, 50 ns bei den relativ teuren 4-MBit-SRAMs. In den Adreßleitungen liegen außerdem noch die 245er Treiber beziehungsweise an den höheren Adreßleitungen die GALs. Hierdurch kommen zusätzliche 15 ns Verzögerung zustande. In den Datenleitungen liegen zum Target hin ebenfalls 245er Treiber, die die Zugriffszeit um weitere 3,5 ns erhöhen. Demnach liegt die Zugriffszeit des Simulators um etwa 20 ns über der Zugriffszeit der verwendeten SRAMs, bei 70-ns-SRAMs können also Speicher mit 90 ns emuliert wer-

den. Mit schnelleren GALs (7 ns) und vor allem mit flinken SRAMs (ab etwa 15 ns) lassen sich diese Werte – wenn auch mit finanziellem Aufwand – erheblich verbessern.

Für die Freigabezeit der Datenausgänge sind wiederum die GALs verantwortlich, da sie die OE- und CS-Eingänge auswerten. Die SRAMs des Romulators selbst werden transparent betrieben, also mit permanent aktivierten OE- und CS-Signalen. Als Freigabezeit aus den Werten von GAL und 74ACT245 erhält man einen Wert von etwa 20 ns. Durch den Einsatz schneller GALs mit 7 ns Verzögerung läßt sich dieser Wert auf etwa 10 ns herabsetzen.

Parallele Schnittstelle

Da es für Kontrollzwecke beziehungsweise für die SRAM-Emulation auch möglich sein soll, die Daten im RAM vom Host aus zurückzulesen, muß für die normalerweise nicht bidirektionale parallele Schnittstelle eine Anpassung realisiert werden. Das Rücklesen geschieht 'nibble'-weise (4Bit-weise) über die vier Kontrollsignale Acknowledge, Busy, Paper End und Select der parallelen Schnittstelle. Hierzu dienen IC11 und IC12 (74HC244), die jeweils vier Datenleitungen des 16 Bit breiten Romulator-Datenbus auf die LPT-Kontrollleitungen durchschalten.

Die höheren Adressen (A8-A18) werden host-seitig in zwei 374er Latches zwischengespeichert (IC6 und IC7). Für die unteren acht Adressen gibt es einen 8-Bit-Zähler (74HC590), der das Laden größerer Datenmengen erheblich beschleunigt. Es ist jetzt nur noch eine Kontrollleitung der parallelen Schnittstelle als Eingang für den Zähler zu bedienen, um die Adresse zu inkrementieren. Die

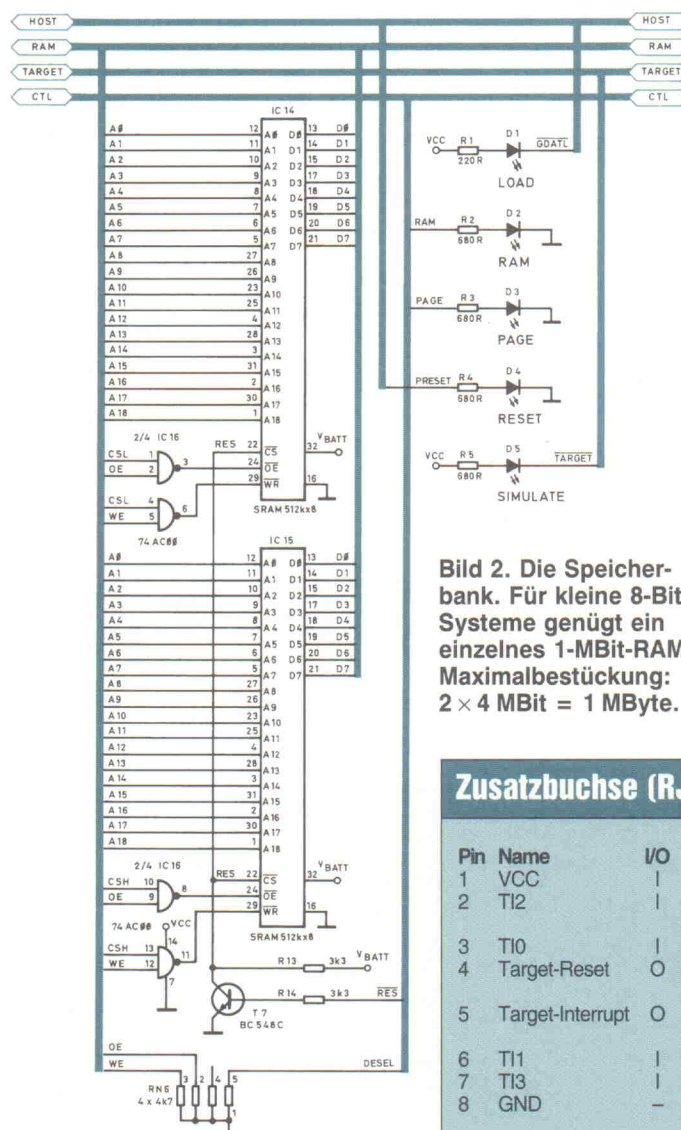


Bild 2. Die Speicherbank. Für kleine 8-Bit-Systeme genügt ein einzelnes 1-MBit-RAM. Maximalbestückung: 2 x 4 MBit = 1 MByte.

Zusatzbuchse (RJ45)

Pin	Name	I/O	Beschreibung
1	VCC	I	Alternative Spannungsversorgung
2	T12	I	Target-In2 (T10-T13: Eingänge, beliebig verwendbar)
3	T10	I	Target-In0
4	Target-Reset	O	Open-Collector Ausgang für Target-Reset
5	Target-Interrupt	O	Open-Collector Ausgang für Target-Interrupt
6	T11	I	Target-In1
7	T13	I	Target-In3
8	GND	-	Bezugsmasse

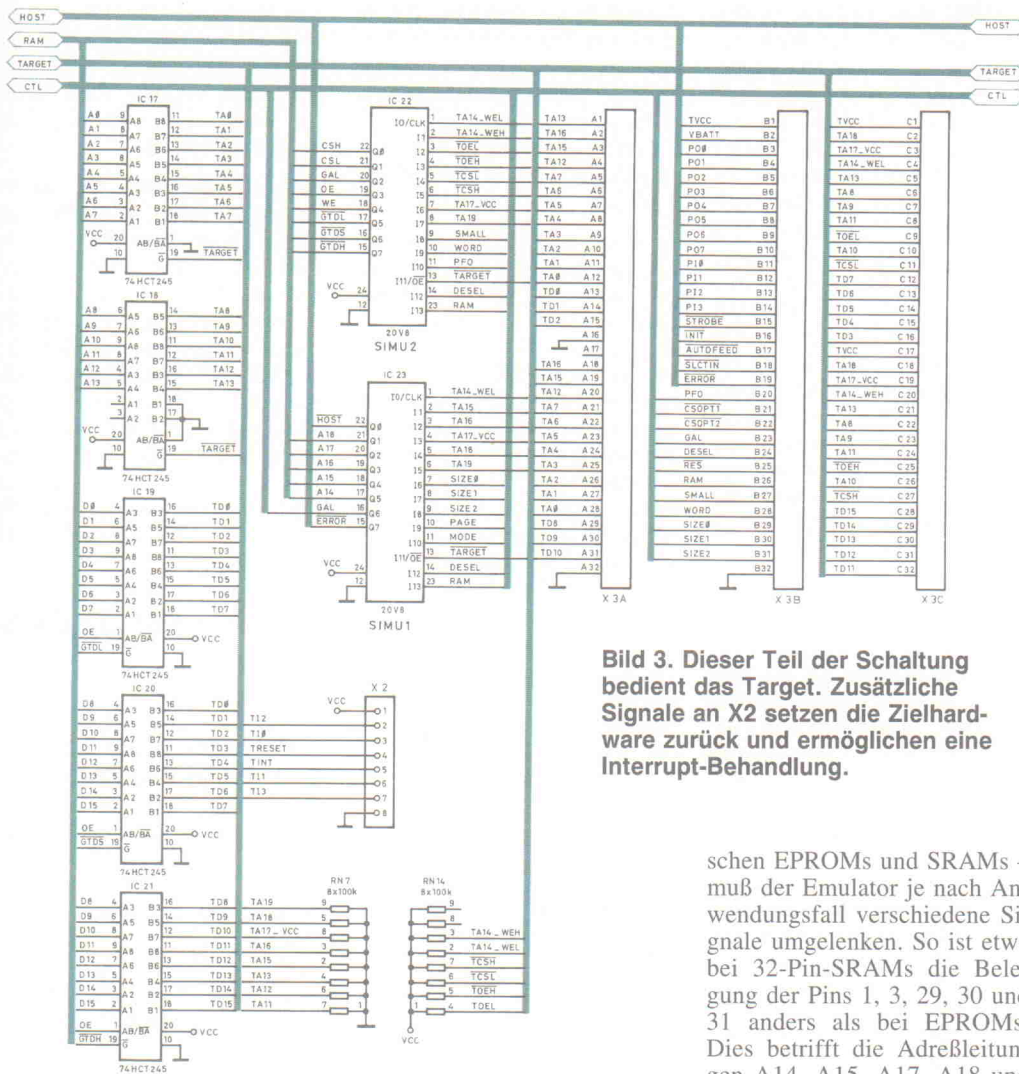


Bild 3. Dieser Teil der Schaltung bedient das Target. Zusätzliche Signale an X2 setzen die Zielhardware zurück und ermöglichen eine Interrupt-Behandlung.

steigende Flanke erzeugt anschließend das Schreibsignal (WE) für das jeweilige SRAM. Der Schreibzyklus für ein Byte enthält daher nur drei Out-Befehle (einmal auf das Datenregister, zweimal auf das Kontrollregister der Schnittstelle). Bei schnellen Rechnern bremsen solche I/O-Befehle am stärksten

(etwa 1 µs pro I/O-Befehl). Um diese Optimierung zu ermöglichen, befindet sich etwas zusätzliche Logik auf der Platine (IC8, IC16).

Aufgrund der unterschiedlichen Pin-Konfiguration von 28- und 32poligen ICs – und auch wegen der Unterschiede zwi-

schen EPROMs und SRAMs – muß der Emulator je nach Anwendungsfall verschiedene Signale umgelenken. So ist etwa bei 32-Pin-SRAMs die Belegung der Pins 1, 3, 29, 30 und 31 anders als bei EPROMs. Dies betrifft die Adreßleitungen A14, A15, A17, A18 und die Kontrollsignale WR und CS2. Die richtige Zurodnung dieser Signale bewerkstelligen die beiden GALs. Hierzu werden die GALs den Inhalt des Konfigurationsregisters IC4 (74HCT273) aus. Beim Start der Emulator-Software wird das Konfigurationsregister entsprechend dem zu emulierenden Chip-Typ mit dem geeigneten

Wert geladen. Je nach Größe der SRAMs (Large- oder Small-Version des Romulators) kommen zwei verschiedene GAL-Versionen zum Einsatz.

Falls keine Zielhardware angeschlossen ist, legen Pull-Up- beziehungsweise Pull-Down-Widerstände die höheren Adreßleitungen und die Kontrollsignale auf definierte Pegel. Allerdings kann das Target sehr unterschiedliche Signalquellen – höher- oder niederohmigere – verwenden. Im schlimmsten Fall könnten konkurrierende Pull-Ups und Pull-Downs 'verbotene' Signalpegel erzeugen. Die betreffenden Widerstandsnetzwerke auf dem Romulator sind deshalb relativ hochohmig gewählt (100k) und sollten gesockelt sein, um sie gegebenenfalls gegen passende Werte austauschen zu können.

Reset-Automat

Nachdem man ein Mikrocontroller-Programm in den Emulator geladen hat, muß man für gewöhnlich auf der Zielhardware einen Reset auslösen, um einen definierten Programmstart zu erzielen. In einigen Schaltungen ist dies nur durch Abschalten und Wiedereinschalten der Versorgungsspannung möglich. Im günstigeren Fall läßt sich der Reset durch einen eigenen Taster auslösen. Der Emulator besitzt jedoch auf der Zusatzbuchse einen Ausgang, der dem Benutzer diese Arbeit abnimmt. Dieser Ausgang wird per Draht an die Target-Resetleitung angeschlossen und erzeugt nach dem Laden selbsttätig den Reset. Der Ausgang ist als Open-Collector ausgelegt und kann per Jumper sowohl high- als auch low-aktiv geschaltet werden.

Unterbrechungsfähig

Ein zweiter Ausgang innerhalb der Zusatzbuchse ist als Interrupt-Quelle vorgesehen und in erster Linie bei der RAM-Emulation interessant: Das Target-Programm kann hiermit – so es eine passende Interrupt-Routine besitzt – definiert gestoppt oder unterbrochen werden, beispielsweise um Daten vom Host aus dem SRAM auszulesen. Würde man das Auslesen mitten im Programmablauf starten, könnte man im ungünstigsten Fall durch einen Auslesevorgang genau während einer Schreibroutine ungültige Daten erzeugen.

VG-Leiste, mittlere Reihe

Pin	Name	I/O	Beschreibung
1	TVCC	I	Target-Versorgungsspannung
2	VBATT	I	optionale Batteriespannung
3-10	PO0-PO7	O	Die acht Datenleitungen der LPT-Schnittstelle
11-14	PI0 - PI3	I	LPT-Kontroll-Eingänge Select, Paper End, Busy und Acknowledge
15	Strobe	O	Kontroll-Ausgang der LPT-Schnittstelle
16	Init	O	Kontroll-Ausgang der LPT-Schnittstelle
17	Autofeed	O	Kontroll-Ausgang der LPT-Schnittstelle
18	Select-In	O	Kontroll-Ausgang der LPT-Schnittstelle
19	Error	O	von GAL1 erzeugt, vom LPT-Eingang Kontrollport einzulesen
20	Power-Fail-Out	O	Low, wenn die Targetversorgungsspannung unter 4,5 V abfällt
21, 22	CS-Opt1, CSOpt2	O	Zwei freie Chip-Selects, von Kontrollsignalen der LPT bedient
23	GAL	O	reserviert für neue GAL-Versionen
24	Deselect	I	Desaktiviert den Simulator sowohl Host- als auch Target-seitig
25	Reset	I	Löscht das Konfigurations- und das Mehrzweckregister des Simulators
26	RAM	O	Konfigurationsbit: SRAM-Emulation (per Software einzustellen)
27	Small	O	Konfigurationsbit: emulierter Chip ist kleiner als SRAM-Kapazität
28	Word	O	Konfigurationsbit: emulierter Chip ist 16-Bit Typ
29-31	Size0 - Size2	O	Größe des zu emulierenden Chips (Zahl der Adressen minus 13)
32	GND		Bezugsmasse

D01	LED 3mm, rot
D02	LED 3mm, grün

D03	LED 3 mm, grün
D04	LED 3 mm, rot
D05	LED 3 mm, grün
D06...09	Diode 1N5817
D10	Diode 1N6263
T01	BC557B
T02	BC548C
T03	BC557B
T04	BC548C
T07	BC548C
IC01	74HCT138 DIL
IC02	74HCT138 DIL
IC03	74HCT273 DIL
IC04	74HCT273 DIL
IC05	74HC590 DIL
IC06	74HCT374 DIL
IC07	74HCT374 DIL
IC08	74HC10 DIL
IC09	74HCT245 DIL
IC10	74HCT245 DIL
IC11	74HCT244 DIL
IC12	74HCT244 DIL
IC13	74HCT244 DIL
IC14	SRAM 128k × 8 oder 512k × 8 DIL
IC15	SRAM 128k × 8 oder 512k × 8 DIL
IC16	74AC00 DIL

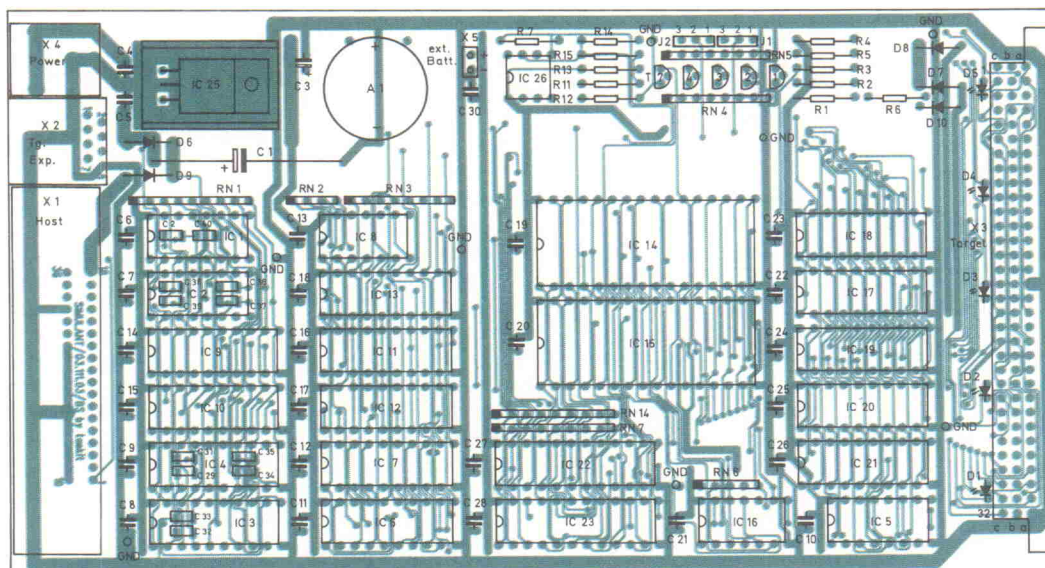
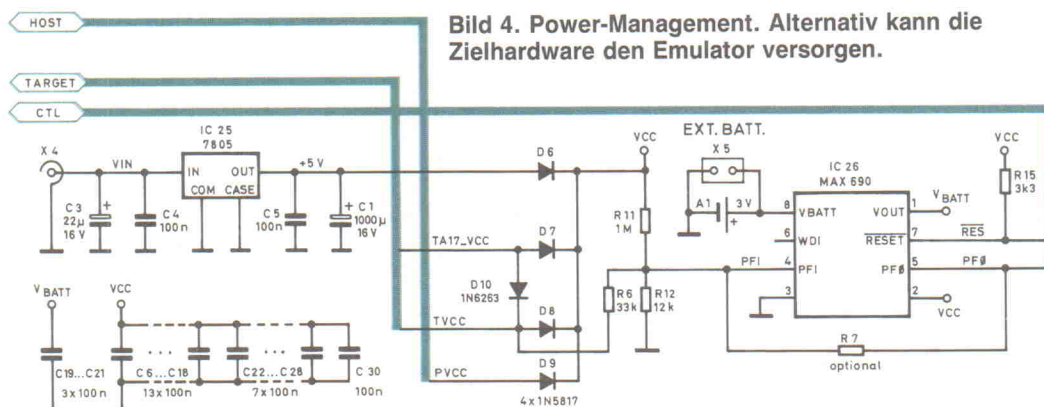
IC17	74ACT245 DIL
IC18	74ACT245 DIL
IC19	74ACT245 DIL
IC20	74ACT245 DIL
IC21	74ACT245 DIL
IC22, 23	GAL20V8A-15LNC DIL, programmiert
IC25	7805, TO220
IC26	MAX692ACPA

- 1 Stück DIL8-Sockel
- 2 Stück DIL14-Sockel
- 3 Stück DIL16-Sockel
- 14 Stück DIL20-Sockel
- 1 Stück DIL8-Sockel
- 2 Stück DIL24-Sockel, schmal
- 2 Stück DIL32-Sockel
- Kühlkörper für TO-220
- Centronicsbuchse einlötbar, .gew.
- RJ-45, 8pol. USOC-Tel.-Buchse
- VG-Messerleiste, 96pol. gew.
- DC-Buchse für Printmontage
- 1 Stiftleiste, 2pol., gerade
- 2 Stiftleisten, 3pol., gerade
- 2 Stück 9pol. Sockelleisten

Angezapft

Zur Spannungsversorgung eignet sich ein handelsübliches Steckernetzteil mit maximal 500 mA bei 9 V Ausgangsspannung, die von einem 7805 geregelt wird. Alternativ kann man eine geregelte 5-V-Versorgungsspannung über die Zusatzbuchse zuführen. Als weitere Möglichkeit kann die Zielhardware über den EPROM-Sockel die Spannungsversorgung übernehmen, sofern das Target ausreichend Strom liefern kann. Die SRAMs des Romulators besitzen eine optionale Batteriestützung. Dies kann dann von Bedeutung sein, wenn der Target-Reset nur durch Abschalten der Versorgungsspannung durchführbar ist. Wenn dazu die Zielhardware den Emulator über den Sockel versorgt, wären nach dem Abschalten die Daten in den RAMs verloren.

Bild 4. Power-Management. Alternativ kann die Zielhardware den Emulator versorgen.



Die Umschaltung auf die Batteriespannung bewerkstelligt der 'Supervisor-Chip' MAX692. Dieser sorgt mit seinem Power-Fail-Ausgang dafür, daß die Datenausgänge des Emulators zum Target in dem Augenblick hochohmig werden, in dem die Versorgungsspannung des Targets kleiner als 4,5 V wird. So vermeidet der Emulator undefinierte oder verbotswidrige Verhältnisse beim Abschalten des Targets. *cf*

Bild 5. Die Batterie A1 ist optional und sichert den RAM-Inhalt, falls die Zielhardware den Simulator versorgt.

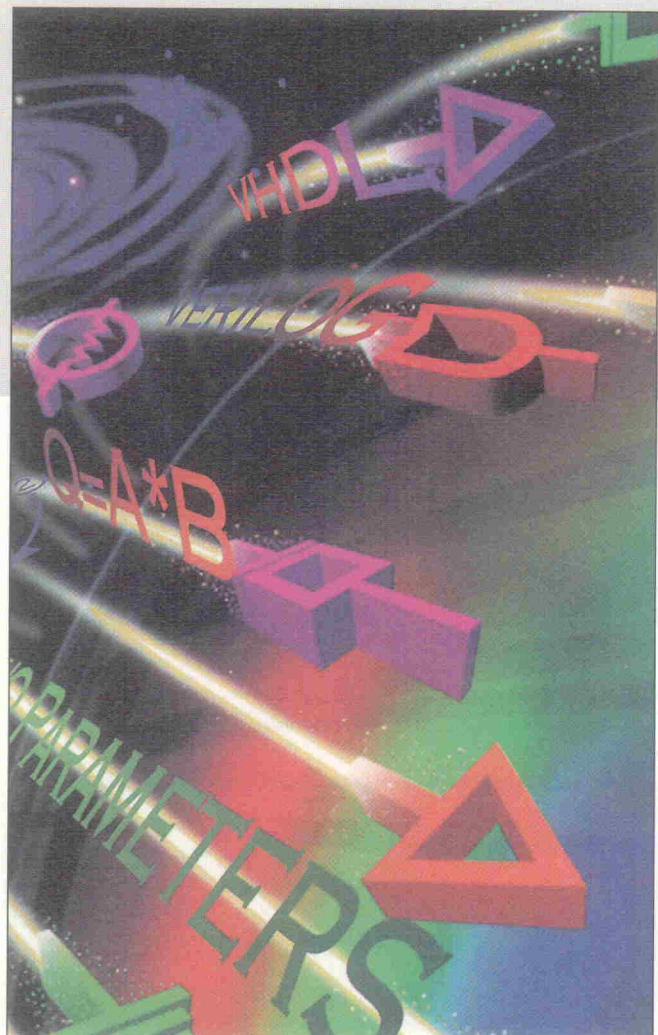
Optimalisten

Synthesetools für die ASIC- und FPGA-Entwicklung

Jörn Stohmann,
Ulrike Kuhlmann

Statt wie früher Schaltungsdesigns noch Gatter für Gatter 'per Hand' einzugeben, bedient man sich heute komplexer Darstellungsformen – etwa Hardwarebeschreibungssprachen wie VHDL und Verilog oder auch Zustandsautomaten –, um ein Gesamtsystem zu definieren. Synthesetools transformieren und optimieren den Entwurf anschließend von diesen hohen Abstraktionsebenen zum eigentlichen Gatternetzwerk. Weil hier in mehreren Schritten unterschiedliche Ebenen durchlaufen werden, sind dafür auch diverse Syntheseprozesse notwendig.

Dipl. Ing. Jörn Stohmann hat nach seinem Elektrotechnik-Studium an der Universität Hannover eine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter aufgenommen. Am Institut für Mikroelektronische Systeme (IMS) beschäftigt er sich mit Verfahren zur Abbildung von digitalen Schaltungen auf FPGAs.



Werkbild: Intergraph Electronics

Im Zuge der steigenden Integrationsdichten genügen digitale ICs immer komplexeren Anforderungen. Gefragt sind dabei neben einem geringen Platzbedarf möglichst hohe Taktraten und ein minimaler Leistungsverbrauch. Gleichzeitig muß aber auch eine schnelle Markteinführung erfolgen, es sind also extrem kurze Entwicklungszeiten erforderlich – die vielbeschworene Time-to-Market läßt grüßen. Diese Zustände rufen geradezu nach einer Designmethodik, die den Schaltungsentwurf rechnergestützt auf möglichst allen Ebenen automatisiert.

Hier konnte die EDA-Industrie in den letzten fünfzehn Jahren beachtliche Entwicklungen vorweisen. Konzentrierte sich die

Rechnerunterstützung Anfang der Achtziger zunächst auf die Designverifikation (Logiksimulation, Layoutverifikation), wurde später mehr Gewicht auf den Layoutprozeß (Plazierung, Verdrahtung) gelegt. Seit dem Ende der achtziger Jahre kommen verstärkt Programme zum Einsatz, die die allgemeine Verhaltensbeschreibung einer Schaltung in eine detaillierte Darstellung als Gatternetzliste umsetzen. Stichworte wie High-Level-Synthese, Register-Transfer-Level-Synthese oder Logik-Synthese fallen in diesem Zusammenhang allenthalben – sie mit Inhalten zu füllen, ist Gegenstand dieses Artikels.

Elektronische Systeme lassen sich auf verschiedenen Abstrak-

tionsebenen und aus verschiedenen Sichtweisen beschreiben. Besonders gut veranschaulicht dies das von Gajski und Kuhn 1983 eingeführte Y-Modell [1]. Die drei Äste (Y) des Modells (Bild 1) repräsentieren dabei die drei Sichtweisen Verhalten, Struktur und Geometrie eines Systems. Der Verhaltensast beschreibt den funktionellen Aspekt und umfaßt neben den auszuführenden Operationen auch das Zeitverhalten des Systems. Die strukturelle Sichtweise beschreibt die logische Struktur der Schaltung beziehungsweise deren abstrakte Implementierung in Form einer topologischen Anordnung von Komponenten und deren Verbindungen. Der geometrische Ast schließlich beinhaltet die konkrete Realisierung der (strukturellen) Komponenten mit Hilfe realer physikalischer Objekte.

Ansichtssache

Jeder Ast ist zudem in verschiedene Abstraktionsebenen unterteilt. Diese Ebenen sind durch Kreise unterschiedlicher Radien dargestellt, wobei der Abstraktionsgrad mit steigendem Radius zunimmt. Die niedrigste Designhierarchie ist die *Schaltkreisebene*. Strukturelle Elemente dieser Ebene sind Transistoren, Widerstände und Kapazitäten. Auf dem Verhaltensast werden die Komponenten durch ihre Differentialgleichungen beschrieben, und aus geometrischer Sicht sind sie mit einem Set aus Polygonen und Rechtecken definiert. Mit letzteren legt man das für den Herstellungsprozeß notwendige Maskenlayout fest.

Die Struktur einer Schaltung auf *Logikebene* wird durch Verknüpfungen von Grundelementen (AND, OR, XOR, Flipflops, etc.) charakterisiert. Zur Darstellung des Verhaltens verwendet man boolesche Gleichungen oder Funktionstabellen.

Auf der *Register-Transfer-Ebene* (RTL) legt man die Eigenschaften einer Schaltung durch arithmetische Operationen und den Datentransfer zwischen Registern fest. In einer strukturellen Beschreibung finden sich somit Elemente wie Register, Addierer oder Multiplizierer und deren Verknüpfungen über Signale. Die Darstellung des Verhaltens erfolgt meist durch endliche Automa-

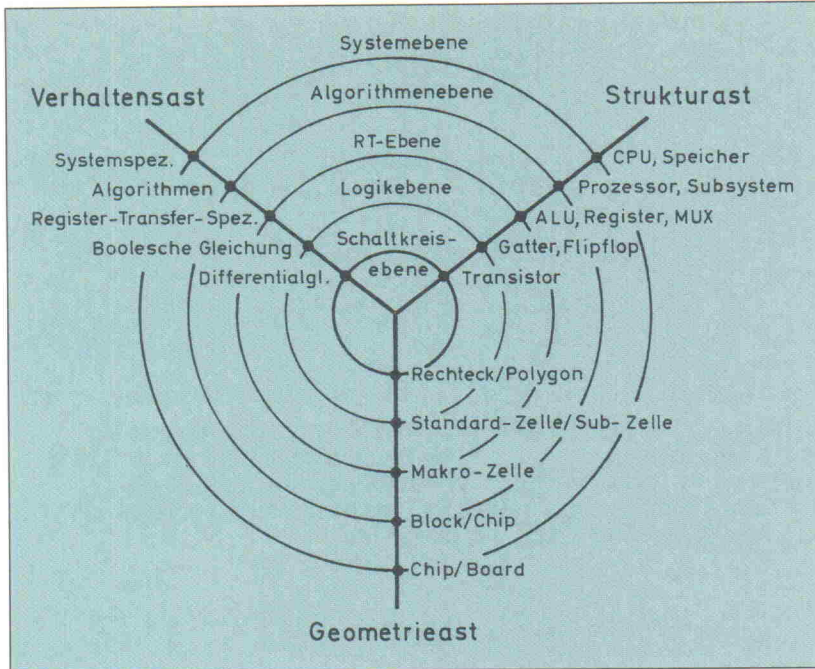


Bild 1. Jeder der drei Äste des Y-Modells stellt eine mögliche Sichtweise dar, aus der heraus ein System definiert werden kann. Dabei veranschaulichen die fünf unterschiedlich großen Kreise den jeweiligen Abstraktionsgrad der Schaltungsbeschreibung.

In vielen Fällen treten während eines Designschritts die oben definierten Entwurfsziele auch kombiniert auf. So findet bei Syntheseschritten mit dem Wechsel der Äste auch häufig ein Wechsel der Abstraktionsebenen statt. Die High-Level-Synthese verläuft beispielsweise von der verhaltensorientierten Beschreibung auf Algorithmenebene zu einer strukturellen Beschreibung auf Register-Transfer-Level. Diese kann wiederum in eine verhaltensorientierte überführt werden und bildet dann den Ausgangspunkt für den nachfolgenden Syntheseschritt.

Über sieben Brücken

Der Entwurf einer integrierten Schaltung beginnt in der Regel mit einer abstrakten Beschreibung der Schaltung. Dort werden grundlegende Eigenschaften und Anforderungen wie Funktion oder Geschwindigkeit festgelegt. Beim ASIC erfolgt dann später auf der Grundlage eines Maskenlayouts die tatsächliche Implementierung. Im Y-Diagramm entspricht dieser gesamte Verlauf dem Übergang von der Verhaltensbeschreibung auf Systemebene zur geometrischen Beschreibung auf Schaltungsebene. Er ist in etwa vergleichbar mit der Übersetzung (Kompilierung) eines in einer Hochsprache (C, C++) beschriebenen Softwareprogramms in einen Assembler-Code.

ten (Finite-State-Machines, FSM), und die Geometrie wird durch eine Grobaufteilung der Chipfläche – sogenannte Floorplans – definiert.

Typische Elemente der nächsthöheren Ebene (*Algorithmenebene*) sind Funktionen, Prozeduren und Kontrollstrukturen. Hier wird ein System hauptsächlich durch parallel ablaufende Algorithmen gekennzeichnet. Auf dem Strukturast nimmt man demzufolge Blöcke wie Prozessoren und Subsysteme, die miteinander über Signale kommunizieren, um die Schaltung zu beschreiben. Eine algorithmische Darstellung unter Verwendung von Variablen und Operatoren – beispielsweise $x = a \text{ und } b$ – definiert das Verhalten des Entwurfs.

erste grobe Unterteilung der Chipfläche.

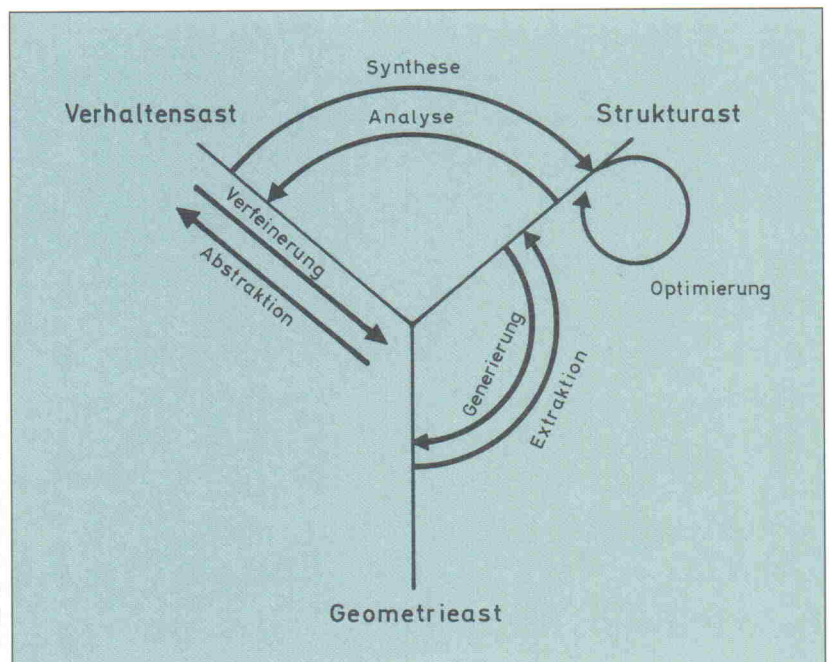
Das Y-Modell ist auch bestens geeignet, die unterschiedlichen Entwurfsziele festzulegen und zu beschreiben. Sie werden durch gerichtete Übergänge (Pfeile) zwischen zwei Punkten des Graphen dargestellt. Die in Bild 2 dargestellten Übergänge erläutern die Begriffe 'Generierung', 'Extraktion', 'Synthese' und 'Analyse': ein Übergang von der Struktur zur Geometrie wird Generierung, der umgekehrte Vorgang Extraktion genannt. Synthese wird durch den Übergang vom Verhaltensast auf den Strukturast

beschrieben. In umgekehrter Richtung liegt eine Analyse vor. Entlang eines Astes können ebenfalls Übergänge auftreten: Weisen die Pfeile in Richtung des Mittelpunktes, liegt der Prozeß der Verfeinerung vor. In entgegengesetzter Richtung handelt es sich um Abstraktion. Übergänge ohne Wechsel einer Ebene oder eines Astes sind durch eine Schleife dargestellt und repräsentieren einen Optimierungsschritt. Durch einen solchen Vorgang wird die Qualität der Schaltung – beispielsweise hinsichtlich des Flächenbedarfs oder des Leistungsverbrauchs – verbessert.

Richtungsweisend

Die Ebene der höchsten Abstraktion ist die *Systemebene*. Hier legt man die grundlegenden Eigenschaften eines Entwurfs fest. Eine Beschreibung der Struktur besteht im wesentlichen aus der Auflistung von Komponenten (Makroblöcken) und Verbindungsstrukturen. Zur Darstellung des Systemverhaltens verwendet man Module wie Prozessoren, Kanäle und Steuerwerke und charakterisiert deren Funktionalität (Instruktionssatz), ihre Leistungskriterien sowie die notwendigen Kommunikationsprotokolle. Aus geometrischer Sicht erfolgt auf dieser Ebene eine

Bild 2. Die Ziele eines Systementwurfs lassen sich im Y-Modell mit Übergängen von einem Ast zum nächsten oder auch entlang eines Astes beschreiben.



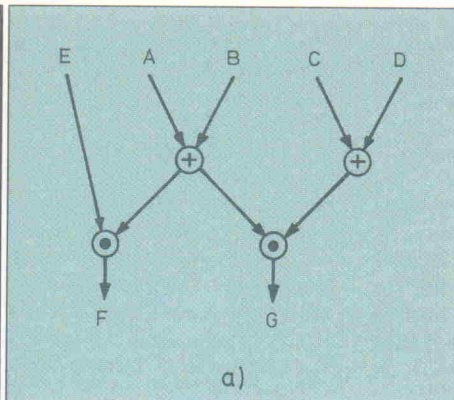


Bild 3a. Der Datenflußgraph für die Berechnung der Funktionen
 $F = E \times (A + B)$ und
 $G = (A + B) \times (C + D)$.

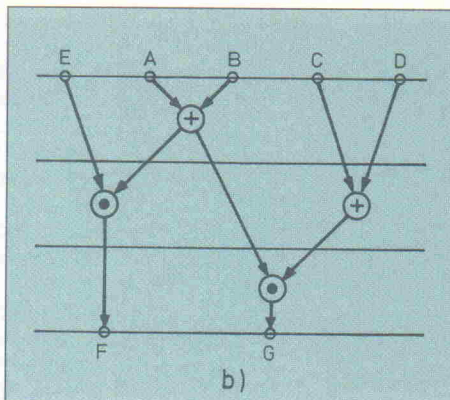


Bild 3b. Zuteilung der Ressourcen und Einordnung in einen zeitlichen Ablaufplan: Unter Verwendung eines Addierers und eines Multiplizierers sind F und G nach drei Takten berechnet.

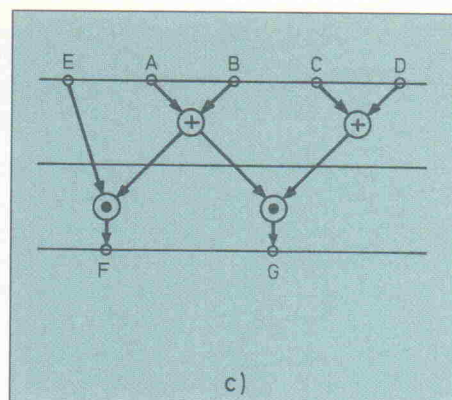


Bild 3c. Werden zur Berechnung von F und G zwei Addierer und zwei Multiplizierer spendiert, steht das Ergebnis bereits nach zwei Takten fest.

Wegen dieser Analogie bezeichnet man hypothetische Systeme, die eine vollautomatische Transformation der Schaltungsspezifikation in ein Maskenlayout vornehmen, häufig als 'Silicon Compiler'. Der dabei erforderliche Wechsel von verschiedenen Sichtweisen und Abstraktionsebenen müßte in mehrere Einzelschritte aufgeteilt werden, weil die insgesamt anfallende Datenmenge computertechnisch nicht mehr zu bewältigen wäre. Dabei stellt der strukturelle Ast des Y-Modells eine geeignete Stützstelle zwischen dem Übergang von der Verhaltens- zur Geometrieachse dar. Der

wesentliche Kern eines Siliziumcompilers würde deshalb aus der Aneinanderreihung verschiedener Syntheseschritte von der Systemebene bis zur Logikebene bestehen (um zur geometrischen Beschreibung auf Schaltkreisebene zu gelangen, ist am Ende noch ein herstellereinspezifisches Mapping erforderlich). Da ein Silicon Compiler jedoch nicht 'state-of-the-art' ist, muß die komplette Umsetzung eines Designs bislang noch in Einzelschritten erfolgen. Im Verlauf einer solchen Umformung stößt man auf vier unterschiedliche Syntheseschritte: die System-Level-Synthese, die

High-Level-Synthese, die Register-Transfer-Level-Synthese und die Logik-Level-Synthese.

Zu Fuß

Auf dem höchsten Abstraktionsgrad der Verhaltenssicht ist das System durch seine allgemeine Funktionalität (zum Beispiel Instruktionssatz) und durch die Angabe der Mindestanforderungen (maximale Takt rate, Leistungsverbrauch etc.) spezifiziert. Das Ziel einer *System-Level-Synthese* liegt in der Aufteilung des Gesamtgefüges in miteinander kommunizierende Teilprozesse. Außerdem wird eine verhaltensorientierte

Beschreibung auf algorithmischer Ebene für jedes dieser Teilsysteme erstellt. Dieser Syntheseschritt ist gegenwärtig vom Entwickler von Hand durchzuführen, da hierfür noch keine industriellen Tools erhältlich sind.

Organisiert

Den Ausgangspunkt für die *High-Level-Synthese* bildet eine verhaltensorientierte Beschreibung auf algorithmischer Ebene, die eine präzise Anweisung zur Überführung eines Satzes von Eingangsdaten in Ausgangsdaten enthält. Die Grundelemente dieser Beschreibung ähneln sehr

Bezugsquellen

[1] MegaSolution
 Wiesenstr. 4
 82110 Germering
 ☎ 0 89/84 70 77
 ☎ 0 89/84 70 79

[2] Infratech Vertriebs GmbH
 Wedeler Landstr. 93
 22559 Hamburg
 ☎ 0 40/81 75 78
 ☎ 0 40/81 10 37

[3] Viewlogic Systems GmbH
 Münchener Str. 12
 85774 Unterföhring
 ☎ 0 89/95 72 49-0
 ☎ 0 89/95 72 49-49

[4] Synopsis GmbH
 Stefan-George-Ring 2
 81929 München
 ☎ 0 89/99 39 12-0
 ☎ 0 89/99 39 12 17

[5] Scantec Mikroelektronik GmbH
 Behringstr. 10
 82152 Planegg
 ☎ 0 89/89 91 43 24
 ☎ 0 89/8 57 65 74

[6] Mentor Graphics Deutschland GmbH
 Eisenheimer Str. 41-43
 80687 München
 ☎ 0 89/5 70 96-0
 ☎ 0 89/5 70 96-4 00

[7] Logic Innovation
 Böhmerwaldstr. 18
 85560 Ebersberg
 ☎ 0 80 92/8 72 39
 ☎ 0 80 92/2 07 16

[8] Isdata GmbH
 Daimlerstr. 51
 76185 Karlsruhe
 ☎ 0 7 21/75 10 87
 ☎ 0 7 21/75 26 34

[9] Intergraph Electronic GmbH
 Adalperstr. 26
 85737 Ismaning
 ☎ 0 89/9 61 06-3 44
 ☎ 0 89/9 61 28 19

[10] Simucad Inc.
 32970 Alvarado-Niles Rd.
 Union City, CA 94587
 ☎ 0 01-5 10-4 87-97 00
 ☎ 0 01-5 10-4 87-97 21

[11] Actel GmbH
 Bahnhofstr. 15
 85375 Neufahrn
 ☎ 0 81 65/6 61 01
 ☎ 0 81 65/26 75

[12] Atmel GmbH
 Ginnheimer Str. 45
 60487 Frankfurt
 ☎ 0 69/70 75-9 10
 ☎ 0 69/70 75-9 12

[13] Cadence Design Systems Inc.
 Ammerthalstr. 7
 85551 Kirchheim
 ☎ 0 89/99 14 2/1 09
 ☎ 0 89/99 14 2/4 41

[14] Data I/O GmbH
 Lochhamer Schlag 5
 82166 Gräfelfing
 ☎ 0 89/85 85 8-30
 ☎ 0 89/85 85 8-10

[15] Hoschar
 Rüpurrer Str. 33
 76137 Karlsruhe
 ☎ 0 7 21/37 70 44
 ☎ 0 7 21/37 72 41

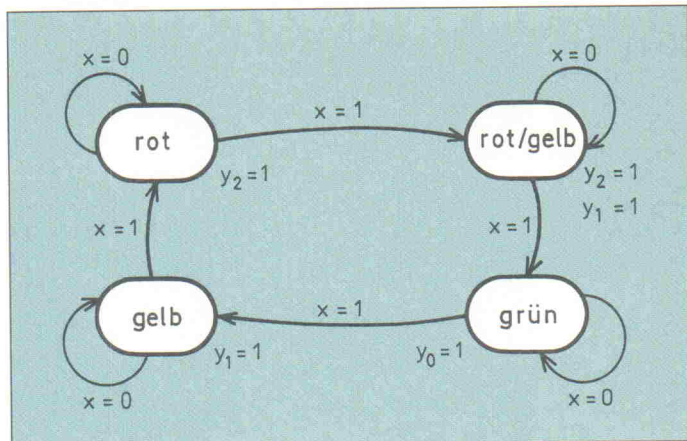


Bild 4a. Das Zustandsdiagramm für eine Ampelschaltung. Die vier Phasen 'rot', 'rot-gelb', 'grün' und 'gelb' werden mit den zwei Zustandsvariablen z_0 und z_1 kodiert. Jeder Lampe wird eine Ausgangsvariable y_i zugewiesen, die Steuervariable x zeigt einen Zustandswechsel an.

denen einer höheren Programmiersprache. Sie enthält beispielsweise arithmetische und logische Operationen für Variablen und auch Kontrollstrukturen wie etwa Verzweigungen, Schleifen und Funktionsaufrufe. Als Ergebnis liefert die algorithmische Synthese eine Darstellung auf der Register-Transfer-Ebene, die sich in ein Rechenwerk (Datenpfad) und ein Steuerwerk (Controller) aufteilen läßt. Der Datenpfad wird

dabei durch Register, Module (Addierer, Multiplizierer, ALUs) und deren Verbindungen untereinander beschrieben. Der Controller, dargestellt durch einen Zustandsautomaten (Finite-State-Machine, FSM), gewährleistet die Einhaltung eines zeitlichen Ablaufplans und die Zuweisung der Variablen an die Ressourcen.

Die primären Aufgaben der High-Level-Synthese bestehen

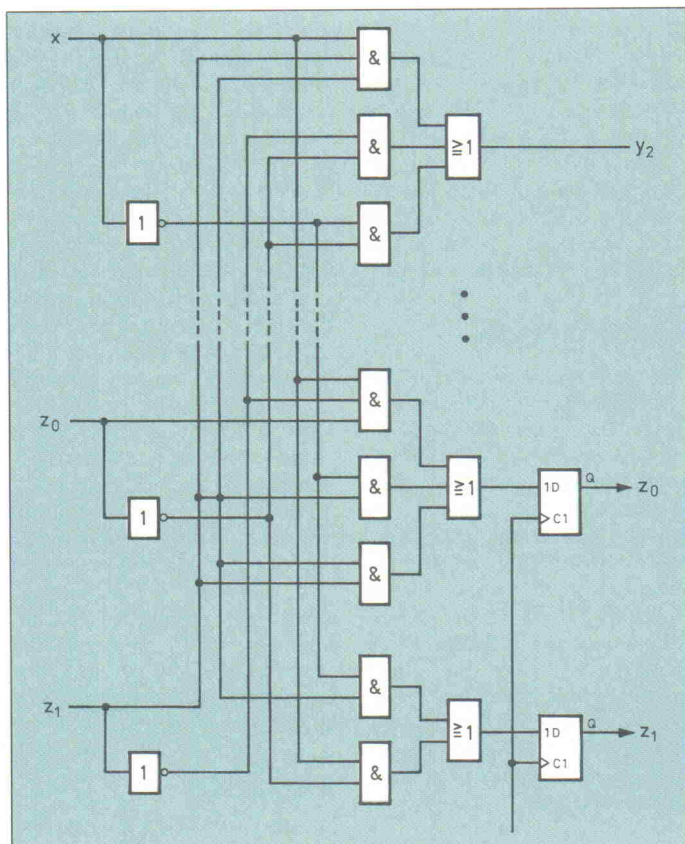


Bild 4b. Der aus der Gatternetzliste erzeugte Schaltplan zeigt die Berechnung der Ausgangsvariablen y_2 (rote Lampe) in der zweistufigen Darstellung.



Das unwiderstehliche Angebot für den Meßtechnikpraktiker



GENIE Meßsoftware

Das flexible, intuitiv zu bedienende Paket mit Profileistungen unter MS-Windows. GENIE bietet Meßwerterfassung, PID-Regelung, online Graphik, programmierbare Ablaufsteuerung, Datenaustausch über DDE u.v.m.

+ PCL-818L Multifunktionskarte

Eine qualitativ hochwertige Einsteckkarte für den PC-Bus mit 8/16 analogen Eingängen, programmierbaren Meßbereichen, 12 Bit Auflösung, 40 kHz Abtastrate, Analogausgang, digital E/A und Zähler.

+ Zubehör

Anschlußpanel mit Schraubklemmen, Verbindungskabel, Treibersoftware für Basic, Pascal und C.

= PCL-818L-GE Komplettpaket

Fordern Sie das Datenblatt PCL-818L und eine Demodiskette für GENIE an. Sie werden eine neue Preis/Leistungsdimension erfahren. Weitere interessante Produkte über PC-Meßtechnik und Industrie-PC Produkte finden Sie in unserem Katalog MIPC '95/'96.

Spectra Computersysteme GmbH
Karlsruher Straße 11/1
70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. 07 11/9 02 97-0
Fax 07 11/9 02 97-90



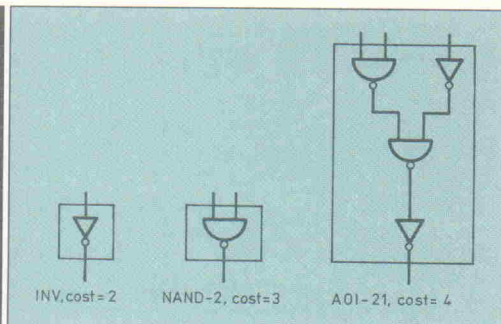
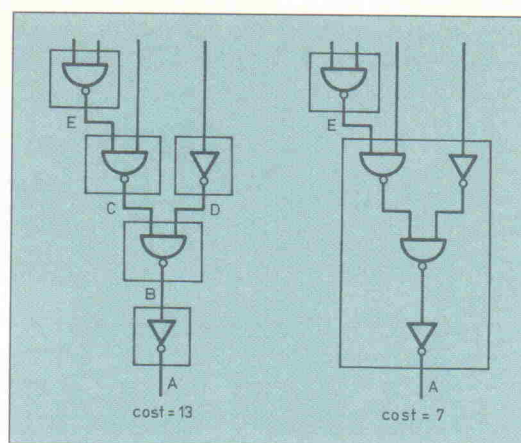


Bild 5a. Ein Inverter, ein NAND-2 und ein Komplexgatter aus einer Standardzellenbibliothek. Sie sind zur Gesamtbetragsabschätzung mit einer Kostenangabe für die benötigte Fläche versehen.

Bild 5b. Realisiert man die gewünschte Schaltung durch Zusammenschaltung von Einzelelementen (links), liegen die entstehenden Flächenkosten mehr als doppelt so hoch wie bei Verwendung des Komplexgatters (rechts).



in der Festlegung benötigter Komponenten und deren Anzahl (Resource Allocation), einer Einordnung der durchzuführenden Operationen in einen zeitlichen Ablaufplan (Scheduling) und schließlich in der Zuweisung an verschiedene Resourceinstanzen (Resource Assignment). Letzteres legt zum Beispiel fest, welcher Wert in welchem Speicherelement gehalten wird, welche Datentransfers auf welchen Bussen stattfinden oder in welcher Konfiguration (Addierer, Subtrahierer) eine ALU zu einem bestimmten Zeitpunkt betrieben wird.

Goldener Mittelweg

Es ist offensichtlich, daß es für die genannten Operationen keine eindeutige Lösung gibt. Werden etwa sehr viele Ressourcen eingeplant, können viele Vorgänge parallel ablaufen. Das führt zwar zu einer hohen Geschwindigkeitsperformance, aber auch zu hohen Hardwarekosten (Chipfläche). Bild 3 verdeutlicht dieses Abwägen zwischen Fläche und Zeit anhand des Beispiels $F = E \times (A + B)$ und $G = (A + B) \times (C + D)$. Zur Berechnung der Variablen F und G sind insgesamt zwei Additionen und zwei Multiplikationen durchzuführen. Dabei wird die Addition von $A + B$ nur einmal berücksichtigt (Bild 3a).

In einer ressourcensparenden Realisierung werden nur jeweils ein Addierer und ein Multiplizierer benötigt. Bei der Verteilung der Operationen im Zeitplan muß dann darauf geachtet werden, daß pro Zeitschritt t immer nur jeweils eine Addition beziehungsweise eine Multiplikation durchgeführt wird (eine Addition und eine Multiplikation können dabei

natürlich parallel innerhalb eines Zeitintervalls erfolgen). Auf diese Weise steht das Ergebnis nach drei Takten fest (Bild 3b).

Werden für eine alternative Implementierung je zwei Addierer und zwei Multiplizierer als Ressourcen zur Verfügung gestellt, können innerhalb eines Intervalls t zwei Additionen und zwei Multiplikationen erfolgen (Bild 3c). Diese Version kommt mit insgesamt zwei Zeitschritten aus, verlangt allerdings auch die doppelte Ressourcenanzahl, also doppelte Chipfläche.

Das Ergebnis der High-Level-Synthese ist eine erste Beschreibung des Daten- und Steuerpfades auf der RT-Ebene und dient als Ausgangspunkt für die Register-Transfer-Level-Synthese. Zu diesem Zeitpunkt liegen bereits detailliertere Kenntnisse über die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Blöcke vor. Damit kann der Prozeß der Komponentenauswahl weiter verfeinert werden. So fällt zum Beispiel die Entscheidung, ob ein Addierer als Ripple-Carry oder Carry-Look-Ahead implementiert werden soll – je nach Vorgaben bezüglich Flächenausnutzung und Zeitverhalten. Streng genommen ist dies aber eher ein Optimierungsschritt, da sowohl Eingangs- als auch Ausgangsbeschreibung auf dem strukturellen Ast liegen.

Strukturiert

Die Synthese des Steuerwerks folgt dagegen der obigen Definition für eine RTL-Synthese. Hier bildet die abstrakte Beschreibung der FSM in Form von Zuständen und Zustandsübergängen den Startpunkt.

Diese wird in einen Satz von booleschen Gleichungen oder in eine strukturelle Darstellung als Gatternetzliste auf Logikebene überführt. Als ein Beispiel ist in Bild 4a das Zustandsdiagramm für eine vereinfachte Ampelschaltung dargestellt. Die Zustände entsprechen dabei den vier Ampelphasen 'rot', 'rot-gelb', 'grün' und 'gelb'. Der Übergang von einer Situation zur nächsten wird durch die Steuervariable 'x' ausgelöst und ist durch Pfeile dargestellt. Die Ausgangssignale sind y_2 (rote Lampe an), y_1 (gelbe Lampe an) und y_0 (grüne Lampe an). In maschinenlesbarer Form kann ein solches Diagramm mit einer Art Programmiersprache beschrieben werden. Das Mini-Listing 'Taxigrün' gibt beispielhaft den Übergang von 'rot' nach 'rot-gelb' an. Das Ergebnis des RTL-Syntheseschrittes ist eine erste Realisierung des Zustandsdiagrammes als Gatternetzliste. Bild 4b zeigt diese in einer bereits optimierten Form als Schaltplan auf Gatterebene.

Völlig logisch

Die Darstellung des elektronischen Systems aus kombinatorischer Logik und Speicherelementen bildet den Ausgangspunkt für den abschließenden Syntheseschritt. Dabei beschreiben boolesche Gleichungen das Verhalten der kombinatorischen Elemente. Deren Abbildung auf eine Hardwarestruktur – also Gatter – auf Logikebene sowie ihre Optimierung ist das Ziel der Logik-Level-Synthese. Diese wird übrigens in der Literatur vereinfacht oft auch mit Logiksynthese bezeichnet.

Ähnlich wie bei den vorherigen Syntheseschritten muß man auch hier während der Optimierung abwägen zwischen mini-

maler Fläche und einem günstigen Zeitverhalten. In der Regel wird zunächst eine Flächenoptimierung durchgeführt und anschließend nach Performancekriterien modifiziert. Bewertungsmaß für die benötigte Fläche ist häufig die Anzahl der Variablen einer booleschen Gleichung.

Der eigentliche Logikoptimierungsvorgang basiert im wesentlichen auf zwei Einzelschritten: Zunächst werden alle Zwischenvariablen der booleschen Ausdrücke entfernt und alle Klammern aufgelöst (sogenanntes Flattening). Dadurch beseitigt man ungünstige Anfangsstrukturen und reduziert die logische Tiefe auf eine zweistufige Darstellung. Den Ausdruck $f = f_1 \& f_2$, mit $f_1 = a \& (c \vee d)$ und $f_2 = b \vee e \vee (a \& b \& d) \vee (a \& c \& e) \vee (a \& d \& e)$ überführen. Anschließend findet je nach Zielarchitektur entweder eine zwei- oder mehrstufige Minimierung statt. Zieltechnologien mit regulärem zweistufigen Aufbau wie Programmable Logic Arrays (PLAs) oder Programmable Logic Devices (PLDs) eignen sich für eine zweistufige Minimierung. Ist die Grundarchitektur des ICs dagegen zellenorientiert wie bei Gate Arrays, Standardzellen oder FPGAs, wird eine mehrstufige Optimierung durchgeführt. Ziel der Logikoptimierung ist in beiden Fällen eine Reduzierung der Produktterme und das Eliminieren redundanter Logikanteile.

Angepaßt

Das Ergebnis der Logik-Level-Synthese ist – im Fall der mehrstufigen Logik – ein Gatternetzwerk, das nicht an ein hersteller- und damit technolo-

Minilisting 'Taxigrün'

```

if (Zustand = rot) then
  if (x = 1) then
    Zustand 'rot-gelb';
    y2 = 1;
    y1 = 1;
  else
    y2 = 1;
  end if;
  .
  .
end if;

```

giespezifisches IC gebunden ist. Beim *Logik-* oder auch *Technologie-Mapping* werden nun die Gatter auf die verfügbaren Elemente einer bestimmten, technologieabhängigen Bibliothek abgebildet. Da deren Flächenbedarf und Zeitverhalten bekannt sind, kann man nun das Optimierungsergebnis auch im Hinblick auf entstehende IC-Kosten neu berechnen.

In Bild 5a sind drei Elemente einer Standardzellenbibliothek angegeben, die man zur Implementierung der in Bild 5b angegebenen Schaltung heranziehen kann. Hier zeigt sich zum Beispiel, daß sich die Flächenkosten durch die Verwendung der

Listing 1. Ein Ausschnitt aus dem Programmcode; hier die Bedingung für den Übergang von 'rot' nach 'rot-gelb'. Y_1 und Y_2 sind die Ausgangsvariablen für rot und gelb, $x = 1$ zeigt eine Änderung des bestehenden Zustandes an.

komplexen 'AOI-21'-Zelle erheblich reduzieren lassen. Ebenso könnte man jetzt aufgrund der Bibliotheksangaben die tatsächliche Verzögerung detaillierter abschätzen.

Während des Mapping werden sowohl kombinatorische als auch sequentielle Schaltungsteile berücksichtigt. Ergebnis dieses Designschrittes ist eine technologieabhängige, strukturelle Schaltungsbeschreibung auf Gatterebene. Diese läßt sich nun in einem abschließenden Schritt von einem Layoutgenerator in ein Maskenlayout zur Herstellung des realen ICs überführen.

Auf dem Markt für CAD-Werkzeuge sind heute eine

große Anzahl von Syntheseprogrammen erhältlich, die sich in wesentlichen Punkten unterscheiden. Einige Produkte decken einen großen Bereich der oben genannten Syntheseschritte ab, andere konzentrieren sich auf bestimmte Teilaspekte wie der Synthese von Zustandsautomaten. Die Toolhersteller unterscheiden dabei nicht immer streng zwischen den beschriebenen Syntheseprozessen. Wer beispielsweise eine RTL-Synthese anbietet, meint oftmals den kompletten Prozeß von der Register-Transfer-Spezifikation bis zur Gatterdarstellung auf Logikebene. Ein Tool für die Logik-Level-Synthese wird wiederum tatsächlich 'nur' die Transformation und Optimierung boolescher Gleichungen in Gatternetzlisten der strukturellen Sicht durchführen.

Breit gestreut

Ebenso unterschiedlich wie die angebotenen Prozeduren ist die Palette der unterstützten Bauelemente. Ein Großteil der Programme ist für die Synthese auf ASICs ausgelegt und unterstützt

deshalb Bibliotheken verschiedener ASIC-Hersteller. Andere Produkte sind speziell für die Synthese auf programmierbare Bausteine (FPGAs) zugeschnitten.

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind die für die Eingangs- und Ausgangsbeschreibung der Schaltung verwendeten Formate oder Optimierungskriterien. Und im Zuge einer 'geschlossenen' Entwicklungsoberfläche natürlich auch die Schnittstellen zu anderen CAD-Tools, wie Simulatoren oder grafische Eingabeeditoren. Die Tabelle auf Seite 62 vermittelt einen Überblick über die zur Zeit am Markt erhältlichen Syntheseprogramme und deren wesentlichen Eigenschaften. *uk*

Literatur:

- [1] D. Gajski, R. Kuhn. Guest Editors' Introduction: New VLSI Tools. *IEEE Computer*, 6(12): 11-14, 12 1983
- [2] P. Michel, U. Lauther, P. Duzy. 'The Synthesis Approach to Digital System Design, Kluwer Publisher, 1992

SYSTEM

Einsteinstr. 5, D-85221 Dachau Tel. 08131/25083 Fax. 14024

THE TOOL COMPANY

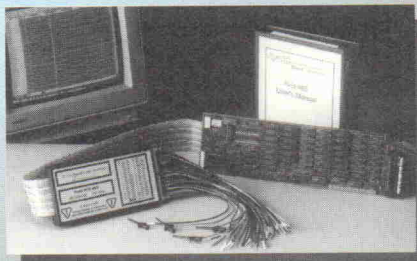
Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T. Tel. 05223/43969 Fax. 43069

Logikanalyse - RAM/ROM-Simulator



ESIM: EPROM-Simulator

- ✓ bis 4 MBit
- ✓ bis 120ns Zugriff
- ✓ 8-Bit EPROMs
- ✓ Kompactgehäuse
- ✓ eigene Versorgung
- ✓ Seriel Download
- ✓ bis 57600 Baud
- ✓ ab 910,--DM



PCA: Logicanalyzer

- ✓ bis 144 Datenkanäle
- ✓ bis 200 MHz
- ✓ bis 16K Speichertiefe
- ✓ Hierarchischer Trigger
- ✓ 16 Triggerebenen
- ✓ Timing & Stateanalyse
- ✓ Disassembler
- ✓ ab 4.250,--DM



iPS16000: RAM/ROM Simulator

- ✓ bis 16 MBit
- ✓ bis 55ns Zugriff
- ✓ bis 4 Chips gleichzeitig
- ✓ 8/16/32-Bit Support
- ✓ RAM/ROM Simulation
- ✓ Highspeed Download
- ✓ Batteriebackup
- ✓ ab 1.720,--DM

DEMO - INFO - UPDATE: Modem 08131-1687 ISDN 08131-53502

Anbieterübersicht Synthesetools

Produkt	ASYL+ New Wave	PLD-386+	SDT-386+	ViewSyn FPGA	ViewSyn ASIC	High Level Synth. Tools für FPGAs	High Level Design Tools für ASIC	Quickworks 5.0	Autologic II	Galileo
Hersteller	IST	Orcad	Orcad	Viewlogic	Viewlogic	Synopsis	Synopsis	Quicklogic	Mentor Graphics	Exemplar Logik
Distributor*	[1]	[2]	[2]	[3]	[3]	[4]	[4]	[5]	[6]	[7]
Hardware-Plattform	1, 2, 3, b	1	1	1, WS	1, WS	2, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3, 4, 5, 6, 7	1	WS	1, WS
Betriebssystem	Win, Sun OS	DOS, Win	DOS, Win	Win, Unix	Win, Unix	Unix	Unix	Win	Unix	Win, Win NT, Motif
Preis	ab 1000\$	4995,-	2995,-	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	5400,-	k. A.	ab 20 000,-
Synthese-Ebene										
High-Level Synthese	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
RTL-Synthese	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Logik-Level Synthese	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eingabeformate										
VHDL	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verilog	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
EDIF-Netzliste	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Boolesche Gleichung	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
state machine	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
truth table	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
grafisches Interface	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
Integrierte ASIC-Bibliotheken										
Fujitsu	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Hitachi	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
LSI	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓
Mitsubishi	a. A.	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
Motorola	a. A.	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
National Sem.	a. A.	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
NEC	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Philips	a. A.	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
SGS-Thomson	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
Siemens	a. A.	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
Toshiba	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Texas Instruments	a. A.	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
VLSI Techn.	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓
sonstige	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓
Integrierte FPGA-Bibliotheken										
Actel	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
Altera	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
AMD	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-
Atmel	i. V.	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓
AT&T	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓
Cypress	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓
Lattice	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓
Motorola	a. A.	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓
Quicklogic	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓
Xilinx	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
sonstige	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓
eigene Modelle hinzufüßbar	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
eigene Bibliotheken hinzufüßbar	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Optimierung auf										
Fläche	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geschwindigkeit	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verlustleistung	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
Eingangstreiber	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Ausgangsbelastung	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Designstatistiken der syn. Schaltung										
Gate count	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geschwindigkeit	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kritischer Pfad	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
sonstiges	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓
Ausgabeformate										
VHDL	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓
Verilog	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
Schematic	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
EDIF	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
XNF	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
andere Netzlistenformate	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
Testvektorerzeugung	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Schnittstelle zum Simulator von										
Cadence	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Chronologic	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Compass	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Intergraph	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Mentor	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Model Techn.	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
Synopsis	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
Viewlogic	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓
andere/SDF-basierende Simtools	✓	eigener VST	eigener VST	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
Backannotation	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓

* Distributorenadressen [1]-[15] siehe Kasten auf Seite 58

1 PC	4 SiliconGraphics	7 IBM	a RAM > 8 MB	d RAM > 10 MB
2 Sun	5 NEC	8 DEC	b RAM > 16 MB	e RAM > 32 MB
3 HP 7000	6 Sony	9 VAX	c RAM > 64 MB	

Produkt	LOG/IC2	VeriBest Synthesis	SILOS III	Designer 3.0	IDS 3.0	Synergy	Synario	Abel 6	CUPL für WIN
Hersteller	Isdata	Intergraph/AT&T	Simucad Inc.	Actel	Atmel	Cadence	Data I/O	Data I/O	Logical Devices
Distributor*	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[14]	[15]
Hardware-Plattform	1, a	1, 2, 3, p	1, 2, 3, 8, 9, a	1, 2, 3, b	1, e	2, 3, 7, c	1, a	1, a	1, a
Betriebssystem	Win	SunOS, HPUNIX, WinNT	Win, Win NT	Win, Win NT, OS, Unix	Win	SunOS, Unix, HPUNIX	DOS, Win	DOS, Win	Win
Preis	ab 7000,-	k. A.	2400,-	ab 1500,-	k. A.	k. A.	ab 7646,-	ab 4975,-	2995,-
Synthese-Ebene									
High-Level Synthese	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
RTL-Synthese	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-
Logik-Level Synthese	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eingabeformate									
VHDL	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
Verilog	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-
EDIF-Netzliste	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-
Boolesche Gleichung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
state machine	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
truth table	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
grafisches Interface	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓
Integrierte ASIC-Bibliotheken									
Fujitsu	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Hitachi	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
LSI	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Mitsubishi	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
Motorola	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
National Sem.	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
NEC	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	-
Philips	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
SGS-Thomson	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Siemens	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
Toshiba	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Texas Instruments	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
VLSI Techn.	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓
sonstige	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓
Integrierte FPGA-Bibliotheken									
Actel	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	✓
Altera	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓
AMD	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓
Atmel	✓	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓
AT&T	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-
Cypress	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
Lattice	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓
Motorola	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓
Quicklogic	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-
Xilinx	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓
sonstige	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
eigene Modelle hinzufüßbar	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓
eigene Bibliotheken hinzufüßbar	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓
Optimierung auf									
Fläche	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
Geschwindigkeit	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verlustleistung	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Eingangstreiber	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓
Ausgangsbelastung	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	✓
Designstatistiken der syn. Schaltung									
Gate count	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
Geschwindigkeit	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kritischer Pfad	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
sonstiges	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
Ausgabeformate									
VHDL	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	✓
Verilog	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓
Scematic	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-
EDIF	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	✓
XNF	✓	✓	-	-	-	✓	✓	-	✓
andere Netzlistenformate	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓
Testvektorerzeugung	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	-
Schnittstelle zum Simulator von									
Cadence	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-
Chronologic	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-
Compass	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
Intergraph	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-
Mentor	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
Model Techn.	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-
Synopsis	-	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-
Viewlogic	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
andere/SDF-basierende Simtools	Sim integriert	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓
Backannotation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓

p Pentium

a. A. auf Anfrage

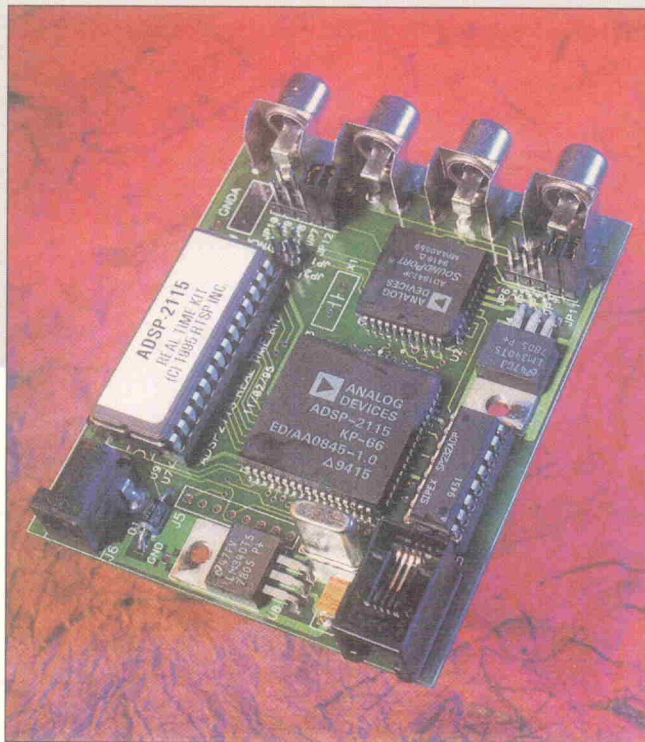
✓ vorhanden

i. V. in Vorbereitung

- nicht vorhanden

Tutto completo

Starterkit für Analog Devices ADSP2115



Andreas R. Bayer

In industriellen Anwendungen gehören digitale Signalprozessoren schon seit geraumer Zeit zum festen Inventar, und es scheint jetzt die Zeit gekommen, daß DSPs auch das ihnen zustehende allgemeine Interesse finden. Anwender digitaler Signalverarbeitung sind wir ja alle schon lange, als Handy-bewaffneter Teilnehmer an moderner Telekommunikation oder als Spieler am heimischen Multimedia-PC. Daß im Handy-Telefon ein DSP besser aufgehoben ist als ein Pentium, kann man entweder einfach zur Kenntnis nehmen, oder man versucht herauszufinden warum.

Um einem größeren Interessentenkreis den Einstieg in die digitale Signalverarbeitung möglich zu machen, schießen sie jetzt wie Pilze aus dem Boden, diese kleinen DSP-Systeme, mit deren Hilfe man das Fingerspitzengefühl entwickeln soll (und kann), was DSPs gegenüber Mikroprozessoren oder -Controllern auszeichnet. Als Vorreiter betätigte sich Texas Instruments, die es mit ihren Starterkits für TMS320C26 [1] und TMS320C50 [2] vor gut einem Jahr wagten, Lowest-Cost-Appetitanreger anzubieten. Und der Erfolg gibt ihnen recht.

Auf den angefahrenen Zug ist nun auch die Firma RTSP (Real Time Signal Processing Inc.) aus Calgary/Kanada aufgesprungen und hat mit ihrem EZDSP-Realtime-Kit einen DSP-Winzing vorgestellt, auf dem der ADSP2115 (12,288 MHz = 12,288 MIPS) von Analog Devices werkelt.

Als analoge Schnittstelle wird ein Stereo-Codec vom Typ AD1847 eingesetzt, der auch in

vielen Soundkarten Verwendung findet. Wie bei derartigen Codecs üblich, stehen lediglich acht verschiedene Abtastraten zur Verfügung, unter denen auch glatte 8 kHz, 16 kHz und 32 kHz sind. Andere Abtastraten (z. B. 44,1 kHz oder 48 kHz) sind durch Nachbestücken eines geeigneten Quarzes an einer dafür vorgesehenen Position auf der Platine zu erzielen.

Zum Lieferumfang gehören die Realtime-Kit-Platine, ein wenig Handbuch (ca. 30 englischsprachige Seiten) dazu, reichlich Handbuch zur Entwicklungsumgebung von Analog Devices, zwei HD-Disketten und ein Kabel für die serielle Schnittstelle.

Es ist alles vorhanden, was man für die erste Inbetriebnahme benötigt. Zur Programmentwicklung gibt es Assembler, Linker und PROM-Splitter von Analog Devices und einige auf das System zugeschnittene Beispiel-Quellcodes. Weiterhin ist im Lieferumfang der Software eine Demonstration des überaus komfortablen EZDSP-Labs (unter

Windows lauffähig) enthalten, einem Programmgenerator, der in der Lage ist, aus Blockschaltbildern (Tango Schematic dient als Plattform) Quellcode zu erzeugen. Auch die Beispiele wurden mit EZDSP-Lab erzeugt, das aber selbst nicht zum Lieferumfang gehört. Alle Software-Komponenten sind selbstinstallierend und laufen auf Anhieb problemlos.

Leider fehlt in der Softwareausstattung der – nicht zwingend erforderliche – Simulator, mit dem man sich mit den Interna des DSP vertraut machen könnte. Dieser soll aber zukünftig zum Lieferumfang gehören.

Hardware

Winzig ist das Kit in seinen äußeren Maßen (80 × 70 mm). Sie werden maßgeblich durch den für Buchsen und Jumper erforderlichen Platz bestimmt. Der Schaltungsaufwand (Bild 1 und 2) ist außerordentlich bescheiden, er beschränkt sich auf die Möglichkeit, das 8 Bit breite RAM zu beschreiben sowie zwischen EPROM und RAM als Boot-Device umzuschalten. Damit wird gleichzeitig dokumentiert, wie gut das Interface des DSP auf die übliche Peripherie (Codec, externer Speicher) abgestimmt ist.

Der interne Programmspeicher dieses DSPs ist mit 1 KWorten (24 Bit) nicht gerade üppig und der interne Datenspeicher (512 × 16-Bit-Worte) ebenfalls recht bescheiden. Extern stehen weitere 16 KByte Datenspeicher zur Verfügung. Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten für den Speicherausbau gibt es nicht.

Das unvermeidliche Management des Codecs und der Interrupts erzeugt eine Grundlast von etwa 130 Instruktionen, die für Anwenderprogramme nicht zur Verfügung stehen. Der mächtige Befehlssatz der Festkomma-DSP-Familie von Analog Devices kompensiert die zunächst zu erwartende Beschränkung aber größtenteils. Außerdem macht es ja gerade den besonderen Reiz vieler DSP-Anwendungen aus, sich bei der Programmerstellung zu beschränken, um teure Ressourcen (RAM) zu schonen.

Die digitale Sektion des Realtime-Kits wird getrennt vom analogen Teil mit Spannung versorgt – eine Maßnahme, die die Signalqualität sicherstellen hilft. Der Versorgungsspan-

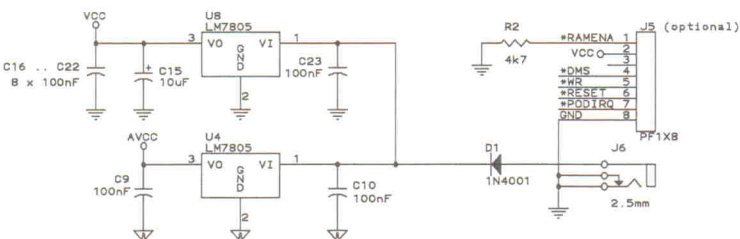
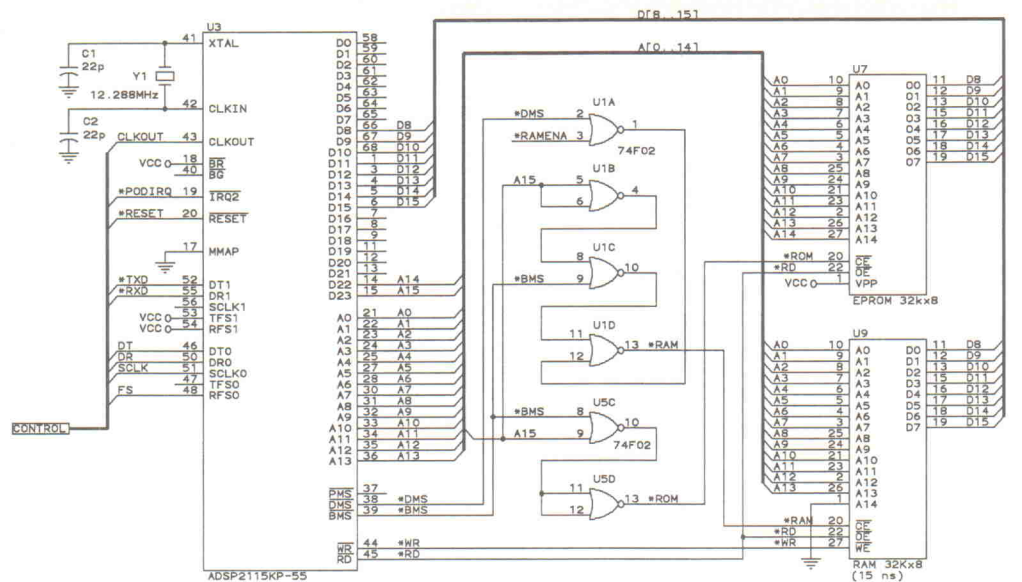


Bild 1. Der digitale Part des Realtime-Kits inklusive der Stromversorgungsaufbereitung.

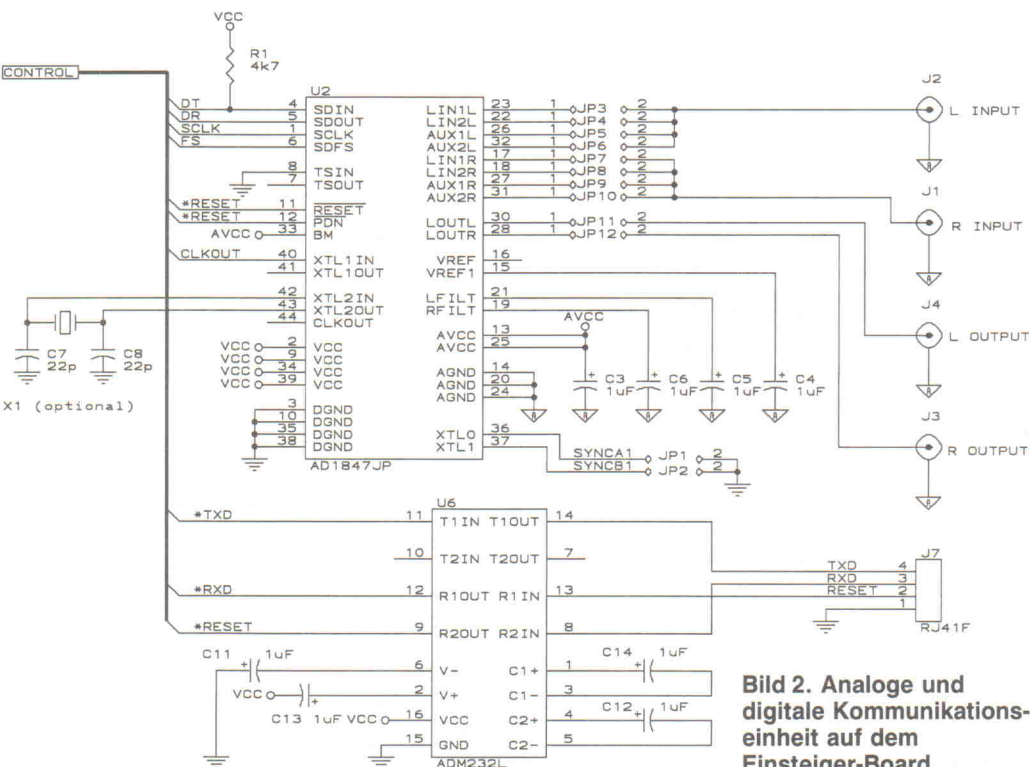
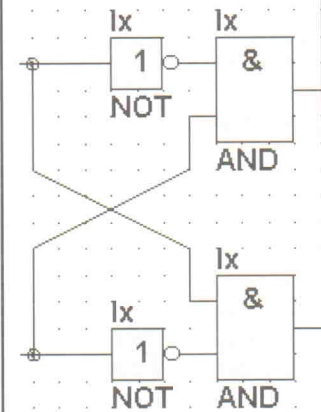
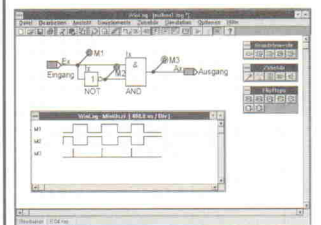


Bild 2. Analoge und digitale Kommunikationseinheit auf dem Einsteiger-Board.

WinLog



Der Digital-simulator zum Selbstlernen und die Ausbildung... Wie in diesem Heft getestet



WinLog, die Simulation von Digitalschaltungen auf dem Windows-PC. Erweiterbar durch Makro-Funktion, StateSim usw. Hardware-Zugriff auf Interface
Einzelpreis: DM 640.-
Symbol-Editor: DM 199.-
Klassenraumlizenz a.Anfrage
Kostenlose DEMO anfordern!

GRAF[®] computer

Graf Elektronik Systeme GmbH

Postfach 1610
D-87406 Kempten
Tel.: 0831-56111-0 Fax:-44

nungsanschluß ist verpolungs-sicher: wenn das Netzteil falsch gepolt ist, tut sich einfach nichts.

Feinheiten

Über eine vierpolige Modularbuchse wird die Verbindung zum PC über eine RS-232-Schnittstelle hergestellt. Auf die-

sem Weg gelangen die auf dem PC erzeugten Programmdateien auf das Realtime-Kit. Außerdem können vom DSP-Modul erzeugte Daten unter der Kontrolle des EZDSP-Lab zurückgelesen werden.

Die optionale EZDSP-Lab-Demosoftware nutzt die Möglichkeit zur Kommunikation über

die RS-232-Schnittstelle, um die Funktion eines Dreiband-Equalizers zu verifizieren. Die Demonstration zeigt drei auf dem DSP realisierte Sinusgeneratoren sowie je ein Tiefpaß-, Bandpaß- und Hochpaß-Filter. Die Filterausgänge können getrennt und als Summensignal im Zeit- oder Frequenzbereich auf dem Bildschirm dargestellt werden.

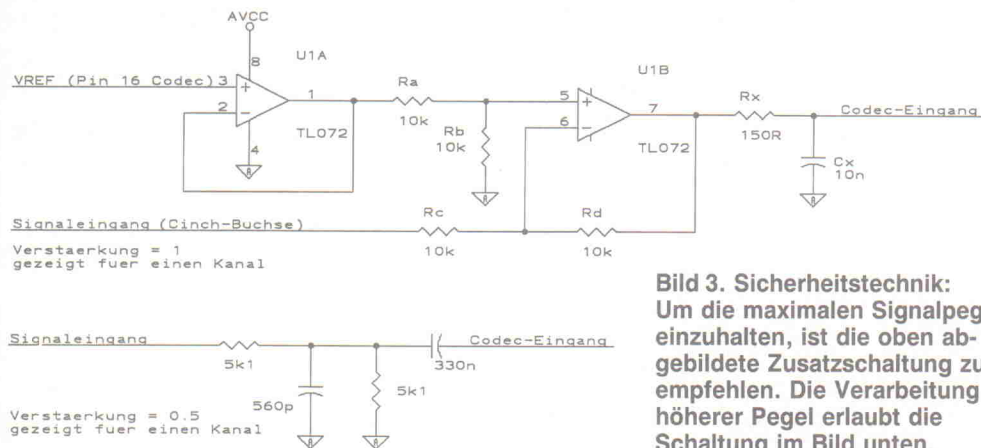


Bild 3. Sicherheitstechnik: Um die maximalen Signalpegel einzuhalten, ist die oben abgebildete Zusatzschaltung zu empfehlen. Die Verarbeitung höherer Pegel erlaubt die Schaltung im Bild unten.

Zur weiteren Auswertung mit EZDSP-Lab stehen zahlreiche Arithmetikfunktionen und Darstellungsoptionen zur Verfügung. Das Programmpaket bietet in der Vollversion aber nicht nur Darstellungsfunktionen, sondern auch eine integrierte Filterdesign-Software, die nach Maßgabe der Filterparameter, die als Parameter in Tango Schematics einzugeben sind, die Filterstruktur in Sourcecode umsetzt und die zugehörigen Filterkoeffizienten generiert und einbindet. Besonders angenehm ist, daß der vom EZDSP-Lab erzeugte Code brauchbar kommentiert ist. Das Beispiel einer digitalen Frequenzweiche (Tiefpaß und Hochpaß) liegt in der *ELRAD*-Mailbox (05 11/53 52-4 01) zum Download bereit. Die Variablen *net_x* beziehen sich auf Signale im mit Tango erzeugten Blockdiagramm.

Wie erwähnt, belegen die zahlreichen Buchsen und Jumper einen großen Teil des Platzes auf der Platine des Realtime-Kits. Zwei Jumper-Bänke dienen der Konfiguration der Eingangs- und Ausgangskanäle am Codec. In der Regel sollte sie nicht verändert werden, da alle Beispielprogramme nur in der voreingestellten Konfiguration laufen. Vier Cinch-Buchsen führen die Eingangs- und Ausgangssignale des Stereo-Codexs.

Den Hinweis im Handbuch auf die zulässigen analogen Signalpegel sollte man dringend befolgen, da die Codec-Eingänge direkt mit den eingespeisten Signalen beaufschlagt werden, und das Anlegen unzulässiger Pegel ($V_{in} < -0,3$ Volt oder $V_{in} > 5,3$ Volt) zur Zerstörung der Eingangsstufen führt. Die Anordnung der Jumper bietet daher auch die Möglichkeit, die

Eingangssignale geeignet an den zulässigen Spannungsbereich des Codexs anzupassen.

Analog Devices empfiehlt die Minimalbeschaltung nach Bild 3 unten. Sie reicht aus, um Audiosignale zu verarbeiten.

Eine andere Lösung stellt die Variante in Bild 3 oben dar, bei der mit Hilfe eines Operationsverstärkers die Referenzspannung des Codexs (nominell 2,25 V) zum Eingangssignal addiert wird. Bei Verwendung der analogen Versorgungsspannung des Codexs (5,0 V) auch für den Operationsverstärker liegt der Signalpegel an den Codec-Eingängen immer im zulässigen Bereich.

Hand anlegen

Einen wirklichen Sinn macht ein Tool dieser Art aber erst, wenn man eigene Ideen damit realisieren kann. Leider ist der Weg zur Umsetzung eigener Überlegungen in lebendige Signalverarbeitung für den Erstanwender etwas holprig. Nur im Quellcode der Demoprogramme ist ein versteckter Hinweis zu finden, wo sich der 'Start of User Code' befindet.

Bei näherem Hinsehen – ausreichende Kenntnis des Prozessors vorausgesetzt – reicht dieser Hinweis dann allerdings doch aus, um sehr komfortabel eigenen Code einzubinden. Die zum Handling der Abtastung eingesetzte Interrupt-Prozedur hinterläßt die Abtastwerte für den rechten und linken Kanal auf den direkt adressierbaren Speicherplätzen *dm(adcrigh)* beziehungsweise *dm(adclft)*. Die für die Ausgangskanäle bestimmten Daten müssen analog dazu auf den Speicherplätzen *dm(dacrigh)* beziehungsweise *dm(daclft)* hinterlassen werden. Sie

werden nach dem nächsten Interrupt von dort auf die DACs ausgegeben.

Zwischen dem Label *null* und dem Rücksprung dorthin (letzte Zeile im Listing) kann beliebiger Anwender-Code untergebracht werden. Im Beispiel sind dort zwei IIR-Filter 4. Ordnung realisiert. Speicher für die Taps und Koeffizienten wurden im Initialisierungsteil reserviert.

Wenn man die durch die Abtastrate vorgegebene längste Verweildauer nicht überschreitet, muß man eigentlich nur noch wissen, daß die DAG-Register 6 und 7 (I, M und L) nicht zur Verfügung stehen, weil sie als Autobuffer-Indexregister benutzt werden. Der Umsetzung eigener Algorithmen setzt dann nur noch der zur Verfügung stehende interne Programmspeicher Grenzen. Der erzeugte Programm-Code kann mit Hilfe des mitgelieferten La-

ders auf das Realtime-Kit hochgeladen werden.

Fazit

Alles in allem ist das Realtime-Kit ein etwas eigenwilliger – und gerade deshalb interessanter – Beitrag zur Thema DSP-Tools. Das Konzept des Realtime-Kits zielt mehr darauf ab, komfortable Programme zu erstellen, als intensiven Kontakt mit dem Thema DSP aufzunehmen. Tatsächlich ermöglicht die Verbindung mit EZDSP-Lab eine äußerst schnelle Umsetzung von Ideen des Anwenders. Nach Überwindung kleiner Hindernisse kann man aber auch ohne diese Software Spaß an der Programmentwicklung für das Realtime-Kit bekommen, besonders bei Echtzeitanwendungen wie Filter- oder Regelalgorithmen. Bei dem inzwischen für derartige Systeme üblichen Preis um 200 Mark kann man den Spaß sogar recht preiswert erwerben. *hr*

Literatur

- [1] DSP für alle, Starterkit für TMS320C2x-DSPs, Marcus Prochaska, *ELRAD* 2/94, S. 76 ff.
- [2] Mehr DSP für alle, DSP-Starterkit TMS320C5x, Marcus Prochaska, *ELRAD* 10/94, S. 24 ff.
- [3] Entwicklungshilfe, 64 KWorte Speicherverweiterung für das DSP-Starterkit von Texas Instruments, Norbert Jansen, Marcus Prochaska, *ELRAD* 6/94, S. 61

DSP-Einstieg zu gewinnen

Der Exklusiv-Distributor des Realtime-Kits – der Elektronikladen in Detmold – stellt für interessierte *ELRAD*-Leser drei der beschriebenen Einstiegspakete zur Verfügung. Interessenten melden sich bis zum 24. August 1995 per Fax (05 11/53 52-4 04) oder Postkarte beim

Verlag Heinz Heise
Redaktion *ELRAD*
Stichwort: RTK
Helstorfer Str. 7
30625 Hannover



Unter den fristgerechten Einsendungen werden die RTKs verlost. Der Rechtsweg ist wie immer ausgeschlossen.

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



Kostenlose Produktübersicht

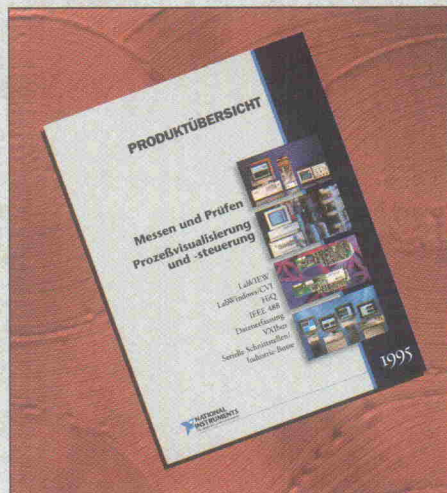


**National Instruments
Germany GmbH**
Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München

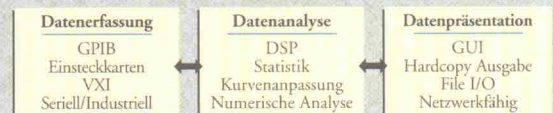
Tel.: 089/741 31 30
Fax: 089/714 60 35

Wir stellen aus: MessComp Wiesbaden,
Halle 1, Stand 10-16, 45, 50 + 69.

Kostenlose Produktübersicht 1995



- Meßtechnik
- Prozeßvisualisierung und -steuerung
- Hard- und Software
 - LabVIEW Datenerfassung
 - LabWindows Serielle Schnittstellen/Industrie-Busse
 - HiQ VXIbus
- Überblick über alle Produkte
- In deutscher Sprache



Um Ihre kostenlose
Produktübersicht zu erhalten,
schicken Sie uns diese Karte
oder rufen Sie uns an unter
Tel.: 089/741 31 30
Fax: 089/714 60 35



1 Eurokarte*
+ Einrichtung
+ Photoplot
+ MwSt.
= **DM 99.-**

*doppelseitig, durchkontaktiert

Pay more ?



NO !

Beta
LAYOUT



ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

Name
Abteilung
Firma
Straße
PLZ/Ort
PLZ/Postfach
Telefon
Fax

© Copyright 1995 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Produkt- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

elr 8/95

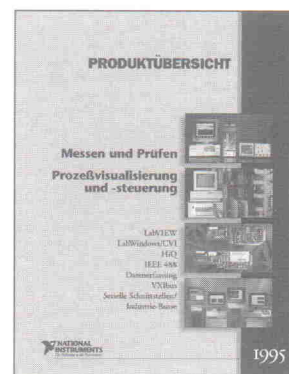


National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München



Kostenlose Produktübersicht



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

Meine Adresse / Fax-Nummer:

Mach mich frei !

☒ Senden/Faxen Sie mir die PCB-POOL Teilnahmebedingungen !

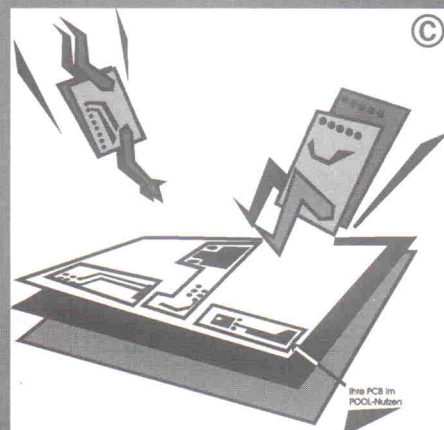
☐ Bitte senden Sie mir die PREVUE-DISC kostenlos zu !

☐ Die PREVUE Software kann ich aus der BETA MAILBOX downloaden !



Beta
L A Y O U T

Festerbachstr.32
65329 Hohenstein



PCB-POOL

Tel 06120 - 907010
Fax 6487
Mailbox 6489

Leser werben Leser

- Sie erhalten als Dankeschön für Ihre Vermittlung **einen Band „Laborblätter“** nach Wahl. (Bitte umseitig ankreuzen).
- Der neue Abonnent bekommt ELRAD jeden Monat pünktlich ins Haus, das heißt, die Zustellung ist bereits im günstigen Preis enthalten. Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr, danach ist die Kündigung **jederzeit** möglich.
- **Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.**
- Dieses Angebot gilt nur bis zum 31.8.1995
- Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenkabonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen).
- Um einen neuen Abonnenten zu werben, brauche ich selbst kein Abonnent zu sein.

Schicken Sie bitte ELRAD, von der nächsterreichbaren Ausgabe für mindestens 1 Jahr zum Preis von ☐ Inland DM 79,20 ☐ Ausland DM 86,40, an:

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr.

Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Datum/Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/ 2. Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

Schicken Sie die Prämie an diese Adresse, sobald der neue Abonnent bezahlt hat:

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Dieses Angebot gilt nur bis zum 31.8.1995. Der neue ELRAD-Abonnent und der Prämienempfänger dürfen nicht identisch sein. Das Angebot gilt nicht für Geschenk-Abonnements und nicht für Abonnements zum Studentenpreis. Die Zusendung der Prämie erfolgt nach Zahlungseingang. (Lieferzeit danach ca. 2 Wochen) 1828

Multifunktionsmeter 8017

Die neue Art zu messen!

Das PREMA Multifunktionsmeter 8017 eröffnet Ihnen mit seinen vielfältigen Visualisierungsmöglichkeiten völlig neue Vorgehensweisen beim Messen.

So zeigt Ihnen die Oszilloskop-Darstellung mit 1000 Messungen pro Sekunde direkt schnelle Änderungen und Tendenzen Ihres Meßsignales auf. Ganz ohne PC können Sie Ihre Meßwerte speichern, analysieren, grafisch darstellen und ausdrucken.

Mit der ausgezeichneten 24-Stunden-Stabilität von 4 ppm und einer Jahresgenauigkeit von 20 ppm läßt sich das Gerät auch bestens als Referenzgerät im Rahmen der ISO 9000 verwenden.

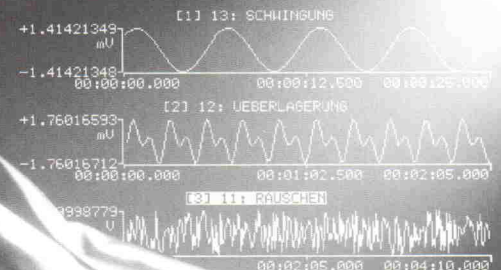
PREMA Präzisionselektronik GmbH
55129 Mainz-Hechtsheim
Tel. (0 61 31) 50 62-16

Das High-Tech-Produkt der besonderen Klasse

Multifunktionsmeter 8017

Präzision mit Multi-Display-Technik

- Oszilloskop-Darstellung mit Bildarchivierung
- Simultananzeige mehrerer Meßgrößen
- 7 1/2-Stellen mit Anzeigebereich 30.100.000
- 17 Meßfunktionen inkl. Temperaturmessung
- Speicher für 40 Datensätze à 15.000 Werte
- IEEE 488, RS232- und Centronics-Schnittstelle
- 80-Kanal-Umschalter im Gerät (Option)



Ihre Zeit ist kostbar:

Rationalisieren auch Sie im technischen Büro mit **WSCAD_P1** der überzeugenden CAD-Software zur Schaltplanerstellung mit Bibliotheken für:

- ☐ Elektrotechnik
- ☐ Elektronik
- ☐ Installationstechnik
- ☐ Hydraulik/Pneumatik
- ☐ MSR-Technik

Dipl.-Ing. Gerhard Schmitz GmbH
Innovative Steuerungstechnik

Tel. 0 61 26 / 9 38 30

Fax 0 61 26 / 93 83 23

Elektrotechnik, Dortmund
6.9.-9.9.1995, Stand 7102

CAE LOW COST
7000 Anwendungen!

weniger Kosten - mehr Leistung

Wir haben die TOP-Lösung für die Schaltplanerstellung:

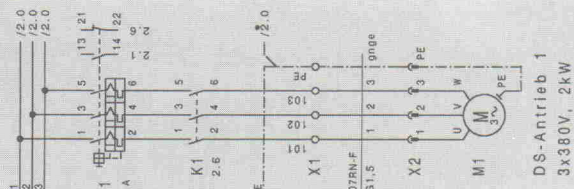
Software WSCAD_P1 Vers. 3.1
+ überregionale Schulungen
+ Datenbank-Service
+ kostenfreier Hotline-Service
= sofortige Kosteneinsparung

Fordern Sie kostenlos an:

- ☐ Demo-Diskette + Kurzbeschreibung
- ☐ Paketangebot
- ☐ Seminarplan
- ☐ Neue Funktionen Version 3.1
- ☐ Infos zum Netzwerkbetrieb



DIPL.-ING. GERHARD SCHMITZ GMBH
INNOVATIVE STEUERUNGSTECHNIK
Löherplatz 1 • D-65510 Idstein/Taunus
Tel. 0 61 26 / 9 38 30 • Fax 0 61 26 / 93 83 23



ELRAD- Leser werben Leser

3

Bände „Laborblätter“
stehen zur Auswahl
Einer für Sie...
(bitte ankreuzen)



①



②



③

Antwortkarte

Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 610407

30604 Hannover

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD Leser werben Leser

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Ich möchte mehr über PREMA-Meßgeräte wissen und bitte um:

- ☐ Katalog ☐ Preisliste ☐ Angebot für: ☐ Datenblätter für:
- ☐ 4000 6 1/2-stelliges DMM für V = und Ω
 - ☐ 5000 6 1/2-stelliges DMM mit Grundfunktionen
 - ☐ 6000 6 1/2-stelliges DMM mit 4-Draht- Ω -Messung
 - ☐ 4001 6 1/2-stelliges DMM mit Temperaturmessung
 - ☐ 5001 6 1/2-stelliges DMM mit Meßwertpeicher
 - ☐ 6001 6 1/2-stelliges DMM mit 4 ppm Stabilität
 - ☐ 6047 7 1/2-stelliges DMM mit 1 ppm Stabilität
 - ☐ 6048 8 1/2-stelliges DMM mit 0,5 ppm Stabilität
 - ☐ 8017 Multifunktionsmeter, 7 1/2-stelliges DMM
 - ☐ 2024 20-Kanal-Meßstellenumschalter, 4-polig
 - ☐ 5024/25 IEEE-Interfacekarten für IBM PC/XT/AT
 - ☐ 5601 25 Bit A/D-Wandler und Experimentierkarte
 - ☐ 5029 PREMA-Control, Software zur Meßwerterfassung
 - ☐ 5031 PREMA-Graf, Auswertepaket für ASCII-Meßdaten

Name: _____

Firma: _____

Abteilung: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Telefon: _____

EL 8/95

Rückantwort

PREMA Präzisionselektronik GmbH
Geschäftsbereich Meßgeräte

Postfach 42 11 53

55069 Mainz

Bitte
freimachen

Multifunktionsmeter 8017

mit IEEE-488-Bus,
RS 232- und Centronics-
Schnittstelle

von

PREMA®

Wir stellen 1995 aus:

- MessComp Wiesbaden (5.-7.9)
- INTERKAMA Düsseldorf (30.10.-4.11.)
- Productronica München (7.11.-10.11.)

PREMA Präzisionselektronik GmbH
Postfach 42 11 53
55069 Mainz
Tel. (06131) 5062-16
Fax (06131) 5062-22

- ☐ Senden Sie mir bitte Ihre
WSCAD_P1 Demo-Diskette,
kostenlos und unverbindlich

Absender:

Name _____

Firma _____

Abteilung _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

Stempel:

Antwortkarte

Bitte
freimachen

Anforderungs-Beleg

- ☐ Ich habe kostenlos und
unverbindlich bestellt:
Demo-Diskette WSCAD_P1
für Schaltplanerstellung

Datum: _____

Firma
Dipl.-Ing. Gerhard Schmitz GmbH
Löherplatz 1

D-65510 Idstein/Taunus

TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre
Telefax-Anfrage direkt an
die betreffende Firma, nicht
an den Verlag.

*

Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,
Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten * ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

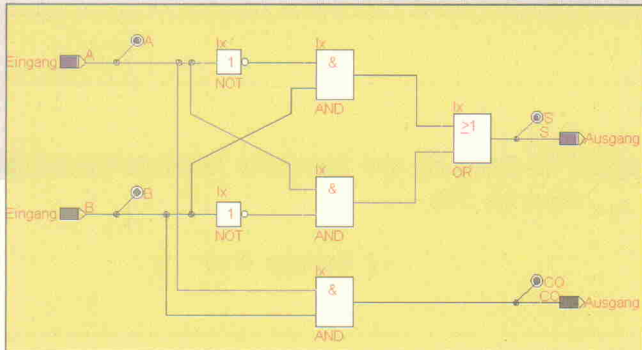
Telefon: _____ Telefax: _____

 **ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover

Digitale Modelle

Ausbildungsgerechte PC-Software zur Simulation digitaler Schaltungen

Peter Nonhoff-Arps



Die computergestützte Nachahmung von elektronischen Schaltungen und Bauelementen setzt sich mittlerweile auch in der 'nichtakademischen' Berufsausbildung durch – nur etwas später und bedächtiger vielleicht als dies bei der Simulation von Steuerungen und Regelungen der Fall war. Aber wo Laborplätze und Zeit für praktische Versuche knapp sind, kann natürlich auch eine reine Schaltungssimulation realitätsnahes Know-how vermitteln. Ein passendes Werkzeug bietet sich mit dem neuen Programm WinLog, das Digital-schaltungen auf dem PC simuliert und für edukative Zwecke konzipiert ist.

Mit WinLog stellt die Graf Elektronik Systeme GmbH aus Kempten nun einen 'Windows-Nachfolger' zu dem bereits seit längerem etablierten DOS-Programm LogSim vor. Die brandneue Digitalsimulation empfiehlt sich durch ihren Aufbau und Möglichkeiten zur Anbindung an weiteres Schulungsequipment besonders für den Einsatz in der Ausbildung. Eine der ersten Versionen von WinLog kam zur Begutachtung in die Redaktion.

Zum Preis von 640 D-Mark für die einzelne Vollversion bekommt der Käufer eine Software zur Simulation rein digitaler Schaltungen. Mit einem Grafiksymbols für jedes Bauelement wird die Schaltung am Bildschirm zusammengestellt und danach ihr Verhalten, also die

Zustände der Signalleitungen in Abhängigkeit von Eingangszuständen (Low oder High), rechnerisch nachgebildet. Zudem können Signal/Zeitdiagramme der Signalzustände an beliebigen Punkten der Schaltung in einem extra Diagrammfenster wiedergegeben werden. Sowohl die Diagramme als auch die fertig zusammengestellte Schaltung, bei Bedarf noch ergänzt mit Kommentartexten, lassen sich auf dem Drucker ausgeben.

Handling

Mancher wird sich bei WinLog erst wieder daran gewöhnen müssen, daß die Maus mehr als nur eine Taste hat. Sehr viele Befehle liegen auf der rechten Maustaste. So ruft ein rechter Mausklick auf ein Schaltungselement die Einstellungsbox

auf. In dieser sind Grundeinstellungen wie Name und Nummer definierbar. Beim Verlegen von Verbindungen hingegen bewirkt die rechte Maustaste beispielsweise eine 90°-Richtungsänderung im Verlauf.

Als Editierhilfen gibt WinLog dem Anwender ein in seiner Weite einstellbares Positionierungsraster für Bauelemente an die Hand. Zudem gibt es eine Zoomfunktion, mit der die Darstellung des Schaltbildes jedoch nur in festen Schritten veränderbar ist.

Unterhalb einer Leiste mit Textmenüs befindet sich eine weitere mit Grafik-Icons. Mit diesen bieten sich wichtige Befehle zum direkten Aufruf an. Hilfreich ist auch die Statuszeile am unteren Bildrand. Sie gibt Informationen über die derzeit aktive Funktion, die Simulationsdauer und eine Hilfe zum schnellen Auffinden von Befehlen.

Insgesamt darf man von einer gelungenen, ansprechenden und übersichtlichen Darstellung sprechen. So sind zum Beispiel die Farben fast aller Elemente im Schaltplan einstellbar und nicht angeschlossene Leitungen farbig gekennzeichnet. Während der Simulation unterscheiden sich zudem High- und Low-Zustände sämtlicher Signalleitungen durch ihre Farbgebung.

Etwas umständlich lassen sich bereits verlegte Leitungen auch nachträglich editieren, zum Beispiel, um schräge Überkreuzungen zu realisieren. Der Befehl zum Verlegen von Leitungen funktioniert allerdings nicht ganz störungsfrei: Hat man beispielsweise eine Leitung falsch verlegt, so läßt sich der Vorgang nicht sauber mit der ESC-Taste oder ähnlichem abbrechen. Es kommt vor, daß WinLog beim nächsten Aufruf der Funktion unbedingt an der zuletzt angesteuerten Stelle eine neue Leitung verlegen will, ob-

wohl die Maustaste noch gar nicht gedrückt wurde. Beim Ausprobieren führte dies mitunter bis zum Absturz der gesamten Software. Schön wäre in diesem Zusammenhang zumindest eine Undo-Funktion, um den/die letzten Schritte zurücknehmen zu können.

Neben einer recht ausführlichen Online-Hilfe gibt es zu WinLog ein gedrucktes Handbuch. Dieses ist gut strukturiert und führt den Leser systematisch durch alle Teile des Programms. Auch stellt es einige elementare Digitalschaltungen wie Addierer, Subtrahierer oder Multiplexer vor. Im Kapitel 'Aufbau von Schaltungen' findet sich eine Art Tutorial. Es beschreibt Schritt für Schritt die wichtigsten Handgriffe zum Aufbau einer Schaltung mittels kleiner Beispiele. Eine Einführung, die insbesondere bei Software für den Ausbildungsbereich sehr sinnvoll erscheint.

Simulation

Zum Start der Simulation klickt man wie bei einem CD-Player einfach die Start-Taste. Daneben gibt es einen Pause- und einen Stop-Button. Während der Simulation lassen sich die Zustände der Eingänge per Mausklick verändern. Man sieht sofort, welche Auswirkung die jeweilige Änderung auf die Gesamtschaltung hat. Neben der Möglichkeit manueller Eingriffe stehen einstellbare Taktgeneratoren mit periodischem Zeitverlauf zur Wahl. Sie sind anstelle eines normalen 0/1-Eingangs einsetzbar, wobei sich High-, Low- und eine Verzögerungszeit in ms-Schritten variieren lassen.

Interessiert nur der Signalverlauf ganz bestimmter Leitungen, so können diese mit extra Meßpunkten versehen werden. Auf dem 'Schirm' des zusätzlich aktivierbaren 20-Kanal-Oszilloskops erscheinen dann während

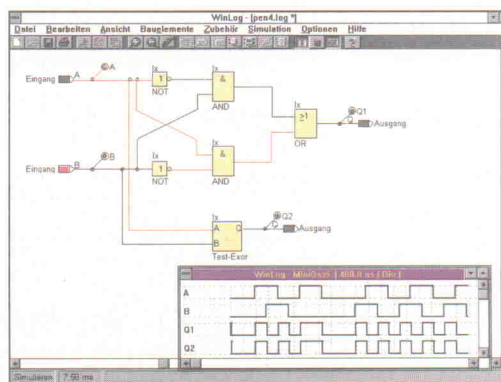


Bild 1. XOR-Gatter in WinLog – diskret aufgebaut und als Makro eingebunden.

der Simulation die entsprechenden Signale im Zeitbereich. Etwas merkwürdig ist nur, daß sich das Oszi-Fenster *immer* in den Vordergrund schiebt, selbst wenn man per ALT-TAB zum Fenster einer völlig anderen Windows-Anwendung wechselt.

Zwar steht im Handbuch geschrieben, daß sich jedem Gatter eine Signallaufzeit zuordnen läßt, offenbar gelten diese Zeiten aber nur global für die gesamte Schaltung. Nach jeder Änderung der Laufzeit oder Laufzeitabweichung muß WinLog zudem neu gestartet werden, damit der Simulator die Modifikationen auch berücksichtigen kann.

In der integrierten Bibliothek der Software finden sich digitale Grundbausteine wie NOT, AND, OR, eine ganze Reihe verschiedener Flipflop-Typen aber auch eine Siebensegmentanzeige, ein Impulsgenerator und mehrere vorgefertigte Makromodelle. Makros sind komplexe Schaltungsanordnungen, die in einem Element zusammengefaßt und so wiederum in anderen Schaltungen einsetzbar sind. WinLog bietet dem Anwender zudem die Möglichkeit, sich eigene schachtelbare Makros aus einer Schaltung zu erstellen (Bild 1).

Besonderheiten

Das Besondere von WinLog gegenüber anderen Simulationsprogrammen, speziell dem wohl am nächsten stehenden Mitbewerber Electronics Workbench, ist die Anbindungsmöglichkeit an verschiedene von Graf vertriebene externe Hardwareschnittstellen (zum Beispiel das Interface 'diBox', vgl. ELRAD 6/94, S. 64). So lassen sich mit WinLog externe digitale I/O-Ports nutzen und Signale an A/D-Baugruppen ausgeben oder von D/A-Wandlern einlesen. Darüber hinaus ist eine Dynamic Link Library (DLL) vorhanden, welche die Programmierung einer universellen Hardwareanbindung durch den Anwender selbst unterstützt.

Grafische Symbole für eigene Makros lassen sich zunächst nur sehr kompliziert als Text verändern, da im Standardumfang von WinLog nur die Demoverision eines passenden, grafischen Symbol-Editors zu finden ist. Mit dieser können lediglich acht Elemente abgespeichert werden. Die Vollversion hiervon gibt es optional für zusätzliche 199 D-Mark.

An weiterer optionaler Software zu WinLog ist zunächst eine Oszilloskop-Erweiterung in Vorbereitung. Dieser simulierte Logikanalysator mit Speichermöglichkeiten für Signal/Zeitdiagramme soll mit Hilfe von PC-externer Hardware als Scope auch ohne WinLog arbeiten und für einen Einzelpreis von 199 D-Mark auf den Markt kommen. Als Termin für die Auslieferung ist Anfang August vorgesehen – ebenso wie für die aktualisierte Ausgabe von WinLog selbst, die der Redaktion unter der Versionsnummer 1.1 bereits im Juni angekündigt wurde. Diese wird dann auch die Kommunikation mit anderen Windows-Applikationen über Dynamischen Datenaustausch (DDE) unterstützen.

Ebenfalls als Option ist ein sogenannter Status-Simulator geplant. Mit diesem sollen sich verschiedene Zustandsgraphen editieren und simulieren sowie Zustandsdiagramme verschiedener Flipflops in WinLog-Schaltungen umrechnen lassen. Für den Status-Simulator wird derzeit ein Kaufpreis von 399 D-Mark angegeben.

Bleibe anzumerken, daß die Summe der aktuellen Einzelpreise für WinLog inklusive aller bisher angekündigten Software-Optionen dann schon fast in Größenordnungen liegt, in denen vergleichbare Produkte bereits zusätzliche Funktionen zur Simulation gemischt analog/digitaler Signalverläufe mitbringen. Laut Anbieter werden die Preise für Komplettpakete aber deutlich niedriger ausfallen. *pen*

Graf Elektronik Systeme GmbH
Postfach 1610
87406 Kempten
☎ 08 31/5 61 11-0
☎ 08 31/5 61 11-44

... die Zweite

Anfang Herbst lädt das Messegelände in Hannover zur zweiten Ausgabe der Fachausstellung Qualifikation ein. Initiatoren sind die Deutsche Messe AG, Hannover, und der Verband Berufliche Qualifizierung, Rodgau, kurz Q-Verband. Wie bereits bei der ersten Veranstaltung 1994 ist die Fachmesse der weitergehenden Berufsqualifizierung generell, ab 1995 aber auch speziell der von Führungskräften und Managern, verschrieben.

Zu den angepeilten Zielgruppen zählen dabei zunächst all diejenigen, die für die Planung und Ausrichtung von Bildungsmaßnahmen verantwortlich zeichnen – Personalleiter, Meister, Dozenten, Berufs- und Hochschullehrer sowie die Entwickler von Ausbil-

sentation neuer Lehrkonzepte gespannt sein – Multimedia und Rechnerapplikationen für die berufsbegleitende Zusatzqualifizierung in Eigeninitiative sollten in jedem Fall dazu gehören. Angekündigt ist aber zum Beispiel auch ein Trainingscenter inklusive Trainingsforum, das sich speziell mit der Vorstellung neuer sowie der Diskussion bereits bekannter Ideen für Fortbildungsseminare befaßt.

Die wachsende Ausstellung (zirka 500 vertretene Aussteller auf etwa 10 000 m²) bringt auch diesmal wieder ein Rahmenprogramm aus Kongressvorträgen, Workshops, Seminaren und Podiumsdiskussionen mit sich. Themen sind hier beispielsweise die berufliche Bildung im internationalen Wandel, integrierte



dungssystemen und -konzepten. An vertretenen Fachdisziplinen ist eine bunte Mischung aus Industrie, Handel und Wirtschaft zu erwarten.

Als Reaktion auf zunehmend veränderte Strukturen innerhalb von Unternehmen werden diesmal ganz bewußt auch Vertreter aus Managementpositionen angesprochen. So sind diese heutzutage zum Beispiel als Linienmanager direkt verantwortlich für die komplette Qualitätssicherung in einem komplexen Produktbereich – und dadurch auf einen aktuellen fachlichen Wissensstand ihrer Mitarbeiter angewiesen.

Zu den Schlagworten rund um die Qualifikation 95 gehören 'dezentralisierte Weiterbildung' und das 'Training am Arbeitsplatz'. Dementsprechend darf man auf die Prä-

qualifizierungssysteme, das Qualitätsmanagement in der beruflichen Bildung, ein DV-Schulungskongress und das Electronic Coaching-Management-Training auf CD-i (Compact Disk interaktiv).

Prof. Dr. Klaus Goehrmann, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG, sprach im Juni auf einem Fachpresstag anlässlich der Messe vom Wertzuwachs der beruflichen Qualifikation innerhalb deutscher Unternehmen – und von den Aufwendungen, die diese insgesamt in Bildung investieren. Nach Schätzungen des Deutschen Instituts der Wirtschaft in Köln sollen es für 1995 mehr als 80 Milliarden DM sein – und dies allein spricht schon für ein großes Interesse an der Qualifikation 95. *kle*

WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte unterscheiden sich von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTIboard bietet eine (aufrüstbare) Lösung. Sie zahlen nur für die Leistung die Sie tatsächlich benötigen.

ULTIBOARD
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTIboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE
TECHNOLOGY
Hauptsitz: NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

Ⓛ Taube El. Design	Tel. 030 - 6959250	Fax - 6942338
Infocomp	Tel. 09721-18474	Fax - 185588
PDE CAD Systeme	Tel. 08024-91226	Fax - 91236
Kmega	Tel. 07721-91880	Fax - 28561
Easy Control	Tel. 0721-45485	Fax - 45487
Heyer & Neumann	Tel. 0241-553001	Fax - 558671
AKC GmbH	Tel. 06108-90050	Fax - 900533

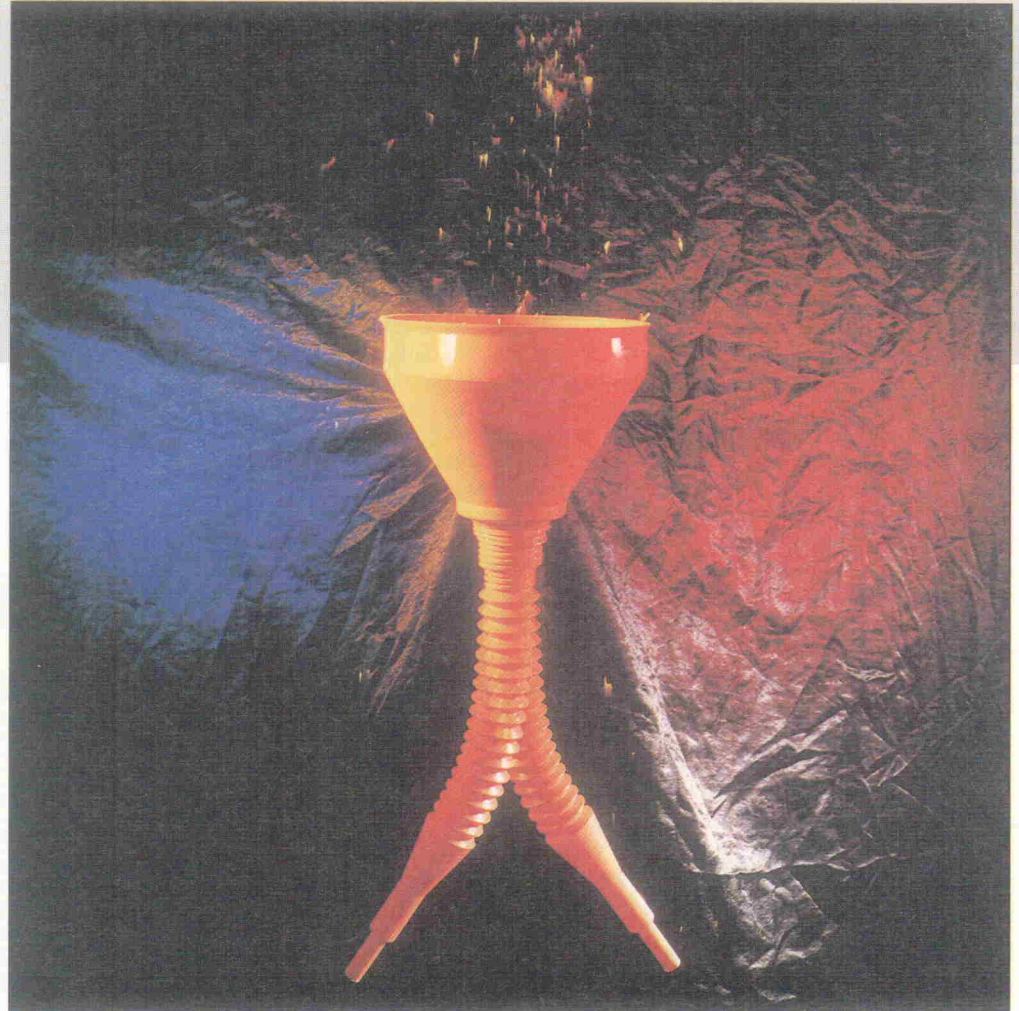
• Mit ULTIboard kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionfähigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)

Signal splitting

Neue Topologie zur Realisierung aktiver Linkwitz-Riley-Filter

Thomas Steinbrecher

Aktive Konzepte für Lautsprechersysteme decken nur ein kleines Segment im Markt für Lautsprecherboxen ab. Dies liegt nicht zuletzt an deren Komplexität und den damit verbundenen höheren Kosten. Dieser Artikel beschreibt eine bisher weitgehend unbeachtet gebliebene Struktur für aktive Frequenzweichen mit Linkwitz-Riley-Charakteristik. Sie kommt nicht nur mit einer minimalen Anzahl an Reaktanzen aus, sondern verspricht gleichzeitig auch eine Qualitätsverbesserung des 'Signal splittings'.



Die Verwendung von aktiven Konzepten bringt bei der Auslegung von Lautsprecherboxen einige Vorteile gegenüber Passivsystemen: Pegelanpassungen sind durch simple Veränderungen der Verstärkungsfaktoren möglich, die angeschlossenen Lautsprecherchassis lassen sich optimal bedämpfen. Auch sind gute, verzerrungs- und verlustarme Bauteile für passive Frequenzweichen nicht gerade preiswert. Aus diesem Grund finden sich aktive Systeme vor allem bei Subwoofer-Konstruktionen. Bei Beschallungsanlagen lassen sich die Endstufen für jedes Frequenzband leistungsgerecht auslegen. Weitere typische Applikationen über die einfache Frequenzweichenfunktion hinaus sind Equalizer- oder Verzö-

gerungsschaltungen, zu deren Realisierung der Aufwand bei passiven Lösungen nicht mehr vertretbar ist [1].

Doch auch bei aktiven Filtern ist nicht alles Gold, was glänzt: Halbleiter-Elemente sind nicht-linear und rauschen, die Anzahl der Bauteile und der Fertigungsaufwand sind höher, und gute Endverstärker kosten einzeln auch gutes Geld. Genau in diesem Bereich, nämlich der weitgehenden Verringerung verwendeter Bauteile, setzt das diesem Artikel zugrundeliegende Schaltungskonzept an.

Der Brite Malcom O. J. Hawkford – Mitgliedern der Audio Engineering Society (AES) nicht nur durch seine zahlreichen Veröffentlichungen, son-

dern auch seine ungezwungene Art bekannt – hat bereits 1988 auf einer AES-Tagung mehrere Topologien für aktive Filter mit Linkwitz-Riley-Charakteristik untersucht und Empfehlungen für 'high-endige' Anwendungen mit möglichst geringem Bauteilaufwand (vor allem im Hochtonzweig) gegeben [3]. Eine der dort vorgeschlagenen Lösungen wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Hannover realisiert [4] und wird im folgenden detailliert beschrieben.

Konzepte ohne Ende

Bei der Auswahl von Frequenzweichen sind prinzipiell mehrere Aspekte des Gesamtsystems zu berücksichtigen. Neben dem

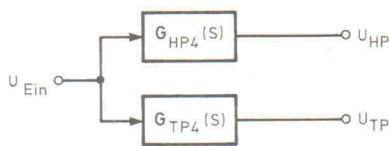


Bild 1. Die am häufigsten verwendete Filtertopologie für eine aktive 2-Wege-Lautsprecherfrequenzweiche.

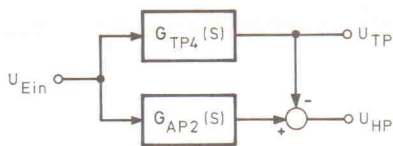
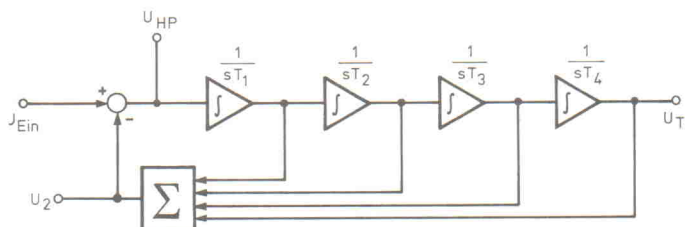


Bild 3. Das von Hawksford vorgeschlagene Filterkonzept mit einem Vierfachintegrator reduziert den Bedarf an Kondensatoren auf vier Stück.

Bild 2. Eine Subtraktionsschaltung mit Allpaß. Hier reduziert sich die Anzahl der notwendigen Kondensatoren von acht auf sechs. Die Indizes (2 bzw. 4) geben jeweils die Ordnung des Filters an.



gewünschten Amplitudengang 'auf Achse' und dem Leistungsfrequenzgang spielt das Phasenverhalten des Systems eine besondere Rolle, weil es direkt das Impulsverhalten im Zeitbereich sowie die räumliche Abstrahlcharakteristik bei sogenannten nichtkoinzidenten Lautsprechern bestimmt. Nichtkoinzident bedeutet hier, daß sich die akustischen Zentren der verschiedenen Lautsprecherchassis nicht in einem Punkt befinden. Aus der Nachrichtentechnik sind zur Verzerrungsfreiheit von Übertragungssystemen die Kriterien konstanter Amplitudengang und frequenzproportionaler (linearer) Phasengang bekannt. Für Frequenzweichen sind beide Forderungen unter Verwendung analoger Technik nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand realisierbar.

Ein konstanter Amplitudengang (in Richtung der Hauptabstrahlachse) ist mit den sogenannten Konstantspannungsfiltern (dazu gehören auch die bekannten Butterworth-Filter ungerader Ordnung) erreichbar. Solche Frequenzweichen, deren Summenamplitudengang gleich Eins ist, werden als Allpaß-Frequenzweichen bezeichnet. Besitzen die Ausgänge von Hoch- und Tiefpaß einer Allpaß-Frequenzweiche eine frequenzabhängige Phasendifferenz, so ändert sich die Richtung der maximalen Summationsamplitude ebenfalls mit der Frequenz – ein in der Regel unerwünschter Effekt. Dieses Verhalten tritt nur bei Laut-

sprechern auf, deren Einzelchassis nicht in einem Punkt liegen, was jedoch für den weitaus größten Teil aller Applikationen gilt.

Schränkt man die Allpaß-Frequenzweichen auf solche ein, deren Ausgänge frequenzunabhängig gleichphasig sind, kommt man zu den von Lipshitz und Vanderkooy als 'In-Phase Crossover' beschriebenen Typen [5]. Solche Varianten sind über Subtraktionsschaltungen einfach zu realisieren, wie weiter unten noch genauer erläutert wird. Die verschiedenen Typen von In-Phase-Frequenzweichen unterscheiden sich im Nennerpolynom der resultierenden Allpaß-Übertragungsfunktion. Der Schaltungsentwickler hat hier die Möglichkeit, durch Wahl dieses Polynoms den Phasengang des Gesamtsystems gegen die Flankensteilheit von Hoch- und Tiefpaß abzuwägen. Je geringer die Flankensteilheit, desto linearer der Phasengang. Nur Nennerpolynome mit symmetrischer Koeffizientenverteilung ermöglichen gleichsteile Filterverläufe für Hoch- und Tiefpaß. Realisiert man solche Filter mit einer Flankensteilheit von jeweils 24 dB/Oktave (vierter Ordnung), so ist dazu ein Nennerpolynom der (normierten) Form

$$N(s) = (s^2 + \sqrt{2}s + 1)^2$$

nötig. Der Ausdruck innerhalb der Klammern ist ein Butterworth-Polynom zweiten Grades. Quadriert man dieses Polynom, schaltet also zwei glei-

che Butterworth-Filter zweiter Ordnung in Reihe, ergibt sich ein Linkwitz-Riley-Filter vierter Ordnung [6, 7]. Die schaltungstechnische Realisierung eines solchen Linkwitz-Riley-Filters wird im folgenden beschrieben.

Filtertopologien

Zum besseren Verständnis der nun folgenden Realisierungsvorschläge für Linkwitz-Riley-Filter vierter Ordnung (LR-4) ist es sinnvoll, die Übertragungsfunktionen der einzelnen Filterbestandteile festzuhalten (zuerst einmal normiert auf die Resonanzkreisfrequenz):

$$\omega_0 = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

Die Hochpaß-Übertragungsfunktion vierter Ordnung (G_{HP4}) eines LR-4-Filters ist definiert zu:

$$G_{HP4}(s) = \frac{s^4}{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)^2} \quad (1)$$

$$= \frac{s^4}{s^4 + \sqrt{2} \cdot 2s^3 + 4s^2 + 2\sqrt{2}s + 1}$$

Entsprechend lautet die Tiefpaß-Übertragungsfunktion (G_{TP4}):

$$G_{TP4}(s) = \frac{1}{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)^2} \quad (2)$$

$$= \frac{1}{s^4 + 2\sqrt{2}s^3 + 4s^2 + 2\sqrt{2}s + 1}$$

Sowohl Hochpaß (HP) als auch Tiefpaß (TP) haben an der Trennfrequenz f_0 einen Verstär-

kungsfaktor von 0,5 entsprechend einem Pegel von -6 dB bezogen auf den Durchlaßbereich.

Summiert man Hoch- und Tiefpaß, ergibt sich

$$G_{AP2}(s) = G_{HP4}(s) + G_{TP4}(s)$$

$$= \frac{1 + s^4}{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)^2}$$

$$= \frac{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)(s^2 - \sqrt{2}s + 1)}{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)^2}$$

$$= \frac{(s^2 - \sqrt{2}s + 1)}{(s^2 + \sqrt{2}s + 1)}$$

Es ist nicht schwer zu erkennen, daß es sich bei $G_{AP2}(s)$ um eine Allpaß-Funktion zweiten Grades handelt. Die Koeffizienten der ausmultiplizierten Nenner von Gleichung 1 und 2 werden mit B43, B42 und B41 bezeichnet, es gilt also:

$$B43 = B41 = 2\sqrt{2} \text{ und } B42 = 4$$

Wie bereits erwähnt, besteht ein LR-4-Filter aus zwei gleichen, in Reihe geschalteten Butterworth-Filtern zweiter Ordnung. Dieser Ansatz führt zu der am häufigsten verwendeten Filtertopologie, wie sie in Bild 1 zu sehen ist. Die einzelnen Filterblöcke können dabei als Filter mit Einfachmitkopplung oder Mehrfachrückkopplung ausgelegt und kaskadiert sein [2]. Jedes dieser Filter zweiter Ordnung benötigt zwei Reaktanzen (Kondensatoren) zur Realisierung der Übertragungsfunktion. Insgesamt sind also acht zu meist eng tolerierte (also teure) Kondensatoren notwendig. Zu-

SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

Nein! Autorouter sind zwar schneller, aber ein guter Designer mit einem leistungsfähigen CAD-System ist qualitativ besser.

ULTIBOARD
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE TECHNOLOGY

Hauptsitz: NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

Taube El. Design	Tel. 030 - 6959250	Fax -6942338
Infocomp	Tel. 09721-18474	Fax -185588
PDE CAD Systeme	Tel. 08024-91226	Fax -91236
Kmega	Tel. 07721-91880	Fax -28561
Easy Control	Tel. 0721-45485	Fax -45487
Heyer & Neumann	Tel. 0241-553001	Fax -558671
AKC GmbH	Tel. 06108-90050	Fax -900533

Mit ULTIBOARD kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionfähigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)

$$G_{HP}(s) = \frac{U_{HP}(s)}{U_{Ein}(s)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{sT_1} + \frac{1}{s^2T_1T_2} + \frac{1}{s^3T_1T_2T_3} + \frac{1}{s^4T_1T_2T_3T_4}}$$

Gleichung 6

$$G_{HP}(s) = \frac{s^4}{s^4 + \frac{1}{T_1}s^3 + \frac{1}{T_1T_2}s^2 + \frac{1}{T_1T_2T_3}s + \frac{1}{T_1T_2T_3T_4}}$$

Gleichung 7

$$G_{TP}(s) = \frac{1}{T_1T_2T_3T_4s^4} \cdot G_{HP}(s) = \frac{1}{T_1T_2T_3T_4 \cdot s^4 + T_2T_3T_4 \cdot s^3 + T_3T_4 \cdot s^2 + T_4 \cdot s + 1}$$

Gleichung 8

$$G_{TP}(s) = \frac{\omega_0^4}{s^4 + B43 \cdot \omega_0 s^3 + B42 \cdot \omega_0^2 s^2 + B41 \cdot \omega_0^3 s + \omega_0^4}$$

Gleichung 9

$$G_{TP}(s) = \frac{1}{\frac{1}{\omega_0^4}s^4 + \frac{B43}{\omega_0^3}s^3 + \frac{B42}{\omega_0^2}s^2 + \frac{B41}{\omega_0}s + 1}$$

Gleichung 10

sätzlich befinden sich mindestens zwei Operationsverstärker mit frequenzabhängiger Rück-/Mitkopplung im HT-Signalweg, was prinzipiell zu einer wie auch immer gearteten Verschlechterung des Signals führt. Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die frequenzbestimmenden Schaltungsteile gleichzeitig auf HP und TP wirken. Diese 'Synchronisierung' ist bei der Schaltung nach Bild 1 nicht gegeben, weil die Nennerpolynome von $G_{HP4}(s)$ und $G_{TP4}(s)$ durch Bauteiltoleranzen unterschiedlich ausfallen können.

Eine andere Möglichkeit, die gewünschte Übertragungsfunktion einzustellen, ist die Verwendung einer Subtraktionschaltung nach Bild 2. Diese Version macht sich den Zusammenhang aus Gleichung 3 insofern zunutze, als die Hochpaß-Übertragungsfunktion hier durch die Differenzbildung $G_{HP4}(s) = G_{AP2}(s) - G_{TP4}(s)$ erfolgt. $G_{TP4}(s)$ wird wie in Bild 1 realisiert. $G_{AP2}(s)$ ist eine Allpaß-Funktion zweiter Ordnung

zu deren Realisierung mindestens zwei weitere Kondensatoren benötigt werden. Die Genauigkeit dieser Schaltung ist sehr stark von den Verstärkungen von $G_{TP4}(s)$ und $G_{AP2}(s)$, der Qualität der Differenzverstärker sowie der Genauigkeit des Allpaß-Filters abhängig. Im

Hochpaß-Signalweg befindet sich nach wie vor ein Filterblock mit Operationsverstärkern, die minimale Gesamtzahl an Kondensatoren ist sechs.

Viermal integriert

Wie aus Gleichungen 1 und 2 leicht ersichtlich sind $G_{HP4}(s)$ und $G_{TP4}(s)$ sehr eng miteinander verwandt, es gilt:

$$G_{TP}(s) = \frac{1}{s^4} G_{HP}(s)$$

Dieser Zusammenhang bedeutet, daß man das Hochpaß-Ausgangssignal nur vierfach zu integrieren braucht, um ein Tiefpaß-Ausgangssignal mit der gleichen Nennerübertragungsfunktion zu erhalten. Diese Verbindung macht sich das von Hawksford favorisierte Filter nach Bild 3 zunutze, dessen Topologie 1982 von Bohn vorgeschlagen wurde [8]. Die Zeitkonstanten der einzelnen Integratoren stellen dabei die gewünschte Übertragungsfunktion ein, so daß nur noch die Ausgangssignale der Stufen mit einem Differenzverstärker aufsummiert werden müssen.

Bei dieser Konfiguration befindet sich im Hochpaß-Zweig im wesentlichen nur noch das einseitige Summierglied, weil für hohe Frequenzen die Schleifenverstärkung abfällt und sich Fehler des Rückkopplungsnetzwerks nur noch verringert auf das Hochpaß-Signal auswirken [3]. Werden für die Integratoren einfache invertierende Schaltungen eingesetzt, muß deren Phasendrehung bei der Summation berücksichtigt werden. Die Übertragungsfunktion für die einzelnen Integratoren lautet $G_I(s) = -1/(sT_i)$,

wobei $T_i = R_i C_i$ die jeweiligen Zeitkonstanten beschreibt.

Um die Übertragungsfunktion der gesamten Schaltung zu ermitteln, wird die Spannung am Ausgang des Differenzverstärkers im Rückkopplungsweig mit U_2 bezeichnet:

$$U_2(s) = U_{HP}(s) \cdot \left[\frac{1}{sT_1} + \frac{1}{s^2T_1T_2} + \frac{1}{s^3T_1T_2T_3T_4} \right]$$

Mit $U_{HP} = U_{Ein} - U_2$ läßt sich die Spannung am Hochpaß-Ausgang berechnen. Die Übertragungsfunktion $G_{HP}(s)$ ergibt sich dann zu Gleichung 6.

Erweitert man diesen Bruch mit s^4 , ergibt sich eine Form, die bereits an die Struktur von Gleichung 1 erinnert: Gleichung 7.

Der Tiefpaßausgang ist weiterhin über den Vierfach-Integrator mit dem Hochpaßausgang verbunden: Gleichung 8.

Damit sind sowohl die Hochpaß- als auch die Tiefpaßübertragungsfunktion aus der realen Schaltung ermittelt. Die Gleichungen 7 und 8 zeigen bereits deutliche Verwandtschaft mit den Gleichungen 1 und 2. Zur konkreten Dimensionierung müssen sie aber noch denormiert werden.

Denormiert und dimensioniert

Da sich mit der vorgestellten Filtertopologie auch andere Übertragungsfunktionen als LR-4 realisieren lassen, werden die Zeitkonstanten T_i nachfolgend mit den Nennerkoeffizienten $B4i$ berechnet. Die Koeffizi-

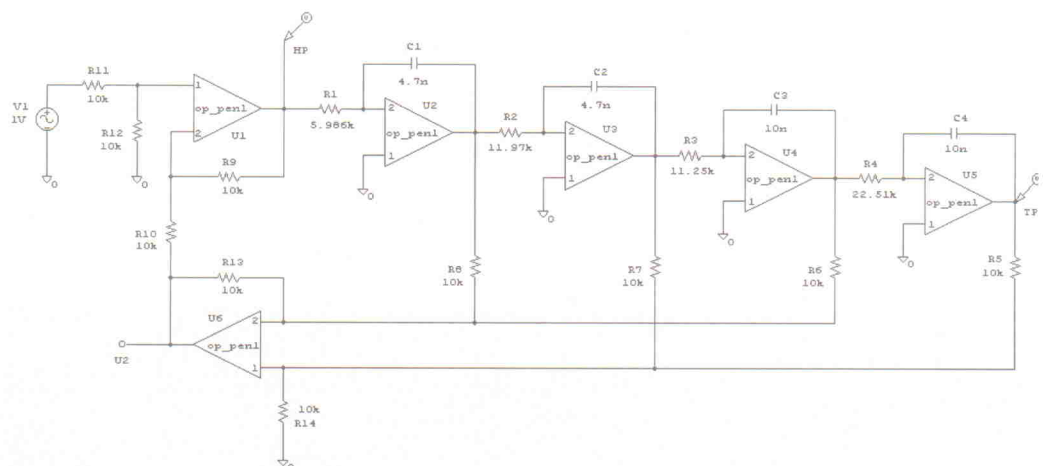


Bild 4. Schaltung des Integrator-Filters mit zwei Differenzverstärkern ausgelegt für eine Übergangsfrequenz von 2 kHz.

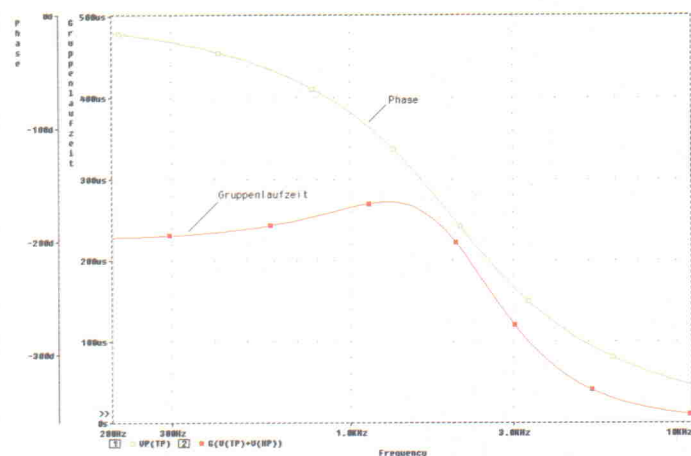
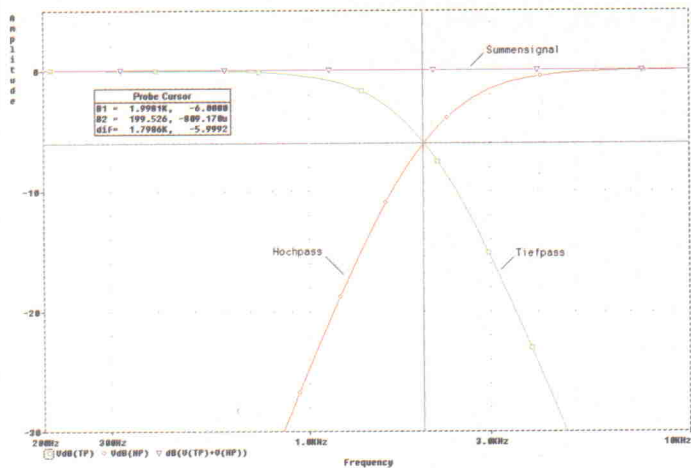


Bild 5. Amplitudengänge (oben) sowie Phasengang und Gruppenlaufzeit des Summensignals (unten) vom Linkwitz-Riley-Filter mit Vierfachintegrator nach Hawksford in der Simulation.

enten für verschiedene Nennerpolynome können der Tabelle entnommen werden [8]. Gleichung 2 entspricht in ihrer denormierten Form, das heißt bezogen auf die Resonanzkreisfrequenz ω_0 , Gleichung 9.

Dividiert man Nenner und Zähler durch ω_0^4 , ergibt sich Gleichung 10.

Ein Vergleich der Nennerkoeffizienten der Gleichungen 8 und 10 ergibt folgendes Gleichungssystem:

$$\frac{1}{\omega_0^4} = T_1 T_2 T_3 T_4 ;$$

$$\frac{B_{43}}{\omega_0^3} = T_2 T_3 T_4 ;$$

$$\frac{B_{42}}{\omega_0^2} = T_3 T_4 ;$$

$$\frac{B_{41}}{\omega_0} T_4 = T_4$$

Nach dessen Auflösung erhält man die nachfolgenden allgemeinen Dimensionierungsformeln für die T_i :

$$T_4 = B_{41} \cdot \frac{1}{\omega_0} ;$$

$$T_3 = \frac{B_{42}}{B_{41}} \cdot \frac{1}{\omega_0} ;$$

$$T_2 = \frac{B_{43}}{B_{42}} \cdot \frac{1}{\omega_0} ;$$

Die Koeffizienten für Filter vierter Ordnung

Filtertyp	B43	B42	B41
Linkwitz-Riley (LR4)	2,828	4,0	2,828
Equal-Compromise (EC4)	2,714	3,838	2,714
Butterworth (B4)	2,613	3,696	2,613
Bessel (Be4)	3,124	4,392	3,201
Chebyscheff, 1 dB Ripple (C4)	1,744	2,769	1,110

$$T_1 = \frac{1}{B_{43}} \cdot \frac{1}{\omega_0}$$

Mit den entsprechenden Koeffizientenwerten sollte die weitere Dimensionierung kein Problem darstellen (zur Erinnerung: $B_{41} = B_{43} = 2\sqrt{2}$ und $B_{42} = 4$ für Linkwitz-Riley-Filter vierter Ordnung). Auffallend ist, daß tatsächlich alle Integratoren vollständig unabhängig voneinander zu dimensionieren sind. Es besteht also keine Notwendigkeit, irgendwo zwei möglichst gleiche Kondensatorwerte einzusetzen. Jeder Integrator kann so zum Beispiel auf Widerstandswerten optimiert werden, genauso läßt sich jedoch die Anzahl der verwendeten Bauteilwerte auf einen Kondensator und nur fünf Widerstandswerte beschränken, was in jedem Fall die Wirtschaftlichkeit erhöht.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß diese Topologie auch Übertragungsfunktionen zweiter Ordnung realisieren kann. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn das Übertragungsverhalten des angeschlossenen Lautsprechers bereits einen Faktor der Gesamtübertragungsfunktion darstellt, beziehungsweise auf einen solchen entzerrt wurde [1]. Eine komplette Zwei-Wege-Weiche läßt sich so mit nur zwei Kondensatoren und vier Operationsverstärkern aufbauen.

Bild 4 zeigt das für eine Trennfrequenz $f_0 = 2$ kHz dimensionierte Linkwitz-Riley-Filter vierter Ordnung. Die Kurven in Bild 5 geben die mit Hilfe des Design Centers simulierten Amplituden- beziehungsweise Phasengänge und die Gruppenlaufzeit des mit der vorgestellten

Topologie realisierten Filters wieder. Das Spice-Listing mit einem vereinfachten Operationsverstärkermodell sowie die Schematic-Datei befinden sich in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-4 01). pen

Literatur

- [1] R. Nocker, Th. Steinbrecher, Vollkommen entzerrt, ELRAD 4/95, S. 66ff.
- [2] U. Tietze, C. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, 10. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 1993, S. 416ff.
- [3] M. O. J. Hawksford, A family of circuit topologies for the Linkwitz-Riley (LR-4) crossover alignment, Audio Engineering Society preprint No. 2468 (82. Convention, 1987)
- [4] Th. Steinbrecher, A. Weinreich, Entwicklung, Aufbau und meßtechnische Analyse einer Zwei-Wege-Aktiv-Lautsprecherbox, Diplomarbeit an der FH Hannover, 1993
- [5] S. P. Lipshitz, J. Vanderkooy, In-Phase Crossover Network Design, Audio Engineering Society preprint No. 2051 (74. Convention, 1983)
- [6] S. P. Linkwitz, Active crossover networks for noncoincident drivers, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 24, No. 1/2 (Januar/Februar 1976), S. 2 ff.
- [7] J. Tenbusch, Linkwitz-Filter, ELRAD 4/86, S. 63 ff.
- [8] D. A. Bohn, A Fourth Order State Variable Filter for the Linkwitz-Riley Active Crossover Alignment, Audio Engineering Society preprint No. 2011 (74. Convention, 1983)
- [9] G. Schwamkrug, Lautsprecherboxen, Aufbau – Nachbau – Umbau, 3. Auflage, Elektor Verlag, Aachen 1991

WIE TEUER IST EIN 32-BIT EDA SYSTEM?

Der ULTiboard Challenger LITE (32 bit Schaltplan + Layout + Autorouter) kostet nur DM 995 (incl. MwSt. DM 1.144,25). Kapazität 500 pins. Aufrüstbar bis zu den größeren Systemen.

Verfügbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 11.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE
TECHNOLOGY
Hauptsitz: NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

Taube H. Design Tel. 030 - 6959250 Fax -6942338
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588
PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax -91236
Kmegu Tel. 07721-91880 Fax -28561
Easy Control Tel. 0721-45485 Fax -45487
Hoyer & Neumann Tel. 0241-553001 Fax -558671
AKC GmbH Tel. 06108-90050 Fax -900533

Mit ULTiboard kaufen Sie keine 'CADze im Sack' dank des voll funktionsfähigen Test-systems (200 Pin Designkapazität einschließlich deutschsprachiger Einführungs- und Lernbücher) für nur DM 94 (incl. MwSt. und Versand)

POSTFACH 1040
26358 WILHELMSHAVEN
TEL: 0 44 21 - 2 63 81
FAX: 0 44 21 - 2 78 88
ANRUFBENTWORTER:
0 44 21 - 2 76 77

KATALOG KOSTENLOS!

Versand ab DM 10,- / Ausland ab DM 100,-
Versandkostenpauschale: NN Z,
Bankleitzug: DM 5,80
UFS: DM 9,00

Transistoren

BC	BD	BDW	BFR	BUW
107A 0.34	238 0.48	93B 0.88	34A 1.40	11A 2.05
107B 0.34	239C 0.60	93C 0.90	90 0.92	12A 2.90
108B 0.34	240C 0.61	94B 0.87	91 0.92	13A 2.90
108C 0.34	241B 0.62	94C 0.87	96 1.05	41B 1.70
140-10 0.44	241C 0.62			
140-16 0.44	242B 0.62			
141-10 0.44	242C 0.65			
141-16 0.44	243 0.65	33C 0.73	69 4.80	10 1.35
160-10 0.44	243B 0.60	34 0.76		10A 1.40
160-16 0.44	243C 0.60	34C 0.73		11 2.10
161-10 0.44	244 0.81	53A 0.72		11A 2.20
161-16 0.44	244B 0.62	53C 0.76	16A 1.95	20 2.90
177A 0.31	244C 0.63	54A 0.72	92 0.67	21 2.25
177B 0.31	245B 1.80	54C 0.72		24 17.25
237A 0.11	245C 1.40	66B 3.80		45A 11.70
237B 0.11	246B 1.45	66C 3.80		50A 7.15
238A 0.11	246C 1.45	67B 3.45		50 5.20
238B 0.11	249 1.75	67C 3.45		71 1.20
239B 0.11	249B 1.85	87C 2.55		71A 1.05
327-25 0.18	249C 2.15	88C 2.55		72A 1.45
327-40 0.18	250 1.90			73A 2.05
328-25 0.18	250B 2.00			76A 2.80
328-40 0.18	250C 2.15			80 3.20
337-25 0.18	317 2.40	198 0.16	208 1.05	80F 4.15
337-40 0.18				776 1.40
338-25 0.18				3909DIP 2.20
338-40 0.18				
368 0.25				
369 0.25				
516 0.25				
517 0.22				
546A 0.11				
546B 0.11				
547A 0.14				
547B 0.14				
547C 0.14				
548A 0.14				
548B 0.14				
548C 0.14				
549B 0.14				
549C 0.14				
550B 0.14				
550C 0.14				
556A 0.14				
556B 0.14				
557A 0.14				
557B 0.14				
557C 0.14				
558A 0.14				
558B 0.14				
558C 0.14				
559A 0.14				
559B 0.14				
559C 0.14				
560B 0.14				
560C 0.14				
635 0.24				
636 0.24				
637 0.24				
638 0.24				
639 0.26				
640 0.26				
675 0.56				
676 0.56				
677 0.56				
678 0.56				
679 0.56				
680 0.56				

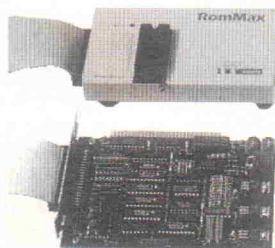
RomMax

Eprom-Programmer

32-Pin Programmiergerät für (E)EPROMs und Mikro-

kontrollen mit PC-Anschluss über eigene Steckkarte

- programmiert und testet EProms, EEPROMs, High-Speed-Flash-Typen bis 64Kb, sowie Mikrokontrollen (mit opt. Adapter)
- Vierfach Programmierung für (E)EPROMs
- einfache menügesteuerte Softwareoberfläche
- schnelle Programmieralgorithmen: Intelligent Quick-Pulse, Flash
- Unterstützte Datenformate: J-Ed, Intel-Hex, Motorola-S-Records, Tekhex, Binary



ROMMAX-G1 ROMMAX-G4

Adapter:

ROMMAX-875X

ROMMAX-PIC

ROMMAX-16B

4-fach-Gerät

für 875X-Contr.

für PIC16C5x Contr.

für 16Bit-EProm/40P

356.00

472.00

233.00

233.00

214.00

BD	BDW	BDW	BU	IRF	ICL	LM	SAA	TDA	TL
135 0.34	51C 2.10	900 1.25	407 1.15	820 1.90	7106 4.30	391DIP 3.45	1004 11.90	2040 2.05	071DIP 1.45
136 0.33	52C 2.80	959 3.80	407D 1.15	820 1.90	7106B 4.30	391ADIL 3.55	1024 8.60	2054M 2.65	072DIP 1.45
137 0.35	83B 1.95	960 0.58	408 1.15	9520 2.40	7107 4.95	391SDIL 3.90	1025 8.95	2104 19.85	074DIL 1.85
138 0.35	83C 1.85	961 0.73	408D 2.40	9630 4.65	7109 11.20	391ADIL 3.70	1027 7.80	2170 4.20	081DIP 0.76
139 0.33	83D 2.10	962 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1029 5.80	2200 0.94	082DIP 0.76
140 0.33	83E 2.10	963 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1033 14.35	2532 2.15	083DIL 1.60
141 0.33	83F 2.10	964 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1044P 15.50	2540 2.40	084DIL 1.25
142 0.33	83G 2.10	965 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1075 9.65	2541 1.95	317-TO 1.05
143 0.33	83H 2.10	966 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1094-2 6.50	2545 4.15	321DIP 1.80
144 0.33	83I 2.10	967 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1124 7.95	2556V 7.10	431-TO 0.97
145 0.33	83J 2.10	968 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1250 5.50	2576A13.90	494DIL 1.95
146 0.33	83K 2.10	969 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1251 11.20	2577A 6.85	496DIL 4.65
147 0.33	83L 2.10	970 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1293 25.00	2578A 6.50	497ADIL 3.30
148 0.33	83M 2.10	971 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1303 12.10	2579A 6.65	498ADIL 3.30
149 0.33	83N 2.10	972 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1304 12.10	2581 8.00	783CKC 6.80
150 0.33	83O 2.10	973 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1305 12.10	2591 1.70	7705DIP 1.65
151 0.33	83P 2.10	974 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1306 12.10		
152 0.33	83Q 2.10	975 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1307 12.10		
153 0.33	83R 2.10	976 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1308 12.10		
154 0.33	83S 2.10	977 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1309 12.10		
155 0.33	83T 2.10	978 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1310 12.10		
156 0.33	83U 2.10	979 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1311 12.10		
157 0.33	83V 2.10	980 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1312 12.10		
158 0.33	83W 2.10	981 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1313 12.10		
159 0.33	83X 2.10	982 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1314 12.10		
160 0.33	83Y 2.10	983 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1315 12.10		
161 0.33	83Z 2.10	984 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1316 12.10		
162 0.33	84A 2.60	985 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1317 12.10		
163 0.33	84B 2.60	986 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1318 12.10		
164 0.33	84C 2.60	987 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1319 12.10		
165 0.33	84D 3.10	988 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1320 12.10		

BD	BDW	BDW	BU	IRF	ICL	LM	SAA	TDA	TL
135 0.34	51C 2.10	900 1.25	407 1.15	820 1.90	7106 4.30	391DIP 3.45	1004 11.90	2040 2.05	071DIP 1.45
136 0.33	52C 2.80	959 3.80	407D 1.15	820 1.90	7106B 4.30	391ADIL 3.55	1024 8.60	2054M 2.65	072DIP 1.45
137 0.35	83B 1.95	960 0.58	408 1.15	9520 2.40	7107 4.95	391SDIL 3.90	1025 8.95	2104 19.85	074DIL 1.85
138 0.35	83C 1.85	961 0.73	408D 2.40	9630 4.65	7109 11.20	391ADIL 3.70	1027 7.80	2170 4.20	081DIP 0.76
139 0.33	83D 2.10	962 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1029 5.80	2200 0.94	082DIP 0.76
140 0.33	83E 2.10	963 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1033 14.35	2532 2.15	083DIL 1.60
141 0.33	83F 2.10	964 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1044P 15.50	2540 2.40	084DIL 1.25
142 0.33	83G 2.10	965 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1075 9.65	2541 1.95	317-TO 1.05
143 0.33	83H 2.10	966 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1094-2 6.50	2545 4.15	321DIP 1.80
144 0.33	83I 2.10	967 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1124 7.95	2556V 7.10	431-TO 0.97
145 0.33	83J 2.10	968 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1250 5.50	2576A13.90	494DIL 1.95
146 0.33	83K 2.10	969 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1251 11.20	2577A 6.85	496DIL 4.65
147 0.33	83L 2.10	970 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1293 25.00	2578A 6.50	497ADIL 3.30
148 0.33	83M 2.10	971 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1303 12.10	2579A 6.65	498ADIL 3.30
149 0.33	83N 2.10	972 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1304 12.10	2581 8.00	783CKC 6.80
150 0.33	83O 2.10	973 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1305 12.10	2591 1.70	7705DIP 1.65
151 0.33	83P 2.10	974 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1306 12.10		
152 0.33	83Q 2.10	975 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1307 12.10		
153 0.33	83R 2.10	976 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1308 12.10		
154 0.33	83S 2.10	977 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1309 12.10		
155 0.33	83T 2.10	978 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1310 12.10		
156 0.33	83U 2.10	979 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1311 12.10		
157 0.33	83V 2.10	980 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1312 12.10		
158 0.33	83W 2.10	981 0.73	408 1.15	9630 4.65	7117 5.45	13600DIL 2.90	1313 12.10		

iiyama
IIYAMA ELECTRIC GmbH

Vision Master™ 17



Bestellnr.:
PC-VGA MF8617

- 0.26mm Lochmaske
- 135MHz Bandbreite
- Signaleingänge in Sub-D sowie BNC
- LCD-Display für Menugesteuerte Bedienung
- Microprozessor gesteuertes Power-Management
- Kontraststarker 17" Monitor, antistatisch und entspiegelt
- IDEK Power-Management-System kompatibel zu allen Grafikkarten
- Flicker-Free Bildschirm 1280x1024 bei 80Hz Wiederholfrequenz
- Sicherheitsstandards: MPRII, TÜV, ISO9241-3, u.m.

MF-8617

1598,-

Monitore

36cm 14": PC-VGA M36C	1024x768/MPRII	389,-
39cm 15": PC-VGA M39C-DI	1024x768/ni/MPRII Flicker Free / 0,28 Lo.	598,-
43cm 17": PC-VGA M43C-DI	1280x1024/ni/MPRII Flicker Free / 0,26 Lo.	1059,-
Iiyama 51cm 21": PC-VGA MT 9121	1600x1200 (72Hz) /ni/ h:30-90kHz/v:50-120Hz Digi-Control / 0,3Hit.diatron tube	3695,-

VGA-Karten

ISA:		
PC-VGA-2	Trident 512K	78,-
PC-VGA-3	ET 4000 1MB	149,-
VLB		
PC-VGA SD12 VLB	Miro 1MB	189,-
PC-VGA SD20 VLB	Miro 2MB	379,-
PC-VGA P64 VLB	Spea Mirage 2MB	349,-
PCI		
PC-VGA SD12 PCI	Miro 1MB	189,-
PC-VGA SD22 PCI	Miro 2MB	349,-
PC-VGA P64 PCI	Spea Mirage 2MB	349,-

CD-ROM Laufwerke

PC-CD Leerhülle 1,-

PC-CDR FX300	Mitsumi triple /IDE	299,-
PC-CDR FX400	Mitsumi quadro /IDE	339,-
PC-CDR XM3601	Toshiba quadro / SCSI	629,-
PC-CDR Contr.	IDE-CD-Rom Controller	29,-
PC-CDR Caddy	Universalträger	9,90
PC-CD Rep-Kit	Reparatur-Set	19.95

Motherboards Y = Soyo

486er PCI + ISA:		
PC-PCII486DX2- 66 Y	66 MHz	549,-
PC-PCII486DX4-100 Y	100MHz AMD	579,-
Pentium PCI + ISA:		
PC-PCII586-75 Y	75MHz	898,-
PC-PCII586-90 Y	90MHz	1059,-
PC-PCII586-120 YT	120MHz Triton	2198,-
Boards ohne CPU:		
PC-PCII486-BOARD		259,-
PC-PCII586-BOARD	Triton	549,-

Festplatten

AT-Bus:		
PC-HD 420MB IDE		279,-
PC-HD 540MB IDE		329,-
PC-HD 850MB IDE		439,-
PC-HD 1GB IDE		679,-
SCSI/SCSI-2:		
PC-HD 540 SCSI		398,-
PC-HD 1GB SCSI		879,-

D-SUB-Steckverbinder



Stecker, Lötkehl	
MIND-STIFT 09	0.32
MIND-STIFT 15	0.42
MIND-STIFT 19	0.87
MIND-STIFT 23	0.87
MIND-STIFT 25	0.44
MIND-STIFT 37	0.87
MIND-STIFT 50	1.90



Buchse, Lötkehl	
MIND-BUCHSE 09	0.35
MIND-BUCHSE 15	0.46
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.89
MIND-BUCHSE 25	0.44
MIND-BUCHSE 37	0.89
MIND-BUCHSE 50	2.00

KAPPE 09M	0.65
KAPPE 15M	0.75
KAPPE 19M	1.40
KAPPE 23M	1.20
KAPPE 25M	0.73
KAPPE 37M	1.25
KAPPE 50M	2.15

Crimpzange

zum Crimpen von BNC-Steckern



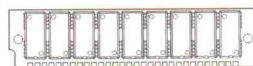
DM 39,00

BNC-Crimp-Stecker



UG 88U-C58	Stecker RG58	1.15
UG 88U-C59	Stecker RG59	1.00
UG 88U-C62	Stecker RG62	1.15
UG 89U-C58	Kupplung RG58	1.95
UG 89U-C62	Kupplung RG62	1.95
UG 1094U-C58	Buchse RG58	2.75
UG 1094U-C62	Buchse RG62	2.75
UG 88/50 Ω	Abschlußst.	1.15
UG 88/75 Ω	Abschlußst.	1.40
UG 88/93 Ω	Abschlußst.	1.45
BNCT-58	Knickschutzülle	0.20
BNCT-62/59	Knickschutzülle	0.20

Simm-Module



Simm 1Mx9-70	69.00
Simm 1Mx9-60	82.00
Simm 4Mx9-70	242.00
Simm 4Mx9-60	299.00

Achtung! Alle unsere Simmmodule mit "echtem" Parity. Kein Asic / kein COB / Kein Topless)

PS/2 Module



inkl. Parity		
PS/2 Modul 4MB	1MBx36	298.00
PS/2 Modul 8MB	2MBx36	569.00
PS/2 Modul 16MB	4MBx36	988.00

ohne Parity		
PS/2 4MB 1x32	1MBx32	255.00
PS/2 8MB 2x32	2MBx32	510.00
PS/2 16MB 4x32	4MBx32	820.00

für Intel-Triton		
PS/2 EDO 4MB	1MBx32 EDO	345.00
PS/2 EDO 8MB	2MBx32 EDO	715.00

Druckerkabel

2xD-Sub-Stecker 25pol		
AK 401	1,8m	3.45
AK 450	3m	4.50
AK 402	5m	6.40

D-Sub-Stecker/Buchse 25pol		
AK 404	1,8m	3.45
AK 405	5m	6.40
AK 406	7m	9.00

D-Sub-Stecker/Centronic-St		
AK 101	1,8m	2.40
AK 102	3m	4.50
AK 103	5m	6.20

REICHELT
ELEKTRONIK-VERTRIEB

KATALOG KOSTENLOS

TEL: 0 44 21 - 2 63 81
FAX: 0 44 21 - 2 78 88

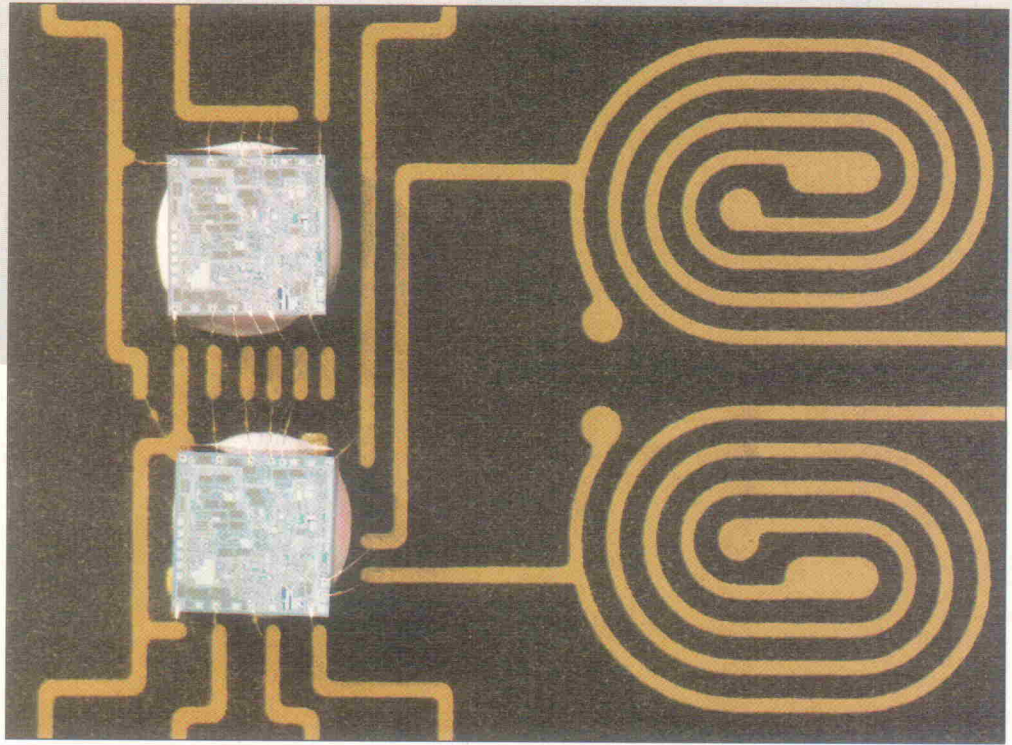
Stand:2.7.95

Entstördienst

EMV-gerechtes Design elektronischer Schaltungen, Teil 2

Dr.-Ing. Joachim Franz

Die Abblockung elektronischer Schaltungen ist für viele Entwickler immer noch ein Buch mit sieben Siegeln. Zahlreich und planlos platzierte Angstkondensatoren sollen die EMV-Geister beschwören. Teil 2 dieser Artikelreihe entmystifiziert die Abblockung und erläutert die mit der Entstörung zusammenhängenden Probleme.



Üblicherweise liefert ein Netzteil elektronischen Schaltungen die benötigte Energie. Netzteile sind also die Quellen und die elektronischen Schaltungen die Senken. Für Wechselstromvorgänge ist jedoch jedes aktive Bauteil eine Quelle, zweckmäßigerweise als Stromquelle modelliert. Das Masse- und Versorgungssystem einschließlich Netzteil sowie die jeweils anderen aktiven Bauteile stellen die Senken dar. Der vom aktiven Bauteil in das Masse- und Versorgungssystem eingespeiste Strom muß sich schließen. Fließt der Strom über eine räumlich weit ausgedehnte Schleife, wird er an deren Induktivität einen hohen Spannungsabfall erzeugen, der sich in andere Stufen als Störspannung einkoppelt. Um diesen Effekt zu verhindern, leitet man den Strom bereits an den Klemmen des aktiven Bauelementes durch einen Kondensator, der als Bypass wirkt. Das Bauteil ist damit 'abgeblockt'.

Die Gleichspannung des Netzteils wird für die Diskussion der

Abblockung zu Null angenommen. Das Netzteil läßt sich also durch seinen komplexen, frequenzabhängigen Innenwiderstand ersetzen. Wird dieser mit den Impedanzen der Masse- und Versorgungsleitungen zum Innenwiderstand Z_i des gesamten Masse- und Versorgungssystems zusammengefaßt, so erhält man ein Ersatzschaltbild wie in Bild 1. Z_i ist also die Impedanz, die das abzublockende aktive Bauteil von seinen Anschlußklemmen aus sieht.

Die Impedanz Z_i steigt durch ihren induktiven Anteil mit der Frequenz an. Schaltet man ihr

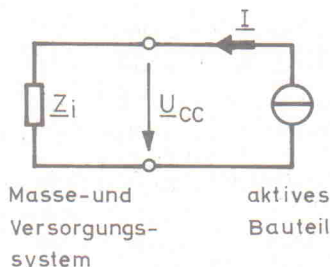


Bild 1. Ersatzschaltbild für die Abblockung.

eine wesentlich niedrigere Impedanz parallel, so kann der Strom des aktiven Bauteils durch diesen Nebenschluß fließen. Eine niedrige Impedanz läßt sich prinzipiell durch einen Wirkwiderstand, eine Induktivität oder einen Kondensator realisieren. Widerstand und Induktivität können zwar in bestimmten Frequenzbereichen durchaus der Abblockung dienen, wie sich noch zeigen wird. Aber nur der Kondensator ist für Gleichstrom undurchlässig.



Bild 2. Ersatzschaltbild eines Kondensators.

Das Verhalten der Abblockkondensatoren beschreibt der Serienschwingkreis in Bild 2 hinreichend genau. Die Größen C , R und L sind in gewissem Maße frequenzabhängig, sie werden deshalb für eine charakteristische Frequenz, die Resonanzfrequenz, angegeben. R

wird als Ersatzserienwiderstand (ESR) und L als Ersatzserieninduktivität (ESL) bezeichnet. Bauform und verwendete Materialien bestimmen die charakteristischen Größen des Abblockkondensators.

Die Impedanz des Kondensators ist abhängig:

- unterhalb der Resonanzfrequenz praktisch nur von der Kapazität,
- im Resonanzpunkt vom Ersatzserienwiderstand (ESR),
- oberhalb der Resonanzfrequenz näherungsweise von der Ersatzserieninduktivität (ESL).

Oberhalb der Resonanzfrequenz im Ersatzschaltbild für die Abblockung läßt sich der Abblockkondensator allein durch seine Induktivität ersetzen. In diesem Frequenzbereich besteht der Abblockzweig dann nur aus der Induktivität (ESL) des Kondensators und seiner Anschlußinduktivität. Seine Impedanz muß klein gegenüber der Impedanz des Versorgungssystems sein.

Gruppen- und Einzelabblockung

Den Innenwiderstand des Versorgungssystems bestimmen bei tiefen Frequenzen der Innenwiderstand des Netzteiles und die Gleichstromleitungswiderstände. Bereits bei Frequenzen oberhalb von etwa 10 kHz muß man mit einem deutlich induktiven Anteil der Leitungsimpedanzen rechnen. Sind die Abblockkondensatoren mehrerer Stufen nur über kurze Leitungen miteinander verbunden – wie bei Digitalschaltungen –, so können bei niedrigen Frequenzen diese Kondensatoren in ihrer Wirkung als parallel geschaltet betrachtet werden. Es liegt eine Gruppenabblockung vor: mehrere ICs werden durch einen oder mehrere Kondensatoren gemeinsam abgeblockt. Für aktive Bauelemente mit niedriger Stromanstiegsgeschwindigkeit genügt eine Gruppenabblockung.

Erhöhen sich die Leitungsimpedanzen mit steigender Frequenz zu stark, ist der Abblockkondensator in unmittelbarer Nähe des aktiven Bauteils zu platzieren; es liegt eine Einzelabblockung vor. Nachdrücklich sei vermerkt, daß es hier nicht auf die Signalfrequenz in der Schaltung ankommt, sondern

auf das von dem betrachteten Bauteil tatsächlich lieferbare Spektrum. Wenn also ein Bauteil eine Grenzfrequenz von 100 MHz aufweist, muß man es, auch wenn man es nur mit 50 Hz betreibt, für 100 MHz abblocken. Bei vielen Schaltungen wird man für die hohen Frequenzen eine Einzelabblockung vorsehen – jedes IC erhält einen Abblockkondensator von beispielsweise 100 nF – und für die tiefen Frequenzen eine Gruppenabblockung – einen Elko für die gesamte Schaltung.

Parallel abgeblockt

Um breitbandig abzublocken, schaltet man häufig mehrere Kondensatoren unterschiedlicher Kapazität parallel. Dieses Vorgehen kann Probleme hervorrufen: Schaltet man zwei Serienschwingkreise unterschiedlicher Resonanzfrequenz parallel, so zeigt der Impedanzverlauf zwei Serienresonanzen (Bild 3). Ein Serienkreis ist unterhalb seiner Resonanzfrequenz kapazitiv, oberhalb induktiv. Zwischen den beiden Serienresonanzen bildet sich also eine Parallelresonanz aus der Ersatzinduktivität des einen Kreises und der Ersatzkapazität des anderen. Dessen hohe Impedanz im Resonanzpunkt kann Teile des Störspektrums stark herausheben.

Die Parallelschaltung von 100 nF und 100 pF weist bei der Serienresonanz des 100-pF-Kondensators zwar eine niedrige Impedanz auf, aber nur in einem sehr kleinen Frequenzbereich. Diesen Vorteil erkauft man mit der höheren Impedanz bei der Parallelresonanz. Bei hohen Frequenzen bestimmt die Parallelschaltung der Induktivitäten beider Kondensatoren den Impedanzverlauf. Schaltet man dagegen zwei gleiche Kondensatoren parallel, so liegt die Impedanz bei allen Frequenzen niedriger und nicht erst bei hohen Frequenzen. Mit einer Parallelschaltung von Kondensatoren erreicht man also neben der Kapazitätserhöhung vor allem die oberhalb der Serienresonanz wirksame Verringerung der resultierenden Induktivität.

Eine Parallelschaltung von Kondensatoren verschiedener Kapazität ist nur dann sinnvoll, wenn die Induktivität des Kondensators mit der geringeren Kapazität – etwa aufgrund einer anderen Bauform – wesentlich

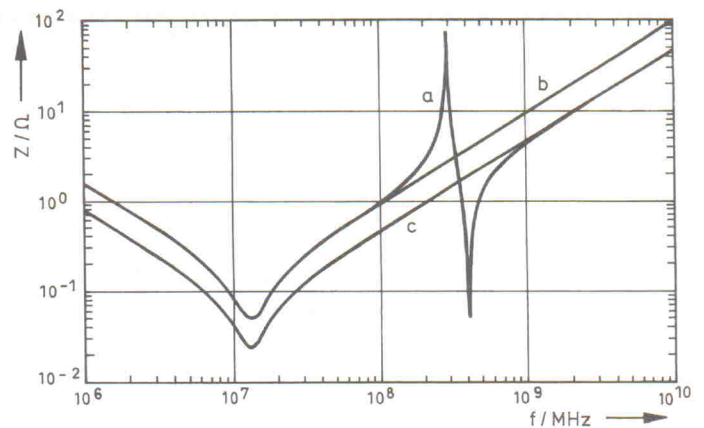


Bild 3. Impedanz von 100 nF und 100 pF parallel (a, ESR und ESL identisch), 100 nF einzeln (b) und zweimal 100 nF parallel (c).

kleiner ist, beispielsweise bei Keramikkondensator und Elko. Die Impedanz bei Parallelresonanz muß aber gering gehalten werden durch:

1. Auswahl von Kondensatoren mit höherem Verlustwiderstand. Die Parallelschaltung mit einem Elko ist im allgemeinen unkritisch. Kondensatoren mit kleinem ESR sind problematisch für die Abblockung.
2. Reihenschaltung eines Widerstandes mit dem Kondensator mit höherem ESL; die Induktivität des Widerstands ist zu berücksichtigen.

Beabsichtigt man, Kondensatoren unterschiedlicher Kapazität parallel zu schalten, sollte man den Impedanzverlauf aus den charakteristischen Ersatzgrößen der ausgewählten Abblockkondensatoren berechnen.

Anordnung von Abblockkondensatoren

Die Stromanalyse aus der letzten Folge macht deutlich, wie Abblockkondensatoren richtig anzuschließen sind. Dazu nimmt man an, daß im Layout einer elektronischen Baugruppe die beiden Leitungen eines Versorgungsspannungssystems weit auseinander liegen (Bild 4). Dies verstößt zwar gegen die allgemeingültige Regel, daß in jedem Schaltkreis Hin- und Rückleiter nah beieinander lie-

gen sollten, entspricht aber häufig den praktischen Gepflogenheiten. Der Abblockkondensator ist über längere Zuleitungen an die Versorgungsspannungsleitungen (Knoten a und b) angeschlossen. Für die Analyse wird idealisiert angenommen, daß der von Schaltung 2 in das Versorgungssystem eingespeiste Strom vollständig durch den Abblockkondensator fließt. An der Impedanz des Abblockzweiges zwischen den Knoten a und b entsteht ein Spannungsabfall, der sich der Versorgungsspannung der Schaltung 1 als Störspannung überlagert. Die Stromanalyse zeigt die Verkopplung.

Die Koppelimpedanz läßt sich durch breitere Leitungen im Abblockzweig etwas verringern. Vollständig kann man den Einfluß der layoutbedingten parasitären Zuleitungsimpedanzen ausschalten, indem die Länge der Anschlußleitungen im Abblockzweig (in Bild 4 zwischen Knoten a und b) durch Verschiebung der Knotenpunkte zu Null verkürzt wird. Die Anschlußklemmen des Kondensators werden dann wie in Bild 5 Sternpunkte der zu der Störquelle und den Störsenken führenden Leitungen. Diese Anschlußtechnik wird auch Nadelöhr-Anschlußtechnik [1] genannt. Die beiden Sternpunkte a und b können bei Verschiebung der Knotenpunkte nicht zusammenfallen. Die Schaltungen

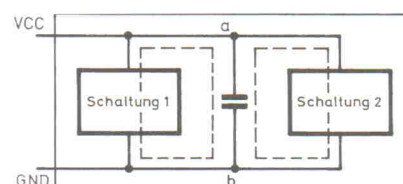


Bild 4. Bei ungünstigem Anschluß eines Abblockkondensators ist die Zuleitungsimpedanz im Abblockzweig (zwischen den Knoten a-b) hoch.

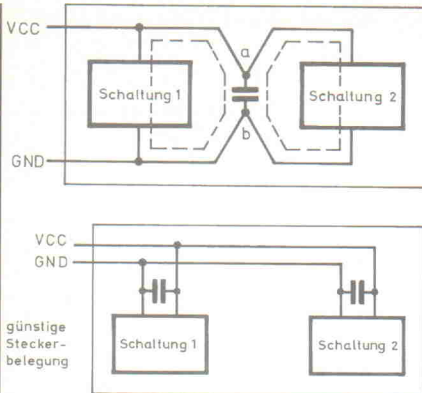
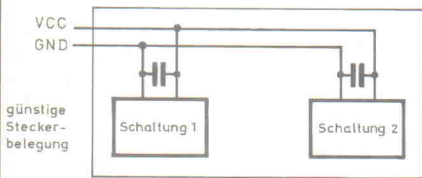


Bild 5. Eliminieren des störenden Einflusses der Anschlußleitungen durch Verschieben der Anschlußsternpunkte.

Bild 6. Optimale Anordnung der Versorgungsleitungen.



bleiben noch über die Impedanz des Abblockkondensators miteinander verknüpft. Deshalb ist ein Kondensator mit hoher Kapazität und niedriger Induktivität auszuwählen. Die Leitungslängen im Abblockzweig sind so kurz wie möglich zu halten, was automatisch geschieht, wenn Masse- und Versorgungsleitungen nah beieinander verlegt sind.

Layoutbeispiele

Eine Umsetzung der bereits gewonnenen EMV-Erkenntnisse in ein Layout auf Zweilagigen-Leiterplatten mit digitalen ICs zeigt Bild 7. Indem die Leitungen unterhalb der ICs als koplanare Leitungspaare möglichst breit und mit geringem Abstand zueinander verlaufen und am Leiterplattenrand als Parallelplattenleitung geführt werden, steigt die Kapazität des aus Versorgungs- und Masseleitung gebildeten Kondensators. An der Durchkontaktierung, wo eine Leitung die Lage wechselt, ist ein optimaler Platz für einen Abblockkondensator.

Nach Verlegung aller Leitungen sollte der noch freie Platz zur Vermaschung des Masse- und Versorgungssystems genutzt werden; zusätzlich kann eine Parallelplattenleitung wie am linken Leiterplattenrand in Bild 7 auch am rechten Rand

verlegt werden. Dadurch entstehende Masseschleifen sind bei Digitalschaltungen wegen des Störabstandes der ICs nicht schädlich; die Längsimpedanz der Signalmasse wird aber stark verringert und damit die Spannungsabfälle durch Signalströme und von außen eingeprägte Ströme. Die Störsicherheit verbessert sich insgesamt.

Sinngemäß kann man auch bei Analogschaltungen verfahren. Bild 8 zeigt die Abblockung an einer Operationsverstärkerschaltung und die Layoutgestaltung für einlagige Verdrahtung; bei zweilagigen Leiterplatten kann die andere Lage als Schirm genutzt werden. Die Minimierung der Impedanz des Abblockzweiges ist ein Kriterium für die Platzierung der Bauelemente und den Anschluß der Kondensatoren im Layout. Über die Stromanalyse im Layout kann die Qualität der getroffenen Maßnahmen beurteilt werden.

Eine Analogschaltung unter Verwendung diskreter Transistoren ist in Bild 9 dargestellt. Üblicherweise wird das Layout mit einer dem Stromlaufplan ähnlichen Platzierung angelegt; es weist dann einen großen Abstand zwischen Versorgungs- und Masseleitungen (Bild 9b) auf. Bild 9c dagegen zeigt eine günstige, ebenfalls einlagige

Layoutrealisierung mit geringst möglichem Abstand zwischen diesen Leitungen. Die Widerstände sind am oberen Ende entweder mit Masse oder mit $+U_B$ verbunden. Dieses System läßt sich auch bei zwei Versorgungsspannungen anwenden. Es erweist sich in der Praxis als wesentlich störungs- und schwingsicherer als andere.

Mit den in den Bildern 7, 8 und 9c (unten) dargestellten Anordnungen des Versorgungssystems ergeben sich mehrere Vorteile:

- Schon durch die Anordnung ist der nach den hergeleiteten Erkenntnissen richtige Anschluß der Abblockkondensatoren sichergestellt. Denn die Leitungen liegen räumlich günstig zu den Anschlußpunkten der Kondensatoren.
- Die von Hin- und Rückleiter gebildete Schleife weist eine kleine Fläche auf. Mit geringerer Schleifenfläche werden die Induktivität dieser Schleife und die Gegeninduktivität zu anderen Leitungen geringer.
- Dank des niedrigeren Induktivitäts- und des höheren Kapazitätsbelags (Leitungsmodell mit Querkomponenten) verringert sich der Wellenwiderstand und damit Z_i des Versorgungssystems. Der Aufwand an Abblockkondensatoren nimmt ab.

Mit diesen Hinweisen wird deutlich, daß manche in der Literatur angegebenen Empfehlungen für Versorgungssysteme nicht gut durchdacht sind.

Multilayer abblocken

Leiterplatten in Multilayertechnik stellen für die Abblockung einen Sonderfall dar. Denn VCC- und GND-Leitungen können als durchgehende Flächen ausgeführt werden. Dadurch verringern sich die Längs-Impedanzen (R- und L-Belag) des Masse- und Versorgungssystems und damit auch die der Signalmasse. Der Kapazitätsbelag vergrößert sich erheblich. Die Frage ist, ob und in welchem Maße der aus diesen beiden Lagen gebildete Kondensator Anteil an der Abblockung nimmt, welchen Einfluß die Lagenanordnung (Abstand der VCC- und GND-Lagen voneinander) hat und wie die zu erwartenden Parallelresonanzen mit den Ab-

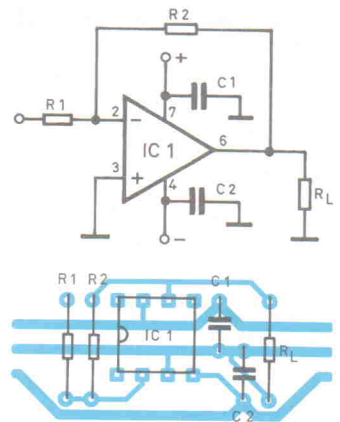


Bild 8. Schaltung und zugehöriges einlagiges Layout mit optimierter Platzierung und Leitungsführung.

blockkondensatoren zu beherrschen sind.

Die Abblockung ist jedoch mit Problemen verbunden, die man zunächst nicht mit ihr in Verbindung bringen würde. Sie zwingt Entwickler und Layouter zu Kompromissen mit möglicherweise ungünstigen Folgen:

- Die VCC- und GND-Lagen dienen auch der Abschirmung zwischen ihnen liegender Signallagen.
- Beide Lagen müssen genutzt werden, um einen definierten Wellenwiderstand der Signalleitungen zu erzeugen.
- Die für hohe Frequenzen nötige Einzelabblockung erfordert eine Platzierung der Abblockkondensatoren in unmittelbarer Nähe der abzublockenden ICs; dort wird aber der Platz für Signalleitungen benötigt.
- Sollen zur breitbandigen Abblockung 'schneller' ICs zwei unterschiedliche Kondensatoren anstatt eines verwendet werden?

Die entscheidende Größe für die Wirksamkeit der Abblockung ist die Impedanz des Versorgungssystems einschließlich der Abblockkondensatoren. Sie muß im betroffenen Frequenzbereich klein sein. Zur Untersuchung dieses Problems wurde die Impedanz des Versorgungssystems unter verschiedenen Randbedingungen berechnet und auf einer Testleiterplatte gemessen. Die Testleiterplatte war im Doppelpaarsformat in 10-Lagen-

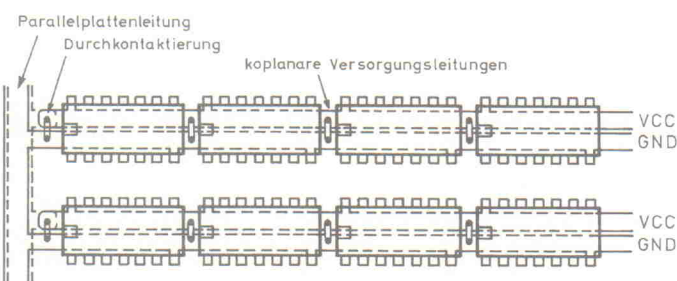


Bild 7. Anordnung der Versorgungsleitungen und Abblockkondensatoren bei Zweilagigen-Leiterplatten mit digitalen ICs, Abblockkondensatoren zwischen den ICs.

Multilayertechnik mit verschiedenen Lagenanordnungen aufgebaut:

- Version A: 2. und 9. Lage GND, 3. und 8. Lage VCC, beide Lagenpaare parallelgeschaltet;
- Version B: 2. Lage: GND, 3. Lage VCC (kleiner Abstand zwischen VCC und GND);
- Version C: 2. Lage: GND, 9. Lage VCC (großer Abstand zwischen VCC und GND).

Impedanz berechnet

Die Abhängigkeit der Impedanz eines Plattenkondensators von der Frequenz läßt sich aus den Maxwell'schen Gleichungen herleiten. Für einen kreisförmigen Plattenkondensator mit Einspeisung in den Kreismittelpunkten, dem Plattenabstand a , dem Plattenradius r und der Phasengeschwindigkeit c wird (J_n : Besselfunktion n -ter Ordnung):

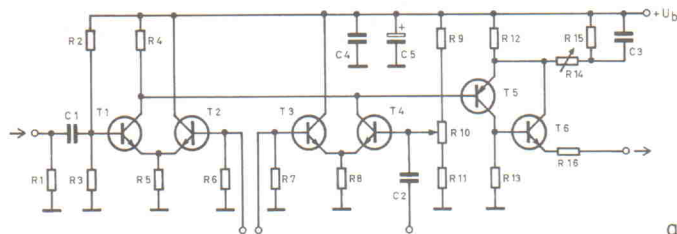
$$Z_p = -j \cdot \frac{a}{2\pi\epsilon r} \cdot \frac{J_0\left(\frac{\omega r}{c}\right)}{J_1\left(\frac{\omega r}{c}\right)}$$

Bild 10 zeigt die nach Gleichung (1) berechnete Impedanz $Z_p(f)$ einer runden Leiterplatte mit Größe und Lagenaufbau der Testleiterplatte. Die Serien- und Parallelresonanzen entstehen durch Reflexion am Leiterplattenrand. Die Impedanz ist erwartungsgemäß abhängig von der Lagenanordnung. Unterschiede sind sowohl in den kapazitiven (fallenden) als auch den induktiven (steigenden) Bereichen zu erkennen. Der Vergleich mit der Impedanz eines einzelnen 100-

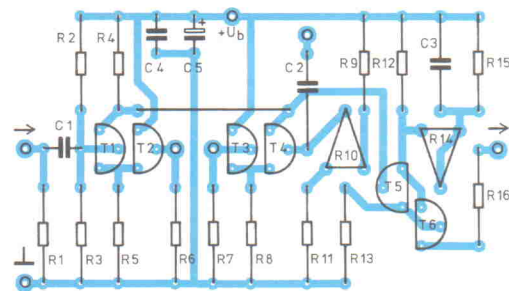
nF-SMD-Kondensators deutet darauf hin, daß die Leiterplatte einen wesentlichen Beitrag zur Abblockung leisten wird.

Durch einen Vergleich der Rechen- und Meßergebnisse wurde ein Modell des durch die VCC- und GND-Lagen gebildeten Kondensators aufgestellt. Mit dessen Hilfe ist nun die Berechnung der gesuchten Impedanz des Abblocksystems für unterschiedliche Abblockmaßnahmen möglich, so daß auch allgemeine Aussagen über die Abblockung gemacht werden können. Die Impedanzverläufe in den Bildern 11...13 weisen einige Charakteristika auf:

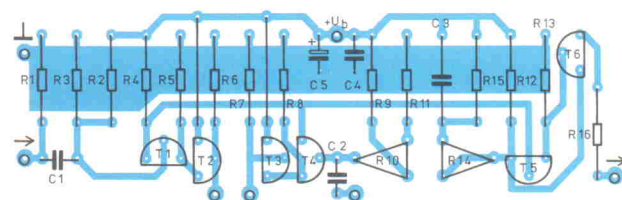
- Die erste Serienresonanz entspricht der Serienresonanz der Abblockkondensatoren unter Berücksichtigung ihrer Anschlußinduktivität.
- Die zweite Serienresonanz entsteht durch die erste Reflexion am Leiterplattenrand. Ihre Frequenz läßt sich aus der ersten Nullstelle von Gleichung (1) berechnen: $\omega a/v_{ph} = 2,4$. Für ein Leiterplattenmaterial mit $\epsilon_r = 4$ und der Leiterplattenlänge $l = 2a$ (in m) wird die Frequenz (in MHz) $f = 115/l$. Die berechnete Frequenz verschiebt sich aber durch die Anschlußinduktivitäten der Abblockkondensatoren und des abzublockenden ICs zu tieferen Frequenzen. Und zwar um so mehr, je größer die Kapazität pro Leiterplattenfläche ist (Bild 13).
- Die Parallelresonanz zwischen der ersten und zweiten Serienresonanz entsteht durch die Ersatzinduktivität der Abblockzweige und die Ersatzkapazität der Leiterplatte. Ihre



a)



b)



c)

Bild 9. Analogschaltung a), für die Abblockung ungünstige b) und günstige c) Layoutrealisierung (einlagig).

Güte muß man möglichst gering halten, da sonst Anteile des Störspektrums bei dieser Frequenz stark ansteigen. Wie dies geschehen kann, wird noch gezeigt.

- Die Parallelresonanzen oberhalb der zweiten Serienresonanz sind Leiterplattenrandreflexionen. Sie können durch eine Verringerung der Länge der durchgehenden Lagen zu hohen Frequenzen verschoben werden. Die maximale Ausdehnung einer durchgehenden Fläche läßt sich aus der ersten

Polstelle in Gleichung (1) berechnen: $\omega a/v_{ph} = 3,8$; für ein Leiterplattenmaterial mit $\epsilon_r = 4$ und einer maximal abzublockenden Frequenz f_{max} (in MHz) wird die größte zulässige Leiterplattenlänge l_{max} (in m) $l_{max} = 2a = 181/f_{max}$. Zunächst ist aber zu prüfen, ob das abzublockende Spektrum überhaupt noch nennenswerte Anteile in diesem Frequenzbereich besitzt, was von den verwendeten Bauteilen abhängt.

Aus Bild 11 geht sehr deutlich die erhebliche Bedeutung der

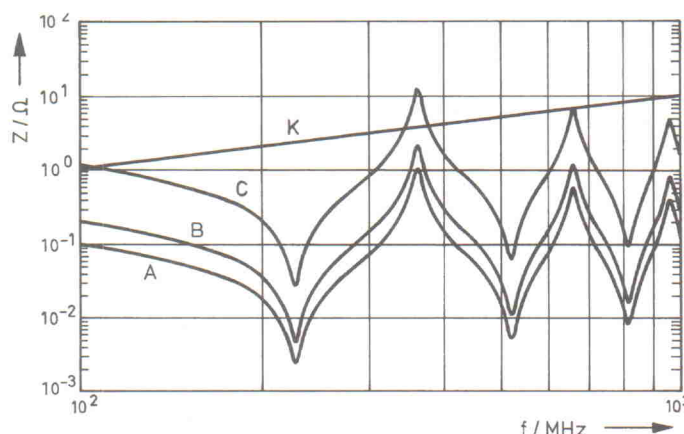


Bild 10. Die Impedanz der Multilayerplatten variiert mit der Lagenanordnung (Versionen A, B und C; Leiterplattenmaterial mit $\epsilon_r = 4$ und $\tan\delta = 0,03$). Zum Vergleich die Impedanz eines 100-nF-SMD-Kondensators (K).

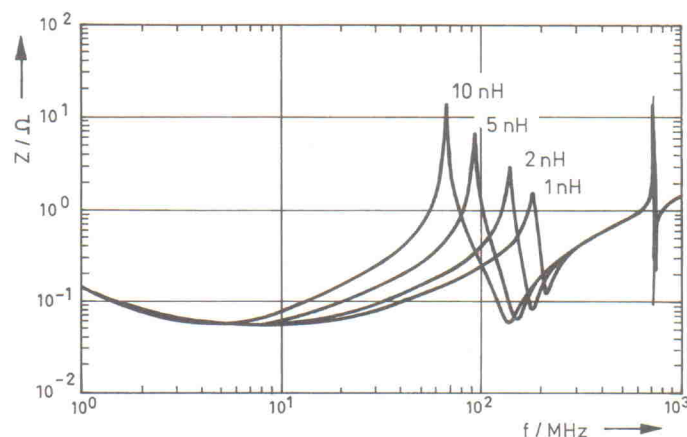


Bild 11. Berechnete Impedanz der Testleiterplatte (Version B), bestückt mit zwölf Abblockkondensatoren (100 nF). Eine Verringerung von ESL und Anschlußinduktivität wirkt sich günstig aus.

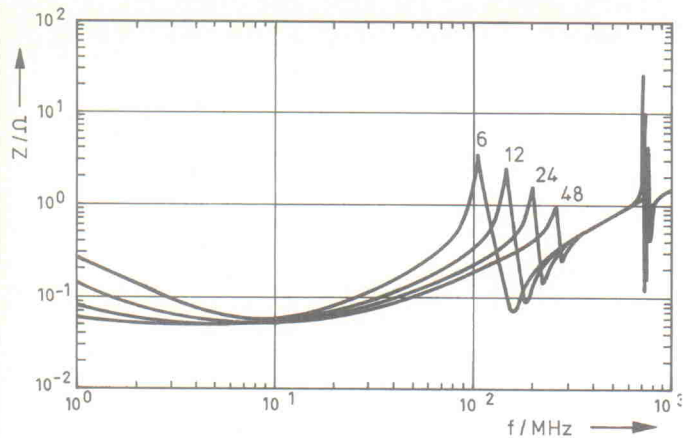


Bild 12. Berechnete Impedanz wie in Bild 11 (Version B), jedoch mit unterschiedlicher Anzahl von Abblockkondensatoren ($n = 6, 12, 24, 48$).

Auswahl induktivitätsarmer Abblockkondensatoren und der Realisierung einer induktivitätsarmen Anschlußtechnik für den Frequenzbereich zwischen der ersten und zweiten Serienresonanz hervor. Eine Verringerung der Induktivitäten (ESL, Anschlußinduktivitäten der Abblockkondensatoren und der ICs) schiebt die Parallelresonanz dichter an die zweite Serienresonanz; dies beeinflusst die Güte der Parallelresonanz günstig. Eine zu Bild 11 verwandte Charakteristik zeigt die Abhängigkeit von der Kondensatoranzahl (Bild 12); mit steigender Anzahl sinkt die resultierende Induktivität der Abblockzweige.

Richtig geschichtet

Bild 11 und 12 zeigen auch, daß im Frequenzbereich oberhalb der 2. Serienresonanz (bei Abmessungen der Testleiterplatte über ca. 200 MHz) die Impedanz des Abblocksystems unabhängig von den Werten der Abblockkondensatoren ist, sie ist nur noch von der Impedanz der Leiterplatte selbst und ihrem Lagenaufbau abhängig. In Bild 13 erkennt man den großen Einfluß eines verbesserten Lagenaufbaus auf die Verringerung der Impedanz schon von der ersten Serienresonanz an; sie beträgt bei der Version A gegenüber der Version C schon bei 10 MHz 10 dB und ab 100 MHz etwa 20 dB. Die zweite Serienresonanz wird mit verbessertem Lagenaufbau zu tieferen Frequenzen hin verschoben; dies ist sehr günstig: es begrenzt den von den Kondensatoren abzudeckenden Frequenzbereich nach oben.

Kondensatoren und Leiterplatte bewirken gemeinsam eine Breitbandabblockung. Die Kondensatoren blocken den unteren Frequenzbereich, die Leiterplatte den oberen ab. Ein zusätzliches Parallelschalten von Abblockkondensatoren niedrigerer Kapazität zu diesem Zweck ist nicht nur unnötig, sondern wegen der weiteren Parallelresonanz sogar problematisch.

Vom Punkt zur Fläche

Durchgehende Lagen besitzen eine um Größenordnungen geringere Längsimpedanz als Leitungen. Diese Impedanz ist über den Induktivitätsbelag abhängig vom Lagenabstand und kann durch Parallelschalten zweier VCC/GND-Systeme (Version A) noch einmal halbiert werden. Die Abblockung digitaler Schaltungen auf Leiterplatten in Multilayertechnik mit durchgehenden VCC- und GND-Lagen kann deswegen als Gruppenabblockung angesehen werden: Ein IC wird nicht nur durch den zugeordneten Kondensator, sondern auch die anderen abgeblockt. Damit wird aber die Zuordnung überflüssig; der Abstand des Abblockkondensators zu den ICs kann etwas größer werden. Die Ergebnisse erklären auch die im praktischen Entwurfsprozeß mit Digital-schaltungen gemachte Erfahrung, daß keine wesentlichen Veränderungen im Störverhalten der Leiterplatten auftreten, wenn man einzelne nicht platzierbare Abblockkondensatoren wegläßt.

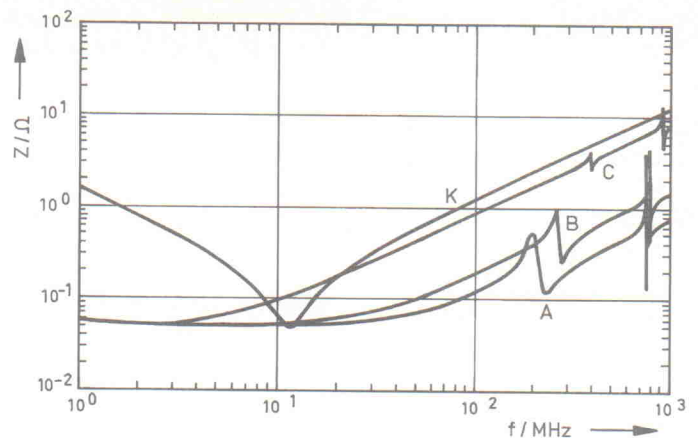


Bild 13. Impedanz der Testleiterplatte, mit 48 Abblockkondensatoren (100 nF) bestückt. Versionen A, B und C im Vergleich zu einem Kondensator (K).

Die flächenbezogene Abblockung verschafft dem Layout einen erheblichen Gestaltungsspielraum: Die Kondensatoren einschließlich der Durchkontaktierungen lassen sich an weniger kritische Stellen platzieren. So gewinnt man im layout-technisch sensiblen Bereich Platz für Leitungen. Der Anschluß der Abblockkondensatoren und der aktiven Bauelemente an die VCC- und GND-Lagen muß allerdings mit der geringsten fertigungstechnisch möglichen Induktivität erfolgen, also nicht etwa mit längeren Anschlußleitungen. Die Gefahr einer höheren Abstrahlung des VCC- und GND-Systems besteht durch den größeren Abstand der Kondensatoren nicht, denn die hohen Frequenzen werden sowieso nicht von den Kondensatoren, sondern von der Leiterplatte abgeblockt; allein ihre Abblockqualität bestimmt die Stromverteilung und damit die Abstrahlung bei hohen Frequenzen.

Eine Lagenanordnung nach Version A ermöglicht zusätzlich auch eine Schirmung von Signallagen ähnlich wie die Version C, allerdings mit dem Aufwand zweier zusätzlicher Lagen; man erreicht mit diesem Aufwand aber eine erheblich geringere Längsimpedanz des Abblocksystems und der Signalmasse.

Spareffekt

Die Wirksamkeit einer optimal aufgebauten Leiterplatte in Multilayertechnik konnte eindrucksvoll an einer größeren Schaltung mit einer Taktfrequenz von 50 MHz beobachtet

werden, die versuchsweise ohne jeden Abblockkondensator betrieben wurde und dabei einwandfrei arbeitete. So zeigt nicht nur die theoretische Untersuchung, sondern auch der praktische Test, daß man bei richtiger Gestaltung der Abblockung erhebliche Mengen an Angstkondensatoren einsparen kann. Konsequente Anwendung dieser Erkenntnisse spart Platz und Kosten. Ein sorgfältiges Layout bewirkt eine Verringerung der störenden Effekte. Dagegen kann ein nachlässiges Layout mit falscher Anschlußtechnik die Wirkung eines an sich richtig gewählten Kondensators sabotieren. cf

Literatur

- [1] Leidl, F., *Computer Simulation Applied to PC-Board Design, Workshop on EMC-Modelling, 8th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, March 1989*
- [2] Dirks, C., *Breitbandentkoppung von Versorgungsspannungen auf Leiterplatten, Tagungsband 'Rechnergestützter Entwurf von modernen Bauelementträgern' (CAD/CAE), Juni 1992, Ingenieurtechnischer Verband KDT e. V., Gesellschaft für Elektrotechnik*
- [3] Koch, M., Franz, J., John, W., *Theoretische und meßtechnische Bestimmung des Einflusses durchgehender Versorgungs- und Masselagen von Leiterplatten in Multilayertechnik auf die Abblockung, Tagungsband 'Internationale Fachmesse und Kongreß für Elektromagnetische Verträglichkeit' 1994, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach 1994*

Schaltungssimulation mit PSpice

Teil 10: Newton-Raphson & Co.

Entwicklung

Dr. Stephan Weber

Viele Dinge, die man mit einem Computer macht, könnte man auch anders erledigen. Doch an einigen Stellen ist dies nahezu hoffnungslos. Hier steht der Computereinsatz völlig außer Frage. Das heißt nicht, daß dabei mystische Dinge passieren, die Nicht-Mathematiker nie nachvollziehen könnten. Diese Folge lüftet einen zentralen Schleier eines jeden Simulationsprogramms.



An einigen Stellen scheint man in der Schulmathematik nicht weiter zu kommen. Doch gerade an solchen Stellen geschieht oft 'Revolutionäres': Ein Kind wird sagen: 'eins minus drei oder vier geteilt durch fünf, 'das geht nicht'. Ersteres Problem läßt sich durch die Einführung negativer Zahlen und letzteres durch gebrochene Zahlen überwinden. Auf dem Gynnasium werden dann höhere Probleme wie die Zahlen π , $\sqrt{2}$ oder gar $\sqrt{-1}$ behandelt, und doch gibt es auch hier Gleichungen, die man nicht (analytisch) lösen kann, obwohl eine Lösung eindeutig existiert. Ein Beispiel dafür ist die Gleichung $2-x = e^x$, welche sich leicht grafisch interpretieren läßt (Bild 68): Gesucht ist der Schnittpunkt der Geraden $y_1 = 2-x$ mit der Exponentialkurve $y_2 = e^x$. Statt $2-x = e^x$ zu lösen, kann man natürlich

auch $y_3 = 2-x-e^x = 0$ lösen, was mathematisch etwas eleganter formuliert ist, aber dieselbe Lösung x_s liefert (Bild 69). Hat man eine Startschätzung x_1 zur Verfügung, so kann man ausgehend von dieser per Tangente noch näher an die exakte Lösung herankommen.

Da viele Bauelemente in der Elektronik durch Geraden (Spannungsquellen, Widerstände usw.) beziehungsweise e-Funktionen (z. B. Dioden und Transistoren) beschrieben werden, ist diese Aufgabenstellung bei der Simulation von großer Relevanz. Die Serienschaltung zweier Komponenten bedeutet ja nichts anderes, als daß nach den Kirchhoffschen Gesetzen der gleiche Strom durch beide Elemente fließen muß.

Entsprechendes gilt bei der Parallelschaltung. Sehr einfach sind die Verhältnisse bei der

Zusammenschaltung einer Stromquelle I_0 , eines Widerstandes R_1 und einer Diode D_1 nach Bild 70. Laut Knotenregel gilt

$$\Sigma I = 0 = I_0 - I_{R1} - I_{D1}$$

mit

$$I_{R1} = U/R_1 \text{ und}$$

$$I_{D1} = IS (e^{U/U_T} - 1).$$

Daraus folgt:

$$0 = I_0 - U/R_1 - IS (e^{U/U_T} - 1) \\ = f(U)$$

So sehr man sich auch bemüht, es wird nicht gelingen, diese Gleichung nach U aufzulösen und damit die sich einstellende Spannung zu berechnen. Einfach ist dies nur für $R_1 = \infty$, aber für beliebige Werte kann man U nur raten und kontrollieren, wie gut die Gleichung erfüllt ist. Bei einigen Werten wird $f(U) > 0$ sein, bei anderen

$f(U) < 0$ gelten. Gesucht ist also die Nullstelle von $f(U)$. Eine Möglichkeit, diese langsam einzukreisen, ist die Intervallhalbierung. Das Problem verschärft sich jedoch in vielen Fällen dadurch, daß sich zum Beispiel gleich mehrere Dioden im Netzwerk befinden. Dann erhält man gleich eine Reihe von Gleichungen mit vielen Strömen und Spannungen, die alle gleichzeitig zu erfüllen sind. Aber auch ein Computer kann die Gleichung nicht in der Weise auflösen, daß er das Endergebnis als Formel der Form $U = f(I_0, R, IS, \dots)$ liefert. Aber er kann bei gegebenen Werten für die Widerstände, Spannungsquellen und so weiter sehr genau die gewünschten Werte numerisch ermitteln.

Des Rätsels Lösung

Die Intervallhalbierung ist eine sehr sichere, einfache, aber auch langsame Berechnungsmethode. Besser geht es in Verbindung mit dem Know-how aus der vorherigen Folge, in der es unter anderem um die Lösung linearer Gleichungssysteme (LGS) ging. Nur wie

kann man mit dem Wissen auch nichtlineare Systeme lösen? Die Antwort findet sich in der numerischen Mathematik: Man nähert eine nichtlineare Funktionen durch Geraden an. Das so entstandene System aus Geradengleichungen läßt sich wiederum leicht bearbeiten. Und man erhält (hoffentlich) eine Lösung, die auch für das nichtlineare System näherungsweise zutrifft (was zu kontrollieren ist).

Die bestmögliche Approximation einer beliebigen Funktion f durch eine Gerade g an einer definierten Stelle ist durch eine Tangente gegeben. Im betrachteten Punkt selbst stimmen f und g überein. Und auch in unmittelbarer Umgebung sind die Unterschiede nur gering, da sich die Tangente praktisch an die Kurve anschmiegt. Erst mit zunehmendem Abstand treten größere Differenzen auf. Gesucht wird dann die Nullstelle der Tangente, das heißt der Schnittpunkt mit der x -Achse, die im Beispiel eine Spannung U repräsentiert (Bild 71). Um die Tangente selbst zu bestimm-

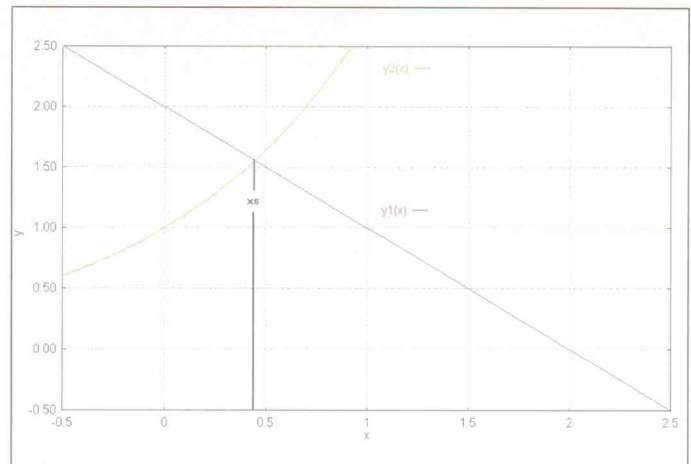


Bild 68. Grafische Lösung der Gleichung $2 - x = e^x$ (oben).

men, benötigt man einen Punkt – das ist in diesem Fall die Startschätzung für U – und die Steigung (die Ableitung), die im Startpunkt für f und g übereinstimmen soll. Für das Beispielnetzwerk gilt:

Allgemein für f :
 $f(U) = I_0 - U/R - IS \cdot (e^{U/U_T} - 1)$

Für den Startwert:
 $f(U_0) = I_0 - U_0/R - IS \cdot (e^{U_0/U_T} - 1)$

Für die Steigung f' :
 $f'(U) = -1/R - IS/U_T \cdot e^{U/U_T}$

f' für den Startwert:
 $f'(U_0) = -1/R - IS/U_T \cdot e^{U_0/U_T}$

Für die Tangente g :
 $g(U) = m \cdot U + n$

Für den Startwert:
 $g(U_0) = m \cdot U_0 + n$

Für die Steigung g' :
 $g'(U) = m$

g' für den Startwert:
 $g'(U_0) = m$

Damit g tatsächlich die Tangente ist – und nicht eine beliebige andere Gerade – muß gelten:

$f(U_0) = g(U_0) = m \cdot U_0 + n$

und

$f'(U_0) = g'(U_0) = m$

Wenn $f(U_0)$ und $f'(U_0)$ bekannt sind – oben wurden sie ja gerade ausgerechnet –, dann kann man m und n ermitteln und daraus die Nullstelle U_N von g :

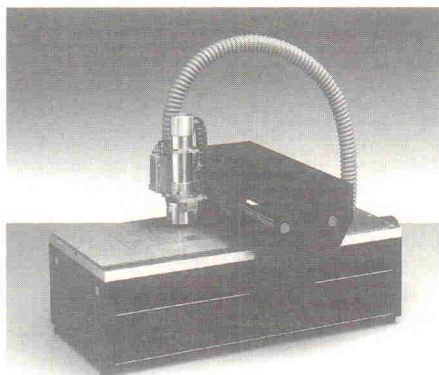
$g(U_N) = m \cdot U_N + n = 0$

$U_N = -n/m = U_0 - f(U_0)/f'(U_0)$
 (Newton-Raphson-Verfahren)

Diese Nullstelle U_N von g wird näherungsweise mit der Nullstelle von f , der eigentlichen Netzwerkfunktion, übereinstimmen. Für die Rechnung benötigt man einen Startwert U_0 , den entsprechenden Funktionswert $f(U_0)$ und die erste Ableitung $f'(U_0)$. In fast allen Fällen wird U_N wesentlich genauer sein als die Startschätzung U_0 . Wenn man nun U_N als neuen Startwert benutzt, kann man mit derselben Methode einen noch besseren Wert U_{N2} erhalten. Durch schrittweise Wiederholung läßt

LPKF ProtoMat 91S

NEU: mit Durchkontaktierung (Option)



Flexible Prototypenfertigung 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 Fräsbohrplotter sind **einfach zu bedienen, umweltfreundlich** und passen auf jeden Labortisch.

Sie wollen mehr wissen?

Kopieren Sie diese Anzeige und faxen sie an:
051 31/7095-90 (Tel.: 051 31/7095-0)

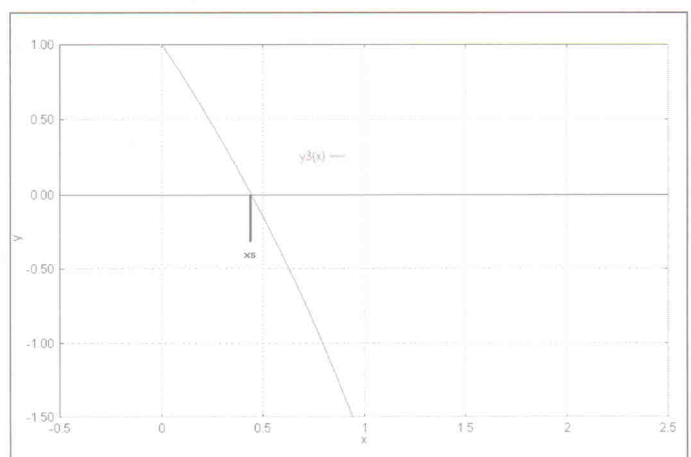


Bild 69. Grafische Lösung der Gleichung $y_3 = 2 - x = e^x$ führt auf die gleiche Lösung x_s wie Graphen in Bild 1.

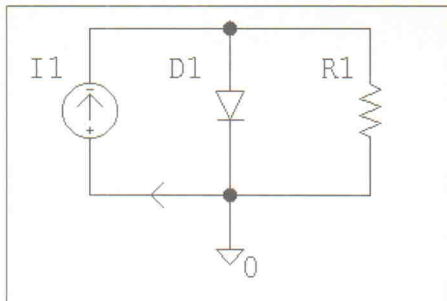


Bild 70. Eine einfache nicht-lineare Schaltung.

sich dann die Nullstelle von g nahezu beliebig genau ermitteln, und damit die gesuchte Spannung an der Diode. Dieses Verfahren wird Newton-Raphson-Verfahren [1, 2] genannt und ist zentraler Teil eines jeden Schaltungssimulators, da sich damit nahezu jede beliebige Gleichung numerisch lösen läßt. Benannt ist das Verfahren nach dem Mitbegründer der Differential- und Integralrechnung und großen Physiker Isaac Newton. Aber wer war Raphson?

Viele Dimensionen

Dieses Verfahren eignet sich auch für Gleichungssysteme, die in Matrixschreibweise (deswegen im folgenden Großbuchstaben) notiert zum Beispiel folgendermaßen aussehen: $Y \cdot U = I$ beziehungsweise $F(U) = Y \cdot U - I = 0$. Aber auch nichtlineare Gleichungen und damit Schaltungen mit mehreren Dioden und/oder Transistoren lassen sich auf diese Weise berechnen. Die zu lösenden (Maschen- bzw. Knoten-) Gleichungen haben dann die Form $F(X) = 0$ mit der Startschätzung X_0 . Die Iterationsformel entspricht genau dem eindimensionalen Fall:

$$F(X) = 0$$

$$X_{N+1} = X_N - J^{-1}(X_N) \cdot F(X_N)$$

Anstelle des Terms $1/f$ ist J^{-1} getreten, wobei J die sogenannte Jacobi-Matrix ist.

Damit man es wirklich glaubt und vor allem selbst nachvollziehen kann, hier ein nichtlineares Beispiel – wegen x_2^2 – für $n = 2$ Dimensionen:

$$f_1(x_1, x_2) = x_1 + 2 \times x_2 - 1$$

$$f_2(x_1, x_2) = x_1 + x_2^2$$

mit

$$J = \begin{pmatrix} \delta f_1 / \delta x_1 & \delta f_1 / \delta x_2 \\ \delta f_2 / \delta x_1 & \delta f_2 / \delta x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2x_2 \end{pmatrix}$$

Den Startwert kann man im einfachsten Fall schlicht raten. Die zweite Gleichung ist zum Beispiel für $x_1 = x_2 = 0$ erfüllt. Mit $X_0 = (0,0)$ hat man also wenigstens die halbe Miete.

$$F(X_0) = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$J(X_0) = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Die 'Hauptarbeit' ist nun die Matrix-Inversion, denn es muß gelten $J = E$:

$$J^{-1}(X_0) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0,5 & -0,5 \end{pmatrix}$$

Nun endlich die Newton-Raphson-Formel:

$$X_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0,5 & -0,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0 \\ 0,5 \end{pmatrix}$$

Jetzt ist die erste Gleichung erfüllt, aber die zweite nicht, deshalb die nächste Iteration:

$$F(X_1) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,25 \end{pmatrix}$$

$$J(X_1) = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$J^{-1}(X_1) = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$X_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,5 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0,25 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -0,5 \\ 0,75 \end{pmatrix}$$

$$F(X_2) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,0625 \end{pmatrix}$$

Nun ist die erste Gleichung wieder erfüllt, und bei der zweiten ist der Fehler schon ziemlich klein. Man kommt der

DAS ORIGINAL

BUNGARD FOTOBESCHICHTETES BASISMATERIAL

Unser fotobeschichtetes Basismaterial gibt es, seit wir es erfunden haben. Wir wissen, worauf es ankommt: konstante Qualität und Sicherheit in der Verarbeitung. Gleichmäßiger und staubfreier Lackauftrag. Saubere Schnittkanten. Großer Belichtungsspielraum. Hohe Entwicklerbeständigkeit. Lagerfähigkeit mind. 1 Jahr.



Wir liefern alle Materialarten, Dicken und Kupferauflagen. Auch in Zuschnitten. Ab Lager. Und womit sind Sie zufrieden?

BUNGARD
BEZ

Ihr Weg zur Leiterplatte...

Bungard Elektronik • Rilke Straße 1 • D-51570 Windeck • Tel. (0 22 92) 50 36 • Fax 61 75

TARGET V3 für Windows

Datei Bearbeiten Gestalten Effekte Text Anordnen Ansicht Option

Schnell von der Idee zur Platine

Schaltplan
Platine
Autorouter

NEU!

TARGET V3

für Windows

Platinen CAD

komplett in Deutsch!

Info gratis!	TARGET V3 Vollversion	nur	DM 910,-	Info gratis!
	TARGET V3 Light (Euro-Karte)		DM 298,-	
	TARGET V3 Demo		DM 25,-	
	DOS-Version weiterhin erhältlich!			
	RULE 1.2dM Platinen-Editor ab		DM 179,-	

(A) RIBU-Elektronik GmbH
Mühlgasse 18, A-8160 Weiz
Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69

(CH) Hess HF-Technik Bern
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern
Tel.: (0 31) 331 02 41 Fax.: (0 31) 331 68 36

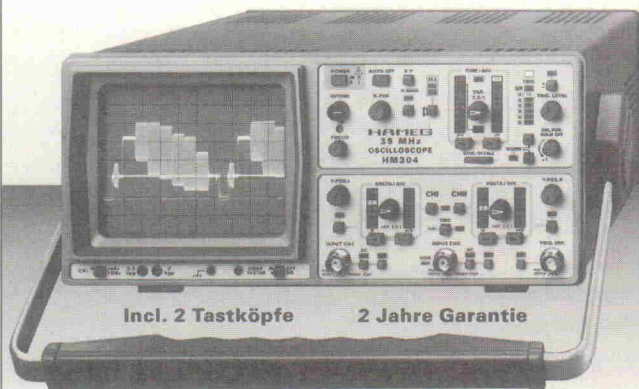
Ing. Büro FRIEDRICH
Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing. (TH)

Fuldaer Straße 20 D-36124 Eichenzell
Tel.: (0 66 59) 22 49, Fax.: (0 66 59) 21 58

HM304 u. HM1004

2 neue Oszilloskope
mit Autoset u. Recall

natürlich Made in Germany



Kurzdaten: HM304

2x DC-35MHz, 1mV-20V/cm, Komp.-Tester
Zeitbasis: 0,2s-10ns/cm, Delay mit 2. Trig.
Triggerung: DC-100MHz, ab 5mm Bildhöhe

Kurzdaten: HM1004

2x DC-100MHz, 1mV-20V/cm, Verz.-Leitung
Zeitbasis: 0,2-5ns/cm, Delay mit 2. Trig.
Triggerung: DC-150MHz, ab 5mm Bildhöhe
Komponent-Tester, 14kV-Strahlröhre

Beide sind prozessorgesteuerte Geräte einer neuen HAMEG-Generation, deren Intelligenz auch die Automatisierung von Meßplätzen unterstützt. Über Save / Recall sind 6 Einstellprogramme speicherbar. Für die Steuerung über einen PC sind sie mit einer RS-232 Schnittstelle ausgerüstet.

Optionen: Readout / Cursor u. Fernbedienung

Preise incl. Tastköpfe und RS-232 Schnittstelle

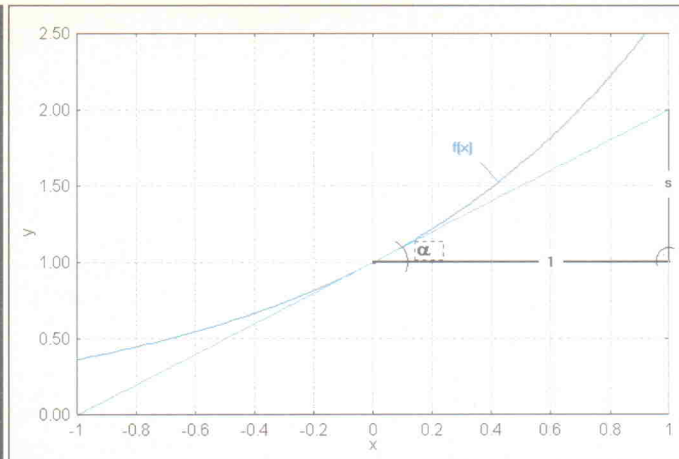
HM304 **DM 1472,00**
o. Mwst.: DM1280,00

HM1004 **DM 2047,00**
o. Mwst.: DM1780,00

Unterlagen erhalten Sie von:

HAMEG GmbH
Kelsterbacher Str. 15-19
60528 Frankfurt / Main

069-67805 0
069-6780513



Entwicklung

Bild 71. Eine nichtlineare Funktion mit Tangente.

Lösung also Schritt für Schritt näher. Wobei es bei einigen Gleichungen durchaus Probleme geben kann, zum Beispiel könnte die Matrix J nicht invertierbar sein (Determinante gleich Null), das System könnte mehrere Lösungen haben, aber die falsche gefunden werden oder die Iterationen entfernen sich immer weiter, sprich das Verfahren konvergiert nicht, was auf eine instabile Schaltung deutet.

SPICE und viele Mathematikprogramme haben genau dieselben Probleme, und unter Umständen muß der Benutzer selber eingreifen, zum Beispiel beim Design Center durch Vorgabe einer Startschätzung mit .Nodeset.

In diesem einfachen Beispiel kann man die exakte Lösung $(-1, 1)$ noch raten oder per Hand ausrechnen. Bei komplizierteren Gleichungen oder mehr als zwei Dimensionen praktisch nicht mehr.

Newton-Raphson unter Pascal

Zur Umsetzung in ein Pascal-Programm wurde die Berechnung der Stromverstärkung $B(I_c, U_{ce})$ eines Bipolartransistors ausgewählt. Damit erhält man dann genau dieselben Ergebnisse wie mit einer .DC- oder .OP-Analyse im Design Center.

Auch alle anderen Gleichspannungskennlinien kann man durch minimale Änderungen berechnen. Hierfür wurde die Arbeitspunktvorgabe durch U_{ce} und I_c (ausgangsgesteuert) in einen Varianten-Record Bias vorgesehen. Wenn man U_{ce}

und I_b vorgibt (eingangsgesteuert) kann man leicht das Ausgangskennlinienfeld $I_c(U_{ce}, I_b)$ berechnen. Auch die Berechnung von Feldeffekttransistoren oder ähnlichem ist leicht möglich. Als Variable wird ein Vektor X_{nw} definiert, der die Knotenspannungen und eine modellinterne Größe enthält.

Einsetzen kann man dann das Programm beispielsweise um festzustellen, welchen Einfluß die einzelnen Transistorparameter haben, wieviele Iterationsschritte man tatsächlich zur Simulation benötigt (sehr interessant im Debugger) oder wie gut die Startschätzung sein muß, um noch eine Konvergenz zu erzielen. Ersteres führt natürlich direkt zum Problem der Optimierung, was Thema einer späteren Folge sein wird. Zur Konvergenzstabilisierung führt SPICE zum Beispiel eine Schrittweitenbegrenzung durch, die hier nur rudimentär vorhanden ist.

Das Programmlisting befindet sich wiederum abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/53 52-401) oder kann gegen Einsendung einer formatierten Diskette mit ausreichend frankiertem Rückumschlag bei der Redaktion angefordert werden. *pen*

Literatur

- [1] W. H. Press, B. P. Flannery, *Numerical Recipes in Pascal*, Cambridge University Press 1989
- [2] J. Vlach, K. Singhal, *Computer Methods for Circuit Analysis and Design*, Van Nostrand Reinhold 1983

Operationsverstärker (15)

Thema in dieser Folge ist die Leistungsberechnung bei Power-OVs und wie die Verlustleistung schadlos 'entsorgt' werden kann. Eine elegante Meßmethode zur Gütebestimmung von Resonanzkreisen leitet dann zur nächsten Folge über.

OV-Leistungsberechnung

Das Leistungsgesetz besagt:

$$P = U^2 / R.$$

Ist also bei einem gedachten, stationären 'Gleichspannungsbetrieb' (Bild 134a, 134b im letzten Heft) und einem 'idealen Verstärker' die Steuerstrecke – sprich Transistor – voll durchgeschaltet, wird die maximal mögliche Leistung dem Lastwiderstand R_L zugeführt. Dabei ist dann die in der Stufe anfallende Verlustleistung Null. Ganz stimmt das in der Praxis nicht, denn da als Ausgangsstufen Emittierfolger oder sogar Darlingtonen benutzt werden, kann U_a nie den Betrag von U_b erreichen; man rechnet hier mit einer Restdifferenz U_d von $U_b - U_a = 2\text{ V}$. Diese Spannung und der Strom in R_L erzeugen dann im jeweiligen Transistor eine Verlustleistung von $2\text{ V} \times I_a$.

Würde man U_e so entsprechend Bild 134 zuführen, hätten wir eine echte B-Schaltung, das heißt, nur einer der beiden Transistoren führt jeweils Strom, mit einem Nullpunktfehler infolge der Basis-Emitterschwellspannungen der beiden Transistoren. Deshalb fließt im realen POV ein Ruhestrom, beim LM12 etwa zwischen 40 mA bei 25 °C und 80 mA bei 130 °C. Die dadurch bedingte zusätzliche Verlustleistung beträgt daher

$$U_{b\text{ges}} \times I_r,$$

bei $U_b = \pm 30\text{ V}$ also im Mittel:

$$60 \times 0,06 = 3,6\text{ W}.$$

Das ist meist zu vernachlässigen. Anders sieht es mit U_d aus. Diese 2 V sollten berücksichtigt werden, wie im folgenden gezeigt wird.

Wird die Schaltung 134a so angesteuert, daß an R_L die halbe Betriebsspannung – also der halbe Betrag von $+U_b$ oder $-U_b$ – abfällt, wird im Widerstand R_L ein Viertel der Maximalleistung umgesetzt. Logischerweise fällt dann am Leistungstransistor ebenfalls ein Viertel von P_{max} als Verlustleistung ab, erzeugt entsprechend Wärme, die abgeführt werden muß. Anschaulicher wird der Vorgang, wenn man sich den Transistor als steuerbaren Widerstand vorstellt: Wenn an R_L die halbe Spannung liegen soll, hat der steuerbare Widerstand 'Transistor' zwangsläufig den gleichen Wert wie R_L und es durchfließt ihn der gleiche Strom. Daher fällt an ihm die gleiche Leistung ab wie am Arbeitswiderstand. Es zeigt sich, daß dies der 'worst case' für den Transistor ist; wenn mehr Spannung (als die halbe) am Transistor abfällt, so wird ja auch der Strom kleiner – und wenn weniger Spannung an ihm abfällt, verlagert sich die Leistungsumsetzung zunehmend in den Arbeitswiderstand R_L .

Daraus folgt für Gleichstromsteuerung:

$$P_{\text{verl max}} = P_{\text{max}} / 4 = (U_b^2 / R_L) / 4$$

Bei der Brückenschaltung fällt ebenfalls die größte Verlustleistung in den POVs an, wenn der Lastwiderstand von jeweils der halben Betriebsspannung gespeist wird, zum Beispiel:

$$U_{a1} = +U_b / 2 \text{ und}$$

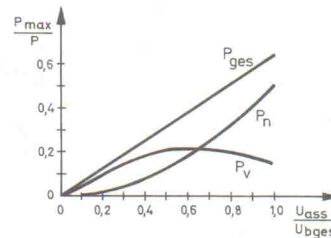


Bild 138. Leistungsverteilung beim POV bezogen auf die Ausgangsamplitude $U_{a\text{eff}}$.

$$U_{a2} = -U_b / 2.$$

Dann kann man sich die Mitte von R_L an Masse geschaltet denken, womit sich Ausgangs- und Verlustleistung nach obiger Gleichung verdoppeln, also

$$P_{\text{verl max}} = P_{\text{max}} / 4 = (U_b^2 / R_L) / 2 \text{ pro POV}$$

Wie an anderer Stelle bereits erwähnt, liefert ein Brückenverstärker bei gleichen Betriebsspannungen und gleichen Lastwiderständen die vierfache Ausgangsleistung einer einfachen Gegentaktschaltung, pro Endstufe also das Doppelte.

Im Beispiel Bild 135 mit 100-W-Motor verteilen sich diese 100 W auf 50 W pro POV. Davon müssen dann nach obiger Gleichung im ungünstigsten Fall jeweils also 12,5 W pro POV an Verlustwärme abgeführt werden können. Hierbei wurde der Spannungsabfall an den Endstufentransistoren nicht berücksichtigt, also rechnet man bei Berechnung der Kühlkörper mit mindestens 15 W Verlust pro POV.

NF-Verstärker werden jedoch normalerweise nicht mit Gleichspan-

nung, sondern mit einer bunt gemischten Wechselspannung angesteuert. Für die Berechnung der Leistungen nimmt man der Einfachheit halber ein Sinussignal an. Der höchste Spitze-Spitze-Wert der Ausgangsspannung eines verlustfreien POV ist $U_{b\text{ges}}$ (minus 'Restspannung'). Daraus ergibt sich der Effektivwert

$$U_{\text{eff}} = U_{b\text{ges}} / 2,8.$$

Verluste und Toleranzen, 'die immer aus der Rolle fallen', verringern diesen Wert, wir rechnen also mit $U_{b\text{ges}} / 3$. Bei Vollaussteuerung eines NF-Verstärkers mit $U_b = \pm 30\text{ V}$ und einem Lastwiderstand R_L (Lautsprecher) von 4 Ω (Bild 132a) ist die maximale NF-Ausgangsspannung also $U_{a\text{eff}} = 20\text{ V}$, daraus ergibt sich eine Leistung von:

$$P_{a\text{eff}} = U_{a\text{eff}}^2 / R = 20^2 / 4 = 100\text{ W}$$

Auch hier eine vereinfachte Berechnung der maximalen Verlustleistung:

$$P_{\text{verl}} = 0,2 \times U^2 / R = 0,2 \times 20^2 / 4 = 20\text{ W}$$

Diese Leistung muß also vom POV als Wärme abgeführt werden können (bei 'Dauerstrich-Betrieb'). Im Diagramm (Bild 138) ist dieses grafisch dargestellt.

In der Brückenschaltung vervierfachen sich die verschiedenen Leistungen (bei gleichem R_L). Deshalb sind auch in Bild 136 für Stereobetrieb 4- Ω , bei Brückenschaltung 8- Ω -Lautsprechergruppen vorgesehen. Dadurch wird in beiden Betriebsarten die gleiche Gesamtleistung auf die Lautsprechergruppen gegeben. Auch die POVs werden mit gleicher Verlustleistung gewärmt.

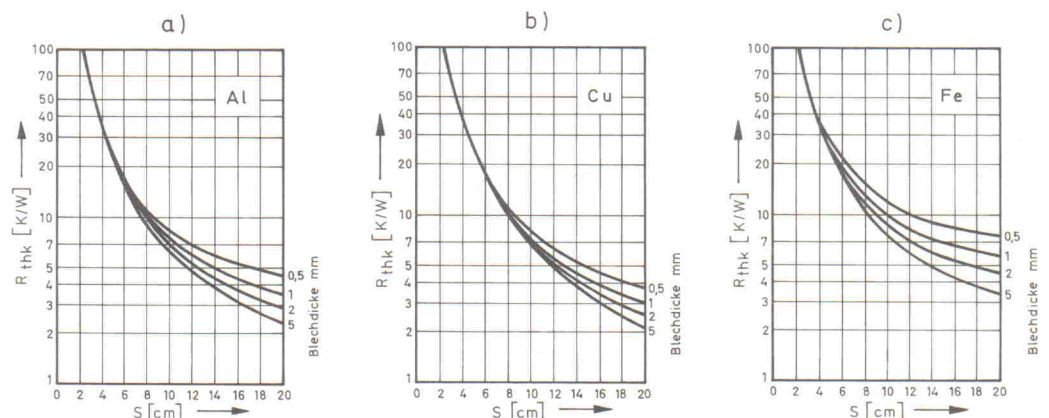


Bild 139. Wärmewiderstand verschiedener Metalle in Abhängigkeit von ihrer Dicke und der Kantenlänge bei quadratischen Abmessungen (a: Aluminium, b: Kupfer, c: Eisenblech).

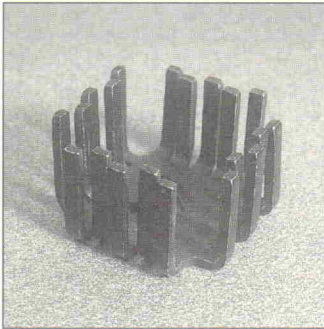


Bild 140. Diese Kühlsterne für TO5-Gehäuse haben einen Wärmewiderstand von 40 K/W.

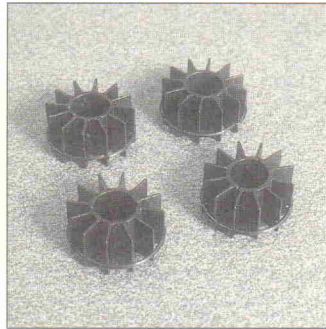


Bild 141. Ein Fingerkühlkörper für TO3-Transistoren hat einen R_{th} von etwa 6 K/W.

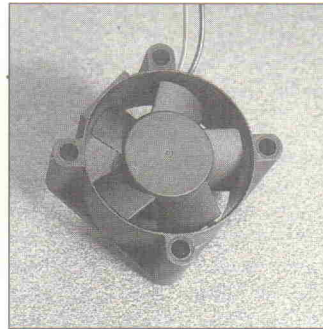


Bild 142. Falls die thermische Konvektion nicht reicht, helfen solche Ventilatoren.

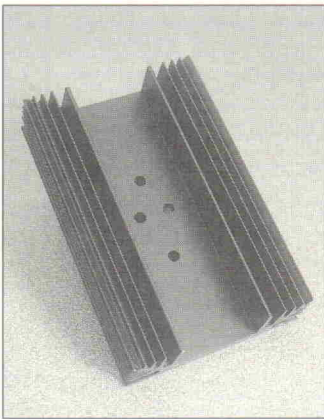


Bild 143. Bei TO3-Anwendungen mit kleiner Leistung genügt oft schon dieses Modell mit 2 K/W.

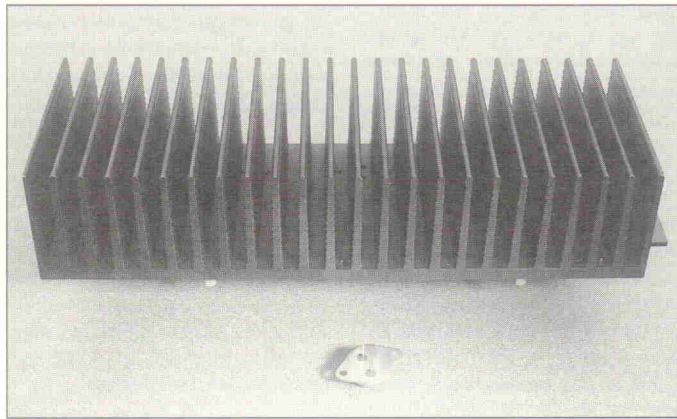


Bild 144. Solche monumentalen Kühlkörper werden in großen Leistungsverstärkern und in der Energieelektronik benötigt, dieses Modell hat einen Wärmewiderstand von 0,6 K/W.

Kühlkörper

Bei fertig konfektionierten Kühlkörpern steht in deren Datenblatt (leider nicht auf dem Kühlkörper selbst) ihr 'Wärmewiderstand' in K/W. K heißt Kelvin und ist im hier interessierenden Temperaturbereich gleich °C. In Worten: Dieser Wärmewiderstand ist die Differenztemperatur in K, um den sich der Kühlkörper gegenüber der Umgebungstemperatur erwärmt, wenn ihm eine bestimmte Leistung P in W als Wärme zugeführt wird. Ein Wärmewiderstand Null stellt demzufolge dem Wärmefluß keinen Widerstand entgegen: Alle zuge-

führte Wärme wird auch abgeführt; dieser Körper erwärmt sich also nicht. Zu dem Wärmewiderstand des Kühlkörpers addiert sich der der Isolierscheibe von 0,5 ... 1,5 K/W sowie aller weiteren Teile, die sich zwischen der Umgebungsluft und der Wärmequelle befinden.

Als Rechenbeispiel benutzen wir den Verstärker aus Bild 132a. Man muß mit einer maximalen Verlustleistung von 20 W rechnen. Der Kühlkörper habe 3 K/W, die Isolierscheibe 1 K/W, macht 4 K/W. Das ergibt eine erhöhte Temperatur am POV um:

$$+K = 20 \times (3+1) = 80 \text{ K.}$$

Beträgt die Umgebungstemperatur im Gerät 40 °C, heizt sich der POV auf 120 °C auf. Der LM12 verträgt das gerade noch, er schaltet erst bei circa 150 °C ab. Ob die anderen Bauteile in demselben Gehäuse diesen 'Ofen' vertragen, steht auf einem anderen Blatt. Man sollte also für gute Lüftung sorgen, eventuell den Kühlkörper außerhalb des Gehäuses montieren und/oder einen kleinen Ventilator spendieren!

Braucht der Wärmewiderstand R_{thk} des Kühlkörpers nicht kleiner als

5 K/W zu sein, tut es unter Umständen auch ein Kühlblech aus Aluminium (Al) oder Kupfer (Cu), beziehungsweise das Anschrauben der Wärmequelle am Chassis oder Gehäuse aus Stahl (Fe). Die Abmessungen eines derartigen Kühlblechs lassen sich anhand der Diagramme (Bild 139) leicht ermitteln. Es ist ein quadratisches Kühlblech mit der Seitenlänge S angenommen, der POV sitzt in der Mitte. Außerdem steht dieses senkrecht in ruhender Luft und ist zunächst blank. U-förmige Abwinkelung (senkrecht!) schadet nicht. Bei waagerechter Anordnung des Kühlblechs muß die errechnete Fläche um etwa den Faktor 1,3 vergrößert werden. Schwärzt man das Kühlblech (z. B. schwarz eloxiert), darf dessen Fläche um den Faktor 0,8 kleiner sein als nach dem Diagramm ermittelt.

Wärmeleitpaste

Der Wärmekontakt vom Halbleiter zum Kühlelement ist wichtig. Zur elektrischen Isolation dienen meist eine Silikonscheibe (<1 K/W) oder eine Glimmerscheibe (MICA), die mit Wärmeleitpaste beidseitig eingestrichen wird; damit sind R_{thk} -Werte von kleiner als 0,5 K/W zu erreichen. Jedoch ist Vorsicht geboten: Früher gab es Pastensorten, die das in dieser Form giftige Berylliumoxyd enthielten. Man sollte daher direkten Hautkontakt dringend vermeiden!

Gütemessung

Bevor wir uns im nächsten Teil weiteren Sonder-OVs zuwenden, hier ein kurzer Einschub zu einer einfachen – sozusagen grafischen – Methode, um die Güte von Filtern und Schwingkreisen zu bestimmen.

Die klassische Art der Gütemessung von Schwingkreisen, Resonanzfiltern und Spulen (durch einen Kondensator zum Schwingkreis ergänzt) erfolgt bekanntlich durch

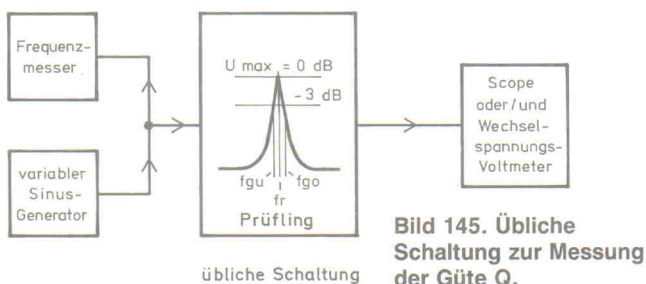
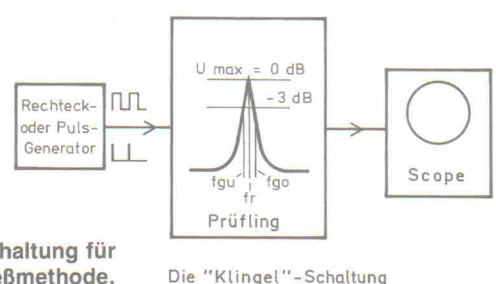


Bild 146. Meßschaltung für die Impuls-Meßmethode.



Die "Klingel"-Schaltung

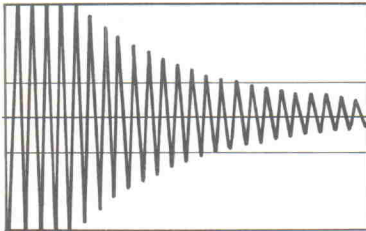
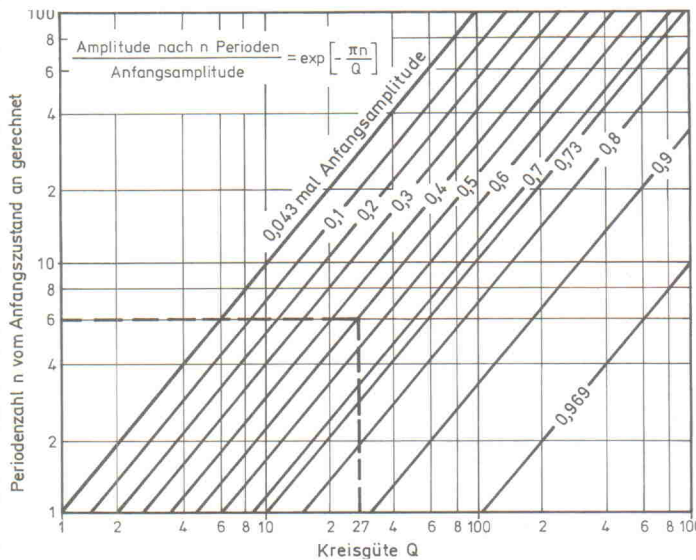
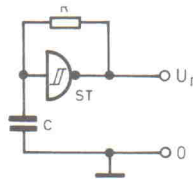


Bild 147. Ein gedämpfter Schwingungsverlauf wie dieser liefert die für die Gütebestimmung erforderlichen Zahlenwerte.

Bild 148. Einfache Schaltung zur Erzeugung eines Rechtecksignals.



entkoppelte Einspeisung eines frequenzvariablen Sinussignals in den Prüfling und die Messung der Frequenzdifferenz zwischen den -3 dB-Punkten der Resonanzkurve entsprechend Bild 145. Die Güte ergibt sich dann zu

$$Q = f_{\text{res}} / df.$$

Dabei ist es unerheblich, ob es sich um aktive oder passive Schaltungen, um Gyratoren oder um aktive Resonanzfilter aus dieser Reihe handelt. Auch mit einem Wobbler wäre der Meßaufwand nicht geringer.

Eine einfachere Methode wurde bereits von H. A. Wittlinger (RCA) in der Zeitschrift EDN, Juni 72, vorgeschlagen. Interessanterweise beruht diese Methode auf den Pendelgleichungen des G. Galilei aus dem sechzehnten Jahrhundert.

Bild 149. Bestimmung der Kreisgüte aus dem Verlauf der gedämpften Schwingung. Im Beispiel nach Bild 148 läßt der Schwingungsverlauf eine Güte von $Q = 27$ erkennen, da die Amplitude nach circa sechs Perioden auf die halbe Größe abgesunken ist.

Das Prinzip ist recht einfach: Der Prüfling wird durch Impulse oder ein Rechtecksignal entsprechend Bild 146 zu aperiodischen Schwingungen (Labor-Jargon: klingeln) angeregt und die Ausgangssignale auf dem Oszilloskop angezeigt. Die Ausgangsamplitude dieser Schwingungen fällt über der Zeit nach einer e-Funktion ab (Bild 147). Daher läßt sich aus deren Amplitudenabfall über der Periodenzahl nach der Grundgleichung

Amplitude nach n Perioden

Anfangsamplitude

$$= \exp(-\pi \times n / Q)$$

die Güte errechnen. Einfacher geht es mit dem Diagramm nach Bild 149. Die Frequenz des speisenden Impuls- oder Rechteckgenerators ist sinnvollerweise zu

$$f_{\text{res}} / 30 \dots f_{\text{res}} / 100$$

zu wählen. Auch hier ist auf eine gute Entkopplung von Generator und Oszilloskop zum Prüfling zu achten, damit das Meßergebnis nicht durch deren Innenwiderstände verfälscht wird. Ein geeigneter Rechteckgenerator läßt sich leicht aus einem Schmitt-Trigger-Gatter, einem Widerstand und einem Kondensator aufbauen (Bild 148). roe

Das bringen

Änderungen vorbehalten

ct magazin für
computer
technik

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

X MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN



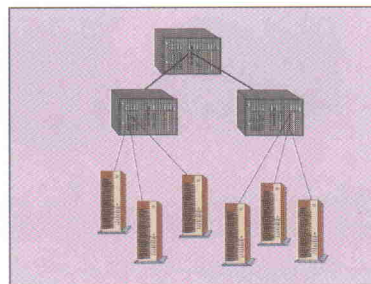
CD-ROM mobil: Laufwerke für und in Notebooks

Desktop Mapping: Aus Daten mit geografischem Bezug aussagefähige grafische Analysen zaubern

Internet-Boom: Leistungen, Probleme, Sicherheitsaspekte. WWW-Browser und -Server

Modem-Einstiegsklasse: Schnelle V.34-Modelle unter 500 Mark

Heft 9/95 am 10. August am Kiosk



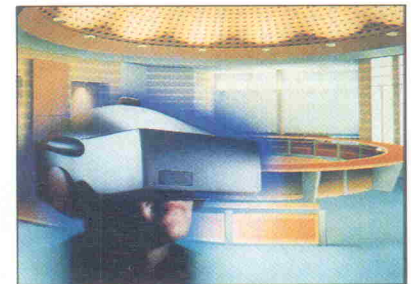
Switching-Techniken: Mit überschaubaren Veränderungen den Durchsatz im Netzwerk erhöhen

Telearbeit: Erste Erfahrungen im In- und Ausland mit dem virtuellen Büroalltag

Home-Shopping: Pilotprojekte, Stand der Dinge und Zukunftsaussichten

Drahtlose Netze: Alternative und Ergänzung zu herkömmlichen Verkabelungssystemen

Heft 7-8/95 bereits am Kiosk



VR im kommerziellen Einsatz: Wie sich Virtuelle Realität bezahlt macht

Publishing mit Unix: Vergleichstest HTML-Editoren, Online-Publishing mit Interleaf und FrameMaker

GNU-Pascal: Nach dem ANSI-C-Compiler gcc gibt es jetzt auch GNU Pascal – GNU-üblich frei verfügbar

Geld verdienen mit P6: Welche Vorteile die neue Architektur für Intel bietet

Heft 8/95 am 20. Juli am Kiosk

PASCAL- oder C-Entwicklungsumgebungen

8031/32, 8751/52, 80C535/C537, 80C320 ...

- Compiler (Pascal/C) • Macro-Assembler
- Echtzeitkern • div. Bibliotheken
- Simulator • Multi-File-Editor
- Linker • OOP (Pascal 5.x)
- On-Line-Hilfe • kompakter Code
- 1 Jahr Updates • Hotline

Entwicklungsumgebung ab 2012,50 DM
In-Circuit-Debugger inkl. Interface 977,50 DM
Bitte Prospekt und Demodiskette anfordern!

In-Circuit-Emulator

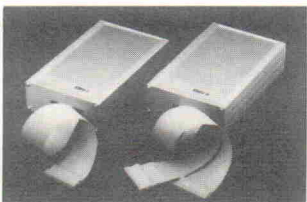


Neues Emulatorkonzept ermöglicht universellen und flexiblen Einsatz für vorhandene und zukünftige Prozessoren der 8051-Familie

- Eeprom-Adapter für alle Prozessoren der 8051-Familie
- Hochsprachen-Debugging
- Real-Time-Trace (32 K x 16 Bit)
- Hardware-Breakpoints (64 K)
- unterstützt ROM-Versionen mit Hilfe von Piggy-Back-CPU's
- keine Einschränkungen von Speicherplatz, Registern, Ports, Interrupts usw.

Echtzeitemulator BICEPS1 c 2875,00 DM
Piggy-Back-CPU für ROM-Vers. 287,50 DM
Adapter DIL-28 auf PLCC-32 333,50 DM

Eeprom-Emulatoren



- für 8- und 16-Bit-Systeme bis 512 KByte
- 70 ns RAM und Centronics-Schnittstelle
- eigener Microcontroller und Befehlssatz
- mehrere Dateiformate, eigenes Netzteil

EMU I 498,00 DM
bis 128 KByte (1 MBit), für 8-Bit-Zielsysteme
EMU II 698,00 DM
bis 2 x 128 KByte, für 8-Bit-Zielsysteme
(1 oder 2 Eeproms) und 16-Bit-Zielsysteme

Cross-Software



Integrierte Entwicklungsumgebungen mit Cross-Assembler für die 8051-Familie

- Macro-Assembler • Terminal
- Editor • On-Line-Hilfe
- Simulator • Quelltextdebugging

Entwicklungsumgebung Eu8051 439,00 DM
weitere Prozessoren auf Anfrage!

Bitte fordern Sie unseren Gesamtkatalog an!

Soft- und Hardwareentwicklung
Jürgen Engelmann Ursula Schrader
Am Föhrengehege 2, 29351 Eldingen
Tel. 05148/286 Fax 05148/853

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.

FERNSCHULE WEBER

Abt. 12

D-26192 Großenkneten - PF 21 61
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

CAN

SEMINAR

Grundlagen, CAN-Protokoll, Physical Layer, verfügbare CAN-Bausteine: Aufbau und Funktionsweise, Entwurf von CAN-Netzen, Applikationen und Anwendungen

17. + 18. Oktober '95

Kursgebühr: DM 1.180,- + 7,0 % Mwst.

HIGHER LAYER PROTOCOLS

Konzepte und Strategien höherer CAN Protokolle, Gegenüberstellung von CAN, Device Net und SDS, Funktionsweise, Einsatz- und Anwendungsbereiche

19. Oktober '95

Kursgebühr: DM 680,- + 7,0 % Mwst.

CAN APPLICATION LAYER

Konzepte und Merkmale von CAN, Protokoll, Dienstetypen, Dienstelemente, CAN-based Profiles, CANopen, Schnittstellen zu CAN, Implementierungen, Beispiele

20. Oktober '95

Kursgebühr: DM 680,- + 7,0 % Mwst.

Leitung: Prof.-Dr.-Ing. K. Etschberger Ort: Weingarten / Würt.

stzp
Steinbeis Transferzentrum Prozessautomatisierung

Doggenriedstr. 40, D-88250 Weingarten
Tel 0751 / 5 21 95, Fax 0751 / 55 17 60

Nicht zu übersehen

sind Ihre Termine im Seminarführer ELRAD

Nicht zu übersehen
sind auch die günstigen
Anzeigenpreise. Alle
Infos, die Sie brauchen,
erhalten Sie unter

05 11/53 52-164 oder -219

ELRAD

Werben ohne Umwege



JANTSCH-Electronic
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

(09 41) 40 05 68

Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23

... immer ein guter Kontakt!

Neueröffnung!

Unser bekanntes Sortiment
nun auch im Ladenverkauf:

SIMONS
electronic

Öffnungszeiten:
Mo.-Fr. 9.30-12.30
14.30-18.00
Sa. 9.30-13.00
Mi. nur vormittags

Froebelstr. 1 - 58540 Meinerzhagen
Tel.: 02354/5702

Versandzentrale:
Daimlerstr. 20, 50170 Kerpen

ELRAD

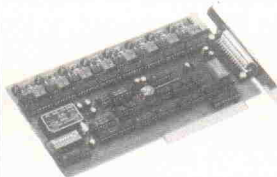
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Embedded Systems 96

Die Embedded Control Messe
mit Fachkongreß für Entwickler
und Konstrukteure, 14.-16.2.1996
Stuttgart - Sindelfingen

Infos für Aussteller und Besucher
Telefon: (089) 3830 7270

Störsichere PC-Karten



- galvanische Trennung
- Industrielle Ausführung
- EMV-gerecht
- direkter Anschluß an SPS
- Peripherieanschluß über SUB-D-Stecker

- A/D-Karten
Spannung, Strom, Pt100-Meßfühler, Thermoelement
- D/A-Karten
- serielle Kommunikation
20mA-Stromschleife, RS485, RS422, IEEE488
- Digital I/O
Interruptfähig, SPS-gerecht
- Geberauswertung
für Inkrementalgeber u. Absolutgeber m. Synchr.-Seriell-Interface
- Industriecomputer
IBM-kompatibel

- Mitutoyo-Interface
Anschluß von Schieblehre, Bügelmeßschraube usw.
- Zählerkarte
Ereigniszählung, Zeit-, Frequenzmesser
- Meßdatenerfassung über RS232
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

balü
electronic

20095 Hamburg
Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -
☎ 040/33 03 96

24103 Kiel
Schülperbaum 23 - Kontorhaus -
☎ 04 31/67 78 20

23558 Lübeck
Hansestraße 14 - gegenüber dem ZOB
☎ 04 51/8 13 18 55

K KUNITZKI
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 020 65/6 33 33
Telefax 028 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computierzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektriker
Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
30451 Hannover - Limmerstr. 3-5
Tel. 05 11/44 26 07 - Fax 05 11/44 36 29

Elektronik-Fachgeschäft

REICHELT
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14
26122 OLDENBURG
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 - 103
26382 WILHELMSHAVEN
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
74072 Heilbronn

263280 **CONRAD**
ELEKTRONIK
Center
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Leonhardtstr. 3
90443 Nürnberg
09 11/26 32 80

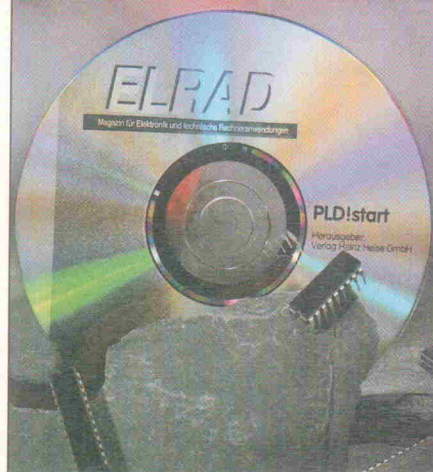
Radio - TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher

30-111 **CONRAD**
ELEKTRONIK
Center
Elektronische Bauelemente HiFi
Computer Modellbau Werkzeug
Meßtechnik Funk Fachliteratur
Klaus-Conrad-Str. 1
92240 Hirschau
09 62 22/30-111

PLD!start

Die ELRAD-CD-ROM für den
Einstieg in die PLD-Entwicklung



Altera: 1Step
Altera: PLDshell Plus
AMD: MACHPRO
AMD: MACHXL
Data I/O: easyABEL
Data I/O: SYNARIO eval
Isdata: LOG/IC eval
Lattice: PDS-1016
Logical Devices: PALexpert
MicroSim: Design Center eval
MicroSim, AMD:
Design Center/AMD eval
National Semiconductor: OPAL jr
Quicklogic: pASIC
SH-Elektronik: GDS-eval
Texas Instruments: proLOGIC
Xilinx: DS550
HiLo-Systems: Devicelist All07

99,- DM

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu
vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**.
(Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und
Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich:
Einsendung eines Verrechnungsschecks, einmalige
Abbuchung von Ihrem Konto, Überweisung auf unser
Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408
(BLZ 250 502 99). Kreditkarten von Eurocard, Visa und
American Express werden ebenfalls akzeptiert.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:



eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover

Telefonische Auskünfte nur von 9.00 - 12.30 h
Tel.: 05 11/53 72 95; Fax: 05 11/5 35 21 47

JETZT IHR MAGAZIN

TESTEN SIE

Mit c't-System-Info-Diskette



Mit IX-Benchmark-Diskette



Das Schnupperangebot

Ja, senden Sie mir die nächsten drei Ausgaben der angekreuzten Zeitschrift zum Vorzugspreis:

- ☐ **c't** magazin für computertechnik: 21,- DM
- ☐ **ELRAD** Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen: 15,- DM
- ☐ **IX** Multiuser Multitasking Magazin: 18,- DM
- ☐ **GATEWAY** Magazin für Daten- und Telekommunikation: 16,- DM

Wenn mich das Test-Abo überzeugt, brauche ich nichts weiter zu tun; ich bekomme das gewünschte Magazin weiterhin jeden Monat per Post und bezahle den oben angegebenen Preis für das Jahresabonnement. Das Abo kann ich **jederzeit** zur übernächsten Ausgabe kündigen – mit **Geld-zurück-Garantie**.

- **c't magazin für computertechnik**
Seit 10 Jahren führend im Markt der Computerzeitschriften.
3 Ausgaben für nur **21,- DM statt 27,- DM** im Einzelverkauf.
- **ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**
Die Elektronik-Fachzeitschrift mit dem konsequenten Praxisbezug. 3 Ausgaben für nur **15,- DM statt 22,50 DM** im Einzelverkauf.
- **IX Multiuser Multitasking Magazin**
Europas meistgekauftes Unix-Magazin. 3 Ausgaben für nur **18,- DM statt 22,50 DM** im Einzelverkauf.
- **Gateway Magazin für Daten- und Telekommunikation**
Für den professionellen Netzwerk- und Telekommunikationsmarkt. 3 Ausgaben für nur **16,- DM statt 24,- DM** im Einzelverkauf.

X
Datum _____ Unterschrift _____
Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

X
Datum _____ Unterschrift _____
Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

Name/Vorname _____

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

Verlag Heinz Heise
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 07
30604 Hannover
Oder faxen Sie uns
0511/53 52 - 2 89

iPRO®-Interfacetechnik

Die iPRO-Interfacetechnik (Abb. 1-4) wird zum Steuern und Regeln direkt in E-Verteilungen und Meßwarten eingesetzt. Die Systeme sind zum Aufbau auf 35 mm Normrutschschienen vorbereitet. Optional kann der Aufbau mit Montageadaptern als Wandmontage erfolgen.

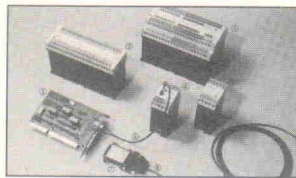


Abb. 1: iPRO-Interface
- 16 digitale Eingänge (5 ... 42V DC)
- 16 digitale Ausgänge (Relais 60VA)
- 8 analoge Eingänge (0 ... 10V)
- 4 analoge Ausgänge (0 ... 10V)

Abb. 2: Signal-Konverter I/U
Strom- / Spannungskonverter für Analogsignale
0/4 ... 20mA auf 0/2 ... 10V

**NOVA MESS
TECHNIK**

Abb. 3: iPRO-Counter

Prozessgesteuertes Counter-Modul mit 2 Eingängen zur Frequenzmessung bzw. Ereigniszählung

Abb. 4: LWL-Konverter

Umsetzung des RS232 Lichtwellenleitersignals auf TTY-Signale

Abb. 5: LWL PC-Einsteckkarte

PC-Einsteckkarte für die serielle Datenübertragung und LWL-Signalerzeugung: - RS232C, RS422, RS485 und LWL

Abb. 6: Duplex-LWL

LWL-Datenleitung in Duplex-Ausführung

Abb. 7: Konverter RS232C - TTY

Koppelmodul zur direkten Montage an die serielle PC-Schnittstelle

Abb. 8: V.24-Datenkabel

Konfektionierte V.24 Datenleitungen

NOVA-Meßtechnik GmbH, Birkbuschstr. 47, 12167 Berlin
Telefon (030) 7 716005, Telefax 7 716063

- Distributoren gesucht -

SPE 650 frei programmierbar



Spannung
Strom
Temperatur
Drehzahl
Frequenz
2 Grenzwerte

und 1000 andere Einbauminstrumente
lieferbar. Fordern Sie Katalog 95 an.

**SCHWILLE
ELEKTRONIK**

Benzstraße 1a, D-85551 Kirchheim
Tel. 089/9031041 Fax 089/9036446



Einbauminstrumente

µC-Peripherie

- vom Tastatur-Interface bis zur Funkdatenübertragung
- LCD-Display (bis 640*480)
- Sprach-Ein-/Ausgabe
- A/D- und D/A-Wandler
- individuell konfiguriert nach Ihren Wünschen
- alles auf einer Platine für Ihren Mikrocontroller

Bross Datentechnik

25337 Elmshorn

☎ 04121/47013-4, Fax -5

FLASH-Memories & Embedded Control

Fordern Sie Produktinformationen an.

- ☐ FLASH-Memories
- ☐ Einplatinencomputer
- ☐ SCOTTY08 (MC 68008 CPU)
- ☐ MEGA301 (TMP 68301 CPU)
- ☐ MEGA340 (MC 68340 CPU)
- ☐ Cross-C-Compiler
- ☐ Entwicklungspakete

MCT - High Tech
von der Spree

MCT Paul & Scherer GmbH

Wattstr. 10, 13355 Berlin

Tel.: 030 4631067

Fax: 030 4638507

Mailbox: 030 4641429



Scott Edwards & Claus Kühnel

Das Parallax Assembler Arbeitsbuch zu den Mikrocontrollern PIC16Cxx

Eine Sammlung fertig einsetzbarer Assembler Routinen

ISBN 3-9804331-0-2

Die deutsche Übersetzung und Bearbeitung des amerikanischen Kultbuchs "The PIC-Source-Book" ist endlich lieferbar! 110 Seiten, DIN A4-Arbeitsbuch, geringt wie das US-Original. Beigepackt auf Diskette neben den Assembler-Sourcen, auch der Parallax Assembler und -Simulator.

69,- DM

Erhältlich bei:

Elektronikladen Mikrocomputer GmbH
32758 Detmold, Telefon 052 32/81 71

Berlin 030/4 63 10 67 · Leipzig 03 41/2 13 00 46 · Hamburg 040/38 61 01 00
Frankfurt 061 96/4 59 50 · Stuttgart 071 54/8 16 98 10 · München 089/6 01 80 20
Schweiz 0 64/71 69 44 · Österreich 0 22 36/4 31 79 · Niederlande 0 34 08/8 38 39
... oder jede Buchhandlung!

"PIC" ist Warenzeichen von Microchip Inc., "Parallax" ist Warenzeichen von Parallax Inc.

Für Sie...

...stehen 3 Bände „Laborblätter“ zur Auswahl
(bitte ankreuzen)



Leser werben Leser.
Sie brauchen uns nur
einen neuen ELRAD-
Abonnenten nennen.
Nutzen Sie die Gelegenheit!
Die Bestellkarte finden
Sie in der Heftmitte.

Verlag Heinz Heise, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover



IHR ZUVERLÄSSIGER ELEKTRONIK-PARTNER

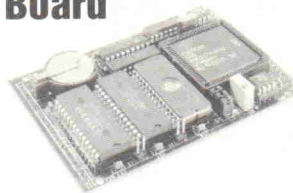
Horst Boddin - Import-Export

Postfach 100231 Telefon 051 21/51 20 17
D-31102 Hildesheim Telefax 051 21/51 20 19
Steuerwalder Straße 93 51 66 86
D-31137 Hildesheim

- MIYAMA Kippschalter, Taster
- Stecker (Antennen-, BNC-, UHF-, Cinch-, LS-, Sub-D-, Platinen- etc.)
- Buchsen, Kupplungen, Verbinder
- Batteriehalter
- Crimp- u. Elektronikerzangen
- Lichtschranken
- Lötartikel
- Kopfhörer/Ohrhörer
- Lade- u. Netzgeräte
- Meßgeräte (analog + digital)
- Einbaumeßinstrumente
- Gehäuse (Plastik + Metall)
- Kabel (Audio/Video/Netz-)
- TV/RF Antennen-Rotore
- Telefondosen, -Stecker, -Kabel

BITTE FORDERN SIE UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN KATALOG 1995 AN!
- NUR HÄNDLERANFRAGEN -

Mikrocontroller- Board



Mikrocontroller Siemens 80C517A
mit bis zu 18 MHz Takt
10 Bit A/D-Wandler mit 12 Kanälen
batteriegepufferte Realtime Clock (RTC 72421)
64 K Programmspeicher
8-64 K RAM oder EEPROM
2 serielle Schnittstellen voll Duplex
8 schnelle PWM-Ausgänge
störresistente 4-Lagen Multilayer Platine
3 Timer / Counter
38 I/O-Pins
11 Capture/Compare-Funktionen
5V Referenzspannungsquelle
Maße: 104 x 70 mm

- Fertigbaugruppe mit CPU + RTC, ohne EPROM, EEPROM, RAM.....Preis DM 295,-
- dito, mit CPU, 64 KB EPROM 8 KB EEPROM.....Preis DM 329,-
- Betriebssystem mit EPROM für RTC, serielle Schnittstellen, D/A-Wandler
Routine über PWM-Ausgang, Dokumentation mit Schaltungsbeispielen für
D/A-Wandlung, Software zusätzlich auf Diskette.....Preis DM 69,-
- Bausatz, andere Speicher und Stiftleisten auf Anfrage verfügbar, alle Preise netto + MwSt.

Harald Trapp
Technisches Beratungsbüro
Auf der Bovenhorst 21 · D-46282 Dorsten

Technische Beratung Leiterplatten Entleuchtung
Hardwareentwicklung Interface-Techniken
Mikrocontroller-Systeme Dokumentationen

OSZIFACE

externes digitales Speicheroszilloskop für PC

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- integrierte Logikanalyse für 8 Signale pro AD-Karte
- 2mV/div - 25V/div Eingangsempfindlichkeit bei 1MO, 7pF
- besondere Triggerinstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- alle von Standard-Oszilloskopen bekannte Funktionen wie z.B.
- ext. Trigger, ext. Takt, Offset, Single Shot, Langzeitmessung
- umfangreiche Menüführung: X & Y-Zoom, Drucken usw.
- PC-Anschluß über galvanisch getrennte serielle Schnittstelle
- komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner

Neue Software für DOS und Windows !!!

Neben unsern universellen Geräten bieten wir Ihnen
individuelle Lösungen für Ihre Meß-, Steuer- und
Regeltechnischen Probleme. Dafür bieten wir unser Know-
how auf den Gebieten der digitalen wie analogen Hardware-
und der Softwareentwicklung an. Fragen Sie uns.

**Preis-
sektion**

OSZIFACE, 1 Kanal, kompl. incl. Basissoftware 990,- DM
MULTIFACE, 1 Karte, kompl. incl. Software 990,- DM
jeder weitere OSZIFACE-Kanal 560,- DM
jeder weitere MULTIFACE-Karte 560,- DM
OSZIFACE Software V 2.92 für DOS 100,- DM
OSZIFACE Software V 1.2 für Windows 150,- DM
Teilbausatz (OSZIFACE) 390,- DM
Porto und Verpackung (bei Vorkasse) 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

Ing. Büro Pohl
Tel./Fax (030) 6213433
Okerstraße 36
12049 Berlin

FACES

MSR mit CAN

PCECAN 399,-

Extended CAN-Karte für den PC

PCCAN 829,-

Intelligente PC-Karte,

inkl. Software in SRC-Code

SCHHECKKARTE (HC11/CAN) 309,-

inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen

12-Bit AD/DA mit CAN 919,-

Europakarte mit HC11

SLIO-KNOTEN (Elrad 4/5 94) 399,-

CAN-Messbox für

Industrieinsatz 919,-

8x12-Bit Analog-In, 2x12-Bit Analog-Out,

2x Relais-Out, 4x dig-In

CANMON 349,-

Monitor für CAN-Bus unter Windows

CAN-Starter-Kits

Ing.-Büro SONTHEIM

Mittlere Eicher Str. 49 · 87435 Kempten
Tel. 08 31/1 82 30 · Fax 08 31/2 29 21

Einplatinencomputer und Entwicklungswerkzeuge

Fordern Sie Produktinformationen an.

- ☐ 68HC11
- ☐ 68xxx
- ☐ Z80
- ☐ Universalprogrammierer
- ☐ Von EMUFs u. EPACs ©
- ☐ Cross-C-Compiler
- ☐ Entwicklungspakete

MCT - high Tech von der Spree

MCT Paul&Scherer GmbH
Wattstr. 10, 13355 Berlin
Tel.: 030 4631067
Fax: 030 4638507
Mailbox: 030 4641429



Microcontroller-Module

im Scheckkartenformat

- 68HC11-F1
- 68HC16-Z1
- 68332

Würz elektronik

Landauerstraße 7, 65934 Frankfurt

Tel: 069/399151

Fax: 069/393884

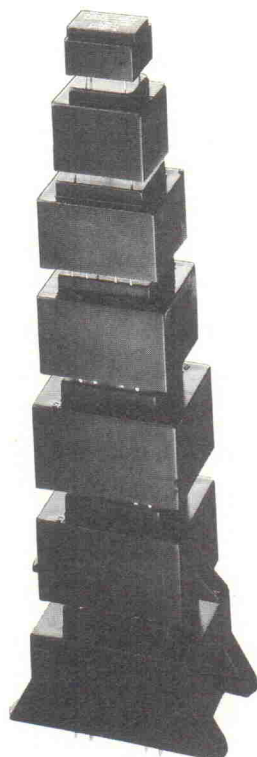
HELMUT GERTH TRANSFORMATORENBAU

SCHWEDENSTRASSE 9 · D-13359 BERLIN · TEL. 0 30/4 92 30 07 · FAX 0 30/4 92 54 70

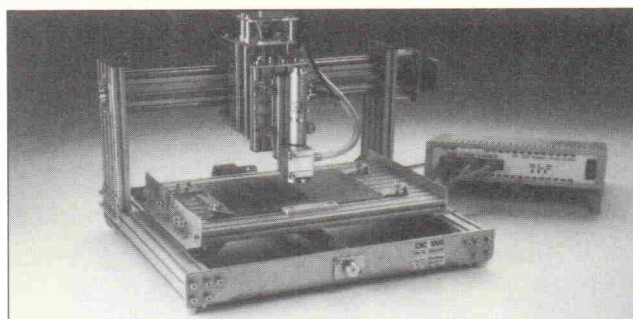
vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- 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



Schwanekamp CNC Graviermaschine



- Musterplatinen mit Abtastfrässpindel
- Bohren + Fräsen Gehäuse und Fronten
- Kugelgelagerte spielfreie Linearführungen und Antriebe
- Auflösung < 0.004 mm
- X-Y-Z Wege 310/210/50 mm

Paket Preis 3450,- DM

(Maschine, Interface u. Software/HP-GL/Bohren)

Ing.-Büro Schwanekamp · Klausenhofstr. 45 A
46499 Hamminkeln · Tel. 02852/4926 · Fax 5224



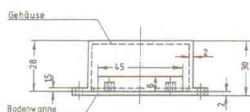
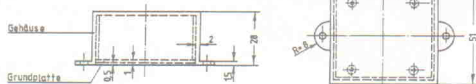
Wieder ein neues **STRAPU®**
ABS-Modulgehäuse
in 4 Ausführungen:

Typ MG 5
mit Lasche
und Deckel
(auch ohne Deckel, bzw. nur Deckel lieferbar).

Typ MG 53 mit Bodenwanne und neuem 55/51/30 Deckel
mit Schlitz 1,5 mm stark.

Typ MG 54 mit neuem Deckel/Schlitz mit 1,5 mm Höhe
oder 4,5 mm Höhe.

Typ MG 55 Oberteil oben
ohne Lasche. Neuer Deckel
mit Lasche.



STRAPU – Lothar Putzke

Vertrieb von Kunststoffzeugnissen

Hildesheimer Str. 306 H, 30880 Laatzen, PF-Leitzahl: 30867
Tel. 0 51 02/42 34, Telefax 0 51 02/40 00

Lieferung nur
an den Fachhandel
od. Gewerbebetriebe

Ihre Platinen in hoher Qualität? Kein Problem!

Ihre Vorlage z.B. HPGL, Gerber, Postscript...
+ 1000 DPI-Plott oder Reprofilm von uns
+ CNC bohren und fräsen
+ hohe Auflösung durch Sprühtäten
+ 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

Ihr Elektronik-Spezialist

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen
Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert.
Z.B. Top Tel 1 + 2, One for all etc.

Und ganz aktuell: Das CD-Reparatur- und Reinigungs-Set, sowie
die neue Metex-Dual-Display-Serie



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

- Mischpulte
- Netzgeräte
- Lötartikel
- Alarmanlagen
- Anzeigeeinstrumente
(analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkerntrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche
Anfragen)



POP electronic GmbH
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf
Tel. 0211/2000233-34
Fax 0211/2000254



XELTEK

ELS
electronic



Universal-Programmiergeräte
EPROM-Programmiergeräte
EPROM-Simulatoren
Für PC, LPT, COM, standalone
Gehäuseform-Adapter
UV-Löschgeräte / Simatic-S5



ELS electronic Erwin Steinke
Kurfürstenstraße 47
D-47179 Duisburg
Telefon 0203-991714-0
Telefax 0203-991714-1
Service-BBS 0203-991714-2

Ihre Programmier-Profis

SPEZIAL-IC's 12/94 (Auszug)

Katalog DM 5,-

61C 256AH-15	19,80	CS 8402 ACP	30,95	MAX 457 CPA	18,50	PCM 63P-K	87,80
62C 256W-70	12,50	CS 8412 CP	34,95	MAX 712 CPE	12,80	PCM 67P-K	77,55
DS 2013-65	59,90	DF 1700 P	37,50	MAX 713 CPE	12,80	SAE 0800	7,99
AD 744 JN	7,75	ICS 1702 N	27,50	OP 27 GP	4,55	SFH 505 A	6,25
AD 745 JN	16,55	MAT-02-FH	19,20	OPA 27 GP	4,95	TDA 7330	16,80
AD 844 AN	13,50	MAT-03-FH	19,95	OP 37 GP	5,15	YM 3437C	25,50
AD 845 JN	11,95	MAX 232 CPE	4,95	OPA 37 GP	4,95	YM 3623B	25,50
AD 846 AN	23,95	MAX 404 CPA	9,95	OPA 604 AP	4,65	YM 7128	49,80
		MAX 452 CPA	11,35	OPA 2604 AP	6,65	16,9344M	4,55

Albert Mayer Electronic, D-87751 Heimertingen, Nelkenweg 1,
Tel. 0 83 35/12 14, Mo.-Fr. von 9-19 Uhr

TRANSFORMATOREN

Schnittband und Ringkerntrafos von 5 - 750 VA

Anpassungstrafos für 100 V System (ELA).

Fertigung von Einzelstücken und Kleinserien speziell nach
Kundenwunsch – wir garantieren kurzfristige Lieferzeiten!

FLETRA-Transformatoren

Nürnberger Straße 13, 91224 Pommelsbrunn
Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

LPS
Lasershow
Vermietung
Verkauf

Individuelle Systemlösungen von Lasershow-Anlagen für Ihre Anwendung

ab 20 mW HeNe; bis 5 Watt Weißlicht und 10 Watt Tandemsystem; Glasfaser bis
100 meter; Highspeed Scanner für professionelle Grafiken; Colorbox bis 7 Farben;
optische Bank bis 16 Aktuatoren und beliebige Beameffekte; Steuerpult bis 56 Filme
abrufbar; Software; Computer...

Infos anfordern:

S. Ruff • Wilhelm-Röntgen-Straße 2 • D-72116 Mössingen
Telefon: 0 74 73/27 11 77 • Telefax: 0 74 73/2 66 78

Lasernews 1995

Lieferauszug:

STAR IV

HeNe-Laserstrahlen 2-50mW bereits ab
HeNe-Laserkit >5mW, 230V Anschluß
HeNe-Laserstrahl >40mW, top Strahl.
Laserdiode, Module & Laserpointer
Ablenkeinheiten PC-gesteuert ab
Argon-Laser All-Line luftgekühlt ab
Optische Strahlschalter geräuschlos
Laserspiegel, Strahlteiler, Effektfilter
Nebelmaschine Big-Man, SUPER!
Pyrotechnik, Zündanlagen, Showverleih

69.- DM
399.- DM
899.- DM
günstig!
199.- DM
129.- DM
4.830.- DM
günstig!
899.- DM

Völlig neu entwickeltes Laserscanning-System
für die Anwendung im Show- und Promotionein-
satz. Äußerst präzise Ausgabequalität, max.
Geschwindigkeit 12000 Punkte/Sek., bis zu 20
Buchstaben darstellbar, annähernd Closed
Loop! Voll Grafiktauglich mit SCANplus Evo 2.21.
Komplett aufgebaut und abgeglichen, inkl.
Spiegel. Schon ab:

3.599.- DM

Treiberplatine + 2x Galvo
inkl. Spiegel & Halterung



Katalog "Laserworld 95/96" anfordern bei:
es-Lasersysteme D. Baur Heerweg 14
D-72116 Mössingen Tel. 07473/7142 Fax. 24661

Wer braucht MÜTER?

Wer Elektronik repariert, der braucht einen **VDE-0701-Tester** für Endprüfungen. **MÜTER SP 701** mißt RLS, IABL, RSL, Spannungsfreiheit (TV, Audio, Computer); Besonderheit: 5A RSL-Meßstrom für Medizintechnik und Eigentest.

Wer am offenen Gerät arbeitet, der braucht einen **Regel-Trenntrafo** mit Schaltstrombremse für die Stromversorgung. **RTT 2 und 3** liefern bis 1100 Watt erdref. von 0 bis 270 Volt und jede Menge Sicherheit.

Preiswert beim Elektronik-Großhandel, INFOS kostenlos vom Hersteller:
Ulrich Müter GmbH & Co. KG
Kriedellweg 38, 45739 Oer-Erkenschwick
Tel. (02368) 2053, Fax 570 17

Wer verbrauchte Bildschirm-Röhren reparieren und messen will, der braucht einen **Regenerier-Computer**. Auch moderne Schirme macht **MÜTER BMR 95** wieder strahlend hell.

Wer mit Audio-Service Geld verdienen will, der braucht einen praxisgerechten **Audiomeßplatz** mit Allnormbuchsen. **MÜTER AT 2** ersetzt 16 Einzelgeräte und mißt alles spielend schnell, was bisher zu umständlich war und zu lange dauerte.

Wer Schmierfarben häßt, der braucht einen **Bildschirm-Farbreinheits-Entmagnetisierer**. Machen Sie Schirme bis 110 cm farbklar mit **MÜTER CBE**.



µ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51 MIDI/RS232 - 80C535 - 51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

µ-BASIC/51-Compiler

1. Strukturiertes BASIC • 32-Bit File/Command Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zeilennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch linkbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch

Assembler/51-Paket

2. Makroassembler • Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotor-Steuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch

Hardware (Bausatz)

3. 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32kB RAM & EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:

Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware:
2. + 3. = **228.-**

1. Dto., inkl. µ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI:
1. + 2. + 3. = **357.-**

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

Versand: NN 8.50, Vorkasse (Scheck) 5.- Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen) Preisaufschlag 3% und 3% Skonto / 10 Tage) auf Anfrage

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

★ CAD-Layout-Service ★

Entflechtung / Fotoplots / Musterplatinen
Qualität zum marktgerechten Preis

Klaus Müller - Technisches Büro

Mitglied im Fachverband Elektronik-Design e.V.

Tel. 08142/9483, Fax 08142/9344,

82194 Gröbenzell, Birkenstr. 15

Platinen-Layout

inkl. 1 Prototyp

Bestückung, jetzt auch
in SMD-Technik

BROSS Datentechnik

Tel.: 04121/470134, Fax -5

Marie-Curie-Str. 4-6, 25337 Elmshorn

Paßt in jede
Jackentasche!

PEPS-III RAM+EPROM-Pocket-Simulator



- Software-Testen schneller und einfacher als mit einem CPU-Emulator!
- Simuliert EPROMs von 2716 bis 27040
- Simuliert RAMs bis 128 KByte - Inhalt vom PC rücklesbar!
- Parallelbetrieb: 2 oder 4 PEPs für 16- bzw. 32-Bit-Systeme
- **Blitzschnell:** Überträgt 64 KByte in 2 Sekunden (!) via PC-Druckerport
- Batch-fähig: Quelldateien binär, Intel-Hex oder Motorola-S-Format
- **Datenerhalt** durch interne Lithium-Batterie
- Reset-Ausgang • Target-Testmodus

PEPS-III Set bis 27010 ... **DM 460,-**

PEPS-III Set bis 27040 **DM 900,-**

Cross-Debugger C-Scope **DM 460,-**

CONITEC DATENSYSTEME
GmbH • 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • fon 06071-92520 • fax 06071-925233

DECISION COMPUTER INTERNATIONAL CO., LTD.

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal 1x128kB D/A, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500nssec, 16x128kB A/D, 600nssec, ca 500 Hz, mit Software	DM 139,-
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal 1x148kB D/A, 25sec, 16x148kB A/D, 25sec, unip./bip. 2.5/5/10V, ca 500 Hz, mit Software	DM 329,-
Relais I/O Karte 16 Relais 150V/1A und 16 x Photo in	DM 249,-
8255 Parallel 48 x I/O Karte 48 x I/O, max 2MHz, 5 x 16Bit Counter, 16 LED	DM 82,-
IEEE 488 Karte NEC-7210 + Software	DM 348,-
RS 422/485 Dual Karte für AT	DM 159,-
4 x RS 232 für DOS	ab DM 135,-
Mit Treiber/Testssoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3/6 auch als 16Bit Karte bis IRQ-15 oder mit 16550 + 16650	
PC-Disk 128/384/512/1024/2880K für SRAM/EPROM/EEPROM selbstbootend	ab DM 119,-

Lieferprogramm kostenlos.
FAX-Abruf InfoSystem 05483-9268
Änderungen und
Zwischenverkauf vorbehalten
Lieferung per UPS-Nachnahme
+ Versandkosten.
49536 Lienen
Lengericher Str. 21
Telefon 05483-1219
Fax 05483-1570
Polling 05483-9268

JÜRGEN MERZ
COMPUTER ELECTRONIC

BASISTA
CAD-Design • Leiterplatten • Prototyping

WIR TAUSCHEN:
Ihre CAD-Daten / EAGLE.BRD-Datei gegen
Leiterplatten-Prototypen
im Outline-Design, einseitig, doppelseitig durchkontaktiert
**innerhalb von 1-3 Tagen
ohne Eilzuschlag!**
Multilayer, Leiterplattenentflechtung,
Hardware-/Software-Design, Bestückung,
Frontplatten auf Anfrage.

Technik auf den Punkt gebracht
Kardinal-Hengsbach-Str. 4 • 46236 Bottrop
Tel.: (02041) 26 36 41 • Fax: (02041) 26 35 42

ELRAD-KLEINANZEIGEN

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige* (mit gekennzeichnet)

DM	
4,30 (7,20)	
8,60 (14,40)	
12,90 (21,60)	
17,20 (28,80)	
21,50 (36,-)	
25,80 (43,20)	
30,10 (50,40)	
34,40 (57,60)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.
(*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr. **Bitte Absender nicht vergessen!**

Auftragskarte

Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 94 07
30604 Hannover

Absender: (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf/Firma

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.

☐ Den Betrag bitte von meinem Konto abbuchen.

Konto-Nr.

BLZ

Bank

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konno überwiesen.

Postgiro Hannover, BLZ 250 100 30,

Konto-Nr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99

Konto-Nr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum Unterschrift
(unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

3-Achsen CNC-Maschine zum Gravieren, Bohren, Isolations-Fräsen. Hervorragende Qualität. Info unter Tel./Fax 023 34/4 36 51 [G]

Elektronik-Zeitschriften g. Porto. Liste 1,- DM G. Rubel, W.-Ebersteinstr. 10, 76461 Muggensturm

68HC11 Entwicklung, Programmierung, Layout, Schnell, Sicher, Unkompliziert, Tel. 040/8326690

RFT Signalcomputer, Bildschirm, Tastatur + Floppys, alle Schnittstellen, Neuwertig, 1800,- (NP 20T DM); **Div. Restposten** + HiFi-Geräte Tel. 030/854 75 30

Ingenieurbüro Geiger hat wieder Kapazitäten frei. Schaltungsentwicklung (HF, NF, analog, digital); Steuerungs- u. Regelungstechnik; Software. Hintersteiner Str. 19, 87541 Bad Oberdorf, Tel. 08324/2782 [G]

50x **68HC11AO** á 10,-; 100x **27C256-15** á 3,-; 20x **68030RC20** á 80,-; 50x **DSP56001RC27** á 120,-. Tel. 072 31/76 51 23 ab 18.00 Uhr

OrCAD386+ 950 DM, 089/271 51 10 ab 19 Uhr

CAD-Strl-Pläne, **CAD Leiterpl.-Layout**, Musterplatinen, Filme, Ing.-Büro Sonntag 04221/24717 [G]

Selbständiger Programmierer sucht Aufträge für: 8051 Mikrocontroller, CAN oder IEC-Bus, 68000 VME-Bussysteme, PC oder Z 80, in C oder Assembler. Tel. 02 09/39 62 36. [G]

Übernahme preisgünstig das Layouts Ihrer entwickelten Digitalschaltung. Schreiben Sie noch heute und fordern ein unverbindliches Angebot. Dipl.-Ing. A. Kock, Heidberg 63, 22301 Hamburg [G]

Atzler & Soll Tintenrefills, Toner, Papiere, Folien, Etiketten, Reiniger, u.a. über 50 versch. Spezialpapiere für Inkjets (Musterpack ab 10,-). Fordern Sie unsere kostenlose Gesamtübersicht + Katalogdiskette + Demoversion von Powerlabel 2.0 heute noch an. UKO-Versand, Inh. Uwe Koch, Abtgrund 7, 36088 Hünfeld, Tel. 066 52/51 49, Fax 066 52/51 59 [G]

WIFAST DC Powersupply Max. 30V 2,2A mit Feineinstellung von 0 an, voll stabilisiert, neuwertig DM 1500,-. **Elektronisches Meßgerät** mit Digitalanzeige µA, mV bis 10A, 200 Ohm bis 20 MOhm, für Netz u. Batteriebetrieb DM 700,-. **Werkzeuge und Kleinmaterial.** Tel. 089/56 91 05

KREATIV? Arbeitsgemeinschaft für Entwicklung innovativer Produkte sucht Elektroniker für nebenberuf. Mitarbeit. Tel. 051 44/26 15 [G]

CopyBox II Diskettenkopierer, 5,25", Kapazität 50 Disketten, gebraucht, 1A Zustand günstig abzugeben. Tel. 01 71/6 21 29 14 [G]

ELEC für Windows 2.0: Schaltungspläne, Layouts, Simulation 160,- DM, Demo 12,- DM bei CAE-Software Füßli, Amalienstr. 99, 80799 München [G]

VGA-Verteiler (4-fach) bis 140 MHz Pixeltakt, **Tastaturverteiler** (4-fach) automatisch und mehr aus deutscher Entw. und Fertigung. **VCT** Tel. 071 39/904 23, Fax 071 39/50 9 [G]

+...+... Qualitäts Leiterplatten +...+ 4 Stck. EURO-Karte durchkontaktiert, 2x LS, Ni-Gold Feinleiter-Technik, DM 82,60/Stck. + ges. MwSt. + Versand. Keine Einricht- oder Plotkosten. **Multilayer zu TOP-Preisen, bitte anfragen!** Fa. ATK, Tel. 021 33/9 03 91, Fax 021 33/9 32 46 [G]

LAUTSPRECHER-ENTWICKLUNGS-SOFTWARE für IBM-kompatible PC (Infopaket DM 30,- NN. Lieferung) **SPEAKER PRO 6.0 DM 248,- Hundertfach bewährt! SPEAKER PRO 7.0 DM 498,- NEU!** Das Profi-Tool, wird von VISATON zur Kundenbetreuung eingesetzt. **ANALYSIS DM 698,- FFT-LAUTSPRECHER-MESSPLATZ:** Pegel, Impedanz, Phase, Gruppenlaufzeit, Wasserfalldiagramm, Thiele-Small-Parameter... Vertrieb: W. Fröhlich, Pf. 01, D-85251 Erdweg, Tel./Fax 081 38/81 54 [G]

Suche Bezugsquelle für schwarzen/weißen Foto-Positiv Lack. J. Manderbach, Kolbeinstr. 17, 57234 Wilnsdorf, Fax 02739/2948

Trackinggenerator HP8444-059, Wobbler HP8620C, HP86222A 10 MHz-2,4 GHz, HP86250B 8-12 GHz, HP86245A 5,9-12,4 GHz, HP86290A 2-18 GHz preisgünstig. Fa. Lothar Baier, Tel. 092 51/65 42, Fax 092 51/78 46 [G]

Spectrumanalyzer Ailtech 757 1 KHz-20 GHz, Frequenzzähler EIP545 -18 GHz, Telextronix 7A18, 7B10, 7B53A, 7A14, 400 MHz Speichereinframer 7834, preisgünstig. Fa. Lothar Baier, Tel. 092 51/65 42, Fax 092 51/78 46 [G]

Metallschablonen-Spannrahmen "protoprint" * Ideal für Null- & Kleinst-Serien * Vielseitig einsetzbar, da keine überstehenden Rahmenteile. Lieferbar in 3 Grundgrößen ab **450,- DM.** Info anfordern bei: **FHElectronic**, Inh. Frank Hülsmeier, Petershäger Weg 123A, 32425 Minden, Tel./Fax 05 71/6 20 91 [G]

Spectrumanalyzer HP8591A, mit verschiedenen Optionen, neuwertiger Zustand, Preis: VB 15000 DM + MwSt., sowie andere Meßgeräte preisgünstig lieferbar. Fa. Lothar Baier, Tel. 092 51/65 42, Fax 092 51/78 46 [G]

FHElectronic bietet an: Planung (Entwicklung Sondergerätekarte, techn. Änderungen, (Auch SMD) EPROM-Service, Bauteilbeschaffung, Mehr Info? **FHElectronic**, Petershäger Weg 12A, 32425 Minden, Tel./Fax 05 71/6 20 91 [G]

16-Bit AD-WANDLERKARTE f. XT/AT (ACPC-16/16) Strawberry Tree von Ziegler Inst. mit Box für 8x P1100 neuwertig 1400,- Tel. 070 82/6 02 04, Fax 070 82/2 06 55

Programmiergeräte * Simulatoren * Logikanalysen Basisgerät: EPROM, EEPROM, NVRAM, Ext. DM 319,00, 8x 51DIL-Ad, DM 57,00, 8x51 PLCC-Ad. DM 57,00, DIL-PLCC-Ad. DM 18,50, PIC16-Ad. DM 183,30, GAL-Ad. DM 192,50, Gang-Eprommer DM 965,80, EPROM-Sim. DM 149,60, Logikanalysen DM 1335,40. D.E.F.T. GmbH, Kornstr. 297-301, 28201 Bremen, Tel. 04 21/5 57 91 01, Fax 04 21/53 00 29 [G]

Teletest-51 Emulator für 8051-Familie, 16 MHz, 128K Speicher, 2K*64 Trace, HiTOP Software, gebraucht, 1A Zustand günstig abzugeben. Tel. 01 71/6 21 29 14 [G]

Geschäftsverbindungen PC-Hersteller sucht gute Vertriebspartner für PC's mit 3 Jahren Garantie. (Test: PC-Professionell 6/95). Bei Interesse: BDT Brzeske Datentechnik, Rosenstraße 11, 74626 Schwabbach, Tel./Fax 079 46/60 22. [G]

Shareware PC-Entwicklungssoftware für 8051er Familie: 7 Assembler, 5 Simulatoren/Debugger, 3 Disassembler PASCAL/BASIC-Compiler, Editor, ausf. Anleitungen 1,44MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim [G]

Shareware PC-Entwicklungssoft PIC-Controller: 5 Crossoverassembler, 2 Simulatoren, C-Compiler, Editor, PICGRAPH: 1,44MB-Disk 20 DM bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim [G]

CD-ROM "RUESS electronic only" für PC's: Über 150 der besten PD/Shareware/Demo-Programme (410 MB) aus den Bereichen Elektronik-CAD, SPS, Mikrocontroller, Digitaltechnik, Regelungstechnik, Bauteile-Datenbücher, Schaltungssimulation, CAM, Meßwertverarbeitung, Programmierbare Logik, Audiotechnik ... z.B. Geddy-CAD & Turbo-Router, Protel, Ultiboard, PADS, Platin, DASY-LAB, PMess, WinLab, ViewDAC, PSPICE, Electina, GALASM, easyABEL, XEPLD, Elektronik-Manager, TI-DIG 74er TTL, Transistor-Datenblatt, Digital Logic Analyser, SimRegW, FuzzyGEN, SPS-Sim, S5, HL-SPS, Speaker, BoxPlot, Boxen, PIC C-Compiler, PICGRAPH, 8051er PASCAL/BASIC-Compiler, Crossoverassembler für 60 versch. Mikrocontroller, 8051er/68HC11/PIC/8048-Simulatoren und vieles mehr für nur 40 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim, Tel./Fax 073 02/35 66. Händleranfragen erwünscht. [G]

FREI bzw. NEBENBERUFL. gesucht: Techn. Mitarbeiter für Telefonarbeit (Kundenbetreuung Meß- & Regeltechnik) und **Entwickler** (Hard- & Software) für Microcontrollerschaltung 08151/78866 [G]

Leiterplattenbestückung. Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. -RS-Elektronik, Scheffelfstr. 4, 71332 Waiblingen, Tel. 071 51/59 46 63 oder 01 72/7 11 02 89, Fax 071 51/1 83 49 [G]

Verkaufe es Laserscanning Software SCANplus EVO 2.11, DA-Karte, Music Int. Blanking Karte, Contr. Keyboard Evo II, Empf. für Bank, 19" PC Gehäuse, Tel. 053 07/79 28 0

PHYSIM-3D Feld- & Schaltungs-Simulationsprg. sowie andere Progr. * * * S I M S O F T * * * Dipl.-Ing. Univ. Franz Eberle, Helene-Mayer-Ring 7A/610, 80809 München, Tel. 089/3 51 53 24, Fax, Mailbox (Demo) 089/3 54 33 67 [G]

PHOTOPLOTS AB 5,- DM/qdm inkl. DFÜ-8-Stunden. Filmstärke 0,18 mm. Genauigkeit 0,015 mm. Tel. 040/7 13 86 89, Fax 040/7 12 34 48 [G]

****** EPROM-EMULATOREN **** DM 278,- ****** Für 8-64 K Eproms. Mit Kabeln und Software. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 04 31/20 47 04, Fax 20 47 26 [G]

* PIC-Programmer (Elrad 1/94 und 6/94) *
* PIC-In-Circuit-Simulator (Elrad 6/94) *
* PIC-Adapter 17C42 und 16C64 (Elrad 6/94) *
* PIC-Eval.-/Prototypenkarte (Elrad 5/94) *
* MSR-kundenspezifische Problemlösungen. *
* Ingenieurbüro Yahya, Robert-Schuman-Str. 2A *
* D-41812 Erkelenz, Tel. 02431/6444, Fax 4595 * [G]

Achtung: Wir bieten Decoder für fast alle codierten Fernsehprogramme: Sky-Cards, EC, RTL 4/5, Spezialdecoder. Fordern Sie unser kostenloses Bildprospekt an! MEGA-SAT GMBH, Tel. 02 34/9 53 61 31-2-3, Fax 9 53 61 34 [G]

MANGER - Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel. 097 76/98 16, Fax 71 85 [G]

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68 mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u.A. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, „WINDOWS-CorelDraw“ -> Konverter CAM68, „Pixel“ -> CAD-Vektorisierung a.A. EAGLE 2.6x ab DM 795,-, **SMS68-CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen** DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 022 08/28 18. Info DM 2,-. [G]

Vollhartmetall, LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8") 0 0,2-0,5 mm 7,50 DM/7 St., ab 10 St. 6,50 DM/St. 0 0,6-3,1 mm 4,50 DM/7 St., ab 10 St. 3,80/St. Versand per Nachnahme, zzgl. Porto/Verpackung Fa. B.T.S. Heinrich Gredy Str. 4, 55239 Gau Odernheim, Tel./Fax 067 33/5 54 [G]

MUSTERLEITERPLATTEN AB 170,- DM inkl. Komplettpreise, Herstellung von Daten. Inkl. Nebenkost. Photoplots, 5-Tage-Service. Nachbest. möglich! Tel. 040/7 13 86 89, Fax 040/7 12 34 48 [G]

LAYOUTERSTELLUNG AUF CAE-SYSTEM. Komplettpreise inkl. Photoplots. Musterplatinen, Bauteilbeschaffung, Bestückung, Serien möglich. Tel. 040/7 13 86 89, Fax 040/7 12 34 48. [G]

IceBOX 8085 Emulator für 8085, 64K Speicher, SLD-Software, gebraucht, 1A Zustand günstig abzugeben. Tel. 01 71/6 21 29 14 [G]

CNC-gefräste und gravierte Frontplatten bis 500x600 mm, in Alu oder Kunststoff, als Muster oder Kleinserie, Übernahme von Vorlagen auf Diskette (DXF- oder HPGL) möglich. **RLS Elektronik, Romersgartenweg 17, 36341 Lauterbach, Tel. 066 41/6 18 97, Fax /6 24 18** [G]

>>> Konzeption - Entwicklung - Fertigung <<< Industrie- und Meßelektronik * Service Total LCD/LED-Anzeigen, DSP, 68XXX, H8, 805XX, PIC KUBIK V.E. * Tel. 02408/81798, Fax 2408/80397 [G]

* CHIPKARTENLESEGERÄT *
* Bausatz oder Fertiggerät (Elrad 2/95) *
* Komplette Systemlösungen mit Chipkarten *
* Ingenieurbüro YAHYA Robert-Schuman-Str.2a *
* D-41812 Erkelenz, Tel.: 02431-6444 Fax: 4595 * [G]

Microcontrollerboards für Versuch und Serie für 32KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf einreihige Steckverbinder, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, Komplettausatz APB51: 53x65 mm², 8051/31 µC Preis: 49,- DM, APB535v3: 41x84 mm², 80c535 µC Preis: 79,- DM, APB535v4: 41x105 mm², 80c535 µC mit MAX232 serielle Schnittstelle und TL7705 Reset-generator Preis: 89,- DM. ESEM-electronic, Tel. 073 92/84 13, Fax 40 99 [G]

- **Glasmeßstäbe** 170 mm, 2,5 µm + Auswertelektronik + Anzeige - 1500,- DM - **16 Bit ADC/DAC-Multifunktionskarte** für PC (NP 4000,- DM) - VP 1000,- DM - **Netzteile** 15 V, 27 A, KS-Fest - 700,- DM. Tel. 02 71/2 30 53 33 oder 02 72/6 24 10 37

Motorola 56000 Entwicklungssystem incl. ASS., Simulator, Debugger, Entwicklungsboard sowie Programmen DM 2450,- VB (NP: DM 6000,-) Tel. 089/7 59 62 88, Fax 089/7 59 62 66

High-End Microcontrollerboard APB537 für 32KB EPROM, 32KB RAM/EEPROM, alle Ports auf Steckerleisten, Adress- und Datenbus im JEDEC-Layout, serielle Schnittstelle, Resetgenerator TL7705, Komplettbausatz APB537: 47x105 mm², 80c537 µC Preis: 139,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

EMU! EPROM-Emulator ers. 2764-27256 EPROMs, Download über serielle Schnittst., Bausatz mit Gehäuse 129,- DM, Fertigerät 149,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

Aristo 510 Fotoplotsystem. PowerROBOTER ab DM 5000,- Fax 097 21/76 65 33, Tel. 76 65 30

EXP535 Entwicklungsboard für 80c535 µC kpl. Experimentierboard (DIN A4) im Aktenordner, mit µC-Board APB535v3, EPROM-Emulator, LC-Display 1x16 (vorbereitet für Bus- oder Portbetrieb), Summer, Taster, Schalter, Steckbrett, LED-Anzeige für Ports 1, 3, 4, 5, Steckernetzteil. Bausatz komplett: 395,- DM, geprüftes Fertigerät: 495,- DM. ESEM-electronic, Tel. 0 73 92/84 13, Fax 40 99

*** Borland-Delphi Komponenten** * Komponenten für techn. Anwendungen: Displays, Zeigerinstrumente, Bargraph, linear-Logarith. Schiebe + Drehschalter, Schieberegler, Drehpoti linear + Logarith., div. Schalter u. LEDs, Oszisichirme, Linienschreiber linear + Logarith. Units DM 288,- incl. Demo 5,- in Briefmarken. E-LAB Computers 0 72 68/14 58, Fax 0 72 68/81 97

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle. PE 232 (12 Bit)/PE 200 5 1/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports, 8 Bit Ein/Aus 1200-9600 Baud, mit Softw. (incl. Sourcecode) für PC. Preis 219,-/299,- Infos kostenlos. Tel. 04 61/7 49 67, Fax 04 61/7 54 62. System & Meßtechnik, 24955 Harrieslee, Steinkamp 29.

Ingenieurbüro übernimmt Entwicklungen aus dem Bereich Software (PC oder EPC V25, V55, 8086 ...) und Hardware zu Festpreisen. Eigene Soft- und Hardwareproduktreihe (EPC, LCD, A/D-D/A) kann angeboten werden. Infos bei Ing.-Büro R. Stute, 44141 Dortmund, Tel./Fax 02 31/5 31 04 32

<< Erfolg und Reichtum >> Mental auf Erfolgskurs gehen! 4 MC's in Suggestions/Subliminal-Technik, Lieferrung bei Vorkasse DM 50. Blümeler, J.-Wesley-Str. 2, 63584 Gründau

Sie suchen Dienstleistungen in den Bereichen: Entwurf und Entwicklung von Hardware sowohl ANALOG als auch DIGITAL, Erstellung von Steuerungsssoftware auf gängigen Controllern (8 & 16bit). Die Ausstattung Ihrer bestehenden Geräte mit Feldbus-Schnittstellen, indiv. Industrie-Displays und Tastaturen. Dann sprechen Sie mit uns: Ing. Büro GL-Soft G. Langer, Tel. 09092/55 89, (Mi. bis Sa.) Fax 09092/56 51

Z80-Scheckkartenrechner mit Flash-EPROM 10/16MHz, MAX232, SIO, CTC, 5610s, 16B-Timer. Fa. Schmitt Elektronik, Tel. 0 30/3 22 19 61

CAN-COMPUTER UMC592 mit SW DM 350,- Tel. 0 30/8 03 46 02

IEC 488/RS 232-Umsetzer (Stellvertreter) nach ELRAD, komplett aufgebaut, div. Teile doppelt vorh., zus. DM 200,-, Tel. 0 30/7 84 53 72

Stromarmer 16bit CPU-Piggy-back, TMP96CM141, 5V, 25mA, nur 86*61*12 mm, 256KB-EEPROM, 64KB-RAM, RTC, Puffer-Batterie, 40 Ports frei verfügbar + 3*8bit Ausgangspuffer + 1*8bit Eingangspuffer, 4 analog Eingänge, 2 ser. Ports (TTL), Monitorprogramm, mesotec, Saalhausener Str. 12, 01737 Kleinopitz, Tel./Fax 03 52 03/34 01

Verk. Hameg HM 204 Oszilloskop, 2 Kanäle 20 MHz, wenig benutzt, für DM 450. Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01.

Suche Matrix-Tastaturprogramm für PIC-Processor 16C57, 8x4 oder größer, IBM-AT-kompatibel, Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01.

Suche Pascal-Compiler für PIC-Processoren, evtl. auch Basic und C, Tel. 05 51/4 17 41, Fax 4 16 01.

Oszilloskop Hitachi V-1100A 100 MHz 4 Kanal neuwertig VB 1800,-, Tel. 020 52/24 41 abends ab 18 Uhr

AT89C51/52/1051/2051-Programmer / -Demoboard EHA-Elektronik, Hittorfstr. 17, 50735 Köln, Tel. 02 21/7 60 22 52, Fax 02 21/76 69 23

Die Inserenten

Ahlers, Moosburg	16
BASISTA, Boltrop	99
Beta Layout, Hohenstein	Kontaktkarte
Bitzer, Schorndorf	6
Boddin, Hildesheim	97
Bross, Hohenfelde	96, 99
Bungard, Windeck	87
CadSoft, Pleiskirchen	11
Com Pro, Stuttgart	23
CompuMess, Unterschleißheim	39
CONITEC, Dieburg	99
Cosinus, Unterhaching	15
Edel, Rösrath	6
EHS Electr. Systems, München	17
Elektronik Laden, Detmold	8, 93, 96
ELS electronic, Duisburg	98
ELZET 80, Aachen	8
eMedia, Hannover	2, 30, 31, 94, 95
Engelmann & Schrader	92
ERMA-Electronic, Immendingen	95
es Lasersysteme, Mössingen	98
Fernschule Weber, Großenkneten	92
Fietra, Pommelsbrunn	98
Friedrich, Eichenzell	87

Gerth, Berlin	97
GMP mbH, Mannheim	8
Graf Electr. Systeme, Kempten	65
Große Wilde, Boltrop	8
Hameg, Frankfurt	88
Hewlett-Packard, Böblingen	19, 34
Hoschar, Karlsruhe	21
IBS Sontheim, Kempten	97
INELTEK, Heidenheim	49
isel-automation, Eiterfeld	12, 13
iSystem, Dachau	61
Lau, Ahrensburg	6
Layout Serv. Oldenburg, Bad Zwischenahn	98
LPKF, Garbsen	86
LPS Mössingen	98
Mayer, Heimerdingen	98
MBMT Messtechnik, Bassum	9
MCT Paul & Scherer, Berlin	96, 97
Merz, Lienen	99
Messcomp, Wasserburg	6
MOVTEC, Plorzhelm	6
Müller, Gröbenzell	99
Müter, Oer-Erkenschwick	99

National Instruments, München	Kontaktkarte
NOVA Messtechnik, Berlin	96
OBL, Hüllhorst	6
Pohl, Berlin	97
POP, Erkrath	98
PREMA, Mainz	Kontaktkarte
Putzke, Laatzen	98
Reichert, Wilhelmshaven	78, 79
Schmitz, Idstein	Kontaktkarte
Schwaneckamp, Hamminkeln	97
Schwill, Kirchheim	96
Spectra, Leinfelden-Echterdingen	59
STZP Steinbeis, Weingarten	92
taskit Rechnertechnik, Berlin	6
Trapp, Dorsten	97
Ultimate Technology, NL-Naarden	73, 75, 77
VHF-Computer, Schönaich	47
Wickenhäuser, Karlsruhe	99
Wilke, Aachen	104
Würz elektronik, Frankfurt	97

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Helferstr. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 0407, 30604 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404
ELRAD-Mailbox: Sammelnummer 05 11/53 52-401
Mailbox-Netz: Die ELRAD-Redaktion ist im GERNET-Forum ELRAD.GER erreichbar.
Internet: xx@elrad.ix.de. Setzen Sie statt "xx" das Kürzel des Adressaten ein. Allgemeine Fragen an die Redaktion richten Sie bitte an post@elrad.ix.de.
Anonymous ftp: ftp.ix.de/pub/elrad, ftp.uni-paderborn.de:/elrad
World Wide Web: http://www.ix.de/elrad/

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 Röhke-Doerr (roe, -397)

Ständige Mitarbeiter (zu erreichen unter der Redaktionsadresse):
Michael Wilde (aktuell/Medien), Dipl.-Ing. Eckart Steffens,
Matthias Carstens

Redaktionssekretariat: Stefanie Gaffron, M. A., Carmen Steinisch (sg, cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent),
Andreas Schimpf (sch, -72), Kühbachstraße 11, 81543 München,
Telefon: 089/62 50 04-40, Fax: 089/62 50 04-66

Korrespondent USA: Dr. Sabine Dutz, 2855 Castle Drive, San Jose, CA 95125 U.S.A., Telefon/Fax: 001/408-264 33 00, EMail: sdutz@netcom.com

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm,
Hella Kothöfer, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg-
Matzen, Carsten Malchow, Astrid Seifert, Christiane Slanina, Edith
Tötsches, Dieter Wanner, Brigitta Zurhieden

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich
Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßlabor: Wolfram Tege

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helferstr. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-129

Postbank Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Stellv. Geschäftsführer/Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften:

Steven P. Steinkraus

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenposition: Rita Asseburg (-219)

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle

5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/98 08-0, Fax: 0 67 85/98 08-1

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069

Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

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

England: International Media Management, Barbara Levey, 34 South

Molton Street, Mayfair, GB-London W1Y2BP, Tel.: +44/71-

3 44 97 08, Fax: +44/71-4 93 44 65

U.S.A.: Verlagsbüro Ohm-Schmidt, Svens Jegorovs, Obere Straße 39,

D-66957 Hilst, Tel.: +49(0)63 71/1 60 83, Fax: +49(0)63 71/1 60 73

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 17 vom 1. Januar 1995

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellung/Leitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Bergmann (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (6S 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).

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

Vertrag und Abonnementverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/8 78-754, Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsumsion Pabel Moewig KG

D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 6 1/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorare: Arbeiten gehen in das Verlagsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1995 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Schwerpunkt: Meßtechnik

Die Meßtechnik ist wieder im Kommen. Nach etlichen Monaten mit nur wenig weltbewegenden Ideen gibt es mittlerweile wieder eine ganze Menge Neues auf dem Markt. Doch nicht nur neue Trends wie zum Beispiel der allgemeine Hang hin zur portablen Kompaktlösung und möglichst servicegerechtem Meßequipment lassen sich ausmachen. Vor allem beleben die Entwickler das Geschäft endlich wieder mit wirklich neuen Produktideen – und das quer durch die gesamte Branche. Dem trägt die Redaktion gleich mit einer ganzen Reihe von Kurztests Rechnung: Von einzelnen A/D-Chips und Multifunktionskarten für den PC, über tragbare Scopes und neue Labormeßgeräte bis hin zu ersten Betrachtungen 'echter' 32-Bit-Software für die Meßtechnik unter Windows NT und Windows '95 – **ELRAD** hat sich die Aktualitäten ins Haus geholt und stellt sie in der nächsten Ausgabe vor.

56002 probieren

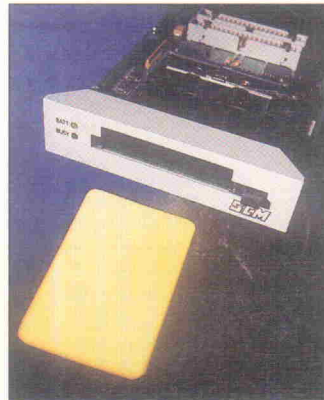
TI ermöglichte mit den Starter-Kits bereits anno '94 den preiswerten Eintritt in die DSP-Entwicklung, der Elektronikladen zieht mit einem Analog-Devices-Kit in dieser Ausgabe nach. Motorola läßt sich auch nicht lumpen und steigt mit dem DSP56002-Evaluation-Module in den Ring. Ob das Gerücht stimmt, daß man es hier mit dem besten Preis/Leistungsverhältnis der 'DSP-Kit-Szene' zu tun hat, steht im nächsten Heft.

Der DIN-Meßbus-Knoten

Auf einer 57 x 70 mm kleinen Platine versammelt das Projekt acht 12bitige Analogeingänge, acht Digital-Inputs und drei Schaltausgänge. Dazu kommt lokale Intelligenz in Form eines 8751, der die I/O-Vielfalt an den DIN-Meßbus anbindet. Der Meßknoten ist fit für den Schaltschrank: I/O-Kontakte erfolgen über Schraubklemmen, als Versorgung dienen industrieübliche 24 VDC, und die Hardware läßt sich dank der Kunststofftragschale leicht auf eine Hutschiene 'aufschnappen'.

Test: PCMCIA-Karten zum Messen

Ein Steckplatz gemäß den Spezifikationen der 'Personal Computer Memory Card International Association' ist praktisch in jedem Laptop-PC oder Notebook jüngerer Datums zu finden. Doch mit Interface-Karten im Diners-Club-Format lassen sich nicht nur Faxmodems und zusätzliche Diskettenlaufwerke adaptieren. Auch für die Meßtechnik bieten sie Möglichkeiten zur kompakten Hardware-Erweiterung. Welche, zeigt ein Testbericht über Analog/Digital-Interfaces für PCMCIA-Slots in der nächsten **ELRAD**.



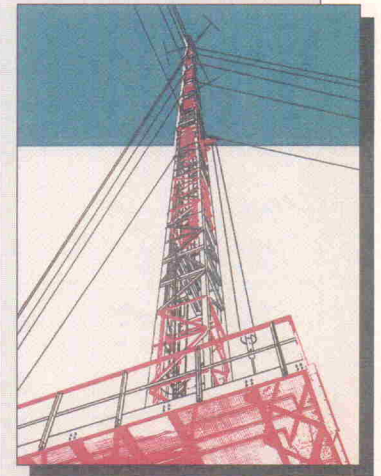
EPP-Projekt

Die Centronics-Schnittstelle im PC dient seit nunmehr rund 20 Jahren als Druckerport, und das ist eigentlich auch gut so, weil sie zu mehr nicht zu gebrauchen war. Mittlerweile haben sich aber Intel und andere interessierte Kreise dem 'Greisen'-Anschluß angenommen und den Enhanced Parallel Port kreiert. Mit ihm sollen theoretische 2 MByte Datenübertragungsrate möglich sein. **ELRAD** bringt in seiner nächsten Ausgabe ein Entwickler-Board zum Thema.

Dies & Das

Keine Zeitnot

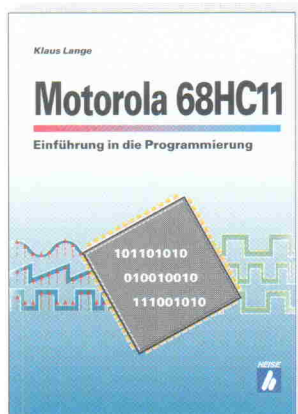
Ein Gerücht beunruhigt nicht nur die Besitzer von Funkarmband- und Bahnhofsuhr: Der Bund wäre nicht mehr bereit, allein für die Kosten des Zeitsignal- und Normalfrequenzsenders DCF77 aufzukommen. Er möchte einen freiwilligen Beitrag von allen Firmen erheben, die Atomzeitempfänger herstellen.



Laut Zeitgesetz (ZeitG vom 25. Juli 1978) ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) als technische Oberbehörde des Bundes verpflichtet, die gesetzliche Zeit darzustellen und zu verbreiten. Der Bund hat der Telekom bislang 600 000 DM jährlich für die Aussendung des DCF77-Signals von Mainflingen gezahlt. Diesen Betrag will die Deutsche Telekom AG – ganz Wirtschaftsunternehmen – angeblich aufs Doppelte zuzüglich Mehrwertsteuer erhöhen, versehen mit einer jährlichen Steigerungsrate von 4,5 %.

Nach offizieller Auskunft von PTB und DTAG kann von einer Einstellung des Zeitdienstes jedoch keine Rede sein. Der erste Vertragsentwurf an die PTB liegt bereits vor, es fehle nur noch eine Einigung über die finanziellen und technischen Randbedingungen. Man muß also auch in Zukunft nicht nach Braunschweig zur PTB fahren, um sich die Atomzeit abzuholen. cf

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 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

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Platine und Diskette

DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-053-6



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

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

1. Auflage 1994

Gebunden, 269 Seiten

Format 16,8 x 23,5 cm

mit Diskette

DM 68,-/sfr 68,-/öS 530,-

ISBN 3-88229-034-X



Der ideale Einstieg in die Programmierung der MC68HC (7) 05K1-Familie. Es werden alle Hilfsmittel und Informationen geliefert, die eine optimale Entwicklung von Anwendungen zulassen. Der Autor setzt die folgenden Schwerpunkte:

- Erläuterung von CPU und Befehlssatz;
- Beschreibung der Funktionsblöcke;
- Erklärung der Entwicklungstools;
- Aufbau des Simulators;
- ausgewählte Softwarebeispiele.

Die nötige Software (Assembler, Simulator) befindet sich auf der Diskette. Ein Emulator läßt sich mittels der beigelegten Platine leicht realisieren.

1. Auflage 1995

Gebunden, 281 Seiten

mit Platine und Diskette

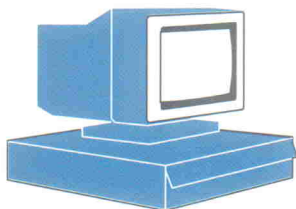
DM 119,-/öS 928,-/sfr 119,-

ISBN 3-88229-056-0

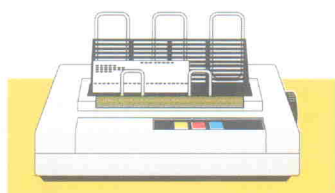


Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
D-30604 Hannover

Meßwert-Erfassung



RS-232



Das neue Protek 506: Zum Preis eines Multimeters gibt es jetzt ein komplettes Meßwert-Erfassungs-System. Es ist alles enthalten für den sofortigen Erfolg:

- Universal-Multimeter
- RS-232 Schnittstelle
- PC-Anschlußkabel
- Meßwert-Erfassungs-Software für WINDOWS™

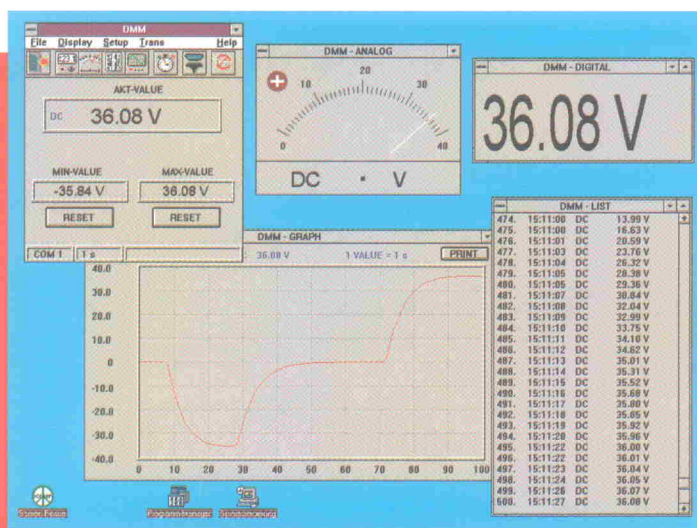
Die Handhabung ist denkbar einfach: Verbindung zum PC herstellen, Software installieren und sofort kann es los gehen. Per Mausklick werden die Meß-Parameter ausgewählt und die Placierung der gewünschten Darstellungs-Fenster bestimmt. Meßreihen können gespeichert und als Kurvenzüge oder Tabellen auf dem Bildschirm dargestellt werden. Aktuelle Meßwerte werden als Digital- oder Analog-Instrument dargestellt und können laufend als Kurvenzug mitgeschrieben werden.

Das Protek 506 steckt voll nützlicher Funktionen und hat auch als "stand alone" Multimeter einiges zu bieten:

- Extra großes Display mit zahlreichen Anzeige-Funktionen
- 3-fache Meßwert-Anzeige: z.B. kann die Haupt-Anzeige einen gespeicherten Meßwert zeigen und gleichzeitig sieht man weiterhin die laufenden Meßwerte auf der 2. Anzeige und dem analogen Bar-Graph-Display.
- Menü-Auswahl: zur gewünschten Funktion einfach Durchsteppen.
- Auto-Power Off, abschaltbar für Langzeit-Messungen
- Manuell und Auto-Range
- Relativ-Messungen für schnellen Überblick bei Änderungen. Referenzwert und Abweichung werden gleichzeitig dargestellt, die Anzeige der Abweichung erfolgt in % oder der jeweiligen Einheit.

**199,-
228,***

**ab 3 St.
179,-
205,***



Typische Bildschirm-Anzeige mit WINDOWS™ Software

Komplett mit Bereitschafts-Tasche, Meß-schnüren, WINDOWS™-Software zur Meßwert-Erfassung und -Darstellung, RS-232PC-Kabel, Batterie und Handbuch.

Protek 506 199,- / 228,*
Protek 506, ab 3 St 179,- / 205,*
Holster 12,- / 13,80*
Temperatur-Sensor 15,- / 17,25*

Protek 506 jetzt ordern!
Mit 14 Tagen Rückgaberecht!

Schulen, Händler und Großabnehmer bitte Spezial-Angebot einholen.

**Elektronik-Entwicklung, Datentechnik
Industrie-Automatisierung**



Wilke Technology GmbH
Krefelder Str. 147, 52070 Aachen
Telefon 0241/15 40 71, Fax: 0241/15 84 75