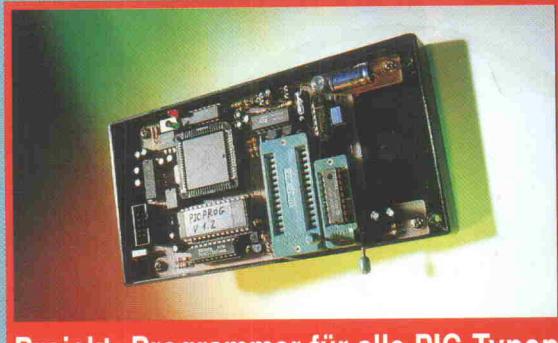


Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

1/94



Projekt: Programmer für alle PIC-Typen

Test

IEEE-488-PC-Karten im Vergleich

Programmierbare 0,05 % THD

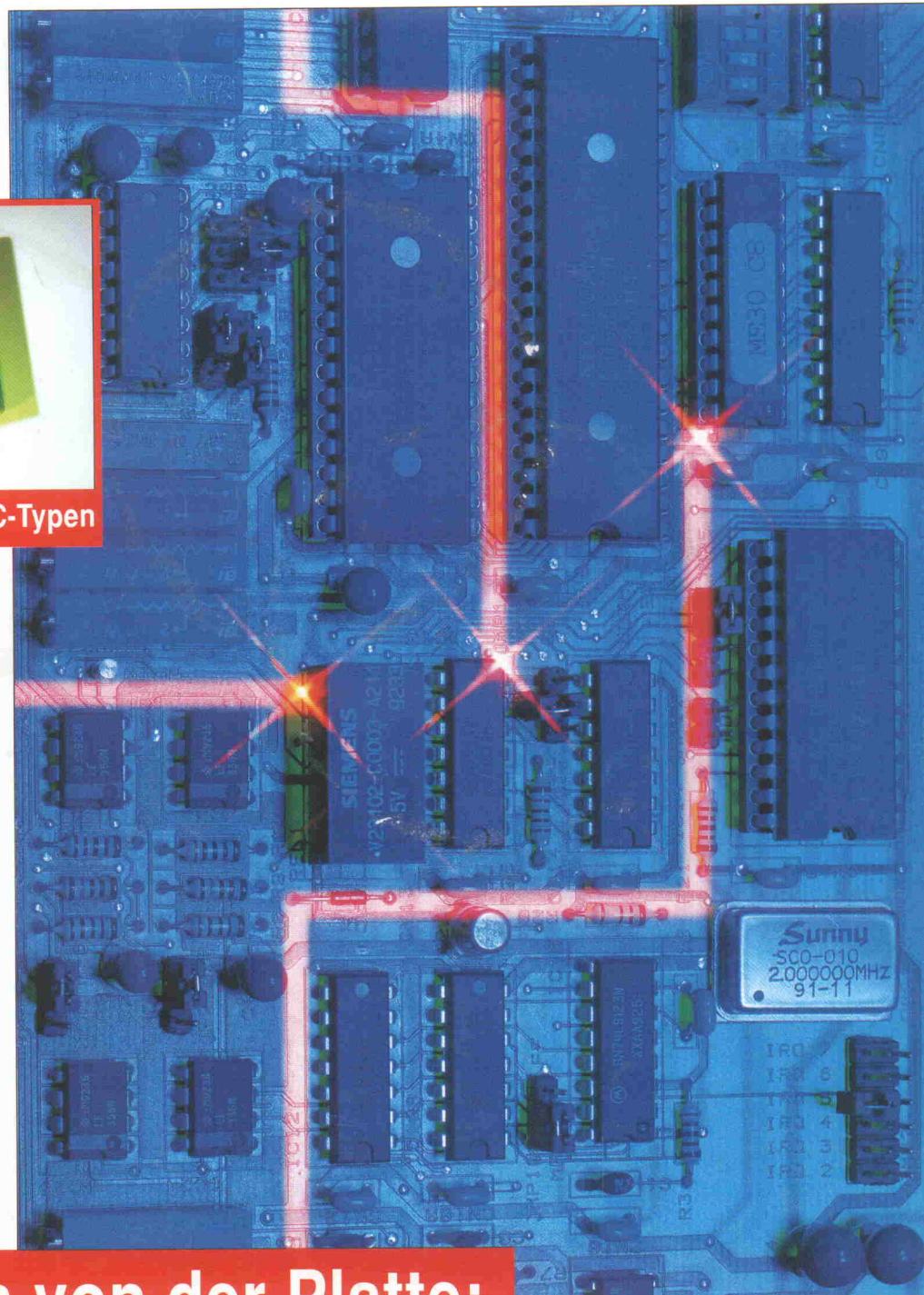
15-W-Sinusgenerator

PLD-Entwicklung mit easy-ABEL

Logik-Design muß nicht teuer sein

Herstellungsverfahren
programmierbarer Logik

Chip-Technologien



Schaltungen von der Platte:

Simulationssoftware für PCs

Für die Literatur-Recherche braucht man eine Spürnase



IRES-Archiv hat sie!

Mit diesem Literaturverwaltungsprogramm macht die Recherche Spaß, denn IRES-Archiv arbeitet **assoziativ** – wie das menschliche Gedächtnis – und ist deshalb **von Grund auf ergonomisch**. Die extrem leichte Bedienbarkeit ist eine Konsequenz dieses Prinzips. Suchanfragen können ohne jede Beachtung syntaktischer Vorschriften formuliert werden: nur einige Bruchstücke der gesuchten Informationen eintippen, und das System liefert **blitzschnell** diejenigen Daten, die am besten zu Ihrer Anfrage passen. Auf Tastendruck erhalten Sie sofort die nächstbesten Treffer.

Tippfehler im Datenbestand, unklare Schreibweisen (zum Beispiel bei fremdsprachigen Autorennamen), abweichende Wortendungen oder Flexionen sind kein Hindernis mehr, Daten wiedzufinden.

Weder Schlüsselwörter noch Indizierungsläufe sind nötig – statt dessen **lernt** IRES-Archiv den gesamten Text, speichert alle Merkmale in einem neuronalen Netz und bildet **fehler tolerant** die Assoziation zu Ihrer Suchanfrage.

Das leistet IRES-Archiv: Unbegrenzte Anzahl von Archivdateien. Bis zu 32 000 Datensätze je Datei. 2048 Zeichen Stichwörter oder Abstracts pro Eintrag. Suchen möglich nach Titel, Quelle, Band/ Jahrgang, Autor, Erfassungsdatum, ISBN-Nummer, Schlagwörtern – auch beliebige Felder fehler tolerant kombiniert, auch mit logischem NICHT, auch Zeiträume (von..bis, ab..). Flexible, mächtige Importfunktionen für vorhandene Datenbestände. Frei definierbare Ausgabeformate mit editierbaren Stil-Dateien. Bequeme Editoren für Erfassung und Ausgabe. Erfassen und Löschen einzelner Datensätze ohne Neu-Lernen möglich. Editierbare Stopwort-Listen für Abstract-Feld. Kontextbezogene Online-Hilfe.

Recherchebeispiele	
Anfrage Zahlentheorie	Ergebnis Additive Zahlentheorie und Über ein Fundamentalproblem der Theorie der Einheit algebraischer Zahlkörper und Zahlentheoretische Analysis
Psyche Soziologie Statistik	Statistik in der Psychologie und den Sozialwissenschaften und Statistik für Soziologen, Pädago- gen, Psychologen und Mediziner
Analyse Algorithmus	Fundamentals of the Average Case Analysis of Particular Algorithms

**IRES-Archiv für DOS (ab 8088,
DOS 3.3, 640 K RAM)** **249 DM**

**IRES-Archiv für Windows
(ab Windows 3.1)** **249 DM**



eMedia GmbH

Postfach 61 01 06
30601 Hannover

Fax: 05 11 / 53 52 200

Auskünfte nur von 9-12.30 Uhr Tel.: 05 11 / 53 72 95

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 6,- (für Porto und Verpackung) bei, oder überweisen Sie den Betrag auf unser Konto.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Konto: Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99), Konto-Nr. 4408

ECAD – langsam in die Zukunft

Der CAD-Markt ist längst nicht so schnell wie andere Bereiche der PC-Software. Neuerungen werden nur langsam umgesetzt. Erst jetzt findet ein Umbruch auf breiter Ebene statt, der den geplagten Anwendern die Vorteile der 32-Bit-Prozessoren zur Verfügung stellt. Während ein Teil der Hersteller zwecks Umgehung der Speicherproblematik und geblendet von den Verkaufszahlen üblicher Win-Programme zu Windows flüchtet, halten andere DOS die Treue und können auf diese Weise konsequent 32 Bit und einen Co-Processor ausnutzen.

Leider scheinen einige Firmen hier falsche Schwerpunkte zu setzen. So hatte das vor einem Jahr erschienene Update eines hierzulande weit verbreiteten Layout-Pakets zur Folge, daß Später für das eh viel zu spät kommende neue Update nur mit einer Erhöhung der Layer-Anzahl auf 300 rechnen.

Schwer tun sich die ECAD-Entwickler auch mit einer zukunftsorientierten Datenstruktur, die eine zentrale Datenverwaltung mit automatisierter Forward-/Backward-Annotation ermöglicht. Netzlisten behindern in solchen Systemen den reibunglosen Transfer zwischen Schaltplan und Layout. Sie sollten nur noch für Kontrollzwecke zur Verfügung stehen. Man kann die Hersteller nur warnen: Wer heute ein typisches netzlistenorientiertes Programm auf den Markt bringt, wird der Verlierer von morgen sein. Schließlich zeigen einige Top-EDAs schon länger, wie es geht.

Man stelle sich vor, Bill Gates würde sich plötzlich für EDA interessieren. Wetten, innerhalb kürzester Zeit stünde ein derartiges Programm zur Verfügung und würde nicht mehr als 2000 D-Mark kosten? Und obendrein wäre zu befürchten, daß diese Software spätestens nach dem zweiten Update auch noch Maßstäbe in der Bedienungsfreundlichkeit setzt.

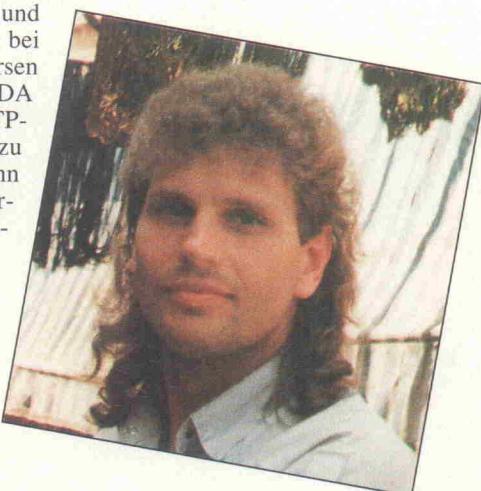
Apropos Preise: Sie fallen auch im CAD-Bereich – nur halt etwas langsamer. Konkurrenz ist genug vorhanden, und kaum ein Anwender wird bei den heutigen Software-Kursen noch bereit sein, für eine EDA das Zehnfache einer DTP-fähigen Textverarbeitung zu zahlen. Insbesondere wenn letztere sogar über einen erheblich höheren Funktionsumfang verfügt.

Vielfach ist es auch keine Betriebsblindheit, die neue und bedienungsfreundliche Software verhindert: Einfach mal schauen, ob die Konkurrenz vielleicht nicht doch einiges besser gelöst hat. Statt dessen basteln Programmierer, die von Platinenentwicklung nichts verstehen, im stillen Kämmerlein an veralteten Byte-Folgen. Wenn dann noch die Rückmeldungen der aufmüpfigen Anwender ignoriert werden, kommt es trotzdem – oh Wunder – nicht zum Konkurs des Software-Herstellers.

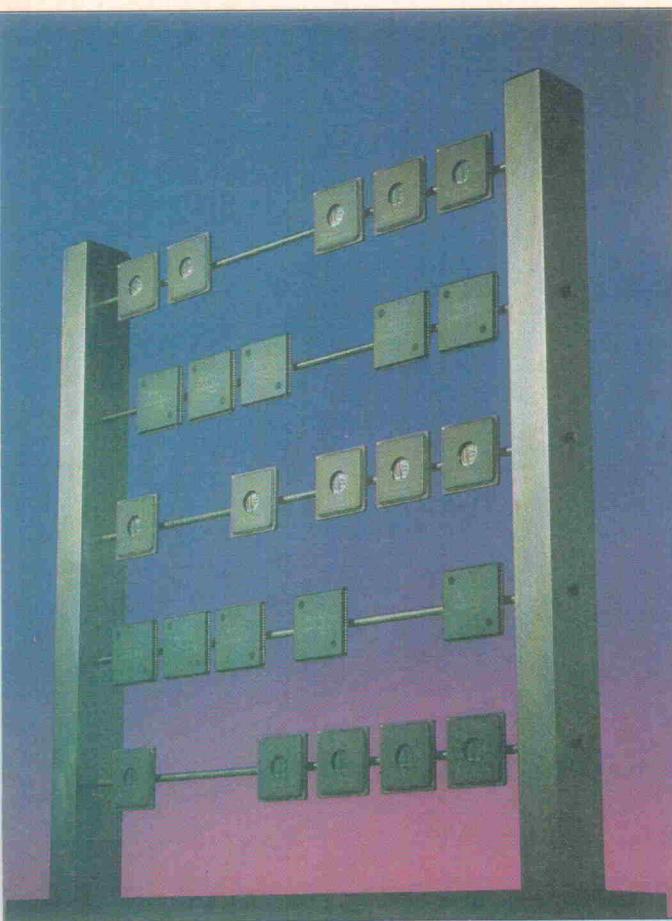
Zu viel Mühe steckt der Schaltungsentwickler in die Softwarekonfiguration und den Aufbau firmenspezifischer beziehungsweise persönlicher Bibliotheken. Aber vielleicht ist genau dies das Geheimnis der Branche: Die Fesselung der Anwender durch ihre persönlich investierte Arbeit in – eben – arbeitsintensive Programme.



Matthias Carstens



Matthias Carstens ist langjähriger ELRAD-Autor. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit der Entwicklung und Wartung von Studiogeräten im Audiobereich.

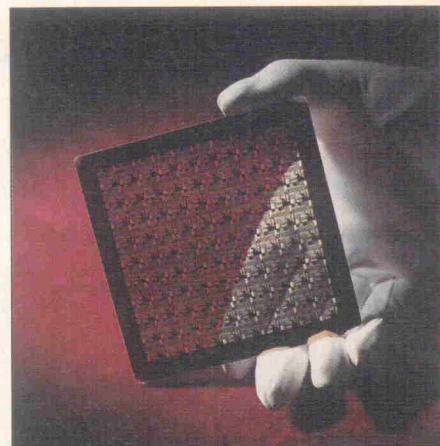


Entwicklung

Alles easy

Viele Entwickler würden programmierbare Logikbausteine nutzen, um ihre Schaltungen in eine kompaktere Form zu bringen. Dieser Wunsch scheitert allerdings oftmals am Preis für die notwendige Entwicklungssoftware. Daß dies nicht sein muß, beweist easy-ABEL, die Shareware-Version von ABEL-4. Dieses leistungsfähige Programm erlaubt die Entwicklung von komplexen PLDs mit der Hardware-Beschreibungssprache AHDL.

Seite 22



Grundlagen

Silicon Valley

Braucht man ein IC, kauft man eins – so einfach ist das. Niemand muß sich Gedanken machen, wie es in diesen kleinen Dingern wirklich aussieht und schon gar nicht, wie sie entstehen. Diesem nebulösen Zustand will der ELRAD-Artikel ein Ende bereiten. Vom Siliziumkristall bis zum fertigen Transistor werden Submikron-Prozesse gefahren, die hochpräzise Geräte erfordern. Die Arbeiten finden in Reinräumen in steriler Atmosphäre statt. Und heraus kommen hochkomplexe integrierte Schaltungen.

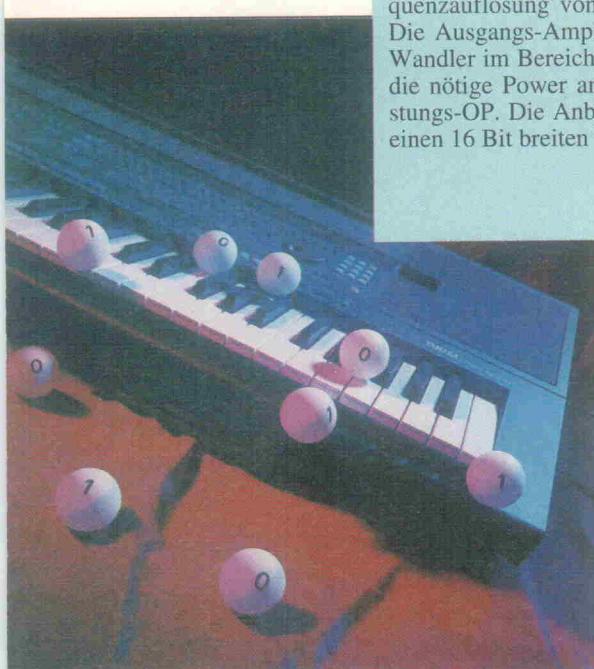
Seite 26

Entwicklung

Swinging Bits

Tonangebend in dieser Schaltungsapplikation ist der digitale Sinusgenerator-Baustein ML2036 von Micro Linear. Er ist in der Lage, Sinussignale im Bereich von 0...50 kHz mit einer Frequenzauflösung von 16 Bit, entsprechend 0,76 Hz, zu liefern. Die Ausgangs-Amplitude V_{pp} läßt sich über einen 12-Bit-D/A-Wandler im Bereich 0...20 V in 5-mV-Schritten einstellen. Für die nötige Power am Ausgang sorgt ein kurzschlußfester Leistungs-OP. Die Anbindung an einen Steuerrechner erfolgt über einen 16 Bit breiten Datenbus. Mehr ab

Seite 31



Projekt

PICs und fertig

So vielseitig die RISC-Controller der PIC-16C-Reihe auch sind, so oft scheiterte ihr breiter Einsatz bislang an einer mangelnden Programmiermöglichkeit. Um diesem Mißstand abzuholen, stellt ELRAD ein universelles Programmiergerät für die PIC-Typen 16C-54, -55, -56, -57, -71 und -84 als Projekt vor. Alle PC-gesteuerten Instruktionen gelangen dabei über die serielle Schnittstelle an den Programmer, der in zwei Textool-Fassungen die genannten PICs aufnimmt.

Seite 40

Entwicklung

Dekompression

Vor zwei Jahren noch wurden Datenreduktionsverfahren als exotische Grundlagenforschung bestaunt, konnte man doch damit das digitalisierte Audiosignal einer CD von knapp 2 MBit pro Sekunde auf Telefonleitungsbandbreite reduzieren – und das ohne subjektive Einbuße an Klang. Damals waren noch Decoder im Format mehrerer Europakarten nötig; heute gibt es die ersten ICs dafür. Eine umfangreiche Betrachtung des LSI-Chips L64111 finden Sie ab

Seite 64

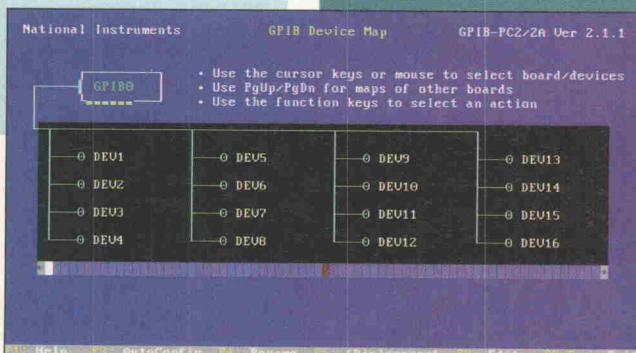


Test

Gute Karten fürs Labor

Im Laborbereich hat der GPIB-Bus kaum Rivalen zu fürchten. Ein Grund dafür ist die gute Verfügbarkeit von 488-tauglichen Meßgeräten; ein anderer der gute Ruf dieses Standards, gilt er doch als einfach in der Installation und im Betrieb.

Seite 45



Inhalt 1/94

Seite

aktuell

Programmierbare Logik	7
PC-Meßtechnik	8
Mikrocontroller	9
Firmenschriften & Kataloge	10
Bauelemente	12
Sensoren	14
CAD	15
Forschung und Entwicklung	16
VMEbus	17

Test

Preview: Simplex Genius	
PCLS-920 Genie: Meßwertaufzeichnung für Windows	20
Gute Karten fürs Labor	
Neun IEEE-488-Karten im Test	45

Markt

Verdammt nah am Original	
Simulationsprogramme für Entwicklung und Ausbildung	54

Projekt

PCs und fertig	
Programmiergerät für PIC 16-C-Controller	40
A/D-Wandler-Labor	
Teil 4: Die FFT-Software	67
Rex Regulus	
Teil 2: Das 80C552-Controllerboard und WinReg in der Praxis	72
Der PC CANs	
Teil 2: Protokoll und Controller 82C200	77
Tor zur Welt	
Teil 3: Sensorik und Programmierung	83

Entwicklung

Alles easy	
PLD-Entwicklung mit easy-ABEL	22
Swinging Bits	
Digital steuerbarer Sinusgenerator mit ML2036	31
Dekompression	
Monochip-MPEG-Audiodecoder	64

Grundlagen

Silicon Valley	
Basistechnologien integrierter Schaltungen	26
Datendiät im Studio	
Teil 2: Studiogeräte im Audio-Netz	59
Die ELRAD-Laborblätter	
RC-Oszillatoren (3)	90

Rubriken

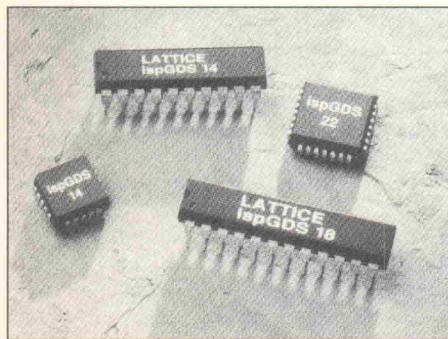
Editorial	3
Nachträge	7
Arbeit & Ausbildung	52
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Programmierbare Logik

Neue Kollektion

Lattice Semiconductor, bekannt für seine (is)pLSI-Logikbausteine, begibt sich auch mit ihrer neuen ispGDS-Schalterserie auf den Pfad der In-System-Programmierung. Die Schalterarrays, gefertigt in der Lattice-eigenen E²CMOS-Technologie, ermöglichen das flexible Routen von Datenpfaden und das Puffern von Signalen. Sie bestehen aus zwei I/O-Bänken, wobei jeder I/O-Pin wahlweise auf einen festen TTL-Pegel gesetzt werden kann (DIP-Schalter-Modus). Ist ein I/O der einen Bank als Eingang konfiguriert, kann er alle Ausgänge der anderen Bank treiben. Die Switch-Matrix-Architektur der ispGDS erlaubt Signallaufzeiten von 7,5 ns und hat einen Stand-by-Strom von 25 mA.

Die Programmierung erfolgt mit 5-V-TTL-Pegel über ein 4-Pin serielles Interface oder aber über herkömmliche Programmer. Die



Entwicklungs-Software erhält man bei Lattice kostenlos, zusätzlich werden die Bausteine von Standard-Compiler-Programmen wie zum Beispiel ABEL oder CUPL unterstützt.

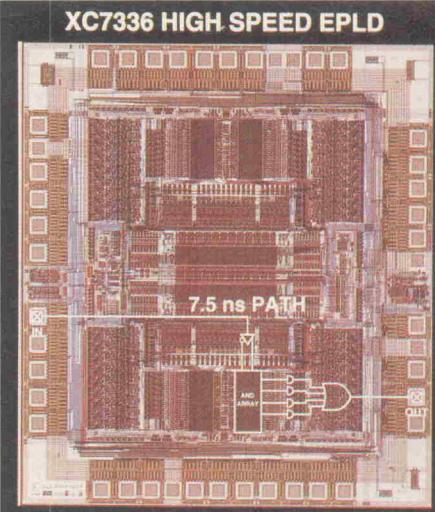
Lattice GmbH
Hans-Braun-Str. 50
85375 Neufahrn
☎ 0 81 65/95 16-0
fax 0 81 65/95 16 33

Preissturz

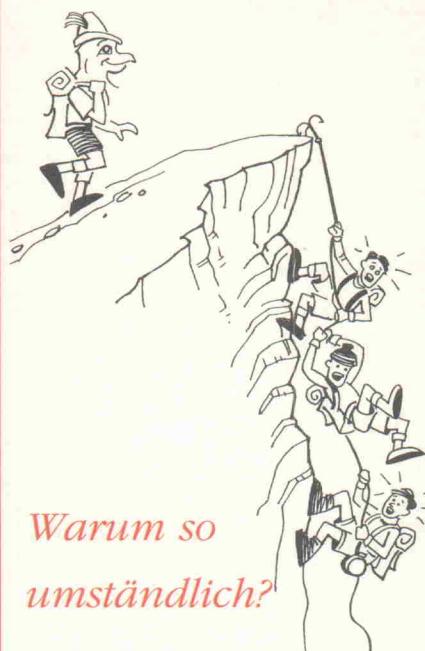
Die Firma Xilinx, bekannt für gute, aber nicht ganz preiswerte Logikbausteine nebst passender Entwicklungssoftware, steigt herab in die 'Preis-Niederungen': Das Übersetzungsprogramm DS-550, bislang für DM 1695,- zu haben, ist jetzt zum Preis von nur 159,- DM erhältlich. Mit diesem Paket ist die Entwicklung aller EPLDs sowie 'kleinerer' LCAs der 2000er Serie von Xilinx möglich.

Die Software kann Dateien im PLUSASM- oder JEDEC-Format importieren. Dadurch ist man in der Lage, Schaltungen, die bereits in anderen Bausteinen realisiert sind, auch in Xilinx-EPLDs zu implementieren. Neue Designs lassen sich über einen beliebigen Text-Editor (beispielsweise den DOS-Editor) mit Booleschen Gleichungen eingeben und diese in das Programm einlesen. Verfügt man bereits über ein schematisches Eingabewerkzeug von Viewlogic

oder Orcad, kann man die damit erzeugten Designs natürlich ebenfalls einbinden.



aktuell



Sieger der "impulse"-Software-Umfrage vom April 1993

EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

Zugegeben: es gibt viele leistungsfähige Platinen-Layout-Programme. Aber was nützt es, wenn die Bedienung so kompliziert ist, daß Sie nur einen Bruchteil davon ausnutzen.

EAGLE ist leistungsfähig und leicht zu bedienen. Testberichte in angesehenen Zeitschriften haben uns das immer und immer wieder bestätigt. Aus einer Umfrage der Zeitschrift "impulse" unter deutschen Software-Anwendern ging CadSoft mit EAGLE als Sieger hervor. Dabei wurden die Software selbst und die Kundenunterstützung bewertet.

Dennoch ist EAGLE unglaublich preiswert. Die angegebenen Preise beinhalten alle Bibliotheken und Treiber. Die Hotline ist kostenlos. Versteckte Kosten gibt es bei uns nicht.

Fordern Sie unsere voll funktionsfähige Demo mit Original-Handbuch an, und Sie können sich selbst davon überzeugen, warum EAGLE in Deutschland öfter im Einsatz ist als jedes andere Programm zur Leiterplatten-Entflechtung.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25,30 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabebreibern und Konvertierprogrammen	851,00 DM
Schaltplan-Modul	1085,60 DM
Autorouter-Modul	1085,60 DM

Bei Versand zzgl. DM 9,20 (Ausland DM 25,-). Menürabatte auf Anfrage

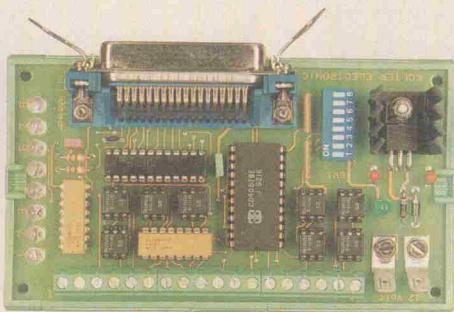


CadSoft Computer GmbH
Hofmark 2
84568 Pleiskirchen
Tel. 08635/810, Fax 920

Messen am Druckerport

Die Firma Quancom aus Brühl bietet 5 verschiedene I/O- und Meßmodule für die Druckerschnittstelle an:

- 8 Relais, 10 W Schaltleistung
- 8 optoentkoppelte Eingänge



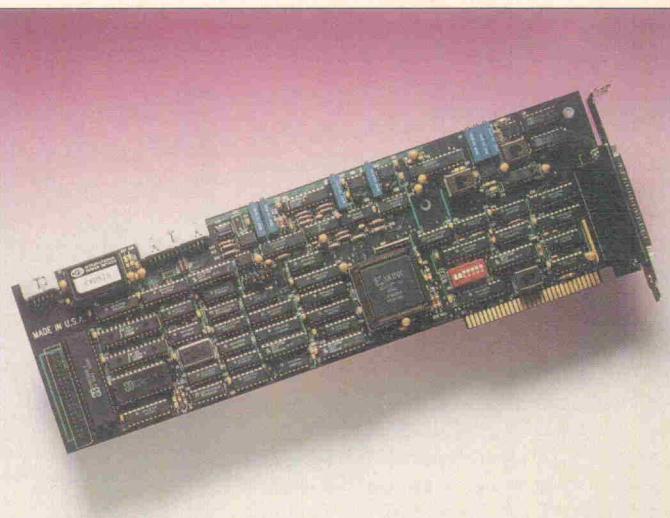
- 16-Kanal-A/D-Wandler ± 10 V, wahlweise mit 12 oder 16 Bit Auflösung
- 2-Kanal-D/A-Wandler 0...10 V mit 12 Bit Auflösung
- 8 nicht galvanisch getrennte TTL-Ausgänge

Die Module sind zur direkten Montage auf DIN-EN-Hutschienen geeignet. Zum Anschluß an die Außenwelt dient

Industrie-Schraubklemmen. Mit der eingebauten Centronics-Buchse lassen sich die Module über ein handelsübliches Druckerkabel an den PC anschließen. Zusätzlich benötigen die Geräte eine externe 12-V-Stromversorgung. Ein optional erhältlicher Adapter ermöglicht den Anschluß von bis zu 8 Modulen an nur einer Schnittstelle. Im Lieferumfang befinden sich C- und Pascal-Libraries mit Sources und Beispielen sowie

ein Programm für MS Windows. Der Preis des TTL-Out-Moduls beträgt 248 DM, die Relais- sowie Optokoppler-Module kosten 298 DM und die A/D- und D/A-Module liegen im Bereich von 498 bis 598 DM inklusive Mehrwertsteuer.

Quancom Electronic GmbH
Heinrich-Esser-Str. 27
50321 Brühl
Tel. 0 22 32/94 62-0
Fax 0 22 32/94 62-99



Meß-Clone

CIO-DAS 1600 ist eine PC-Meßkarte mit 16 single-ended oder 8 differentiellen Eingängen. Die Karte ist wahlweise in 12- oder 16-Bit-Auflösung erhältlich. Im DMA-Betrieb sind Sample-Frequenzen bis zu 160 kHz möglich (16 Bit: 100 kHz). Weiterhin stehen 2 D/A-Kanäle mit 12 Bit Auflösung und 32 digitale I/Os mit TTL-Pegel ohne galvanische Trennung zur Verfügung. Eine universelle Treibersoftware für BASIC, C und Pascal gehört zum Lieferumfang.

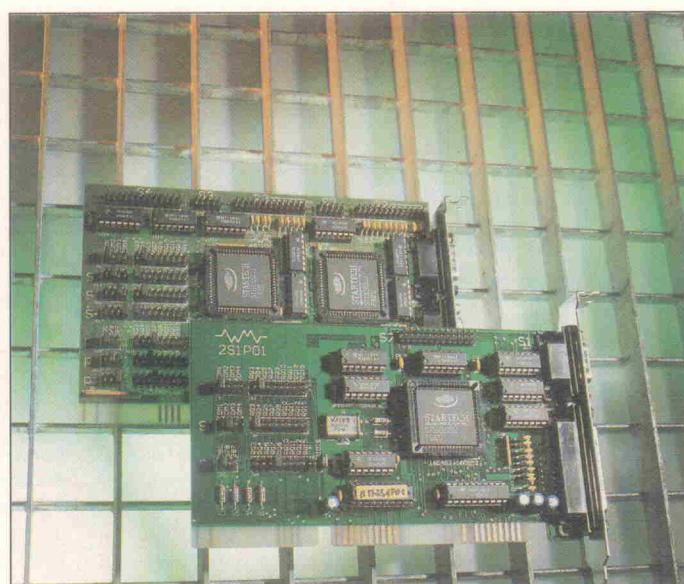
CIO-DAS 1600 ist kompatibel zu Metabytes DAS 1600. Jede für Metabytes Karte geschriebene Software ist garantiert

auch auf der CIO-DAS 1600 lauffähig. Zusätzlich bietet die Karte einen 1 KWorte großen FIFO für hohen Datendurchsatz und den Einsatz unter Windows. Gegenüber dem Original bietet der Clone auch eine Hochgeschwindigkeits-schnittstelle zu anderen Daten erfassungskarten. Mit 12 Bit Auflösung kostet die CIO-DAS 1600 1273 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Für 1485 DM plus Mehrwertsteuer erhält man die Karte mit 16 Bit Auflösung.

PLUG-IN GmbH
Postfach 3 45
82219 Eichenau
Tel. 0 81 41/7 22 93
Fax 0 81 41/83 43

Schnittstellen satt

Meßtechnikanwendungen mit dem PC erschöpfen häufig das knappe Schnittstellenangebot der Rechner. Das Ingenieurbüro Wleklinski entwickelte die beiden PC-Steckkarten WM-4S3P01 mit vier seriellen und drei parallelen Schnittstellen sowie WM-2S1P01 mit zwei seriellen und einer bidirektionalen parallelen Schnittstelle. Beide Karten verfügen über die Möglichkeit, jedem seriellen oder parallelen Port einen beliebigen freien Interrupt – auch im 16-Bit-Bereich – zuzuordnen. Bei der Entwicklung legte man auf folgende Punkte besonderen Wert: übersichtlicher Aufbau, freie Einstellbarkeit aller Funktionen, benutzerfreundliche Beschriftung, 16-Bit-IRQs, entsprechend lange Slot-Verbinder (40 cm für Tower), Einsparung von Steck-



plätzen (alle Schnittstellen auf einem Board), bidirektionaler Druckerport im PS/2-Modus (WM-2S1P01), hohe Bustakt-

frequenz, optionales FIFO-Register, flexible Adreßdekodierung sowie schneller Service und einfache Reparaturmögl

lichkeit (alle ICs sind gesockelt).

Aufgrund der flexiblen Adreßdekodierung sind auf Kundenwunsch auch Ausführungen mit Sonderadressen für die COM- oder LPT-Ports im I/O-Bereich in 8-Byte-Schritten lieferbar. Zudem ist die Karte auch mit einer modifizierten Adresse für COM 4 zum Ausschalten eventueller Probleme mit Grafikkarten erhältlich. Als Verkaufspreis nennt der Anbieter für die Standardausführung WM-4S3P01-00 einen Betrag von 199 DM, für die Karte 2S1P01-00 einen Betrag von 89 DM. Gegen einen Aufpreis von 30 DM werden zusätzlich 2 serielle FIFO-Ports in Form eines ST16C552 angeboten.

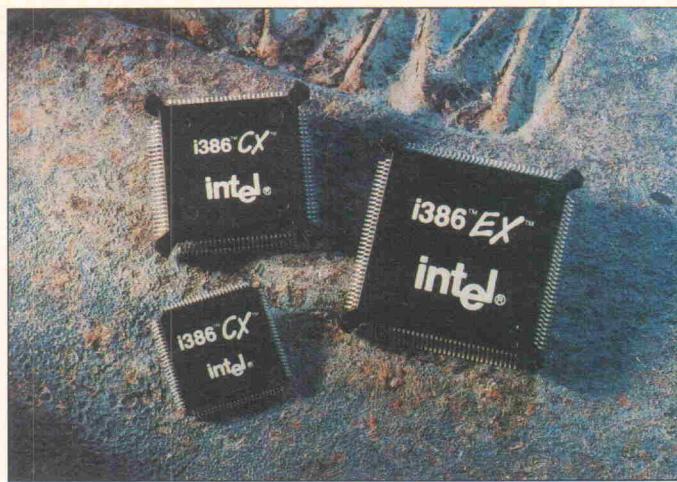
Wleklinski Meßtechnik
Goethestr. 92
63225 Langen
Tel. 0 61 03/5 33 58
Fax 0 61 03/2 89 03

Controller

Neue Aufgaben

In Zeiten, da der 80386 als zentraler Baustein von 'besseren' Prozessoren aus den PCs verdrängt wird, sucht Intel neue Märkte für diesen CPU-Typ: Gab es vorher auf die dem 80186 basierende Mikrocontroller, so stellen auf dem 386er-Kern fußende μCs deren 'natürliche' Evolution dar. Der erste Ansatz – mit dem nie richtig in Schwung gekommenen 80376 – präsentierte sich als verstümmelter 386SX, der nicht in der Lage war, Embedded-DOS auszuführen. Dieses Manko behebt Intel jetzt mit der Einführung der 386er-Abkömmlinge 386CX (Muster jetzt, Massenfertigung im II. Quartal 94) und 386EX (Muster im Sommer, Menge im Herbst 94).

Während der 386CX als statische Low-Power-Variante des 386SX – jedoch mit 26 Adressleitungen im Hinblick auf PCMCIA – mehr auf den Pocket-PC-Markt zielt, geht der 386EX einen Schritt weiter in Richtung Mikrocontroller: Er enthält neben dem statischen 386SX-Prozessorkern mit 26 Adressbits (siehe Bild) acht programmierbare Chip-Select-Leitungen, die externe Glue-Logik zum Anschluß von Speichern überflüssig machen. Daneben weist der Chip zwei DMA-Kanäle, drei Timer/Counter, zwei Interrupt-Controller, zwei asynchrone serielle Schnittstellen, einen synchronen seriellen Full-Duplex-Kanal, DRAM/Pseudo-SRAM-Refresh und maximal 24 parallele I/O-Pins auf.



In der Low-Voltage-Variante zeichnet sich der 386EX durch eine geringe Leistungsaufnahme von 420 mW bei 3,0 V aus. Die Rechengeschwindigkeit liegt bei dem dann maximal zulässigen Takt von 16 MHz bei 3 MIPS (Dhrystone). Einen kleinen Schritt weiter geht die 3,3-V-Ausführung: Sie läuft 20 MHz Spitze und bringt bei 660 mW circa 3,6 MIPS. Das obere Ende der Rechenleistung markiert die 5-V-'Hoch'spannungsversion: maximal 25 MHz, 2 W und 4,3 MIPS.

In Rechenpausen sorgt der integrierte System Management Mode (SMM) im Zusammenspiel mit dem Power Management für eine Reduzierung des Stromverbrauchs: Der Power Save Mode erlaubt es, den CPU-Takt intern in Zweierschritten durch 2 bis 64 zu teilen und so in zeitunkritischen Programmteilen proportional Leistung zu sparen. Versetzt man die CPU in den Wartezustand (Idle Mode), dann reduziert sich die Leistungsaufnah-

me sogar auf rund 40 % bei weiterlaufender On-Chip-Peripherie. Schließlich kann man den Energieverbrauch bis unter 1 mW senken, indem man den Chip in den Halt-Modus versetzt. Dank des statischen CPU-Kerns geht dabei keine interne Information verloren.

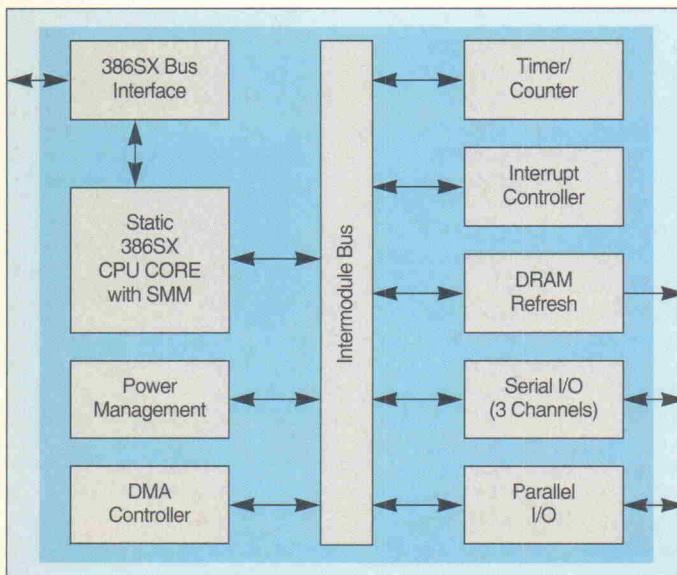
Mögliche Anwendungen sieht Intel bei tragbaren Datenerfassungsgeräten, intelligenter PC-Peripherie (z. B. CD-ROM-Laufwerke), in Druckern, Scannern, Fax- und anderen Bürogeräten. Softwareseitig geben sich die Chips zu dem für derartige Anwendungen entworfenen Betriebssystem 'At Work' von Microsoft kompatibel.

Der 386CX steht in den drei Gehäusevarianten 100-Pin-PQFP und -SQFP sowie MIL-Die ('nackter' Chip für Hybridmodule) zur Verfügung. Die erweiterte EX-Version weist einige Ände mehr auf, so daß sie als 132-Pin- und 144-Pin-SQFP oder MIL-Die daherkommt.

Der Preis des 386EX soll bei Abnahme von 5000 Stück um 39 US-Dollar liegen. Hierin ist eine Softwarelizenz für das Echtzeit-Betriebssystem iRMX-EMB enthalten. Auf dem Chip basierende Geräte, die iRMX-EMB nutzen, kann man so ohne weitere Lizenzkosten vertreiben. ea

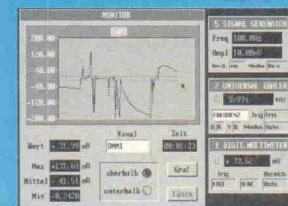
Intel GmbH
Dornacher Str. 1
8562 Feldkirchen
0 89/9 09 92-0
0 89/9 29 10 30

Der 386EX ist eine Kombination aus einem statischen 386SX-Kern mit On-Chip-Peripherie für embedded Designs.

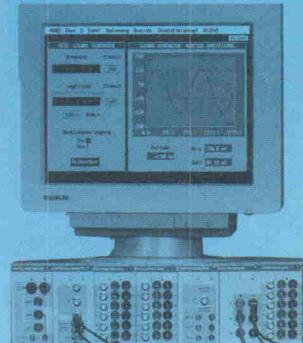


MATS
Modulares
Automatisches
Test System
PC-Mess-
technik für
Service, Aus-
bildung, Labor u.
Industrie

MEHLAB



MATSWIN-Software: Messungen automatisieren ohne Programmieren



Je nach Anwendung die Module in Modulträger zusammenstellen (max. 16 Stck.). Modulträger für 4,6,7 Module erhältlich, Anschluß an PC über serielle Schnittstelle (RS232).

Modulübersicht

Alle Module in stabilem Alugehäuse (3HE), galvanisch getrennt, Versorgung über rückseitige Steckerleiste.

Digitalmultimeter, 4½-stellig, Spannung bis 400VAC, Strom, Widerstand, Temp., Kennlinienanpassung, Auto-Range, Grenzwertalarm, Datenspeicherung, Statistik, grafischer Monitor, etc.

Universalzähler, 9 stellig, 10Hz-500 MHz 1 Hz Aufl., Frequenz, Ereignis, Pulsebreite, Periode, Freq.-Verhältn., Freq. Ausgang, Statistik, graf. Monitor, 3 Triggerarten, Intervall, etc.

DC-Kalibrator, zum Abgleich von Meßkreisen, Spannung 0-100V, Strom 0-1A, Widerstand 0-10MΩ, separate Ausgänge, grafische Arbitrary Funktion, kurzschuß-/leerauf sicher.

Signalgenerator, Signalquelle in Freq. und Amplitude programmierbar, 10Hz-100kHz, Spannung 1mV-16V, Sinus, Cosinus-, Impuls- und Rechteckausgänge, Impedanz 600 Ω.

Meßstellenumschalter
2x5 Eingänge auf
2 Eingänge,
Umax=400V
Pmax=60VA
R_K < 1 Ω

MEHLAB Meßtechnik
Hermann-Oberth-Str. 7
D-85640 Putzbrunn
Tel. 089/46094218
Fax. 212

Bitte senden Sie mir kostenlose Informationen über MATS
Name: _____
Straße: _____
PLZ Ort: _____
Tel.: _____

PC-Meßtechnik

Der neu aufgelegte Katalog über PC-Meßtechnik aus dem Hause Analogic ist jetzt durch ein Supplement noch umfangreicher geworden. Auf über 120 Seiten stellt Analogic seine Produkte vor, beispielsweise Datenerfassungskarten, analoge Ausgangskarten, Counter/Timer-Karten, Multiplexer, Erweiterungsboards für RS-232, -422 und -485 sowie Signalaufbereitungsmodulen.

Zur Angebotspalette gehört selbstverständlich auch die entsprechende Software. Der Katalog ist kostenlos erhältlich.



Analogic GmbH
Siemensstr. 13
65205 Wiesbaden
☎ 0 61 22/70 06-0
📠 0 61 22/1 52 62

Master Selection Guide

Der neue, fast 700 Seiten umfassende Master Selection Guide beschreibt sämtliche Halbleiterbauelemente von Motorola, beispielsweise ASICs, Mikrocomputerkomponenten, Logikbausteine verschiedener Technologien, Linear- und Interfaceschaltkreise, diskrete Halbleiter, militärische Produkte sowie ergänzende Literatur- und Schulungshinweise. Zahlreiche Funktionsdiagramme und

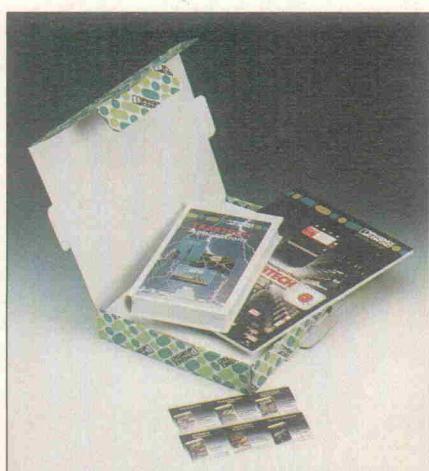
Tabellen mit den wichtigsten elektrischen Parametern erleichtern dabei die Auswahl der Bauteile. Die von Future Electronics kostenlos erhältliche Übersicht stellt somit eine wertvolle Hilfe für Entwicklungs- und Einkaufsabteilungen dar.

Future Electronics Deutschland GmbH
Münchner Str. 18
85774 Unterföhring
☎ 0 89/95 71 95-17
📠 0 89/95 71 95-29

Überspannungsschutz auf Video

Aus dem Hause Phoenix Contact stammt die Videokassette 'Trabtech Applications', die Anwendungen im Bereich Überspannungsschutz darstellt. Auf dieser Kassette sind Installationen aus den Gebieten Ener-

gieversorgung, Verkehrswesen und Sendetechnik als repräsentative Beispiele namhafter Anwender zusammengefaßt. Phoenix Contact versickt dieses Anwendungsvideo zusammen mit dem 132seitigen Trabtech Katalog, zudem ist eine Bestellkarte für weitere Videos beigelegt. So kann man zum gleichen Themenbereich ein Projektierungsvideo mit dem Titel 'Trabtech Engineering' anfordern. Unter der Artikelnummer 5065192 sind die Videokassette und der Katalog kostenlos erhältlich.



Phoenix Contact GmbH & Co.
Postfach 13 41
32819 Blomberg
☎ 0 52 35/55-0
📠 0 52 35/55-18 25

Kundeninformationen

Druckfrisch liegt die zweite Ausgabe einer 16seitigen Kundeninformationsbroschüre von Datalog vor. In einem lockeren Stil stellt sie innovative Neuigkeiten rund um die Meßwerterfassung vor, beschreibt Applikationen für diesen Bereich und verrät Tips und Tricks für knifflige Anwendungen. Zudem enthält sie Fachaufsätze über Signalanalyse und Windows-Meßtechnik. Die Broschüre ist kostenlos erhältlich.

Datalog GmbH
Trompeterallee 110
41189 Mönchengladbach
☎ 0 21 66/95 20-0
📠 0 21 66/95 20 20

Multimeter-Praxis

Unter dem Titel 'ABC der Multimeter-Praxis' bietet ITT Instruments eine Broschüre an, die auf insgesamt 64 Seiten Tips zum Umgang mit modernen Meßgeräten gibt und die vielfäl-

ABC der Multimeter-Praxis
ABC of Multimeter Measurement
ABC de la Mesure en Multimétrie

ITT Instruments

tigen Anwendungsmöglichkeiten veranschaulicht. Gleichwohl ist die Broschüre nicht als Ersatz für die spezifische Bedienungsanleitung eines Multimeters gedacht. Anwender, die nicht täglich mit Meßtechnik umgehen, finden in der Schrift zahlreiche Meßtips und Praxishinweise, professionelle Anwender können die Broschüre als nützliches Nachschlagewerk verwenden. Das dreisprachig (deutsch, englisch, französisch) gehaltene Werk ist gegen eine Schutzgebühr von 14 DM (per Verrechnungsscheck, Preis inklusive Porto und Verpackung) vom Anbieter erhältlich.

ITT Instruments
Müller & Weigert GmbH
Kleinreuther Weg 88
90408 Nürnberg
☎ 0 91 13/5 02-0
📠 0 91 13/5 02-3 06

Produktübersicht

In der neuen Produktübersicht '93/94 gibt Wandel & Goltermann auf 176 Seiten einen Überblick über das gesamte Lieferprogramm, darunter auch die neuen Meßgeräte für die Anwendungsbereiche PDH, SDH, ISDN, LWL und ATM. Damit steht Systemherstellern, Netzbetreibern und Anwendern von Kommunikationseinrichtungen ein komplettes Spektrum präziser Meßtechnik für zukünftige Problemlösungen zur Verfügung. Bei der Produktübersicht handelt es sich um eine Ergänzung zum bisherigen Katalog, sie wird an Interessenten mit dem Arbeitsbereich Kommunikation kostenlos abgegeben.

Wandel & Goltermann GmbH & Co.
Postfach 12 62
72795 Eningen
☎ 0 71 21/86 18 6
📠 0 71 21/86 18 48

Wir haben Ihr neues LCR - Multimeter

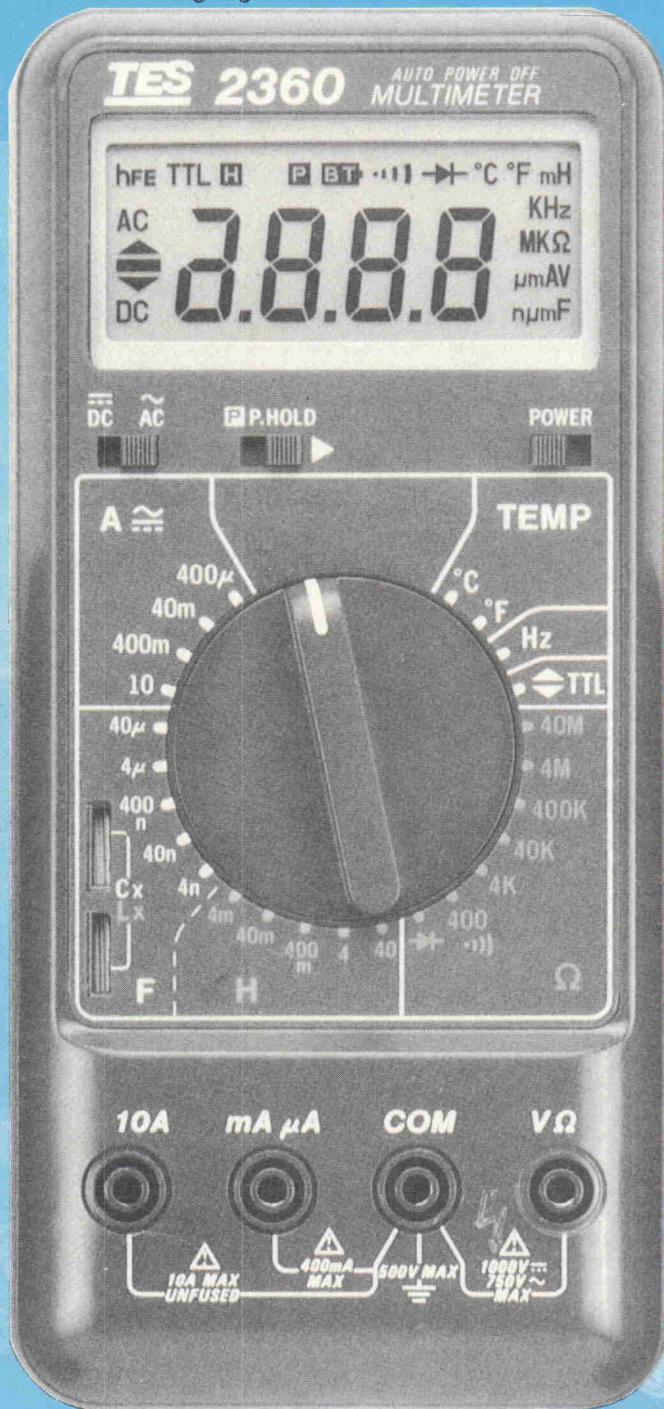
Das Warten hat sich gelohnt, jetzt können Sie alles mit nur einem Gerät messen.

Leistung, Qualität und Preis

Mit dem **TES-2360** messen Sie jetzt: Frequenz, Kapazität, Induktivität, Temperatur, Logik und Durchgang. Damit Sie auch Spitzenwerte oder kurzzeitige Überspannungen festhalten können, haben wir die "**PEAK-HOLD**" Funktion für Sie und sollten Sie einmal bei der Messung die 3. Hand benötigen, so können Sie einfaches seitliches Aufstecken der Prüfspitze das Gerät mitsamt der Spitze mit nur einer Hand auf den Meßpunkt platzieren und haben Anzeige und Meßpunkt immer sicher im Auge. Weiterhin gehören Sicherheitsmeßbuchsen, Sicherungsstecker und Aufstellbügel zur Standardausrüstung. Übrigens, sollten Sie einmal vergessen Ihr Gerät auszuschalten, kein Problem, mit **Auto-Power-Off** schaltet sich das Gerät nach 30 min. selbst ab. Garantieleistung 1 Jahr. Aber auch nach der Garantiezeit stellen wir Ihnen unseren Service zur Verfügung.

Best.-Nr. Gerät, TES-2360
Temperatursensor TP-D05

TES-2360 **139,- DM**
TP-D05 **8,- DM**



Gleichspannung:
400 m/4/40/400/1000 V, 0,5%
Wechselspannung:
400 m/4/40/400/750 V, 1,0%
Gleichstrom:
400 µ/40 m/400 m/10 A, 1,0%
Wechselstrom:
400 µ/40 m/400 m/10 A, 1,5%
Widerstand:
400/4 k/40 k/400 k/4 M/40 MΩ, 0,8%
Kapazität:
4 n/40 n/400 n/4 µ/40 µF, 3,0%
Frequenz: (Autorange)
10 Hz bis 4 MHz, 1 Hz Aufl. 0,5%
Induktivitätsmessung:
4 m/40 m/400 m/4/40 H Auflösung 1 µH
Temperatur:
-40°C bis 150°C, 0,1°C Auflösung
-40°F bis 302°F, 1°F Auflösung
Logitest:
bis 40 MHz (25 ns),
Schwelle 2,4 V ± 0,5 und 0,7 V ± 0,5
Durchgangstest:
Summer bei < 100 Ω
Überspannungsschutz 500 Veff,
3,5 V o.c. Spannung
Diodenetest:
1 mV Aufl., 2% Genauigkeit
Anzeige:
max. 3999 (3,75 Digit),
1,5 cm hohe Ziffern

BRENNER Elektronik & Meßgerätevertrieb

84384 Wittibreut, Kerneigenstraße 1, Telefon 08574/295, Fax 08574/852

Oszilloskope für Praktiker



Modell 3344: 25 Mhz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation 100 Mhz Frequenzzähler 2 Mhz Funktionsgenerator Komponententester



Modell 3304: 25 Mhz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation 1 mV/div Auflösung Addition / Subtraktion Triggerung DC - 40 Mhz



Modell 3324: 25 Mhz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation Komponententester Addition / Subtraktion 12 V und 5 V Ausgang



Modell 3310: 10 Mhz 1 Kanal, X-Y Betrieb, Auflösung 5mV/div Triggerung DC - 15 Mhz, Zeitbasis 1μs/div - 100 ms/div



Modell 3315: 40 Mhz 2 Kanäle, X-Y Betrieb, Z-Modulation Addition / Subtraktion Zeitbasis Verzögerung 100ms-1s Preisänderungen vorbehalten

Bitte fordern Sie unseren kostenlosen Katalog an

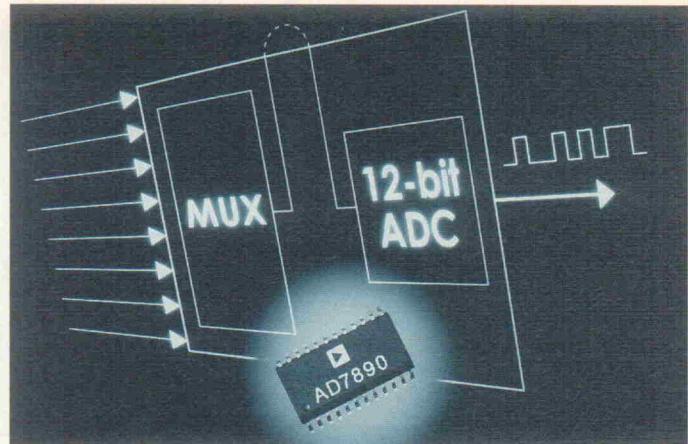
MEGALAB

MEGALAB Meßtechnik
Gb. der MEGATRON Elektronik AG & Co.
Hermann-Oberth-Str. 7
85640 Putzbrunn
Tel. 089 / 460 94 219
Fax. 089 / 460 94 212

Bauelemente

8 Kanäle – ein Filter

Von Analog Devices kommt ein A/D-Wandler mit 12 Bit Auflösung, 8 Eingangskanälen und unipolarer Stromversorgung. Der AD 7890 führt den Ausgang des Analogmultiplexers auf einen externen Pin. So kann der Anwender ein einzelnes Filter oder eine Signalaufbereitung zwischen Multiplexer und A/D-Wandler schalten und spart damit Platz und Kosten. Über die serielle Schnittstelle lassen sich die Kanäle selektieren und auslesen. Für eine Wandlung benötigt der AD 7890 maximal 5,9 μs. Die Verlustleistung des Bausteins liegt bei maximal 50 mW, im Power-Down-Modus sinkt sie

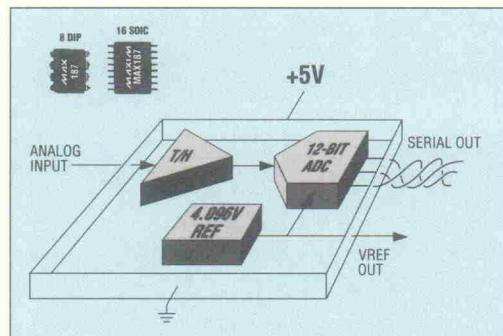


auf 75 μW. Der AD 7890 ist sowohl dynamisch als auch statisch spezifiziert und hat einen Klirrfaktor von -78 dB. Das IC ist im 24poligen SOIC- oder DIP-Gehäuse (Plastik oder Keramik) für die Eingangsspannungsberei-

che 0...2,5 V, 0...4 V und ±10 V erhältlich.

Analog Devices GmbH
Edelsbergstr. 8-10
80686 München
0 89/5 70 05-0
0 89/5 70 05-157

aktuell



12 Bit tragbar

Speziell für portable Anwendungen hat Maxim den 12-Bit-A/D-Wandler MAX 187/189

auf den Markt gebracht. Mit einer Stromaufnahme von 1,5 mA (maximal 2,5 mA) ist er für Batterieanwendungen prädestiniert. Im Shutdown-Betrieb beträgt die Stromaufnahme weniger als 2 μA. Während der MAX 189 auf eine externe Referenz angewiesen ist, arbeitet der MAX 187 mit einer internen Referenz von 4,096 V. Die

Wandlungsrate beträgt 75 k-Samples/s. Eine serielle Schnittstelle vereinfacht die galvanische Trennung und lässt sich auch ohne weitere externe Logik an SPI, QSPI und Micro-wire-Ports anschließen. Die Wandler sind im 8poligen DIP-Gehäuse oder im 16poligen SOIC-Gehäuse (mit getrennter Analog- und Digitalmasse) verfügbar.

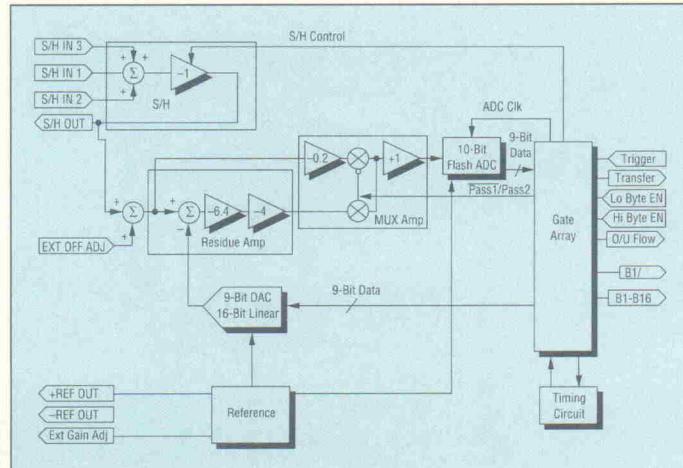
SE Spezial Electronic KG
Postfach 1308
31667 Bückeburg
0 130/73 67
0 130/66 14

Schnelle 16 Bit

Der A/D-Wandler ADC 4322 wurde von Analogic für schnelle Anwendungen entwickelt, die gleichzeitig eine

hohe Auflösung erfordern. Nach Firmenangabe ist er der Welt erster 2-MHz-A/D-Wandler mit einer Genauigkeit von echten 16 Bit. Das Hybridmodul vereint einen verzerrungsarmen Sample-and-Hold-Ver-

stärker, eine Spannungsreferenz, eine Timing-Logik und einen 16-Bit-Lineardatenreferenz-D/A-Wandler. Die Eingangsspannungsbereiche von ±2,5 V, ±5 V, ±10 V und 0...10 V sind per Pin programmierbar. Ein Rauschen von nur 28 nV/√Hz kennzeichnet den Sample-and-Hold-Verstärker. Bei Eingangssignalen bis 100 kHz beträgt der Signal-/Rausch-Abstand des Bausteins 86 dB. Der Gesamtklirrfaktor ist -86 dB. Der ADC 4322 ist in einem 46poligen, elektrostatisch und elektromagnetisch abgeschirmten Gehäuse untergebracht und kostet 3362 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

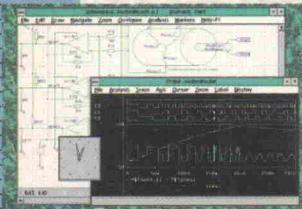


Analogic GmbH
Siemensstr. 13
65205 Wiesbaden
0 61 22/70 06-0
0 61 22/1 52 62

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

* Ab 1.1.94 liefern wir nur noch EDA-Tools für Windows, NT und UNIX

MicroSim



Design Center 5.4

- Schematic
 - PSpice A/D
 - Layout-Simulation
 - Filter Designer
 - PC, Sun, Mac, HP
- Hoschar Info-Kennziffer 03

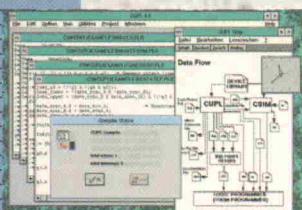
Sophia



In-Circuit-Emulatoren

- 4/8-Bit-CPU's
 - 16-Bit-CPU's
 - 32-Bit-CPU's
- Hoschar Info-Kennziffer 61

CUPL



PLD-Design für Windows

- Logik-Minimierung
 - Simulation
 - Device-Fitter
- Hoschar Info-Kennziffer 90

ECAM



CAM für Windows und Workstation

- Gerber-View & Plot
 - Gerber-Editor
 - Design-Rule-Check
 - Teardropping
 - Nutzenmontage
- Hoschar Info-Kennziffer 76

Neu von Protel

Advanced Schematic Capture - D:\PFW1\WSCHLOGIK.SCH

Protel Design System - PCB Design

D:\PFW1\5IDEMOSMD.PCB

D:\PFW1\5ISHOTGERE

The deutsche Advanced PCB - Testversion - 300 Seiten Arbeitsbuch und limitierte Version der Software. Nur DM 195,-

Advanced PCB V2.0

Ausgereifte Intelligenz – & höchste Performance

Die Fakten

Module

- Advanced Schematic
- Advanced PCB
- Advanced Place
- Advanced Route
- (Rip-up/Retry Autorouter)
- Advanced SB Route
- (Shape Based Autorouter)

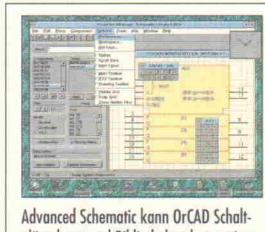
Formate

- Protel liest die Binärformate folgender Hersteller/Systeme ein (* nur mit HOSCHAR Konverter)
- OrCAD/SDT 3 & 4
- Eagle*
- OrCAD/PCB II*
- PADS-PCB/2000
- P-CAD
- Protel binär/ASCII
- Tango-PCB (Plus)
- Gerber (o. Netzliste)

Rechner

- (386), 486, Pentium
- MS-Windows 3.1
- ab 8 MByte RAM

A die DOS! Jetzt kommt Protel, der Windows-Standard für Elektronik Designer. Konzipiert als Synthese aus Kontinuität und Innovation ist Protel mit über 10.000 Installationen zum weltweit meistgekauften EDA-System für Windows aufgestiegen. Daß Protel mit Advanced Schematic & PCB 2.0 die Nase gleich doppelt vorn hat ist kein Zufall, denn die Pakete sind in der Tat auf Erfolg programmiert: ► Designer können endlich an fast beliebig vielen Schaltplänen, Bibliotheken, Projekten und Layouts simultan arbeiten und per Knopfdruck in andere Applikationen wie Simulation, Text, DTP, Grafik oder Datenbank wechseln. ► Schaltungsentwurf, Layout und Rip-Up Autorouter arbeiten durch Forward-/Backward-Annotation und bidirektionales Cross-Probing ausgesprochen harmonisch zusammen. ► Ebenso kontaktfreudig ist Protel in puncto Simulation und Logikdesign. ► Advanced SB Route, der neue rasterlose Shape-Based-Autorouter liefert fertigungsgerechte Entwürfe höchster Dichte. ► Protels ergonomische Benutzeroberfläche ermöglicht einen schnellen Einstieg und unübertroffene Produktivität für Power-User. ► Fast schon selbstredend, daß Protel auf Ausgabegeräten aller Art präzise Fertigungsdokumentation liefert.



Advanced Schematic kann OrCAD Schaltpläne lesen und Bibliotheken konvertieren

► Und von Hoschar gibt es deutsche Dokumentation, eine Menge sinnvolles Zubehör und Support-Service130! Alles maßgeschneidert zu einem Preis, den Sie sich garantiert leisten können! Kein Wunder also, wenn viele längst auf Protel für Windows umgestiegen sind, zumal OrCAD/SDT-Dateien direkt eingelesen und zahlreiche Layout-Formate nahtlos konvertiert werden können. Doch am besten Sie testen Protel für Windows jetzt selbst, mit dem kostenlosen Demopaket oder unserer voll dokumentierten Testversion. Rufen Sie uns noch heute an oder faxen Sie den untenstehenden Abrufschein. Hoschar Info-Kennziffer 59

Noch heute anrufen:

0721/37 70 44

Telefax 0721/37 72 41
Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

Alles für die Elektronik-Entwicklung:
Der neue EDA-Katalog von Hoschar.
Jetzt kostenlos anfordern!



Abruf-Gutschein

Ja, bitte senden Sie mir kostenlos den EDA-Katalog

Ja, bitte senden Sie mehr Informationen zu folgenden Produkten

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

(bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eingeben)

Ja, wir wollen von auf Protel umsteigen.

Bitte senden Sie uns unverbindlich ein Angebot und die Demoversion

um besten kopieren und per Fax an: 0721/377241 oder ausschneiden und per Post an Hoschar GmbH Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

Name _____

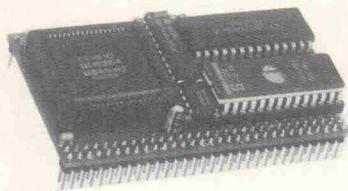
Firma/Abteilung _____

Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

Ingenieurbüro Stubben

Controller - Modul ST35



- Maße : 80 x 50 mm (1/4 Europakarte)
- Mikrocontroller 80C553 / 12 bzw. 16 MHz
- max. 64KB RAM und 64 KB EPROM adr.
- 3 digitale programmierbare 8 - Bit - Ports
- 8 Analogeingänge (8/10 Bit Auflösung)
- programmierbare Echtzeituhr
- Anschlüsse über Busstecker
- serielle Schnittstelle
- Spannungsversorgung 5V DC

ST35 / B 110,- DM **ST35 / K** 298,- DM
 Leopl. + GAL + Manual + BASIC
 Komplettgerät + BASIC

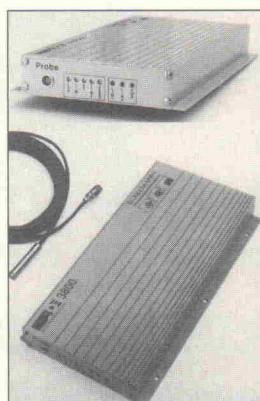
Im Roten Busch 5, 59174 Kamen
 Tel.: 02307/3530 Fax : 38530

Sensoren

Distanzmessung kapazitiv ...

Das OEM-Modul ADE 3800 des amerikanischen Herstellers ADE-Technologies ermöglicht berührungslose kapazitive Distanzmessungen. Als Anwendungsbeispiele nennt der deutsche Distributor Eckelmann die Rundlaufmessung an Spindeln, die Messung des Taumelschlags sowie Messungen zur Früherkennung von Lagerschäden. Die Integration in bestehende Steuerungstechnik beim Kunden soll denkbar einfach sein. Nach Anschluß der Stromversorgung steht an einer BNC-Buchse ein distanzproportionales Ausgangssignal mit einer Auflösung von 2 nm zur Verfügung. Sensor und Auswerteeinheit kosten 4000 DM (zzgl. MwSt.).

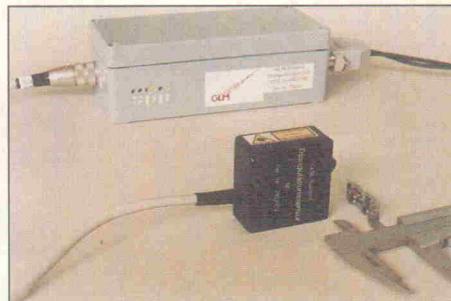
aktuell



... und mit Laser

Die Triangulationsmeßgeräte der Serie M5 der Inno-Tec GmbH messen berührungslos Distanzen per Laser. Es werden unterschiedliche Sensoren im Meßbereich von 0,5 mm bis 200 mm angeboten. Die typische Linearität liegt je nach Sensor zwischen 0,015 % und 0,03 %. Die M5-Serie eignet sich zur Vermessung kleiner Objekte wie SMD-Bauteile oder zur Dickenmessung an Profilen aus Metall, Kunststoff, Holz oder Papier. Das Meßgerät liefert eine dem Meßabstand proportionale Ausgangsspannung. Aufgrund der schnellen Meßwertaufnahme eignen sich diese Sensoren besonders für dynamische Meßaufgaben an rotierenden oder vibrierenden Objekten. Der Lasersensor kostet 4123 DM; eine LED-Version ist für 3278 DM erhältlich.

Inno-Tec GLM
 Universitätstr. 142
 44799 Bochum
 ☎ 02 34/97 08-4 50
 ☎ 02 34/97 08-4 51



Umgezogen? Neue Anschrift?

Faxen Sie uns Ihre Adressänderung, damit Ihr Abo auch weiterhin pünktlich ankommt.

Fax: 05 11/53 52-289

Information + Wissen

ct magazin für computer technik

X Multiuser Multitasking Magazin

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Verlag Heinz Heise
 GmbH & Co KG
 Helstorfer Straße 7 · 30625 Hannover

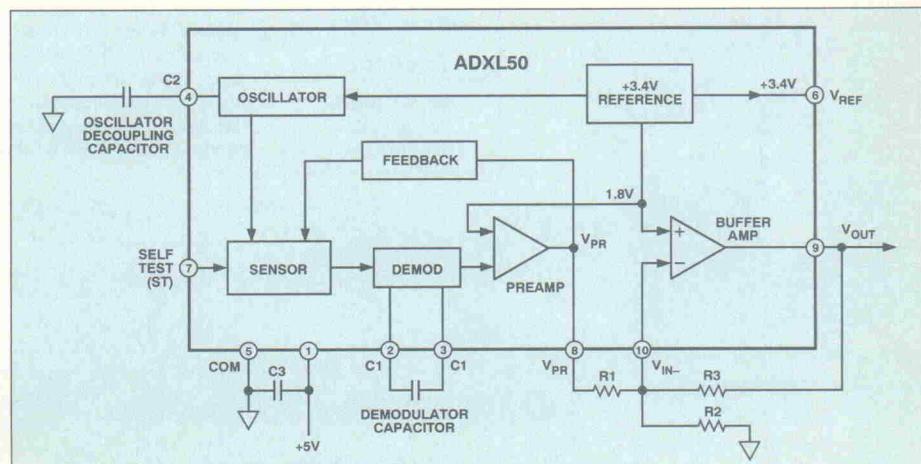
Ein Chip für Beschleunigung

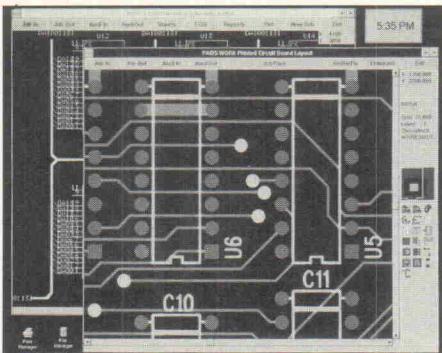
Der Beschleunigungsaufnehmer ADXL50 von Analog Devices vereint auf einem Chip alle notwendigen Komponenten zur Beschleunigungsmessung: Sensorelement, Modulator, Demodulator, Oszillator, Referenz, Verstärker und Selbsttesteinrichtung. Das ursprünglich für Airbag-Systeme entwickelte IC findet auch in der Schwingungsanalyse, der Bewegungs- und Positionserfassung sowie bei Transportschreibern Anwendung.

Mit einem maximalen Beschleunigungsbe- reich von 0 bis ± 50 g, einer einfachen 5-V- Versorgung und einem vollständigen Selbsttest auf Kommando (einschließlich

des Sensorelements) liefert der Baustein eine skalierte und stabilisierte Ausgangsspannung von 19 mV/g. Die Bandbreite geht von DC bis 1 kHz. In kleineren Meßbereichen arbeitet der Baustein mit reduzierter Bandbreite: von +1 g bis 0,3 g bei maximal 100 Hz und 0,1 g bei 10 Hz. Alle Versionen des ADXL50 sind in einem hermetisch dichten 10poligen TO-100-Metallgehäuse lieferbar.

Analog Devices GmbH
 Edelsbergstr. 8-10
 80686 München
 ☎ 0 89/5 70 05-0
 ☎ 0 89/5 70 05-157





Appetit-Anreger

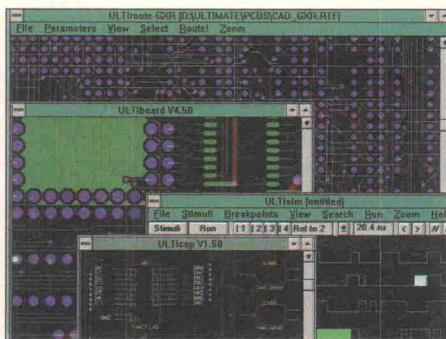
Ab Januar 1994 bieten die PADS-Distributoren L. Zitzmann GmbH und Tecnotron Elektronik GmbH die Software PADS-TestDRIVE zusammen mit zwei Tagen

Schulung zu einem Preis von 150 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer an. Dieses neue Paket besteht aus drei Modulen, dem Schaltplan-Editor PADS-Logic, dem PCB-Editor PADS-Perform und dem EMV-Modul PADS-EDC. Natürlich handelt es sich bei einem so verlockenden Angebot nicht um die Vollversion. Die Software bietet zwar den vollen Leistungsumfang, ist aber auf dreißig Bauteile beschränkt. Somit lassen sich zwar nur Mini-Projekte durchführen, dafür aber komplett vom Schaltplan bis zum fertigen Layout mit den erforderlichen Produktionsunterlagen. PADS-TestDRIVE ist eine 32-Bit-Software wahlweise unter Windows oder DOS. Stromlaufplan und Layout greifen auf eine gemeinsame Bauteilbibliothek zurück.

tecnotron elektronik GmbH
Brühlmoosweg 5/5a
88138 Weissenberg-Rothkreuz
☎ 0 83 89/92 00-18
📠 0 83 89/17 51

Neue Pfad-Finder

Der holländische CAD-Entwickler Ultimate Technology stellt zwei neue Autorouter vor. Der Ultiroute GXR ist ein rastergebundener 'Ripup And Retry'-Router und läuft unter Windows 3.1. Er ist optimal auf das Zusammenspiel mit dem Layout-Editor Ultiboard



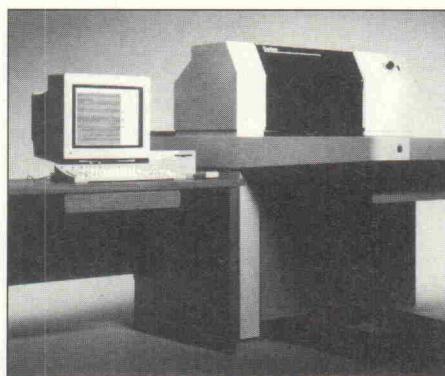
abgestimmt. Die Bedienung ist bewußt einfach gehalten, der Anwender kann vor allem Einfluß auf die Kostenfaktoren und die Routing-Strategie nehmen. Der zweite Autorouter basiert auf einem Abkommen mit Cooper & Chyan. Als Ergebnis bietet Ultimate Technology die 32-Bit-Version des Specctrum SP-10 Autorouters unter DOS an – der Preis liegt bei circa 18 000 D-Mark. Im Gegensatz zum rasterorientierten Router arbeitet der Specctrum-Router konturenbasiert (shape based). Diese Arbeitsweise läßt sehr hohe Auflösungen bei gleichzeitig hoher Arbeitsgeschwindigkeit zu. Mit den beiden Neuvorstellungen rundet das holländische Softwarehaus sein Router-Angebot nach oben hin ab.

Taube Electronic
Nostitzstr. 30
10965 Berlin
☎ 0 30/6 91 46 46
📠 0 30/6 94 23 38

Ultimate Technology
Energiestraat 36
NL-1411 AT Naarden
☎ +31/21 59-4 44 24
📠 +31/21 59-4 33 45

Layout-Inspektor

Kürzlich stellte die Gerber Systems Corporation ihr neues, automatisches Inspektionsystem 'Insight/2020' vor. Die Anlage besteht aus einem circa 61 cm × 76 cm großen Inspektionstisch inklusive eingebautem PC zur Aufnahme der Layoutdaten direkt vom gefertigten Platinen-Layer beziehungsweise Produktionsfilm und einer Sun SPARCstation LX zur Umsetzung, Analyse und Kontrolle der Inspektionsdaten. Das System führt einen Pixel-zu-Pixel-Vergleich von Gerbervorlage und Inspektionsdaten durch, um Abweichungen wie unterbrochenen Leiterbahnen, Kurzschlüsse, nicht eingehaltene Abstände, fehlende oder überzählige Elemente und ähnliches zu identifizieren und zu melden. Der Anwender kann individuelle Fertigungstoleranzen für seine Leiterplattenfunktionen definieren. Der Hersteller hat bei der Entwicklung der Inspektionssoftware besonderen Wert auf eine einfache zu



bedienende grafische Oberfläche gelegt, für die keine Programmierkenntnisse vorausgesetzt werden.

Gerber Systems GmbH
Am Moosfeld 97
81829 München
☎ 0 89/42 09 96-0
📠 0 89/42 09 96-11

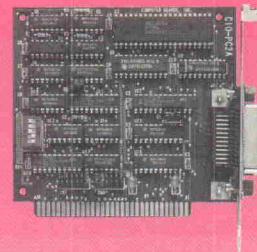
Absolut richtig:
Im Einkauf liegt der Gewinn

IEEE-488

DM 350,-

zzgl. MwSt.

100% NI PCI/A kompatibel



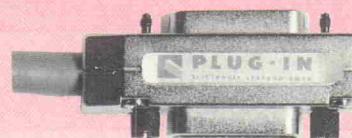
Die CIO-PCI/A Karte IEEE-488 von *Computer Boards* ist zum weltweit 100.000-fach verkauften Industriestandard PCI/A voll kompatibel.

Wir bleiben dem Standard treu!

Natürlich auch austauschbar gegen:

- **IO Tech GP488B**
- **Tektronix IEEE-488**
- **MetraByte MBC-488**
- **IBM GPIB Adapter**
- **Advantech PCL-848**
- **National Instruments PCI/A**

(Alle erwähnten Firmen- bzw. Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Hersteller. Beachten Sie die Softwarerechte der einzelnen Hersteller.)



Fordern Sie unsere kostenlosen Kataloge an. Qualität, Preis und Lieferzeiten sind einfach immer in Ordnung!

PLUG-IN
ELECTRONIC VERSAND GMBH

die beste Idee, seit es Kompatible gibt

Postfach 345 · D-82219 Eichenau
Tel.: 0 81 41/722 93

Fax: 0 81 41/834 3

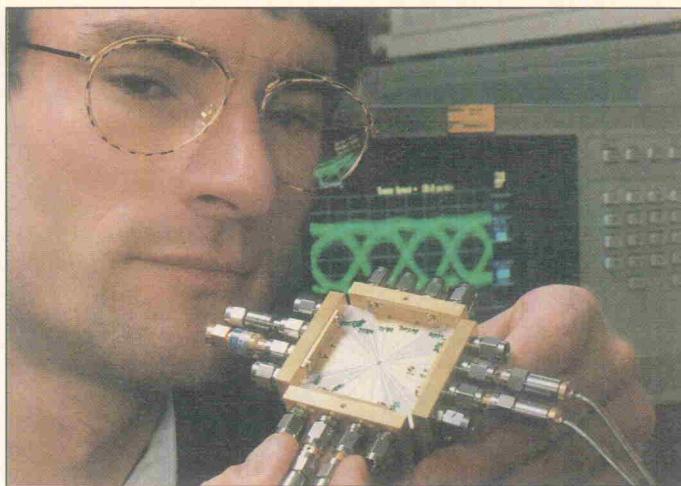
Laser statt Leiterbahn

Laser in Kombination mit Glasfasern sind zukünftig für den Datentransfer zwischen oder sogar auf Chips einsetzbar. Das versprechen die Wissenschaftler der AT&T Bell Laboratories in New Jersey mit der Entwicklung der ersten selbstfokussierenden Laser. In Lichtwellensystemen zur Informationsübertragung entspricht dabei die eingeschaltete Laserquelle dem logischen Wert eins, die ausgeschaltete einer Null. Der selbstfokussierende Laserstrahl soll sogar Daten über einen Abstand von 2,5 cm durch den freien Raum von einer Leiterplatte zu einer anderen transportieren – Das öffnet natürlich der Kleinst-Integration von ganzen Systemen, zum Beispiel in der Computerwelt, neue Türen.

Z-Laser, die auf der Vertical-Cavity-Geometrie beruhen, sen-

den ihr Licht senkrecht von der Oberfläche aus. Sie wurden auf der Grundlage der MBE-Technologie (Molecular Beam Epitaxy) entwickelt. Mit dieser Technik kann man hauchdünne Schichten erzeugen, die zum Teil eine Dicke von nur einem Atom haben. Für Z-Laser erstellt man aus Indium-Gallium-Arsenid, Gallium-Arsenid und Aluminium-Gallium-Arsenid drei Lagen. Aufgrund einer besonderen Anordnung und Verarbeitung dieser Halbleiterschichten tendiert das Z-Laserlicht – anders als bei konventionellen Lasern – zur Konvergenz, also zur Selbstfokussierung.

AT&T Deutschland GmbH
Escherheimer Landstr. 14
60322 Frankfurt am Main
☎ 0 69/1 53 06-0
📠 0 69/1 53 06-111



Silizium doch besser

Bislang erschien es unmöglich, Schaltkreise mit sehr hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit auf Siliziumbasis herzustellen. Deshalb setzte man bei solchen ICs auf das teurere Grundmaterial Gallium-Arsenid. Dem Forscherteam um Dr. Alfred Felder gelang jetzt jedoch die Entwicklung eines Silizium-Chips, der 40 Mil-

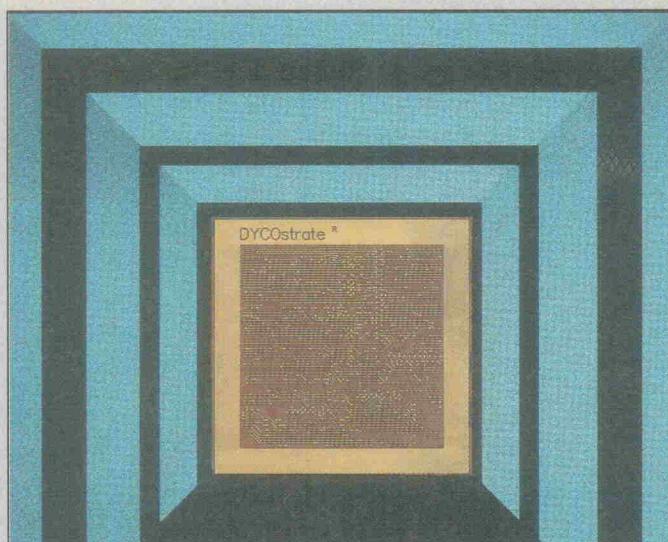
liarden Bit pro Sekunde verarbeiten kann – wofür Dr. Felder den Philipp-Reis-Preis '93 erhielt. Verantwortlich für die extrem hohen Geschwindigkeiten ist ein optimiertes Schaltungslayout mit optimal strukturierten Transistoren unter Einsatz neuester MBE-Technologien.

Ein derart schneller Chip ist die Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Glasfaser-Netzen. Solche Netze erlauben zwar die Übertragung von einigen Milliarden Bit pro Sekunde (auf Versuchsstrecken konnte man bereits 10 Gigabits pro Sekunde erreichen). Sie lassen sich jedoch nur entsprechend nutzen, wenn auch die Elektronik zur Umwandlung in optische beziehungsweise elektrische Signale an den Schaltstellen adäquat schnell ist.

Der Prototyp-Chip ist nur ein Teil des kompletten Systems für die 'Gigabit-Übertragung': Multiplexer für die Umwandlung parallel ankommender Datenströme zur seriellen Einspeisung in das Glasfaserkabel gehören ebenso dazu wie Demultiplex-Schaltungen zur Rücktransformation – beispielsweise in einzelne Telefonsignale. Das Felder-Team konnte bereits einen 1 : 2-Demultiplexer realisieren, der einen Strom von 40-Gigabit pro Sekunde in zwei Ströme aufteilt. Die Weiterentwicklung solcher Konzepte soll den Weg bereiten in eine Multimedia-Gesellschaft mit hochauflösendem Fernsehen, digitalem Rundfunk und Mobiltelefon.

Weiche Platte

Die EITI (European Interconnect Technology Initiative) stellte kürzlich eine Leiterplatte vor, die sich durch Flexibilität und kleinste Abmessungen auszeichnet. In der sogenannten DYCOstrate-Technologie, entwickelt von der Firma Dyconex in Zürich, verwendet man statt des üblichen glasfaserverstärkten Materials eine Polyimid-Folie als Platinenbasis. Die Folienplatine ist selbst bei einem vierlagigen Aufbau nicht dicker als 0,2 mm und soll vorhandene Multilayer-Designs von sechs auf zwei Lagen reduzieren können. Die eingesetzte Technologie erlaubt Leiterbahnen bis zu 50 µm. Löcher werden nicht wie bei herkömmlichen Platten gebohrt, sondern im Plasmaverfahren geätzt. Dadurch erzielt man Mikro-Vias mit Durchmessern unter 50 µm, aber auch andersartig geformte Konturen, Sacklöcher, Schlitzte und Fenster – alles zeitgleich in einem Herstellungsschritt. Das simultane Plasma-Ätzen erspart nicht nur 'Bohr'-Zeit; auch Ein- und Auslaufmaterial sowie das Entgraten und die Bohrlochreinigung entfällt.



Bringt man die dünnen DYCOstrate-Folienplatten auf geeignete Trägerplatten, kann man mechanische Steifigkeit, eine gute Wärmeabfuhr und einfache Ausdehnungskompensation erzielen. Da die verwendeten Folienmaterialien eine niedrige Dielektrizitätskonstante aufweisen, sind sie auch für hochfrequente Schaltungen im Gigahertz-Bereich geeignet. Einsetzbar ist die flexible Platine für praktisch alle Anwendungsbereiche einschließlich komplexer MCM-Schaltungen (Multi Chip Module).

Die Folie soll man zukünftig in einem automatischen Rolle-zu-Rolle-Prozeß verarbeiten können. Hervorzuheben ist auch das Umweltbewußtsein der EITI: Nicht nur die eingesetzten Materialien sollen recyclebar beziehungsweise problemlos zu entsorgen sein. Auch den Herstellungsprozeß bezeichnet die Initiative als umweltgerecht.

Dyconex AG
Schaffhauser Str. 580
CH-8052 Zürich
☎ +41 (0)13 06/24 44
📠 +41 (0)13 06/36 40

VDE
Verband Deutscher Elektrotechniker
Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main
☎ 0 69/63 08-284/218
📠 0 69/6 31 29 25

VMEbus

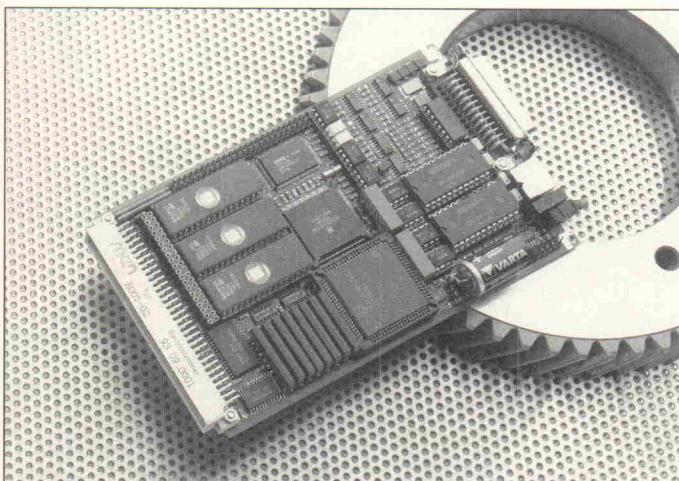
Schmale CPU

Der Single-Board-Computer B1 von men aus Nürnberg benötigt auf dem VMEbus lediglich einen 3HE-Steckplatz. Der 32-Bit-CPU MC 68331 (16 MHz, künftig bis 25 MHz) stehen 1...4 MByte DRAM, bis zu 3 MByte EPROM und 128...512 KByte batteriegepuffertes SRAM zur Verfügung. Eine RTC sorgt für die Echtzeit und ein Hardware-Watchdog für die Betriebssicherheit.

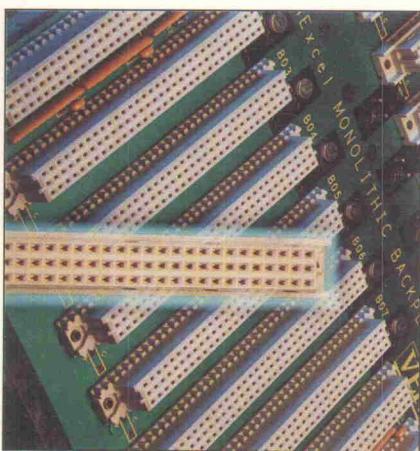
Trotz der geringen Ausmaße bietet die B1 reichlich Peripherie:

rie: RS-232-Schnittstelle, acht digitale Eingänge, acht digitale Ausgänge und weitere acht TTL-Ausgänge zur Ansteuerung von LEDs. Optional lässt sich die Karte mit einem SCSI-Interface und zwei galvanisch getrennten 12-Bit-D/A-Kanälen bestücken. Ein M-Modul-Steckplatz bietet die Möglichkeit, die Karte lokal zu erweitern – zum Beispiel mit einem Memory-Card-Interface. Der Preis der Basisversion liegt unter 1000 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

men mikro elektronik GmbH
Wiesentalstr. 40
90419 Nürnberg
09 11/9 93 35-0
09 11/9 93 35-99



Daisy Chain problemlos



BICC-VERO aus Bremen bietet eine automatische mechanische Methode zur Beibehaltung der Daisy Chain in VMEbus-Systemen an. An Stelle der üblichen Steckverbinder nach DIN 41612 führt eine spezielle Federleiste die /IACK- und /BGRANT-Signale über eine eingegebauten Brücke an den nächsten Steckplatz. Eine einge-

steckte aktive Karte unterbricht diesen Kontakt und schließt selbst die Daisy Chain.

Die Steckverbinder entsprechen nach DIN 41 612 Teil 5 den Anforderungen der Gütekasse 2 mit einer Lebensdauer von 400 Steckzyklen. VXI-Mutterplatten bestückt BICC-VERO standardmäßig mit den neuen Steckverbinder. Die VMExcel-Mutterplatten werden hingegen nach

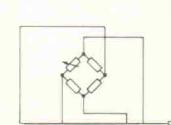
Kundenvorgabe ausgerüstet. Eine VMExcel-Backplane mit 21 Steckplätzen Onboard/Inboard-Terminierung und Stromschienen kostet 865 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

BICC-VERO Electronics GmbH
Carsten-Dressler-Str. 10
28279 Bremen
04 21/84 07-1 52
04 21/84 07-1 89

Universelles Meßwert-Erfassungssystem

MEC 1000

mit den Eigenschaften von z.B.



Direkter Sensoranschluß

mit automatischer Geberidentifizierung von:

- DMS
- Thermoelement
- PT 100
- Induktive Aufnehmer
- Piezoelektronische Aufnehmer (PCB)
- Impulsgeber
- Strom
- Spannung

MEC -

Ihr Meßtechnik-Spezialist für Komplettsysteme, Dienstleistungen, Kundenspezifische Problemlösungen vom Sensor bis zur Inbetriebnahme

3-1442 BK

Blumenrather Straße 21
D-52477 Ahaus



- Abtastrate 1 Million Werte/sec pro Kanal bis 100 KHz
- Kompakte Bauform z.B. 36 Kanäle im Laptop, größere Kanalzahl möglich
- 0,1% Genauigkeit
- Hardwaremäßiger Antialiasingfilter, per Software angesteuert
- Automatischer Nullpunkt bzw. Brückenabgleich
- Software von MEC sowie von führenden deutschen Herstellern
- Als PC-Einsteckkarte mit Software auch einzeln lieferbar



MASCHINENBAU
ENTWICKLUNG
CONSULTING GMBH

Telefon 024 04/55 9-0
Telefax 024 04/55 9-20

Warum?

Warum empfehlen wir Ihnen das neue Schaltplan und Platinen CAD-Programm

TARGET 2.1

wo es doch so viele schöne andere gibt?

Nun, es gibt einige sehr gute Gründe:

TARGET 2.1 ist ein Schaltplan-Platinen-Autorouter Paket aus einem Guß. Sie kommen immer mit [F3] vom Schaltplan zur Platte und zurück. Ruck-Zuck. Änderungen werden automatisch vorwärts und rückwärts übernommen (forward-/back-annotation). Symbole und Gehäuse können nachträglich noch an die Schaltung angepasst werden. TARGET 2.1 ist einfach zu bedienen und komplett in deutscher Sprache. Und das alles ohne Dongle. Und unter DM 1000,-...

Natürlich hat TARGET 2.1 alles, was einige andere auch haben:

- Angenehme graphische Benutzeroberfläche
- Im x Im Platte- und Schaltplanfläche
- WYSIWYG • Weltkoordinaten • Objektorientierte Datenstruktur bis 65000 Elemente
- Auflösung 1 µm, bel. Raster • Undo • Kontextbezogene Hilfefunktion • Umfangreiche erweiterbare Symbolbibliotheken: CMOS, TTL, Analog, Diskret ... • Einlesen von ORCAD-Netzlisten
- 240 Schaltplätsen, Kupfer-, Lösch-, Versorgungsebenen, automatische Masseläufen, Bestückung, Beschriftung, Lötstop etc.
- interaktives und automatisches Entflechten (Autorouter, bel. Routraster) • Ausgabe auf Nadel-, Laser- und Tintenstrahldrucker, HPGL-Stiftplotter, Gerber-Plotter, PostScript, EXCELLON- und Sieb&Meyer-Bohrautomaten ... (Für PC-AT, Protected-Mode bis 16 MB RAM)

TARGET 2.1 komplett

★ TARGET 2.1 light (Euro-Karte) DM 298,- ★

TARGET 2.1 Demo

RULE 1.2dm Platinen-Editor ab DM 129,-

Preise incl. 15% MwSt. zzgl. Versandkosten: Vorkasse=DM 5,- Nachnahme=DM 10,- Demo nur schriftl. o. Fax.

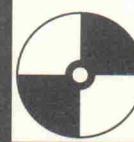
Darum: Demo oder Gratis-Info sofort anfordern bei:

Ing.-Büro FRIEDRICH

H. Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing.
Fuldaer Str. 20, D-36124 Eichenzell
Tel.: (0 66 59) 22 49 FAX: (0 66 59) 21 58

Oder in der Schweiz: Hess HF-Technik Bern
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern
Tel. (0 31) 33 10241 FAX (0 31) 33 16836

Wir sprechen Ihre Sprache!



Vorzugsangebot

für alle **ELRAD**-Leser

Computerstories. Eine Auswahl der besten c't-Stories aus den Jahren 1987-1991. Die Leser dieser Rubrik treffen bekannte Autoren wieder - von Josella Playton („Ein Vorfall“) bis Peter Schattschneider („GIPS Unlimited“). Daß Phantasie und Plausibilität sich nicht gegenseitig ausschließen müssen, zeigen diese Science-Fiction-Stories bei spihaft. In einer gelungenen Mischung aus ernsthaften, außergewöhnlichen Spekulationen und technischem Wissen entwickeln die Autoren ihre Szenarien. Sie hinterfragen Anwendungsmöglichkeiten, Grenzen und Folgen der Computertechnik. Weitsichtig denken sie über die Grenzen des Bekannten hinaus. Ihre kritischen Prognosen kommentieren die technische Entwicklung und rücken mögliche Konsequenzen für die Gesellschaft ins Blickfeld.

COMPUTER STORIES

Geschichten von Menschen und Technik

Eine Anthologie von  magazin für computer technik

DIE
GESCHENK-
IDEE



Sonderpreis DM 10,-

Gebunden, 78 Seiten,
Format 21,0 x 29,7 cm

Bestellcoupon

Hiermit bestelle ich Expl. „Computerstories“ zum **Sonderpreis von 10 DM** zzgl. Versandkosten (1 Expl. 4 DM; mehrere Expl. 6 DM). Lieferung nur gegen Vorauskasse. Bitte fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Vorname/Name

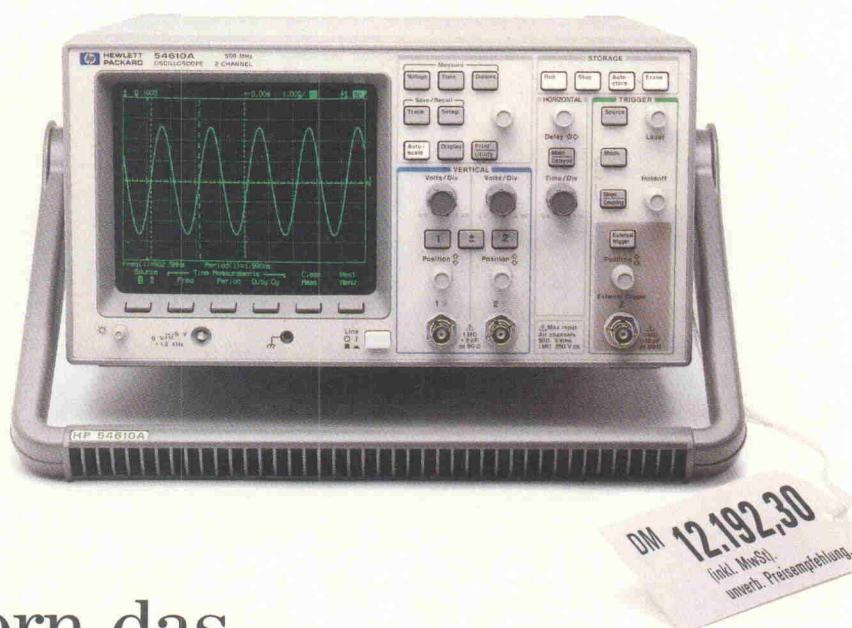
Straße/Postfach

PLZ/Ort

Datum/Unterschrift

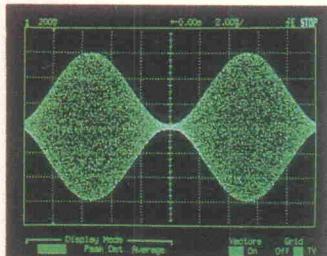
Bitte einsenden an:
Verlag Heinz Heise
Brigitte Wendelborg
Helstorfer Str. 7
30625 Hannover

Der Preis ist noch nicht mal das Beste an unserem 500-MHz-Oszilloskop.

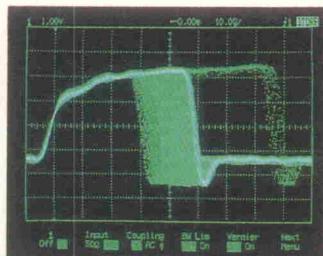


DM 12.192,30
inkl. MwSt.,
unverb. Preisschlüsselung.

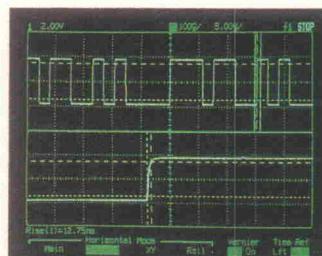
Sondern das, was Sie dafür bekommen.



Das 500-MHz-Oszilloskop von HP verfügt wie ein Analoggerät über eine Echtzeitanzeige, die sofort auf Änderungen der Signalformen oder der Einstellungen reagiert.



Eine helle Signalanzeige und bedienfreundliche Funktionen wie z.B. automatische Speicherung erlauben es, auch schwierig zu findende Signale darzustellen und zu speichern.



Pretrigger-Darstellung und verzögerte Zeitableitung helfen bei der Erfassung und Darstellung von Signalen vor und nach dem Triggerereignis.

Wie ist es möglich, daß wir ein 500-MHz-Oszilloskop mit verzögelter Zeitablenkung anbieten können, das so preiswert ist?

Es gibt zwei Dinge, die bei analogen Oszilloskopen so angenehm sind, auf die Sie aber bei Digital-Oszilloskopen bisher leider verzichten mußten: die vertraute Anzeige und Bedienung sowie die sofortige, realistische Darstellung. Da es aber das Ziel unserer Ingenieure ist, Ihnen ein kompromißloses Arbeiten zu ermöglichen, haben sie das Oszilloskop HP 54610A entwickelt. Für Sie

bedeutet das kurz gesagt: einfachste Bedienung bei erheblich besserer Darstellung von Signalformen. Auf diese Weise erhalten Sie die bewährte HP Qualität und Leistung – zu einem Preis, den Sie nicht erwarten würden.

Nutzen Sie unseren persönlichen Telefon-Service HP DIRECT. Kompetente Fachleute beraten Sie umfassend und helfen Ihnen bei der Auswahl des richtigen Gerätes für Ihre individuelle Anwendung. Wir stellen Ihnen auch gerne für eine Woche 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.

hp **HEWLETT®
PACKARD**

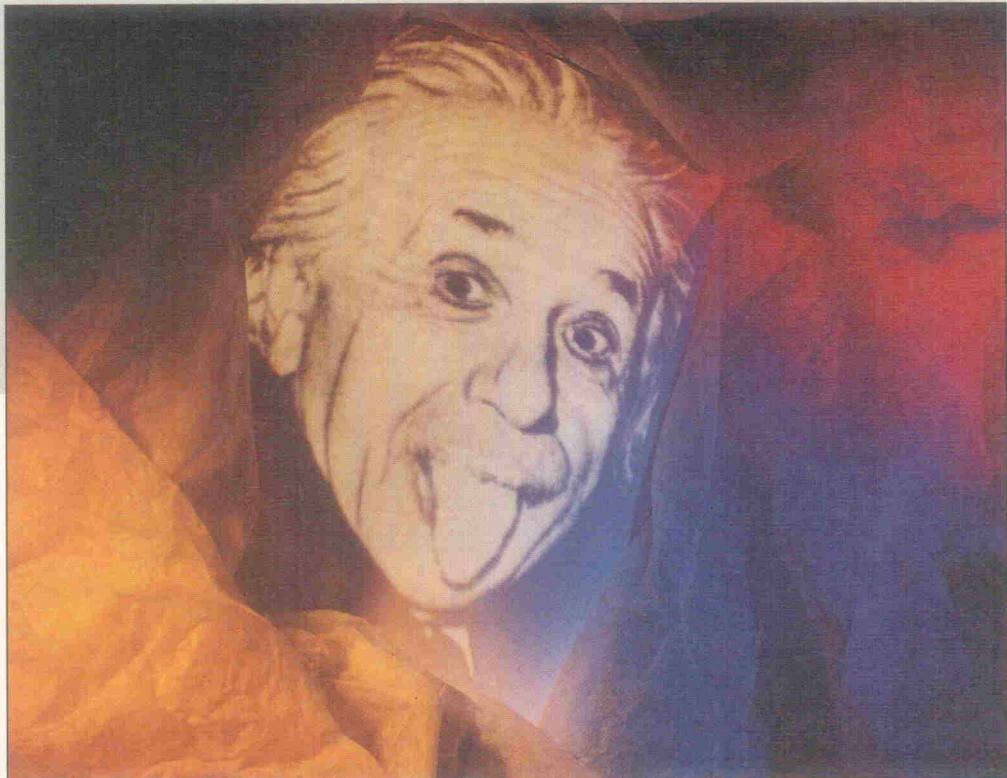
Simplex Genius

PCLS-920 Genie: Preiswerte Meßwerterfassung für MS Windows 3.1

PreView

Martin Klein

Zum Herbstanfang kam eine neue PC-Software für Meß- und Steuerungsanwendungen unter MS Windows auf den Markt: Mit grafisch gestützter Programmierung, virtuellen Bedienelementen und einer eindeutigen Preisgestaltung stellte sich 'Genie 1.0' der Konkurrenz. Ein Kurztest in der Redaktion sollte klären, wie sich dieser Genius dem Anwender offenbart.



Mit dem vielversprechenden Namen gab die US-amerikanische Firma Advantech ihrem neuesten Meßtechnikprogramm 'Genie' gleich einige Vorschüllerbeeren mit auf den Weg. Bis auf die günstige Preisgestaltung verspricht die Software allerdings nur wenig Neues. Im wesentlichen ermöglicht Genie die Erfassung und Ausgabe von Signalen über PC-Multifunktionskarten. Auch die grafisch gestützte Programmierung von Meß- und Steuerungsanwendungen sowie die Nutzung von Microsoft-Windows als Bedienkonsole und Ausgabemedium für Prozeßdarstellungen sind heute keine besonders hervorstechenden Leistungsmerkmale mehr.

Genie wird von verschiedenen Distributoren vertrieben – meist speziell zur Unterstützung der hauseigenen PC-Meßkarten. Als Grundlage für diesen Beitrag stand das Programm 'PCLS-920 Genie' der Firma Spectra aus Leinfelden zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um eine vollständige 1.0-Programmver-

sion, ausgestattet mit Treibern für Einsteckkarten aus Advantechs PC-Lab-Reihe und Sensor-Interfaces vom Typ ADAM 4000. Als Testhardware kam eine PC-Karte Modell PCL-711S zur Anwendung (siehe Kasten).

Die Software findet auf einer einzelnen Installationsdiskette Platz. Voraussetzung für den Einsatz sind mindestens ein i386SX-Prozessor, 2 MByte RAM, 5 MByte freier Festplattenspeicher sowie MS Windows 3.1 mit MSDOS ab Version 3.3 voraus. Die englischsprachige Dokumentation zum Programm ist durchweg übersichtlich und informativ geraten. Die Installation auf dem zum Test verwendeten 486er (33 MHz, 8 MBytes RAM, MSDOS 6.0) gestaltete sich somit völlig problemlos.

Vom Geistesblitz ...

Die Testaufgabe für das Genie bestand in der Erfassung von Signalen über zwei A/D-Kanäle der PC-Karte mit nachfol-

gender Subtraktion beider Meßwerte. Die Eingangssignale und deren Differenz sollten in zwei x/t-Diagrammen auf dem Bildschirm erscheinen (Bilder 1 und 2).

Das übersichtliche Bedienkonzept ermöglicht ein angenehmes und sehr zügiges Arbeiten. Meßprozeduren definiert man im sogenannten 'Strategy Editor'. Mit Hilfe der Maus erfolgt in diesem Fenster die Zusammenstellung einzelner Funktionsblöcke in Form von Grafiksymbolen – unterstützt durch eine 'Toolbox', die alle von Genie zur Verfügung gestellten Verarbeitungselemente als grafisches Menü anbietet. Den Datenfluß zwischen einzelnen Funktionsblöcken 'verdrahtet' der Anwender ebenfalls einfach mit der Maus. Individuelle Parameter für die einzelnen Blöcke sind jeweils in gesonderten Dialogfenstern definierbar.

Neben den digitalen und analogen Ein- und Ausgängen von PC-Meßkarten sind verschiede-

ne Funktionsblöcke für die Signalbearbeitung und -auswertung zu finden. Hierzu zählen unter anderem PID-Regler, Mittelwertfilter, spezielle Linearisierungsfunktionen für diverse Temperaturoaufnehmer, Trigger- und Timer-Funktionen sowie Blöcke für benutzerdefinierte Verarbeitungsschritte. Letztere akzeptieren die Programmierung in C-ähnlicher Syntax und gestatten unter anderem If-then-else-Abfragen sowie die Nutzung vordefinierter Mathematikfunktionen. Weiteren Import und Export von Daten unterstützt Genie durch den Zugriff auf ASCII-Dateien.

Über ein sogenanntes 'Demo Device' stehen auch verschiedene simulierte Signale bereit. Genau wie bei real existierender Hardware erfolgt die Installation und Konfiguration dieses virtuellen Geräts in einem separaten Setup-Fenster. Überzeugend wirkt die Hilfe-Funktion. In den gut strukturierten – englischen – Erläuterungen sind neben Text auch die Grafikelemente aus dem Programm wiederaufzufinden.

... zum lahmen Lauflicht

Die Bildschirmausgabe von Meßergebnissen und virtuellen Bedienelementen (Schalter, Signalfelder und ähnliches) gestaltet der Anwender im separaten 'Display Editor'. Hier lassen sich per Maus beispielsweise Skalierung, Position und Farbe von x/t-Diagrammen festlegen. Leider ist dies bisher die einzige mögliche Form der Kurvendar-

stellung. Für erläuternden Text ist zudem lediglich der Standardfont von Windows verwendbar.

Eine komplett definierte Anwendung läßt sich mittels Runtime-Modul ausführen. Beim Test fiel hierbei vor allem die sehr geringe Verarbeitungsgeschwindigkeit auf: Genie gestattet die Festlegung von Zykluszeiten in Schritten von 100 ms, wobei Abtastraten von höchstens 10 Hz realisierbar sind. Weiterhin verabschiedete sich die Maus nach dem Start der Messung – immer dann, wenn die maximale Abtastrate eingestellt war. Das Ausgabefenster ließ sich in diesem Fall nur noch per Reset schließen. Bei einer Zykluszeit von 0,2 s war dieser Effekt nicht mehr zu beobachten.

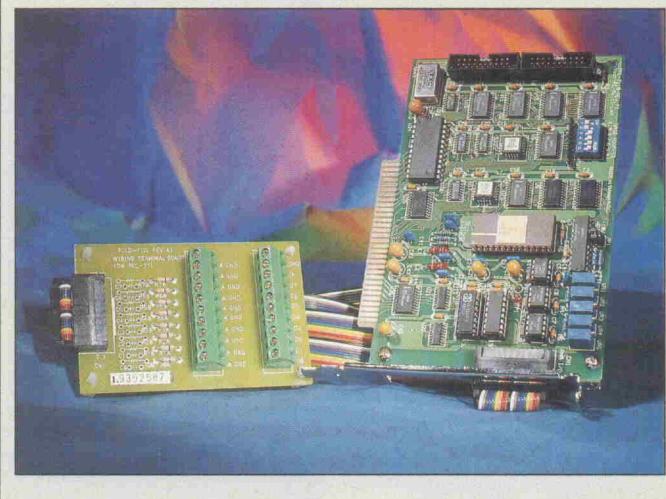
Zumindest bezüglich der Geschwindigkeit bei der Meßwert erfassung zeigt sich die 'Genialität' der Software also in eher ernüchterndem Ausmaß. Sie entspricht nicht dem, was selbst mit langsameren 386er-PCs und MS Windows 3.1 möglich ist. So wird etwa die im Test verwendete 40 kHz-A/D-Karte zum 10-Hz-Datenlogger degradiert, der allenfalls für die Aufnahme langsamer quasi-statischer Signale geeignet sein dürfte.

Weiterhin vermißt man einige 'typische' Programmfunctionen; zum Beispiel die Anbindung von Meßgeräten per RS232- oder einer anderen Systemchnittstelle. DDE-Funktionen oder Importmöglichkeiten für Hintergrundgrafiken zur besseren Visualisierung von Prozessen sind ebenfalls nicht vorhanden. Laut

Hardware-Zusatz

Die Multifunktionskarte PCL-711 bietet acht single-ended A/D-Kanäle mit einer Auflösung von 12 Bit, für die sich per Software fünf verschiedene Eingangsbereiche zwischen ± 5 V und $\pm 312,5$ mV einstellen lassen. Der A/D-Umsetzer benötigt maximal 25 μ s je Wandlung. Ein 12-Bit-D/A-Wandler liefert Signale von 0...5 V oder 0...10 V. Zudem sind jeweils 16 digitale Eingänge und Ausgänge verfügbar.

Die Ausführung PCL-711S kostet 690 DM und umfaßt das PC-Board sowie ein externes Anschlußpanel für Analogsignale inklusive Kabel. Nimmt man eine Ausgabe von Genie dazu, beträgt der Gesamtpreis hierfür 1500 DM (Preise zzgl. MwSt.).



Distributor ist für Januar '94 eine neue Release von Genie geplant. Diese soll dann etliche der momentan noch fehlenden Features aufweisen – unter anderem maximale Abtastraten im Bereich von immerhin 100 Hz, einen Passwortschutz, verschiedene Datenformate bei der ASCII-Speicherung und mehr Anwendungsbeispiele in Form von vorgefertigten Dateien für den Strategy Editor.

Als Fazit läßt sich feststellen, daß Spectra mit seiner Genie-Version zwar eine leicht bedienbare Software zum Steuern und Messen für einen vergleichsweise günstigen Preis von 990 DM (zzgl. MwSt.) anbietet, dieser Vorteil sich jedoch merklich relativiert – zum einen durch die gebotene Funktionalität, vor allem aber durch die geringe Performance des Programms.

Bild 1. Übersichtlich – die Arbeitsoberfläche von Genie.

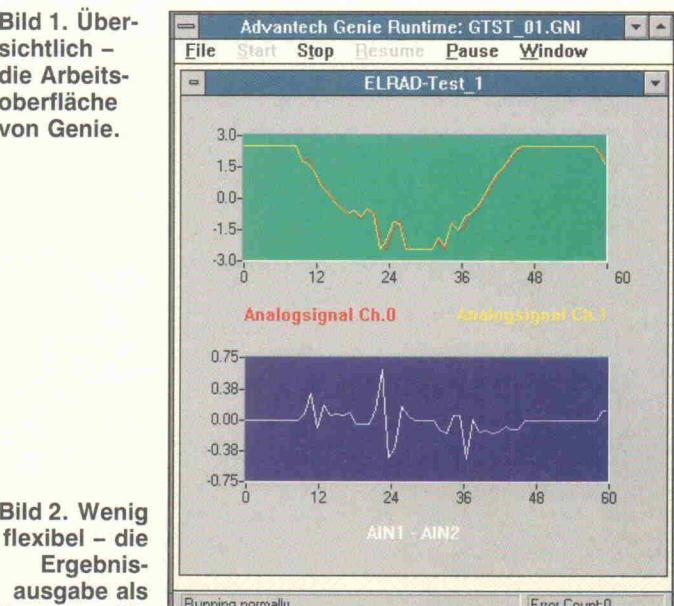
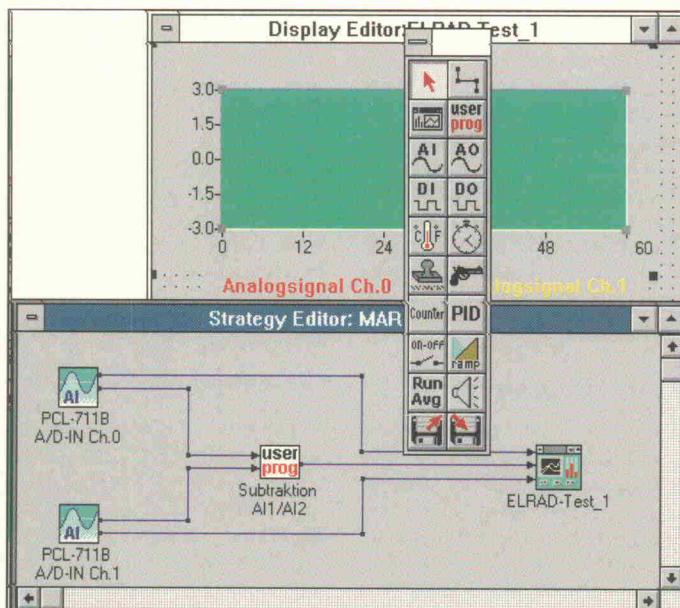
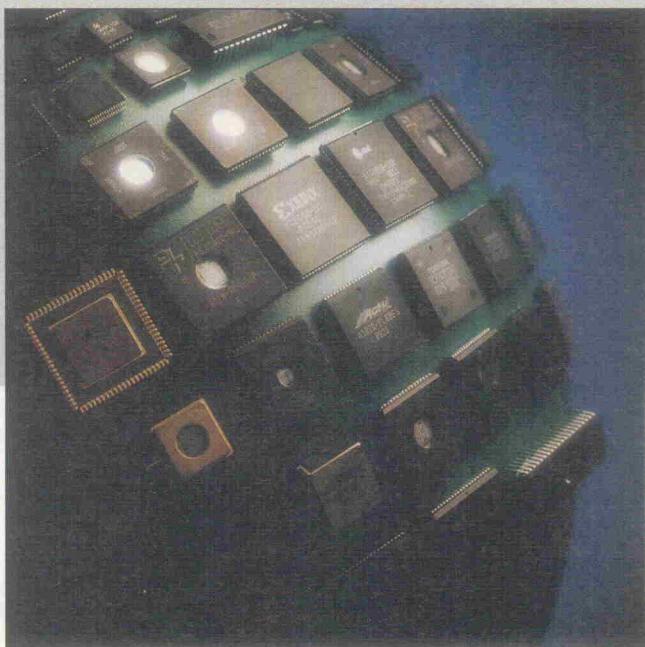


Bild 2. Wenig flexibel – die Ergebnisausgabe als Kurvengrafik.



Alles easy

PLD-Entwicklung mit easy-ABEL



Jürgen Jäger

ABEL ist vielen Anwendern programmierbarer Logik als PLD-Entwicklungssystem ein Begriff. Neuerdings bietet die Firma Data I/O auch eine Shareware-Version an, die auf dem ABEL-Standard aufsetzt: Das Software-Paket 'easy-ABEL'.

Das Programm verwendet die gleiche Beschreibungssprache wie seine große Schwester, nämlich AHDL (Abel Hardware Description Language). Die Eingabemöglichkeiten von easy-ABEL entsprechen der ABELs, allerdings ist kein Schematic Entry vorgesehen – was man von einer Shareware schließlich auch nicht erwarten kann. Die Zeit-Simulation eines Designs ist bei easy-ABEL ebenfalls nicht möglich – auch dies kein ungewöhnlicher 'Verlust' für eine Software, die es praktisch umsonst gibt. Dafür bietet das Programm eine gut strukturierte Eingabeform, leicht nachzuvollziehende Arbeitsschritte – von der Kompilierung bis zum Fitting – und nicht zuletzt eine umfangreiche HELP-Datei für jeden (Entwicklungs-)Schritt.

Wer ABEL noch nicht kennt, dem sei ein kleiner Einblick in die Konzeption dieser Sprache gegeben:

Standard

ABEL (Advanced Boolean Expression Language), als Pionier unter den EDA-Werkzeugen bereits seit 1983 auf dem Markt, ist sowohl ein Sprachprozessor als auch eine Design-

Hochsprache. Sie bietet jede Kombination aus Hochsprachengleichungen, Wertetabellen, Zustandsdiagrammen und Stromlaufplänen zur Beschreibung einer Schaltung. Im Anschluß an eine Logikreduzierung und der funktionalen Simulation generiert ABEL einen JEDEC-File zur Programmierung des gewünschten PLD-Bausteins – oder übergibt das Design über standardisierte Übertragungsformate an andere Entwicklungssysteme.

Das File-Format von ABEL basiert auf dem an der 'University of California' in Berkeley entwickelten PLA-Format. Es bietet die Möglichkeit, Logik-Beschreibungen zwischen unterschiedlichen Werkzeugen zu übertragen und ist ein direkter Pfad zu Schaltungsoptimierungs-Werkzeugen wie Espresso oder MIS.

Kein Umweg

Zurück zu easy-ABEL und seiner Beschreibungssprache. Als herstellerunabhängiges Werkzeug erlaubt ABEL-HDL die Design-Eingabe und -verifikation ohne vorherige Festlegung auf irgendeine Baustein-Architektur – und ohne die Verwen-

dung solcher 'Krücken' wie fiktive 'Hyper-PLDs' oder 'Proto-PLDs'. Um diese Flexibilität zu erreichen, wurden folgende Modifikationen an der ursprünglichen Syntax vorgenommen:

- Baustein-deklaration
- PIN- und NODE-Deklaration
- Signalattribut
- DOT-Extension

Baustein-deklarationen, angegeben mit dem Schlüsselwort DEVICE, sind nur optional, man muß also keine bestimmte PLD-Architektur im Source-File angeben. Gleches gilt für die Vergabe von PIN-Nummern für die Ein- und Ausgangssignale. Beides setzt allerdings voraus, daß man die automatische Baustinauswahl oder einen Baustein-Fitter verwendet.

Signalattribute und DOT-Extensions helfen ein Design so zu beschreiben, daß es problemlos von einer Baustein-Architektur auf eine andere übertragen werden kann und dort auch einwandfrei arbeitet. Je mehr dieser Merkmale man auf ein Design anwendet, um so mehr schränkt man allerdings auch die Anzahl der möglichen Bausteinarchitekturen ein. Deshalb ist auf einen sinnvollen Einsatz von Attributen und DOT-Extensions zu achten.

Außen und innen

Mit dem Schlüsselwort PIN werden alle Ein- und Ausgangssignale deklariert, die an den Anschlußpins eines Bausteins zur Verfügung stehen müssen. Das Schlüsselwort NODE wird benutzt, um Signale zu kennzeichnen, die auch internen Baustein-knoten (zum Beispiel burried registers) zugewiesen werden können. Die interne Zuweisung ist allerdings nicht zwingend: Der Baustein-Fitter legt ein als NODE deklariertes Signal abhängig von der jeweiligen Bausteinarchitektur auch an einen I/O-Pin.

Welcher Typ?

Signalattribute spezifiziert man mit der ISTYPE-Anweisung, wobei PIN- und NODE-Deklarationen mit ISTYPE-Anweisungen beliebig kombinierbar sind. Das Beispiel zeigt die Deklaration einer beliebigen Schaltung; die in ABEL unterstützten Signalattribute sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Jürgen Jäger hat an der FH Kaiserslautern Nachrichtentechnik studiert. Seine berufliche Laufbahn begann er als Prüfgeräteentwickler und wechselte über zwei weitere Stationen im Jahr 1988 zu Data I/O. Dort ist er als Marketing Manager für Programmiergeräte und Entwicklungssoftware zuständig.

```

declarations
q3,q2,q1,q0 NODE ISTYPE 'reg_sr';
clk, a, b, c PIN 1,2,3,4;
Reset PIN;
Reset ISTYPE 'com';
Output PIN 8 ISTTYPE
    'reg', 'invert';

```

Diese Deklaration bedeutet im einzelnen: '(q3...q0)' wird dem internen Knoten eines SR-Registers zugewiesen; die Signale 'clk', 'a', 'b' und 'c' liegen an den Pins 1, 2, 3 und 4; der 'Reset' ist ebenfalls an einen Eingangspin gebunden und bleibt ungetaktet; das Signal 'Output' liegt über ein Register mit Ausgangsinverter am Pin 8.

Die Attribute vermeiden also Mehrdeutigkeit, wenn keine bestimmte Bausteinarchitektur spezifiziert wurde. Aber Achtung: sobald man weder bausteinabhängige Attribute (mit dem Schlüsselwort DEVICE) noch allgemeine Attribute (mit der ISTYPE-Anweisung) im Source-File angibt, kann nicht garantiert werden, daß sich ein solches Design in zwei unterschiedlichen Bausteinen absolut gleich verhält.

Pünktchen

DOT-Extensions werden ebenso wie die Signalattribute dazu benutzt, das Verhalten einer Schaltung präziser zu beschreiben. So definiert man mit

```

declarations
fo      PIN ISTYPE 'reg';
Preset  PIN;
equations
fo:=fo # Preset;

```

eine Vielzahl möglicher Funktions-Charakteristika, abhängig von der jeweiligen Zielarchitektur. Um solche Mehrdeutigkeiten zu beseitigen, hängt man DOT-Extensions an die Signale. Die nachfolgende Deklaration beschreibt die Funktion der Schaltung wesentlich genauer als D-Register mit einem definierten Eingangstakt:

```

declarations
fo      PIN ISTYPE 'reg_d';
Preset  PIN;
Clock   PIN;
equations
fo.clk = Clock; @
ein = fo.d = !fo.q # Preset

```

Die eindeutige Kennzeichnung der Signale (Clock, Reset ...) an den verschiedenen Eingängen einer Makrozelle mit Register zeigt das zweite Beispiel:

```

title      'Register-Beispiel'
declarations
clk, A, B, F1 PIN 1, 2, 3, 18;
equations
F1 : A & B;
F1.oe = 1;
F1.clk = clk;
F1.re = 0;
end

```

Die Output-Enable Funktion wird in ABEL an das entsprechende Ausgangssignal mit der '.oe'-Extension angehängt. Die Enable-Funktion

fo.oe = !enab;

bestimmt das Eingangssignal 'enab' zur Freigabe des Ausgang 'fo'. In früheren ABEL-Versionen war hier die Zuweisung eines festen Output-Enable-Werts nützlich und zum Teil auch notwendig. Dies erfolgte in der Form:

ENABLE fo_in = 0;
oder alternativ mit

fo_inOE = 0

In diesem Fall ist der Ausgang fo_in permanent inaktiv, der Pin wird nur als Eingang benutzt. In ABEL-HDL hingegen schränkt eine solche Zuweisung die Möglichkeit des Baustein-Fitters ein. Sie hindert ihn daran, das Signal fo_in auf einen einfachen statt einen bidirektionalen I/O-Pin zu legen. Eine Liste der Extensions zeigt Tabelle 2.

Nullen und Einsen

Die Wahrheitstabellen-Syntax wurde gegenüber früheren ABEL-Versionen nicht geändert. Nutzt man Tabellen, gelten die gleichen Regeln wie für Hochsprachen-Gleichungen – auch dann, wenn man damit sequentielle Schaltungen beschreibt. Bei der Grundstruktur einer Wahrheitstabelle unterscheidet man zwischen:

```

truth_table inputs->outputs
und
truth_table inputs:>reg_outs

```

Der erste Fall definiert die Wahrheitstabelle einer rein kombinatorischen Schaltung, der zweite eine Schaltung mit getaktetem Ausgang. Die Gruppe der Eingangssignale und die der Ausgänge faßt man in eckigen Klammern zusammen, ebenso die expliziten Werte. Das folgende Beispiel definiert dieselbe Funktion, einmal als Gleichung und einmal in Form einer Wertetabelle:

equations
q := a & load # !q.fb & !load;

Den Operator '=' verwendet man in sequentiellen Schaltungen, in rein kombinatorischen Verknüpfungen benutzt man '='.

```

truth_table
([a, q.fb, load] :>q)
[0, 0, 0] :>1;
[0, 1, 0] :>0;
[1, 0, 0] :>1;
[1, 1, 0] :>0;
[0, 0, 1] :>0;
[1, 0, 1] :>1;
[0, 1, 1] :>0;
[1, 1, 1] :>1;

```

Da hier der Ausgang 'q.fb' des Registers auf den Registereingang zurückgeführt ist, muß man den ':>' Operator verwenden.

Weist eine Wahrheitstabelle Redundanzen auf, also viele sogenannte 'don't cares', kann man eine Minimierung mit der 'DCSET'-Anweisung vornehmen. Dazu fügt man an den Anfang der Tabelle @DCSET und beendet sie mit @ONSET. Das Programm reduziert dann das Ganze auf das minimal erforderliche Maß.

Schreibweise

In AHDL verwendet man vier Arten von Operatoren. Die oben genannten Zuweisungsoperatoren '=' und ':=' benötigt man zur Unterscheidung von getakteter beziehungsweise ungetakteter Logik. Relationale Operatoren definieren die Beziehung zwischen Termen, soll heißen, sie unterscheiden, ob etwas größer, kleiner oder gleich ist. Die Verknüpfung von Eingängen und Ausgängen werden mit logischen und arithmetischen Operatoren festgelegt. In Tabel-

le 3 sind sämtliche Operatoren zusammengestellt.

Zustände

Auch bei Verwendung der State-Machine-Syntax von ABEL-HDL wird normalerweise das Pin-zu-Pin-Verhalten beschrieben, unabhängig von den spezifizierten Registrytypen. Hier sieht die Grundstruktur folgendermaßen aus:

```

state_diagramm stmach
State state1: bedingungen

```

In 'stmach' sind die Signale zur Beschreibung aller auftretenden Zustände definiert; man findet diesen Teil also in den Deklarationen des Source-File. 'State' leitet eine Beschreibung ein, 'state1' ist ein definierter Zustand, und 'bedingungen' steht für die genaue Erläuterung des 'state1' sowie dessen mögliche Folgen. In den 'bedingungen' kann man IF THEN ELSE oder auch CASE Anweisungen verwenden.

Rauf und runter

Am AHDL-Source-File 'Aufzugsteuerung' – ein Beispiel für die Verwendung der State-Ma-

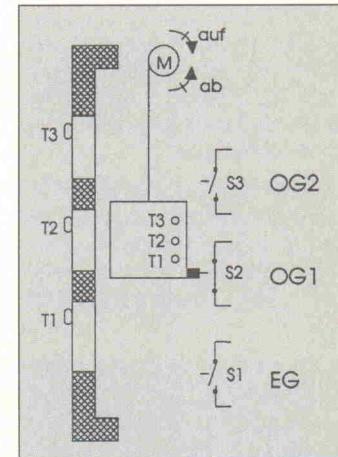


Bild 1. Man kann den türlosen Aufzug über drei Taster t1...t3 rufen und steuern. Die Kontakte s1...s3 schließen, wenn das jeweilige Stockwerk erreicht ist.

WELCHES PCB-LAYOUTSYSTEM IST DER BESTE KAUF?

ULTIBOARD COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Die Bedürfnisse für eine doppelseitige Eurokarte sind verschieden von denen für ein hochkomplexes Multilayer Motherboard. ULTIBoard bietet eine (aufrüstbare) Lösung wo Sie nur für die Kapazität zahlen die Sie brauchen. 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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBoard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588
Putberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143
WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

schine-Syntax – soll nun ein kompletter Entwurfsablauf aufgezeigt werden.

Beim Aufzug handelt es sich um eine Art Paternoster, also ein türloses Modell. Er bedient die drei Stockwerke Erdgeschoß (EG), 1. Etage (OG1) und 2. Etage (OG2) und wird mit denselben Tasten gerufen wie gefahren. Eine Aufzugsanforderung wird nicht zwischengespeichert – befindet sich gerade jemand auf dem Weg zwischen den Stockwerken, muß man erneut aufs Knöpfchen drücken. Bild 1 zeigt eine Skizze des Aufzugsmodells, Bild 2 ist das Zustandsdiagramm der Steuerung und den AHDL-Source-File ‘Aufzugssteuerung’ findet man im nebenstehenden Kasten.

Angekommen?

Da der Aufzug über drei Etagen geht, kann er auch in drei möglichen Stationen (‘stop1’, ‘stop2’ und ‘stop3’) verbleiben. Die Fahrt von einem Stockwerk zum nächsten – und damit nach oben oder nach unten – führt auf vier weitere (Fahrt-)Zustände (‘auf1’, ‘auf2’, ‘ab1’ und ‘ab2’). Und es gibt noch ein (undefiniertes) Ereignis ‘x’: falls der Fahrstuhl irgendwo steckenbleibt. Jedem dieser Zustände ist im Diagramm eine Zahl zwischen null und acht ($q_2 \dots q_0$, binär) zugeordnet. Diese sind im Source-File unter ‘smach’ definiert.

Ob und wie sich der Fahrstuhl bewegt, erkennt man an der Drehung des Motors – seinen Zustand kennzeichnen ‘aufwaerts’ und ‘abwaerts’ gleich

Null/Eins. Die Fortbewegungsmöglichkeiten, die man von jedem beziehungsweise zu jedem Zustand hat, sind im Source-File in den einzelnen ‘States’ definiert. So steht der Fahrstuhl im State ‘stop1’, womit ‘aufwaerts’ und ‘abwaerts’ beide null sind. Von ‘stop1’ bewegt er sich in den Zustand ‘auf1’, wenn Taster ‘t2’ gedrückt wird (case $t2 : auf1$) und in den Zustand ‘auf2’, wenn man Taster ‘t3’ drückt (case $t3 : auf2$). Die IF-THEN-ELSE-Anweisung in den Fahrtzuständen ‘auf’ und ‘ab’ weist den Fahrstuhl an, solange zu fahren, bis er sein Ziel erreicht hat, also der passende Schaltkontakt $s1 \dots s3$ schließt.

Im File ist kein Device angegeben, die Auswahl erfolgt also über die automatische Baustein auswahl. Allerdings sollte man hier einige Angaben beziehungsweise Einschränkungen vornehmen, um dem Fitter die Arbeit zu erleichtern.

Übersichtlich

Nach der Schaltungseingabe speichert man das ganze (im FILE-Menü unter ‘save as’) und führt einen Compiler-Lauf durch (COMPILE-Menü). Treten im Design viele Fehler auf, kann man sich die Meldungen im Menü VIEW unter ‘Compiler Listing’ ansehen. Dort rennt das Programm zwar auch fix durch, aber durch Drücken einer beliebigen Taste erhält man ein wunderschönes Listing der kompilierten Datei mit allen Fehlermeldungen an den entsprechenden Stellen. Erläuterungen zu

AHDL Source-File ‘Aufzugsteuerung’

```

module           aufzug
declarations
q0, q1, q2      pin      istype 'reg_d, invert';
clock            pin;
t1, t2, t3, s1, s2, s3  pin 2, 3, 4, 5, 6, 7;
aufwaerts, abwaerts  pin 12, 13;
smach            = [q2..q0];
stop1            = [0, 0, 0];
stop2            = [0, 1, 0];
stop3            = [1, 0, 0];
auf1             = [0, 0, 1];
auf2             = [0, 1, 1];
ab1              = [1, 0, 1];
ab2              = [1, 1, 0];
x                = [1, 1, 1];

equations
smach.clk = clock;
state_diagramm
State
smach
stop1:
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 0;
  case t2 : auf1;
  t3 : auf2;
endcase
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 0;
  case t1 : ab2;
  t3 : auf2;
endcase
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 0;
  case t1 : ab2;
  t2 : ab1;
endcase
  aufwaerts = 1;
  abwaerts = 0;
if s2 then stop2 else auf1;
  aufwaerts = 1;
  abwaerts = 0;
if s3 then stop3 else auf2;
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 1;
if s2 then stop2 else ab1;
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 1;
if s1 then stop1 else ab2;
  aufwaerts = 0;
  abwaerts = 0;
  case s1 : stop1;
  s2 : stop2;
  s3 : stop3;
  t1 : ab2;
  t3 : auf2;
endcase
end

```

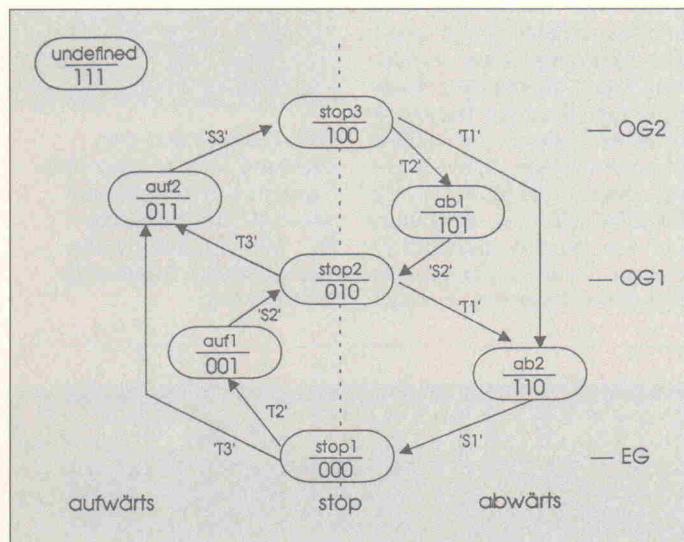


Bild 2. Das State-Diagramm zur Aufzugsteuerung: im Zustand ‘x’ sitzt man fest.

den Fehlernummern findet man übrigens im HELP-Menü unter ‘Errors’. Ist die Fehlerkorrektur schließlich erfolgreich abgeschlossen, kompiliert man und führt bei Bedarf eine Logikreduzierung durch (OPTIMIZE, ‘Reduce’). Dabei kann man nach verschiedenen Kriterien optimieren, beispielsweise auf Pinanzahl – oder aber nur ein flaches Design erzeugen (sogenanntes ‘mergen’), ohne Redundanzen zu entfernen (OPTIMIZE, ‘Opti-

tionen’). Die optimierten Gleichungen kann man sich natürlich wieder unter VIEW ansehen.

Nun muß man eine Datenbasis der möglichen Devices anlegen. Dies erfolgt unter SMART PART, ‘Database search’, wobei man Einschränkung unter ‘Modify Criteria’ vornehmen kann: Über F2 bekommt man zu den einzelnen Kriterien eine Liste der vom Programm vorgesehenen Möglichkeiten.

Attribut	Bedeutung
'reg'	Register
'reg_d'	D-Register.
'reg_t'	T-Register
'reg_sr'	SR-Register.
'reg_jk'	JK-Register
'reg_g'	D-Register mit 'gated Clock'.
'xor'	optimierter XOR-Operator, setzt XOR-Gatter im Zielbaustein voraus
'invert'	Ziel-Architektur muß Ausgangsinverter enthalten
'buffer'	kein Inverter am Ausgangsregister
'com'	ungetaktet, an kein Register gebunden

Tabelle 1. Die Signalattribute kennzeichnen den Registertyp.

So findet man bei den Herstellern von AMD über Cypress, Intel oder National Semiconductor bis hin zu Xilinx alles, was Rang und Namen hat. Ist die Datenbasis komplett, kann man die Schaltung mit 'Fit from List' in die Zielarchitektur bringen.

Entscheidungs-freiheit

VIEW, 'Device Candidates' zeigt nach Erstellen der Datenbank die möglichen Bausteine. Zu diesem Zeitpunkt kann man sich also bereits für einen bestimmten Typ entscheiden und diesen im Menü SMART PART unter 'Options' eintragen. Mit 'Fit' erhält man dann das Fitting für den gewählten Kandidaten. Möchte man sich aber noch nicht festlegen, führt man eben das oben genannte 'Fitting from List' durch.

Im Menü PART MAP bringt man dann unter 'FPGA/PLD map' das Design endgültig in den gewünschten Baustein. Das Ergebnis kann man sich mit VIEW, 'PLDmap report' ansehen – dort findet man alles Wissenswerte: Das Reportfile umfaßt das Gehäuse-Pinning, den Ausnutzungsgrad des Bausteins, den der zu Verfügung stehenden Produktterme und den der möglichen Ein- und Ausgänge. Natürlich sind dort auch die aus der State-Maschine erzeugten Booleschen Gleichungen und die Ein- und Ausgabe-Files des Designs abgelegt. Im

'JEDEC/PROM Fuse File' ist die Tabelle der Fuse-Matrix aufgelistet.

Trugschluß

Blättert man in der Device-Liste des HELP-Menüs herum, gewinnt man leider den Eindruck,

dass easy-ABEL wirklich 'alles' kann. Das täuscht etwas: Genauere Auskunft, welche der angegebenen Bausteine nun tatsächlich über Fitter in das Programm eingebunden sind, zeigt sich in SMART PART, 'Modify Crtery' über die Funktionstaste F2. So steht zum Beispiel hinter den als mögliche Devices angegebenen MACH-Bausteinen 'manual fitting only', was effektiv bedeutet, daß easy-ABEL ein Design nicht in diese PLDs bringen kann.

Allerdings hält das Programm auch für dieses Problem eine Lösung parat: Im Menü XfER, 'Translate' bietet easy-ABEL eine Übersetzungsmöglichkeit. So kann man den ABEL-File neben Xilinx- und Actel-PDS-, in Plusasm-, Signetics- Snap-, PDS- und MIS-Formate transformieren, um die Schaltung anschließend mit einem herstell-

ereigenen Fitter weiterzubearbeiten.

Schön grün

Wer jetzt Lust bekommen hat, das Entwicklungspaket easy-ABEL selbst auszuprobieren, der kann sich die Disketten bei Data I/O besorgen. Ohne eine Registriernummer muß man übrigens bei jedem Programmstart etwas Zeit (circa eine halbe Minute) opfern – solange bleibt der Bildschirm nämlich grün und weist recht eindringlich auf eine Registrierung hin (die aber nicht zwingend ist). Läßt man diese dennoch vornehmen, zahlt man knappe vierhundertfünfzig Mark (390,- DM plus 15 % MwSt.) und erhält dann auch das Handbuch zur Software. Für die ELRAD-Leser hat die Redaktion zu Weihnachten einen extra-Service eingerichtet: Das Programm easy-ABEL steht in der Mailbox.

uk

Architektur-unabhängig:

.clk	Takteingang von flankengetriggerten Flipflops
.oe	Output Enable
.pin	Rückführung vom Bausteinpin
.fb	Rückführung vom Register

Architektur-abhängig:

.d	Dateneingang eines D-Registers
.j	J-Eingang eines JK-Registers
.k	K-Eingang eines JK-Registers
.s	S-Eingang eines SR-Registers
.r	R-Eingang eines SR-Registers
.t	T-Eingang eines T-Registers
.q	Register Rückführung
.pr	Register preset
.re	Register Reset
.ap	asynchroner Register Preset
.ar	asynchroner Register Reset
.sp	synchroner Register Preset
.sr	synchroner Register Reset
.le	Enable-Eingang eines Latches
.lh	Enable-Eingang eines Latches, aktiv High
.ld	Load-Eingang eines Registers
.ce	Clock-Enable eines Registers
.fc	Mode-Control eines Registers

Logische Operatoren:

!	NOT
&	AND
#	OR
\$	XOR
!\$	XNOR

Arithmetische Operatoren:

-A	Zweierkomplement (Negierung)
A-B	Subtraktion
A+B	Addition
A/B	Division
A%B	Modulus
A<<B	A um B bits nach links
A>>B	A um B bits nach rechts

Relationale Operatoren:

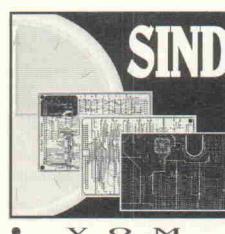
==	gleich
!=	ungleich
<	kleiner als
<=	kleiner oder gleich
>	größer
>=	größer oder gleich

Zuweisungs-Operatoren:

=	rein kombinatorisch
:=	mit Rückführung

Tabelle 2: Mit den DOT-Extensions werden Mehrdeutigkeiten beseitigt.

Tabelle 3: Diese Operatoren verwendet man in AHDL-Gleichungen.



SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

Nein! Autorouter sind zwar schneller, aber ein guter Designer mit einem leistungsfähigen CAD-System ist qualitativ besser.

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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBOARD zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Hauptsitz : NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

(D) Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588
Potsberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143
(A) WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

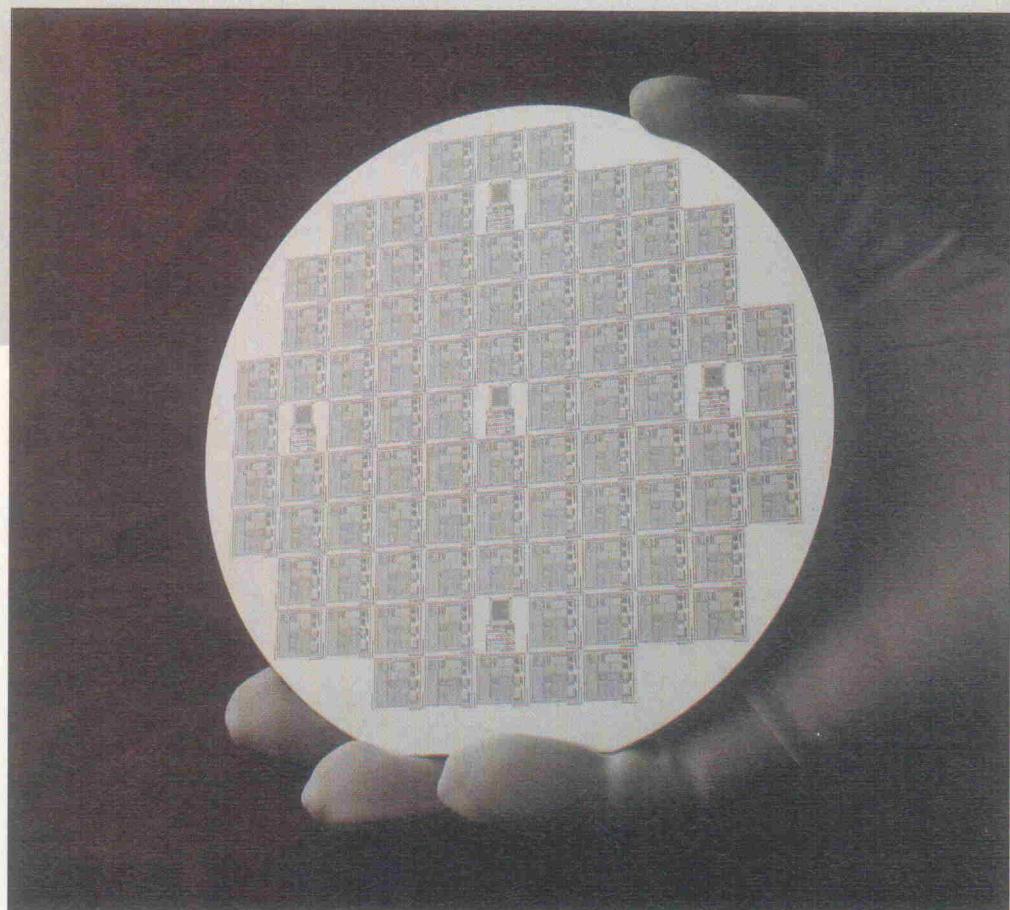
Silicon Valley

Basistechnologien integrierter Schaltungen

Grundlagen

Prof. Peter Christiansen

Zur Programmierung eines EPROMs muß man eine Spannung anlegen, Löschen erfolgt mit UV-Licht – das ist den meisten bekannt. Hinter solchen scheinbar einfachen Vorgängen verbergen sich allerdings komplexe Abläufe, die im wesentlichen auf Transistorschaltungen basieren. Um sie im Detail nachvollziehbar zu machen, begibt sich der Artikel auf die mikroskopische Ebene integrierter Schaltungen.



Wer den prinzipiellen inneren Aufbau von ICs kennt, ist ohne Schwierigkeiten in der Lage, bei der Einführung neuer Entwicklungen die Vor- und Nachteile zu beurteilen. Solche Weiterentwicklungen werden immer dann vorgestellt, wenn es den Halbleiterherstellern gelungen ist, durch neue Prozesse bei der Produktion bestimmte Schaltungseigenschaften zu verbessern. Die spektakulärste Veränderung ist dabei die Vergrößerung der minimalen Strukturbreiten. Während zur Zeit die Standardtechnologien Linienabstände von 1 µm aufweisen, gibt es bereits Meldungen über Entwicklungen bis unter 0,1 µm. Vorreiter sind dabei meistens die Speicherchips, weil sie aufgrund ihrer regelmäßigen Architektur am einfachsten beherrschbar sind.

Noch in diesem Jahrtausend sollen 256-MB-Speicher erhältlich sein. Mit solchen Strukturverkleinerungen wird nicht nur die Anzahl der Transistoren – beim Pentium-Prozessor beispielsweise 3,1 Millionen – auf einer vorgegebenen Chipfläche quadratisch erhöht. Auch die Geschwindigkeit der Schaltungen wächst umgekehrt proportional zur Bereichsgröße.

Reifeprozeß

Im Laufe der letzten dreißig Jahre führte man Familienbezeichnungen ein, die sich auf das Integrationsmaß beziehen. Tabelle 1 nennt die wichtigsten Entwicklungspunkte. Die letzte Zeile der Tabelle soll auf den nächsten großen Schritt hinweisen: Es wird derzeit intensiv in verschiedenen Laboratorien der

Welt versucht, dreidimensionale Chips zu entwickeln. Dabei werden mehrere planare Schichten übereinandergelegt. Die Packungsdichte erhöht sich natürlich gewaltig. Wegen der isolierenden Zwischenschichten muß dazu allerdings die Problematik von Halbleiterebenen auf Isolatoren (SOI = Silicon On Insulator; SOS = Silicon On Saphir) gelöst werden.

ICs kauft man im allgemeinen in kleinen schwarzen Gehäusen, ohne sich weiter Gedanken darüber zu machen, wie es eigentlich im Innern dieser 'Black Box' aussieht. Nur bei offenen Gehäuseformen oder etwa EPROMs, die über Löschfenster verfügen, kann man erkennen, welche umfangreichen Technologieschritte zur Entstehung des Chips notwendig sind.

Prof. Dipl.-Ing. Peter Christiansen ist Professor am Fachbereich Elektrotechnik der Fachhochschule Rheinland-Pfalz, Abteilung Bingen. Neben dem normalen Vorlesungsbetrieb leitet er das ASIC-Labor der FH, in dem integrierte Schaltungen in hochkomplexe kundenspezifische Schaltkreise umgesetzt werden.

Die Fertigung geht von diversen Vorarbeiten über die eigentliche Integration bis zur Gehäusemontage.

Camouflag

Um eine hochkomplexe integrierte Schaltung auf eine Chipfläche von maximal $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ zu bringen, benutzt man sogenannte Masken (Bild 1). Masken sind Glasplatten, die zunächst mit einer Chromschicht und darüber mit einer Lackschicht versehen werden. Der verwendete Lack ist bei der üblichen optischen Maskenherstellung fotoempfindlich. Zum Umsetzen der Layoutdaten einer Schaltung in Masken mittels Elektronenstrahl- oder Röntgen-Lithographie wird ein der Strahlungsart entsprechender Lack eingesetzt. Diesen trägt man in einer möglichst nur 500 nm dicken Schicht auf.

Der Durchmesser des verwendeten Belichtungskegels ist einstellbar, um einerseits großflächige Bereiche schnell zu belichten und andererseits feine Strukturen bis unterhalb eines Mikrometers exakt auszuführen. Ist die Information der angestrebten Maskenoberfläche auf den Lack übertragen, wird dieser entwickelt und der belichtete Teil bei fotopositivem beziehungsweise der unbelichtete Teil bei fotonegativem Lack entfernt. Damit liegt die Chromschicht unter den ausgewählten Flächen frei und wird an diesen Stellen im nächsten Arbeitsschritt weggeätzt. Danach entfernt man auch den

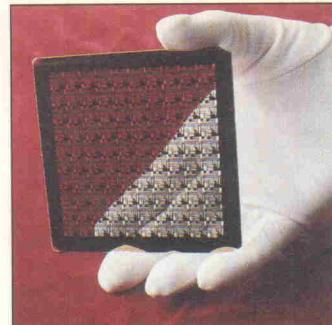


Bild 1. Die Maske aus Glas enthält die Informationen eines Layers zur Chipfertigung – hier eine Metallisierungsmaske für Teststrukturen.

restlichen Lack und unterzieht die Maske einer Reinigung.

Kopien werden genauso angefertigt, nur wird bei der Belichtung einfach die zuerst erstellte Maske aufgelegt und so eine unmittelbare Kopie erzeugt. Alle Dimensionen der Maske für die optische Belichtung sind im allgemeinen zehnmal so groß wie der zu erstellende Chip. Bei der Röntgenstrahl-Lithographie hingegen muß der Maßstab 1:1 eingehalten werden.

Masken sind entweder dem Umfang des Wafers angepaßt, enthalten also die sich ständig wiederholenden Informationen mehrerer gleicher Chips. In diesem Fall benutzt man die Ganzscheibenbelichtung mit nur jeweils einer Maske für eine ganze Siliziumscheibe. Oder sie tragen – beispielsweise für 1-

µm-Strukturen – nur einmal die Chipinformation. Dann muß man jeden Chip nacheinander mit einem Waferstepper abfahren, um die Geometrie einzeln zu übertragen. Es gibt dafür hochpräzise Geräte mit einer Genauigkeit von 0,5 µm zur Belichtung mit Lichtstrahlen (Wellenlänge UV $\lambda = 300 \text{ nm}$) oder Laserstrahlen (Rubin $\lambda = 400 \text{ nm}$). Röntgenstepper mit 0,2 µm Auflösung benutzt man wegen der kürzeren Wellenlänge von Röntgenstrahlen ($\lambda = 30 \text{ nm}$) für feinere Strukturen.

Vom Glanz zum Rost

Nach der Maskenpräparation kommt es zur eigentlichen Fertigung der elektronischen Hardware. Voraussetzung sind hier möglichst gleichmäßige und hochreine Scheiben (Wafer); das Grundmaterial ist meistens Silizium, seltener Germanium oder Galliumarsenid. Man sägt Stangen einkristallinen Halbleiters mit 3 bis 8 Zoll Durchmesser in Scheiben von 380 bis 630 µm Dicke. Die Oberfläche der Scheiben wird durch Polieren und Läppen vorbehandelt.

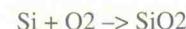
Die Grunddotierung des Substrats erfolgt im Diffusionsofen: Zur p-Dotierung bringt man Bor-Atome und zur n-Dotierung Phosphor-, Arsen- oder Antimon in das Silizium. Nach der Dotierung des gesamten Materials beträgt der spezifische Widerstand bei Silizium $0,01 \Omega \text{cm} \dots 1000 \Omega \text{cm}$, bei Galliumarsenid circa $100 \text{ M}\Omega \text{cm}$. Bei den folgenden (selektiven) Diffusions- und Aufdampfpro-

zesse dringen Teilchen bis zu 3 µm tief in das Substrat ein und bilden eine maximal 2 µm dicke Auflage.

Vor der ersten selektiven Diffusion mit einer Maske wird jedoch zunächst in einem Ofen bei einer hochkonstanten Temperatur von etwa 1100°C die gesamte Oberfläche eine genau einzuhaltende Zeitspanne lang oxidiert. Feuchtoxidation gemäß



verläuft zehnmal schneller als die hochwertigere Trockenoxidation



mit lediglich 5 Prozent Toleranz bei 45 nm dicken Oxidschichten.

Auf dem so entstandenen Oxid verteilt man eine dünne Schicht Fotolack. Die unmittelbar darüber plazierte erste Maske läßt Licht auf die Stellen fallen, an denen ihre Chromschicht weggeätzt wurde. Der Positivlack löst sich an den belichteten Stellen ab (Negativlack bleibt stehen). Die Belichtung erfolgt ungefähr fünf Sekunden lang mit ultraviolettem Licht. Damit sind die Layout-Informationen der ersten Maske in der Lackschicht auf dem Wafer.

Echt ätzend

Im nächsten Prozeßschritt entfernt man das Siliziumoxid an den vom Fotolack befreiten Stellen. Beim Ätzen mit Flußsäure entstehen zwangsläufig Unterätzungen, da dieser chemische Vorgang gleichmäßig in alle Richtungen abläuft. Weil der Ätzvorgang so lange andauern muß, bis die gesamte SiO₂-Schicht abgetragen ist, entsteht im Randbereich der Struktur ohne Fotolack waagerecht eine ebenso breite oxidfreie Strecke wie senkrecht (Bild 2a). Bei Oxiddicken von etwa 0,5 µm ist die dadurch hervorgerufene Geometrieverfälschung für 1-µm-Strukturen nicht mehr tragbar. Daher muß man bei solch kleinen Strukturen auf das aufwendigere Trockenätzen (Plasmaätzen) zu-

Jahr	Bezeichnung	Wafer-Durchmesser (mm)	Strukturbreite (µm)	Verdrahtungs-ebenen	Gatterzahl	Chipfläche (mm ²)
1958	SSI Small Scale Integration	25	100	1	10	3
1960	MSI Medium Scale Integration	50	30	1	100	8
1964	LSI Large Scale Integration	75	10	2	1000	20
1980	VLSI Very Large Scale Integration	150	1	3	10e6	40
1995	ULSI Ultra Large Scale Integration	200	0,3	<10	10e7	50
?	3D	–	???	–	>10e7	–

Tabelle 1. Statt die Strukturbreiten weiter zu verringern, strebt man künftig dreidimensionale Chip-Architekturen an.

WAS KOSTET EIN PCB-LAYOUT SYSTEM?

Bei ULTimate Technology können Sie für nur DM 795 (DM 940 inklusive MwSt und Versand) das CHALLENGER LITE System anschaffen. Dieses DOS-System mit einer Kapazität von 500 Pins ist aufrüstbar 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 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE TECHNOLOGY

Hauptsitz : NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

D Taube El. Design Tel. 030 - 691-4464 Fax -6942338
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588
Putberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072
Innotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143
A WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

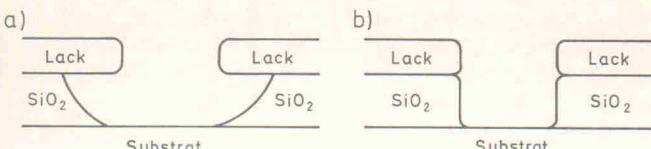


Bild 2. Beim Ätzen mit Flußsäure entstehen Unterätzungen (a); nur durch Trockenätzverfahren erhält man senkrechte Oxidkanten (b).

rückgreifen, bei dem Ionen durch elektrische Felder auf die Scheiben geschossen werden und so nur in vertikaler Richtung wirken (Bild 2b).

Sind die Geometriedaten ins Oxid übergegangen, entfernt man auch den restlichen Fotolack. Durch die Oxidfenster versetzt man das Substrat mit Bor-, Phosphor-, Arsen- oder Antimon-Atomen. Dies geschieht entweder durch Beschießen des Wafers (Ionenimplantation) mit 3...800 keV für Eindringtiefen zwischen 10 nm und 1800 nm. Oder durch thermische Diffusion des Ionengases in den aufgeheizten Wafer im Diffusionsofen. Im Anschluß an eine Ionenimplantation muß das Material bei über 1000 °C vom teilweise amorphen wieder in den kristallinen Zustand gebracht werden.

Die Schritte

- Oxid aufbringen,
- Fotolack auflegen,
- Maske über Wafer positionieren und belichten,
- belichteten Fotolack entfernen,
- Oxid wegätzen,
- Implantieren, Eindiffundieren oder Aufdampfen,
- restlichen Fotolack und Oxid entfernen

wiederholt man jetzt mit jeder Maske, bis die komplette integrierte Schaltung entstanden ist. Justiermarken auf den Masken ermöglichen die exakte Paßgenauigkeit der einzelnen Zonen zueinander. Die Metallisierungsebene – üblicherweise aus Aluminium – erzeugt man durch Beschichten der gesamten Oberfläche und anschließend selektivem Wegätzen mittels Fotolack und Metallisierungsmaske. Einige Schaltkreise verlangen eine weitere Verdrahtungsebene; diese ist durch eine Isolationsschicht mit einigen Kontaktfenstern von der ersten getrennt. Die kritischen Punkte liegen hier an den Leitbahnen-

kreuzungen, da die obere Schicht unter Umständen einen Höhenunterschied von etwa 1 µm zu überwinden hat.

Als letzten Prozeßschritt belegt man die gesamte Oberfläche zum Schutz mit einer Passivierungsschicht aus Siliziumnitrid. Nur die üblicherweise $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ großen Metallflächen zum Anschluß an die Außenwelt, die sogenannten Bond-Pads, werden freigehalten.

Puzzle

Den kompletten Wafer muß man nun in seine Einzelteile – die funktionstüchtigen Chips – zerlegen. Dies geschieht entweder mit einem 20 µm dünnen Diamantsägeblatt, mit dem man die Scheibe entlang der unbearbeiteten Streifen von etwa 200 µm Breite zwischen den Chips durchsägt. Oder der Wafer wird entlang dieser Streifen mit einem Diamantstift angeritzt und anschließend gebrochen. Letzteres Verfahren ist in der Massenfertigung einer Fabrik nicht unbedingt sinnvoll, bei kleineren Stückzahlen hingegen schon. Die Einzelchips werden in ein Plastik- oder Keramikgehäuse eingeklebt. Plastikgehäuse sind billiger, aber aufgrund ihrer schlechten Wärmeabfuhr nicht für jeden Einsatz geeignet.

Mit ungefähr 50 µm dünnen Drähten aus Gold oder Aluminium stellt man die Verbindungen zwischen den Bondpads auf dem Chip und den Gehäusepins her (Bild 3). Bei diesem Bonden entsteht der dauerhafte Kontakt durch Aufdrücken des Drahtes auf die Anschlußfläche. Nach dem Bondvorgang wird das Gehäuse des ICs mit einem Deckel verschlossen. Damit ist das IC endgültig fertig und als Bauteil in eine Platine einsetzbar.

Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der IC-Herstellung ist damit klar – und auch das Grundprinzip eines Transistors, der die Basis aller integrierten Schaltungen bildet, ist engagierten Elektronikern längst

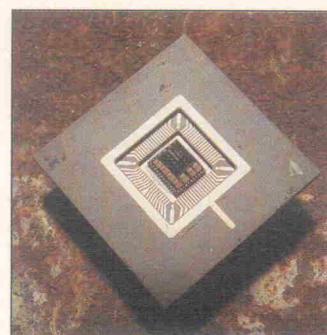


Bild 3. Feine Golddrähte verbinden den Chip mit den Gehäusepins.

lerdings liegt der Preis für ICs auf GaAs-Basis um einiges höher als für Si-basierte Chips. Silizium, nach Sauerstoff das zweithäufigste Element der Erdkruste, hat Germanium als Standard weitgehend verdrängt.

Wohltemperiert

Bild 4a zeigt die vorbereitete, aber unbearbeitete Chipfläche eines n-dotierten Wafers (zum Beispiel: Silizium, phosphordotiert). In das zunächst gleichmäßig mit Störatomen versetzte Gitter werden in definierten Bereichen weitere Ionen eingebracht. Die erste Diffusion (Bild 4b) dotiert ausgesuchte Bereiche positiv (zum Beispiel mit Bor).

Schnelle Elektronen

Transistoren bestehen aus aneinander grenzenden Halbleiter-schichten unterschiedlicher Dotierung. Die ersten Transistoren wurden 1948 von John Bardeen, W. H. Brattain und W. B. Shockley entwickelt (Nobelpreis 1956). Zehn Jahre später gelang R. N. Noyce der Aufbau mehrerer Transistoren in Planartechnik auf einem Substrat. Die erste integrierte Schaltung auf dem Markt war ein Flipflop von Fairchild ('Micrologic', Einführungspreis im Jahr 1961: 120 \$). Als Grundmaterial für hochfrequente Schaltungen dringt Galliumarsenid wegen seiner sechsfach höheren Elektronenbeweglichkeit immer mehr in den Vordergrund. Al-

Ein Teil der p-dotierten Zone wird anschließend unter Einsatz einer weiteren Maske und entsprechendem Lackschutz für die nicht ausgewählten Bereiche durch starke n-Dotierung wieder umgepolt (Bild 4c). Die Eindringtiefe wird so beeinflußt, daß zwischen der n-Zone des Substrats und der jetzt hinzukommenden n+-Zone ein möglichst schmaler p-Streifen erhalten bleibt. Dies erfolgt durch geeignete Wahl der Prozeßparameter, insbesondere der Temperatur des Diffusionsofens und der Dauer des Diffusionsvorgangs. Das Pluszeichen steht hier für starke und damit niederohmige Dotierung; ein Minuszeichen weist auf besonders schwache Dotierung hin. Der schmale p-Bereich stellt die Basis des ent-

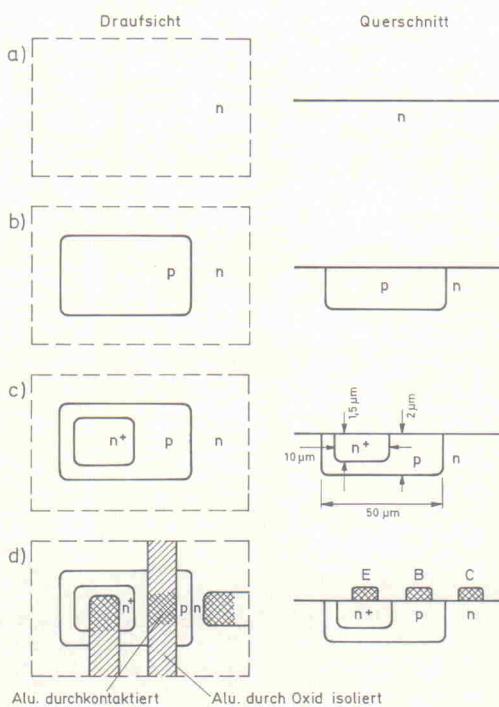


Bild 4. Ein Bipolar-transistor entsteht: In das n-dotierte Substrat (a) werden die Störatome eindiffundiert (b). Nach selektiver Lackbedeckung erfolgt eine starke n+-Dotierung (c) und anschließend die Metallisierung der Anschlüsse (d).

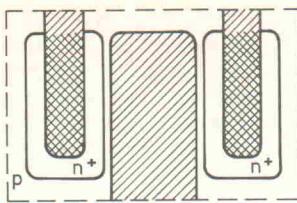


Bild 5. Ein n-Kanal-MOSFET besitzt zwei n+-Zonen für Drain und Source. Unter dem dünnen Gate-Oxid bildet sich der n-Kanal im Substrat aus.

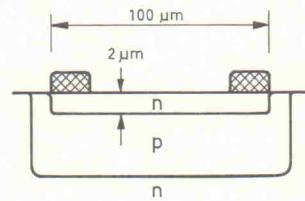
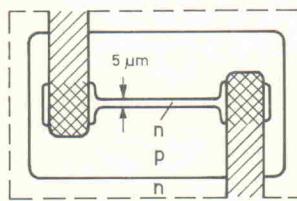
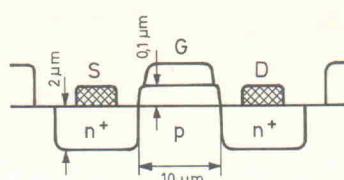


Bild 6. Die in einer p-Wanne liegende schmale n-Zone stellt einen Widerstand dar; er ist rechts und links über zwei Metallisierungsstreifen angeschlossen.

standen ein npn-Transistor dar. Der Einsatz einer dritten Maske und Aufdampfen von Metall ermöglicht die Verbindung dieses einfachen Transistors mit anderen Schaltungsteilen (Bild 4d). Verfeinerungen dieses Prozeßablaufes zur Verbesserung der elektrischen Eigenschaften machen in der Praxis etwa zehn Masken erforderlich.

Kanalisiert

Neben bipolaren Transistoren können durch geeignete Verfahren ebenso MOS-Transistoren, Widerstände und Kondensatoren entstehen. Beim MOS-Transistor (Bild 5) sind lediglich die beiden n+-Zonen für Source und Drain einzudiffundieren. Dazwischen liegt das Gate, nur durch eine sehr dünne Oxidschicht vom Substrat getrennt – also nicht elektrisch mit dem Wafer kontaktiert. Durch Anlegen einer Gate-Source-Spannung kann ein Strom durch den n-Kanal fließen, der aufgrund des Feldes im p-Substrat entsteht. Bei der im Bild gezeigten Form spricht man von metal-gate-MOSFETs. Wird statt des Aluminium-Gates eine leitende Polysiliziumschicht auf das dünne Gate-Oxid gelegt, erzeugt man einen silicon-gate-MOSFET.

Schlängengleich

Der spezifische Widerstand einer Schicht ist vom Dotierungsmaß abhängig. Bei integrierten Schaltungen wird der Flächenwiderstand oder auch Schichtwiderstand R_s in 'Ohm per square' (Einheit Ω) angege-

ben. Er beträgt zum Beispiel für die n-Substrat-Technologie von Mikron:

- 50 Ω für n-Diffusionen,
- 250 Ω für p-Diffusionen,
- 2700 Ω für schwach dotierte p-Wannen.

Die Angabe eines Widerstandswertes für eine Schicht mit quadratischer Oberfläche in der Dimension 'Ohm per square' berücksichtigt neben Materialeigenschaften wie Dotierungsmaß auch die Tiefe dieser Schicht. Der Gesamtwiderstand ergibt sich durch Multiplikation des Wertes mit dem dimensionslosen Verhältnis von Länge zu Breite (l/b). Man benötigt also keinerlei Kenntnisse über die Schichtdicke, deren Bestimmung recht aufwendig ist. Eine Bahn mit dem Schichtwiderstand R_s , die zwanzigmal so lang wie breit ist, besitzt damit beispielsweise einen Widerstand von $R = 20 \cdot R_s$.

Beim Widerstand kommt es darauf an, die relativ niederohmige n-Bahn durch möglichst schmale und lange Ausformung auf den gewünschten Wert zu er-

höhen (Bild 6). Die Widerstandsbahnen liegen dazu häufig in Mäanderform. Bei der Herstellung muß man hier insbesondere auf mögliche Unterbrechungen an den Knickstellen der schmalen Bahnen achten. Auf diese Weise werden diffundierte Widerstände bis zu 200 k Ω realisiert; noch höhere Werte erreicht man durch weiteres 'Zusammendrücken' der Widerstandsleitbahn. Eine zusätzliche p+-Diffusion läßt die nutzbare Tiefe der n-leitenden Schicht so gering werden, daß Schichtwiderstände in der Größenordnung von 10 k Ω entstehen. Diese Pinch-Widerstände, die im Megaohm-Bereich liegen, haben allerdings Toleranzen von etwa 50 % und nur wenige Volt Spannungsfestigkeit (beispielsweise 6 V). Für besondere Anforderungen stellt man durch zusätzliches Aufdampfen von feinen Metallfilmen Dünnschichtwiderstände her.

Sandwich

Beim vorspannungsunabhängigen Kondensator gilt es, durch eine möglichst dünne Oxidschicht zwischen den Elektroden (p+-Diffusion und Metallschicht) brauchbare Werte ohne übermäßig großen Flächenbedarf zu erreichen (Bild 7). Typische Werte liegen bei 1 fF/ μm^2 . Mit der Sperrsichtkapazität einer Diode kann man zwar ebenfalls hohe Werte bis etwa 500 pF erreichen, die starke Spannungsabhängigkeit schränkt jedoch den Einsatzbereich dieser Variante ein. Bei MOS-Schaltkreisen wird häufig die an sich parasitäre Gate-Source-Kapazität als Kondensator verwendet; so unter anderem in dynamischen Speichern. Auf diese Weise erhält man allerdings nur wenige Femtofarad.

Durchgebrannt

Die Programmierung von PROMs, EPROMs und auch vieler PLDs basiert auf dem

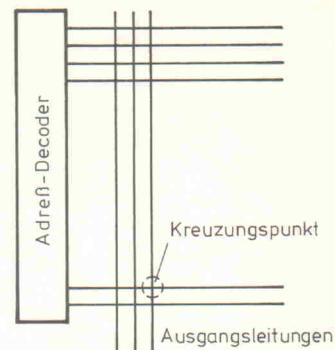


Bild 8. Die Matrix der Ausgangsleitungen eines PROMs. An den Kreuzungspunkten muß die gewünschte Verbindung programmiert werden.

Durchschalten beziehungsweise sperren von Transistoren. Die ersten integrierten Bausteine, deren Eigenschaften der Kunde selbständig verändern konnte, waren die programmierbaren Nur-Lese-Speicher (Programmable Read Only Memory = PROM). Für die Programmierung sind während einer festen Zeitspanne definierte Spannungs- oder Strompegel anzulegen. Man unterscheidet bei den PROMs nach der Art ihrer Verbindungspunkte:

Durchtrennbare Verbindungen (fuseable link, silicon fuse): An jedem Kreuzungspunkt der Speichermatrix (Bild 8) befindet sich außer einem als Diode geschalteten Transistor eine Verbindung aus NiCr, TiW, PtSi oder Polysilizium (Bild 9a). Schickt man zum Beispiel durch die Nickel-Chrom-Sicherung (Bild 9b) für eine Millisekunde einen Strom von 20 mA, oxidiert das NiCr und wird somit nichtleitend – die Verbindung ist unterbrochen.

Herstellbare Verbindungen (AIM = Avalanche Induced Migration): An jedem Kreuzungspunkt der Speichermatrix befindet sich ein Transistor mit

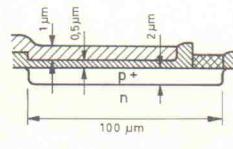
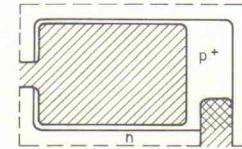


Bild 7. Metallisierung und p+-Diffusion bilden die Kondensatorplatten, das Oxid dazwischen ist das Dielektrikum des sogenannten Metallschicht-Kondensators.

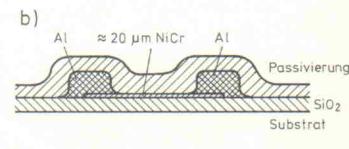
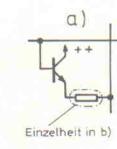


Bild 9. Jeder Kreuzungspunkt beim fuse-PROM besteht aus einem als Diode geschalteten Transistor (a). Die Verbindung vom Emitter zur Ausgangsleitung wirkt wie eine programmierbare Sicherung (b).

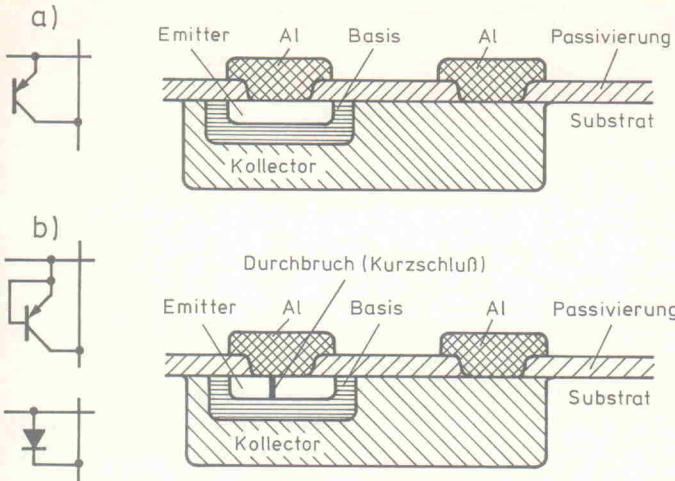


Bild 10. Ein Kreuzungspunkt des AIM-PROM: Im unprogrammierten Zustand ist die Basis des Transistors offen (a). Erhöhte Spannung führt zum Kurzschluß zwischen Basis und Emitter (b), übrig bleibt die Basis-Kollektor-Diode.

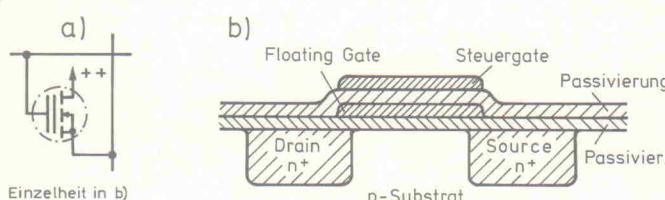


Bild 11. Beim EPROM programmiert man ein Floating-Gate-MOSFET (a). Haben sich genügend Ladungen auf dem Gate angesammelt (b), kann der FET nicht mehr durchgeschaltet werden, die Verbindung ist unterbrochen.

offener Basis (Bild 10a). Die Reihen- und Spaltenleitung sind dadurch an dieser Stelle nicht miteinander verbunden. Bei ausreichend hoher Spannung zwischen Emitter und Kollektor kommt es zum Avalanche-Durchbruch mit der Folge eines bleibenden Basis-Emitter-Kurzschlusses (Bild 10b). Von der Funktion des ehemaligen Transistors bleibt nur noch die Basis-Kollektor-Diode, die die Kreuzungspunkt-Verbindung herstellt.

Die erste Variante besitzt im Lieferzustand unter allen Adressen an allen Ausgängen den Logikpegel eins. Der Schaltungsentwickler 'schießt' in diese Wahrheitstabelle die erforderlichen Nullen für seine Anwendung. Die Plätze der Tabelle, die von der entstehenden Schaltung keinen definierten Pegel verlangen – sogenannte don't cares – bleiben unprogrammiert und behalten so High-Pegel am Ausgang. Bei der AIM-Verbindung ist die Funktion der Null- und Eins-Pegel gerade vertauscht. Bis auf die don't-care-Punkte ist der Baustein im nachhinein nicht mehr verän-

derbar, da immer nur intakte Sicherungen zerstört werden können.

Lichtscheu

Bei der Benutzung von PROMs bleibt im Fall einer unzulänglichen Programmierung nur die Verwendung eines neuen, unprogrammierten ICs. Andere Möglichkeiten bieten dagegen EPROMs (Erasable PROM = löschbares PROM): Die fehlprogrammierten Bausteine kann man durch Bestrahlung mit UV-Licht in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzen.

Erste Floating-Gate-ICs (EPROMs) gab es bereits im

Jahr 1967. Der Speicherbau, wie er 1971 von Frohmann-Betschowsky entwickelt wurde, zeigt Bild 11: Legt man an das Steuer-Gate des Kreuzungspunkt-Transistors eine Adressierspannung, so steht auch an der Ausgangsleitung der Kreuzungsmatrix High-Pegel. Das entspricht einer leitenden Verbindung. Durch eine Ladung auf dem zwischen Steuer-Gate und Kanal angeordneten Floating Gate wird bei der Programmierung die Schwellenspannung verschoben. Bei hinreichend vielen Elektronen auf diesem Gate kann die Adressierspannung den FET nicht mehr durchschalten – an dem Knotenpunkt ist keine leitende Verbindung möglich.

Zum Aufbringen der notwendigen Ladung betreibt man den MOSFET mit vergleichsweise hohen Spannungen als npn-Transistor. Dabei werden die Elektronen in der Basis (gebildet durch das p-Substrat) so stark beschleunigt, daß sie durch die Passivierung hindurch auf das Floating Gate tunnen (Avalanche Injection). Dieser Effekt wird auch als 'second level latch-up' bezeichnet. Bis hierhin nutzt man das EPROM genauso wie ein PROM. Diese Bausteine sind unter dem Kennzeichen OTP (One Time Programmable) in kostengünstigen Plastikgehäusen auf dem Markt.

Soll das ganze löscharbar sein, muß man zu teureren Keramikgehäusen mit eingesetztem Quarzfenster greifen. Bestrahlung mit ultraviolettem Licht durch diese Fenster läßt die auf dem Floating Gate sitzenden Elektronen in die Basis zurückdiffundieren. EPROMs sollte man deshalb (eigentlich ...) nicht offen herumliegen lassen. Fällt UV-haltiges Licht, wie zum Beispiel Sonnenstrahlen, auf den Chip, kann er unter Umständen gelöscht werden. Ohne UV-Licht-Beeinflussung speichert ein EPROM die Information etwa zehn Jahre lang.

Ein Nachteil der EPROMs ist natürlich, daß sie zum Löschevorgang in den meisten Fällen aus ihrer elektrischen Umgebung herausgenommen werden müssen, um sie im Löschergerät auf einen neuen Einsatz vorzubereiten. Ohne Verwendung von sogenannten Nullkraft-IC-Sockeln begrenzen dann abgebrochene Anschlüsse die Lebensdauer der Bausteine häufig sehr viel eher als elektrische Defekte.

Elektrifizierung

Ein über die Programmierbarkeit (PROM) und Löscharkeit (EPROM) hinausgehender Wunsch der Entwickler ist es, beide Vorgänge auch in der Gesamtorschaltung – ohne Herausnahme des ICs oder der Leiterplatte und Einsetzen in ein Spezialgerät – vornehmen zu können. Ein anderer Wunsch zielt darauf, nicht jedesmal eine halbe Stunde auf die Beendigung des Löschevorgangs warten zu müssen. Und schließlich ist es nahe liegend, bei dem Einsatz von elektrischen Schaltungen nach Möglichkeit alle Vorgänge elektrisch durchführen zu können.

Aus diesen Forderungen heraus entstand das EEPROM (Electrically Erasable PROM = elektrisch programmier- und löscharbarer Festwertspeicher). Das erste EEPROM – mit einer Speicherkapazität von 16 KBit – erschien 1980 in der FLOTOX-Technologie (FLOating gate Tunnel OXide), entwickelt aus der Floating-Gate-EPROM-Technologie (Bild 12). Laden und Entladen beruht bei dieser Ausführungsform auf dem Fowler-Nordheim-Tunneleffekt, der in der besonders dünnen Siliziumdioxid-Schicht (10...100 nm) durch Anlegen einer hohen Spannung zwischen Control Gate und Drain bei Feldstärken um 1 GV/m entsteht. Der Programmier- und Löschenbereich ist links über dem Draingebiet in Bild 12b zu sehen.

Wird der Anschluß des Control Gate, der bei den meisten EEPROMs für alle Knotenpunkte gemeinsam an einen Pin geführt ist, beispielsweise auf 20 V gelegt und der Drain-Anschluß (= Datenein- und -ausgang) auf Masse, so tunnen Elektronen auf das Floating Gate. Bei Verpolung wirkt dieser Effekt in umgekehrter Richtung. Der hohe Spannungspegel der Zellen erfordert die Entkopplung über einen Select-Transistor (Bild 12a).

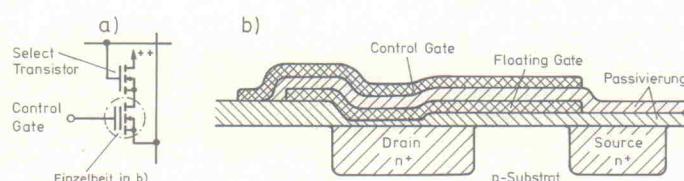


Bild 12. Beim EEPROM tunnen die Elektronen aus dem dünnen Gate-Oxid auf das Floating-Gate. Durch Umpolen der Programmierspannung verläuft der Tunneleffekt in die Gegenrichtung.

Swinging Bits

Digital steuerbarer Sinusgenerator mit ML2036



Wolfgang Schöberl

Vorbei die Zeiten der Spulen, Kondensatoren und Widerstände, die Elektronen zum Schwingen brachten. Vorbei scheinen auch die Zeiten analoger Schaltkreise zur Erzeugung schwungvoller Kurven. Heute swingen die Bits. Der ML2036 beherbergt einen digitalen Sinusgenerator, der in seiner Grundbesetzung mit einer minimalen Begleitung auskommt.

Es gibt eine ganze Reihe von Möglichkeiten, Sinussignale mit einem Rechner zu erzeugen. Die direkte Ausgabe von Daten an einen D/A-Wandler liefert meist nur eine unbefriedigende Qualität, ganz zu schweigen von der Blockade des Rechners. Eine diskrete Ablaufsteuerung mit ROM-Tabelle liefert einen zu geringen Abstimmungsbereich. Zieht man den Allround-Chip XR2206 heran, bekommt man eine zu geringe Frequenzgenauigkeit; mit zusätzlicher PLL-Regelschleife wird es schließlich äußerst aufwendig.

On Keyboards

Tonangebend und im Rampenlicht der Applikation steht der Sinusgenerator-Baustein ML2036 von Micro Linear (siehe Kasten auf Seite 34). Er ist in der Lage, Sinussignale im Bereich von 0...50 kHz mit einer Frequenzauflösung von 16 Bit, entsprechend 0,76 Hz, zu liefern. Die Amplitude wird über eine externe Referenzspannung gesteuert. In dieser Schaltung lässt sie sich über einen 12-Bit-D/A-Wandler

von 0...20 V_{pp} in 5-mV-Schritten einstellen. Für die nötige Power am Ausgang (15 W an 3,5 Ω) sorgt ein kurzschlußfester Leistungs-OP. Die Anbindung an einen Steuerrechner geschieht über einen 16 Bit breiten Datenbus. Zur Ansteuerung reicht eine herkömmliche PC-I/O-Karte. Zum Beispiel lässt sich die Schaltung ohne großen Aufwand an das ELRAD-MessLab anschließen [1, 2]. Und in Verbindung mit der 12-Bit-

Frequenz/kHz	Klirrfaktor bei 1 V _{pp} /%		Klirrfaktor bei 10 V _{pp} /%	
	ohne Last	an 8 Ω	ohne Last	an 8 Ω
0,02	0,5	0,48	0,47	0,46
0,05	0,49	0,48	0,44	0,43
0,1	0,45	0,39	0,39	0,39
0,2	0,38	0,34	0,31	0,32
0,5	0,33	0,4	0,23	0,35
1	0,31	0,63	0,19	0,56
2	0,27	1,18	0,13	1
5	0,25	2,84	0,13	2,05
10	0,26	5,22	0,14	3,11
20	0,24	7,8	0,1	3,91
50	0,21	4,22	0,07	2,28

Tabelle 1. Die Klirrfaktorwerte über den gesamten Frequenzgang können sich sehen lassen. Sie steigen jedoch bei größerer Belastung an.

Wolfgang Schöberl ist Student der Elektrotechnik an der Universität Erlangen und Mitentwickler des ELRAD-MessLab (ELRAD 12/92 ... 3/93), für das er mit dem 4. Preis beim Bundeswettbewerb 'Jugend forscht 91' ausgezeichnet wurde.

A/D-Wandlerkarte ist schnell ein Meßsystem zur Frequenzganganalyse realisiert.

Um an seinem Ausgang einen Sinus mit definierter Amplitude und Frequenz ausgeben zu können, benötigt der ML2036CP neben einem 6,4-MHz-Quarz und einer symmetrischen 5-V-Versorgung lediglich zwei Informationen vom Steuerrechner: die Amplitudendaten setzt ein DAC667 für den V_{REF}-Eingang (Pin 9) in die entsprechende Spannung um. Die Frequenzdaten verlangt der Chip in einem seriellen Protokoll über die Pins SID, SCK und LATI. Die notwendige Parallel/Seriell-Umsetzung übernehmen die beiden Schieberegister (74 HCT 165). Für das richtige Timing beim Datentransfer zeigt sich der mit 3,2 MHz taktende Binärzähler 74HCT4024 (Bild 2) verantwortlich.

Übernehmen die Schieberegister, initiiert durch einen /LOAD-Impuls (/STROBEM1), Daten vom Steuerrechner, schaltet gleichzeitig ein Flipflop 1/2 74HCT74 um und nimmt damit das Resetsignal des Zählers zurück. Nach 15 Taktzyklen schaltet der Ausgang Q5 auf High. Dadurch aktiviert, lässt ein NAND-Gatter, bestehend aus 1/4 74HCT08 und 1/6 74HCT04, 16 Taktpulse zum CLK-Port der Schieberegister durch. Diese Taktpulse sind bezüglich des ML2036-Takts (CLK) um 90° phasenverschoben, da sowohl die Schieberegister bei einer steigenden Flanke die Daten anlegen als auch der SID-Eingang des ML2036 bei einer steigenden Flanke die Daten übernimmt. Nach besagten 16 Taktpulsen erzeugt Q6 des 74HCT4024 den Übernahmeimpuls für den Sinusgenerator (LATI, Pin 7) und versetzt den Zähler mittels

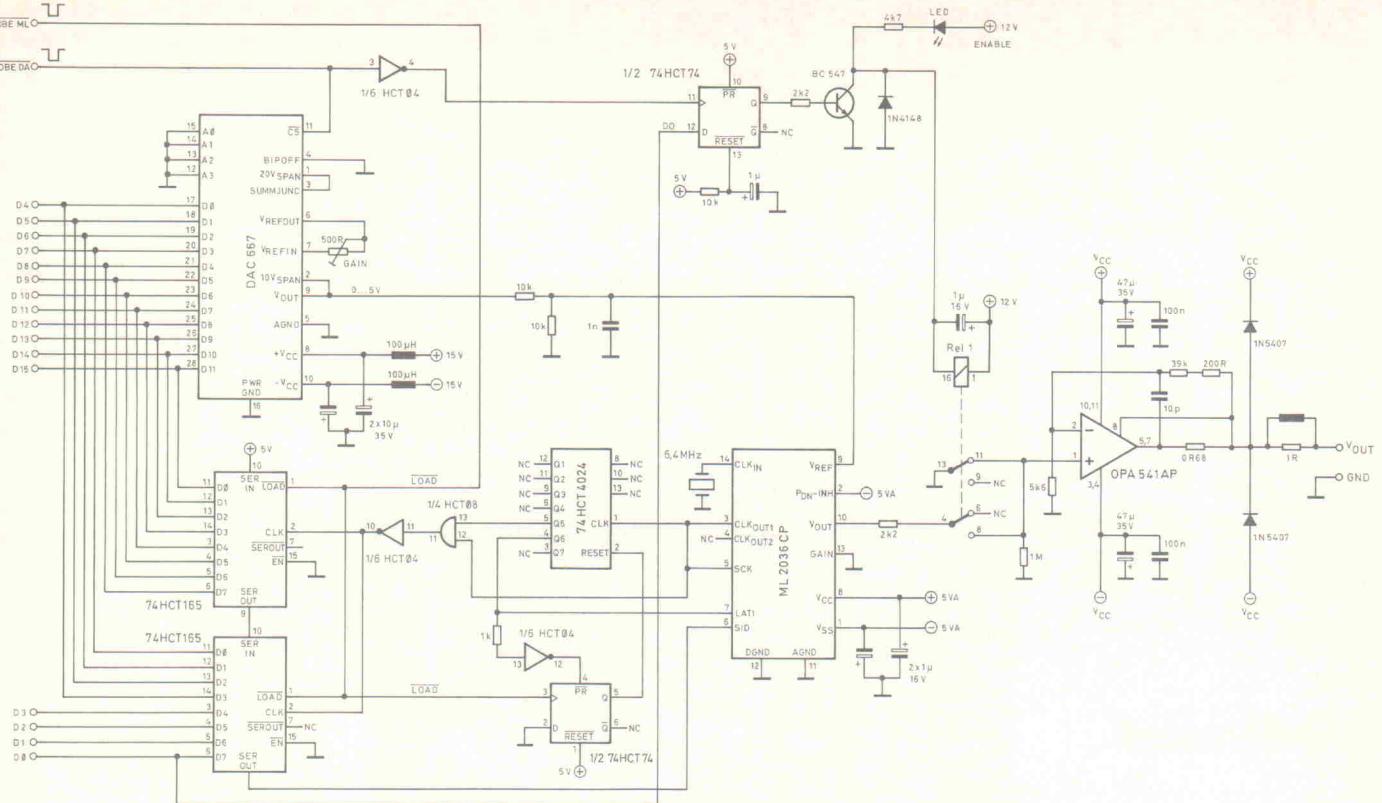


Bild 1. Mit dem Leistungs-OP im Ausgang ist der ML2036 auch der Last eines niederohmigen Lautsprechers gewachsen.

Flipflop wieder in den Reset-Zustand. Damit ist ein Zyklus abgeschlossen, und das Spiel kann von vorne beginnen. Eine 0 sollte übrigens nicht in den ML2036 geladen werden, da dieser sonst irrtümlich in den Power Down beziehungsweise Inhibit Mode gelangen könnte (siehe Kasten).

On Drums

Herr über die Dynamik ist der D/A-Wandler. Er ist für die Erzeugung der amplitudenbestimmenden Referenzspannung V_{REF} zuständig, liegt mit den höherwertigen Bits (D4...D15) direkt am Bus und übernimmt nach einem /STROBEDA-Impuls einen 12-Bit-Wert vom Steuerrechner. Der DAC667 ist so beschaltet, daß er an seinem Ausgang (Pin 9) eine Spannung von 0...5 V erzeugt. Um auf den vom V_{REF} -Eingang des ML2036 geforderten Pegel von

maximal 2,5 V zu kommen, ist in den Weg ein Spannungsteiler geschaltet.

Aufgrund interner Anstiegs geschwindigkeitsbegrenzungen des Sinusgenerators muß die Ausgangsspannung $V_{out,pp} < (125 \cdot 10^3 V \cdot Hz) / f_{out}$ sein. Bei einer Signalfrequenz von 50 kHz darf die Ausgangsamplitude 2,5 V_{pp} nicht übersteigen. Durch den auf Masse gelegten Gain-Eingang ergibt sich eine Ausgangsspannung von $\pm V_{REF}/2$, also die geforderten 2,5 V_{pp}. Die Endstufe verstärkt das Generator signal um den Faktor acht, so daß die gewünschten 20 V_{pp} (7,07 V_{eff} oder +20 dBm) erreicht werden.

Die Ausgangsamplitude errechnet sich also wie folgt:

$$V_{out,PP} = \frac{20 V \cdot (D15 \dots D4)_{dez}}{4095}$$

Auch wenn der ML2036 einen speziellen Power Down Mode beziehungsweise Inhibit Mode bietet, so ist immer noch mit einem Offset von immerhin 300 mV am Ausgang der Leistungsendstufe zu rechnen. Die bessere Lösung ist ein Ausgangsrelais, das den Eingang der Endstufe auf Masse legt. Dazu wird die brachliegende Datenleitung D0 der D/A-Wandler-Adresse genutzt, die ein Flipflop (74HCT74) ansteuert. Eine LED visualisiert den Status des Relais und damit des Ausgangs. Über das RC-Glied am /RESET-Eingang erhält das Flipflop außerdem ein Power-On-Reset-Signal. Nach dem

Einschalten ist der Ausgang also grundsätzlich inaktiv.

On Bass

Für den nötigen Druck sorgt schließlich die Endstufe. Sie ist mit einem OPA541AP von Burr Brown aufgebaut [3, 6]. Bei diesem IC handelt es sich um einen integrierten Leistungsverstärker mit einstellbarer Strom begrenzung. Wie bei einem normalen Operationsverstärker läßt sich die Verstärkung über ein Widerstandsnetzwerk in der Ge genkopplung einstellen, hier:

$$V = 1 + \frac{39 k\Omega + 200 \Omega}{5,6 k\Omega} = 8$$

Damit der Ziehbereich des Trimmers am D/A-Wandler für

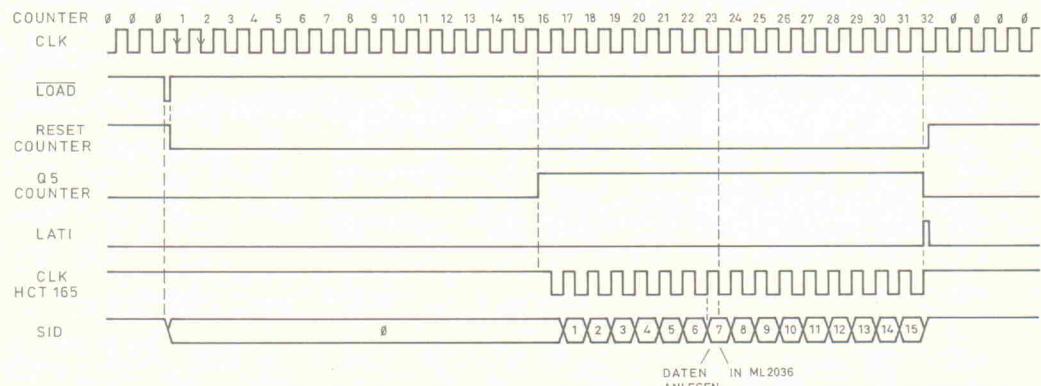


Bild 2. Das Timing für die Datenübernahme in den ML2036.

einen genauen Abgleich des Verstärkungsfaktors ausreicht, müssen die Widerstände des Gegenkopplungsteilers möglichst genau ausgemessen sein.

Um keine Probleme mit induktiven Lasten, wie sie beispielsweise ein Lautsprecher darstellt, zu bekommen, wird die Last über einen Widerstand mit parallel geschalteter Induktivität (1 mm Cu-Leitung, 10 mm Durchmesser, 15 Windungen) dynamisch abgekoppelt. Weiteren Schutz bieten zwei Dioden. Sie sichern den Ausgang gegen Fehlspan-

nungen, die die Betriebsspannung übersteigen. Der 0,68-Ω-Widerstand an Pin 5 begrenzt den Ausgangstrom auf circa 1,1 A. Damit arbeitet der OPA541AP bei einer Versorgung von maximal ±20 V und einer Ausgangsamplitude von ±10 V immer in seiner 'Safe Operating Area' (SOA). Die entstehende Verlustleistung kann problemlos abgeführt werden.

Kritischer wird die Bilanz jedoch bei kleinen Ausgangsspannungen mit gleichzeitig hoher Stromentnahme. Dann nämlich

setzt der Baustein die Differenz zur Versorgungsspannung in Wärme um. Bei einer Ausgangsspannung von 1 V_{pp} und 1 A beträgt die Verlustleistung immerhin 38 W. Tabelle 1 zeigt den Verlauf des Klirrfaktors über den Frequenzbereich für verschiedene Betriebsbedingungen. Der Kasten auf Seite 34 erläutert die Funktionsweise des ML2036 im Detail.

pen

Literatur

- [1] C. Avenhaus, W. Schöberl, 'ST-MessLab', ELRAD 12/92 ...3/93, 7/93

- [2] O. Köslisch, W. Schöberl, 'Meßpresso', ELRAD 9/93, 10/93

- [3] M. H. Kalsbach, 'Präziser Leistungs-OpAmp', ELRAD 4/90, S. 48

- [4] Burr Brown integrated circuits data book supplement volume 33c, USA 1992

- [5] Micro Linear 1993 Data Book, USA 1993, erhältlich bei Ineltek

- [6] J. Metzger, H. Hieber, Burr Brown Applikation Nr. 111-D 'Präziser Leistungs-Operationsverstärker im Kunststoffgehäuse', Filderstadt 10/89

FG Qualitäts-Transformatoren direkt ab Werk - Sonderausführungen

- p 30 Jahre Erfahrung im Trafobau
- p Schnittbandkerntafos TR 5 - - 300 VA
- p Flach-Ringkerntafos RKZ 50 - - 400 VA
- p Ringbandkerntafos RK 24 - - 1000 VA
- p 100 V Anpassungstrafos 6 - - 1000 VA
- p Flachtrafos, vergossen 10 - - 30 VA
- p Kleintrafos, vergossen 1,2 - - 2,8 VA
- p Trenntransformatoren
- p für Sonderausführungen in Schnitt- und Ringkerntechnik erbitten wir Ihre gezielte Anfrage, auch Einzelstücke
- p Konstanthaltertrafos auf Anfrage

Auszug aus dem Standardprogramm Schnitt- und Ringkerntechnik RKZ:

Schnittbandkerntafos

5 VA DM 22,43

TR 4235	2x3,5 V	0,72 A	TR 749	2x9 V	5,5 A
TR 425	2x5 V	0,50 A	TR 7412	2x12 V	4,0 A
TR 426	2x6 V	0,42 A	TR 7416	2x16 V	3,0 A
TR 4210	2x10 V	0,25 A	TR 7420	2x20 V	2,5 A
TR 4215	2x15 V	0,17 A	TR 7424	2x24 V	2,2 A
TR 4217	2x17 V	0,15 A			
TR 4220	2x20 V	0,125 A			

18 VA DM 30,25

TR 553	2x3 V	3,0 A	TR 102a12	2x12 V	7,5 A
TR 555	2x5 V	2,0 A	TR 102a15	2x15 V	6,0 A
TR 5575	2x7,5 V	1,5 A	TR 102a20	2x20 V	4,5 A
TR 559	2x9 V	1,2 A	TR 102a25	2x25 V	3,6 A
TR 5512	2x12 V	0,8 A	TR 102a30	2x30 V	3,0 A
TR 5515	2x15 V	0,6 A	TR 102a35	2x35 V	2,6 A
TR 5520	2x20 V	0,5 A			
TR 5524	2x24 V	0,42 A			

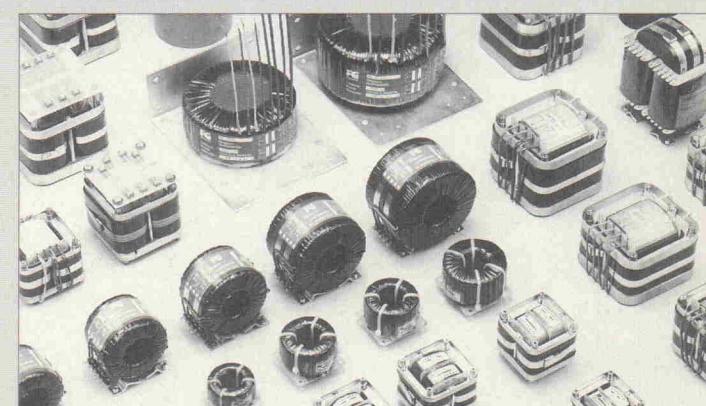
50 VA DM 41,40

TR 653	2x3 V	8,0 A	TR 102b25	2x25 V	6,0 A
TR 655	2x5 V	5,0 A	TR 102b30	2x30 V	5,0 A
TR 6575	2x7,5 V	3,5 A	TR 102b35	2x35 V	4,2 A
TR 659	2x9 V	2,8 A	TR 102b45	2x45 V	3,5 A
TR 6512	2x12 V	2,2 A			
TR 6515	2x15 V	1,7 A			
TR 6520	2x20 V	1,25 A			
TR 6525	2x25 V	1,0 A			
TR 6530	2x30 V	0,8 A			

100 VA DM 55,66

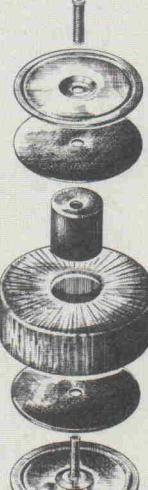
TR 746	2x6 V	8,0 A			
TR 7468	2x6,8 V	7,3 A			
TR 7475	2x7,5 V	6,5 A			

- nach VDE 0550, neue, aufwendige und absolut brummfreie Mittenbefestigung



- | | | | |
|---------|--------|-------|---|
| TR 749 | 2x9 V | 5,5 A | mit Gummizentrierbolzen, Befestigungsinnengewinde |
| TR 7412 | 2x12 V | 4,0 A | 50 VA DM 47,84 |
| TR 7416 | 2x16 V | 3,0 A | RKZ 5075 2x7,5 V 3,3 A |
| TR 7420 | 2x20 V | 2,5 A | RKZ 5012 2x12 V 2,0 A |
| TR 7424 | 2x24 V | 2,2 A | RKZ 5015 2x15 V 1,7 A |
| | | | RKZ 5020 2x20 V 1,25 A |
| | | | RKZ 5025 2x25 V 1,0 A |
| | | | RKZ 5030 2x30 V 0,8 A |
| | | | 100 VA DM 67,85 |
| | | | RKZ 10012 2x12 V 4,0 A |
| | | | RKZ 10015 2x15 V 3,3 A |
| | | | RKZ 10020 2x20 V 2,5 A |
| | | | 200VA DM 86,71 |
| | | | RKZ 10025 2x25 V 2,0 A |
| | | | RKZ 10030 2x30 V 1,7 A |
| | | | 18 VA DM 30,25 |
| | | | RKZ 102a12 2x12 V 7,5 A |
| | | | RKZ 102a15 2x15 V 6,0 A |
| | | | RKZ 102a20 2x20 V 4,5 A |
| | | | RKZ 102a25 2x25 V 3,6 A |
| | | | RKZ 102a30 2x30 V 3,0 A |
| | | | RKZ 102a35 2x35 V 2,6 A |
| | | | 200 VA DM 88,55 |
| | | | RKZ 102b15 2x15 V 10,0 A |
| | | | RKZ 102b25 2x25 V 6,0 A |
| | | | RKZ 102b30 2x30 V 5,0 A |
| | | | RKZ 102b35 2x35 V 4,2 A |
| | | | RKZ 102b45 2x45 V 3,5 A |
| | | | 300 VA DM 97,87 |
| | | | RKZ 20012 2x12 V 8,3 A |
| | | | RKZ 20018 2x18 V 5,5 A |
| | | | RKZ 20025 2x25 V 4,0 A |
| | | | RKZ 20030 2x30 V 3,3 A |
| | | | RKZ 20035 2x35 V 2,8 A |
| | | | RKZ 20040 2x40 V 2,5 A |
| | | | 50 VA DM 41,40 |
| | | | RKZ 20050 2x20 V 12,5 A |
| | | | RKZ 20055 2x25 V 10,0 A |
| | | | RKZ 20060 2x30 V 8,3 A |
| | | | RKZ 20065 2x40 V 6,25 A |
| | | | RKZ 20070 2x50 V 5,0 A |
| | | | RKZ 20080 2x60 V 4,15 A |
| | | | RKZ 20090 2x115 V 2,25 A |
| | | | 750 VA DM 200,33 |
| | | | RKZ 20090 2x115 V 2,25 A |
| | | | RKZ 20100 2x20 V 12,5 A |
| | | | RKZ 20105 2x25 V 10,0 A |
| | | | RKZ 20110 2x30 V 8,3 A |
| | | | RKZ 20115 2x40 V 6,25 A |
| | | | RKZ 20120 2x50 V 5,0 A |
| | | | RKZ 20130 2x60 V 4,15 A |
| | | | RKZ 20140 2x115 V 2,25 A |
| | | | 1000 VA DM 231,50 |
| | | | RKZ 20140 2x115 V 2,25 A |
| | | | RKZ 20150 2x20 V 12,5 A |
| | | | RKZ 20160 2x25 V 10,0 A |
| | | | RKZ 20170 2x30 V 8,3 A |
| | | | RKZ 20180 2x40 V 6,25 A |
| | | | RKZ 20190 2x50 V 5,0 A |
| | | | RKZ 20200 2x60 V 4,15 A |
| | | | RKZ 20210 2x115 V 2,25 A |
| | | | 200 VA DM 69,58 |
| | | | RKZ 40015 2x15 V 13,3 A |
| | | | RKZ 40020 2x20 V 10,0 A |
| | | | RKZ 40025 2x25 V 8,0 A |

- | | | |
|------------------------|------------------------|--|
| 50 VA DM 47,84 | RKZ 40030 2x30 V 6,6 A | Type RK 75-300 auf Fußwinkel, |
| RKZ 40040 2x40 V 5,0 A | RKZ 40050 2x50 V 4,0 A | Type RK 500-1000 VA vergossen, auf verzinktem Montagewinkel 195x155x70mm |
| Abmessungen: | RKZ 50 Ø 72x47 mm | Typen RK 24-300 siehe Lagerliste, vergossene Flach- und Kleintrafos siehe Lagerliste |
| RKZ 100 Ø 83x54 mm | RKZ 200 Ø 112x49 mm | |
| RKZ 300 Ø 124x58 mm | RKZ 400 Ø 124x69 mm | |
| | | Aufbau Serie RKZ |



FG ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Franz Grigelat GmbH
Postfach 100
D-90604 Rückersdorf

Telefon 0911 / 57 01 01
Fax 0911 / 57 01 00
und 57 60 00

Techn. Beratung:
Transformatoren: Willi Müller

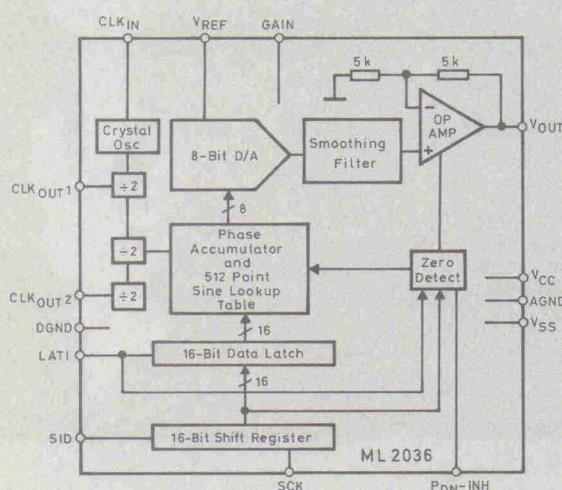
Bits and Pieces

Es bedarf einiger elementarer Schritte, um Bits in eine analoge Sinusspannung definierter Frequenz und Amplitude zu zwingen [5]. Die Methode, nach der der Sinusgenerator-Baustein ML2036CP arbeitet, ist die direkte digitale Synthese, kurz DDS. Die Bilder zeigen das Pinout des Chips, das Blockschaltbild und den prinzipiellen Funktionsablauf der DDS.

Die Einheit aus 21-Bit-Addierer und Latch stellt den sogenannten Phasenakkumulator dar. Das 16-Bit-Register enthält einen Phasenwinkel, der bei jedem internen Takt (externer Takt/4) durch den 21-Bit-Addierer zum Inhalt des 21-Bit-Latches (dem vorhergehenden Phasenzustand) dazu addiert wird. Diesen Wert wiederum speichert nun das 21-Bit-Latch. Aus der Breite von 21 Bit ergibt für eine Periode des Sinussignals eine Auflösung von 2^{21} Werten.

Der 16 Bit breite Phasenwinkel gibt an, wie viele Werte übersprungen werden sollen. Darauf bestimmt er die Frequenz. Ein niedriger Wert bedeutet also eine niedrige Frequenz.

Von den 21 Bit des Latches werden nur die höherwertigen 8 Bit weiterverarbeitet. Unter Ausnutzung der Symmetrie eines Sinussignals erzeugt der ML2036 mit Hilfe eines 128 Byte großen Sinus-ROM die Vorgabewerte für den D/A-Wandler. Nach Durchlaufen eines Tiefpaßfilters steht das Sinussignal am Ausgang V_{OUT} zur Verfügung.



In der Grundschaltung benötigt der ML2036 lediglich einen Quarz, eine Referenzspannung und einen Satz serieller Daten.

Die Ausgangsfrequenz errechnet sich wie folgt:

$$f_{OUT} = f_{CLKIN} \cdot (D15 \dots D0) / 2^{23}$$

mit einer Auflösung von

$$\Delta f_{MIN} = f_{CLKIN} / 2^{23}$$

So ergibt sich zum Beispiel bei einem 6,4-MHz-Quarz eine maximale Ausgangsfrequenz von 49 999,2 Hz und eine Auflösung von 0,76 Hz.

An den Eingängen V_{CC} und V_{SS} muß eine symmetrische 5-V-Versorgung anliegen. Eingangssignale werden auf die analoge (AGND) beziehungsweise digitale (DGND) Masse bezogen.

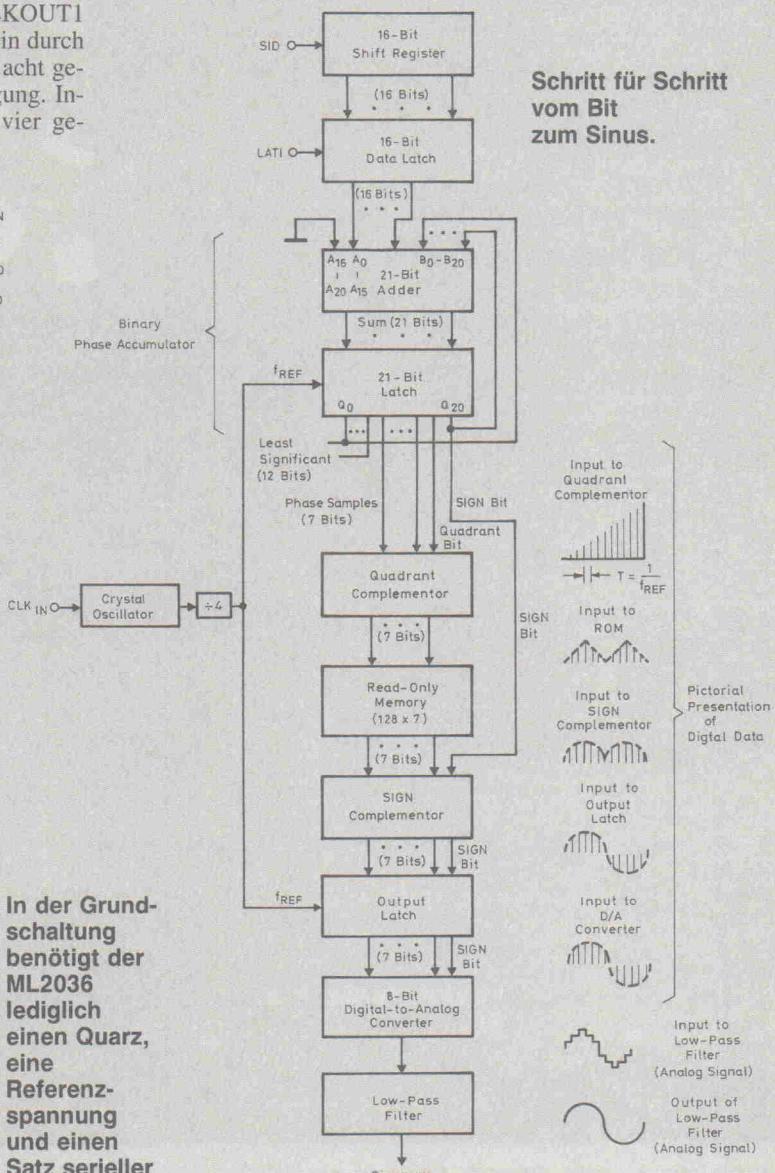
Der Eingang $CLKIN$ läßt sich mit einer externen Frequenz (bis zu 12,4 MHz) oder mit einem Quarz beschalten. An den Ausgängen $CLKOUT1$ und $CLKOUT2$ steht ein durch zwei beziehungsweise acht geteilter Takt zur Verfügung. Intern findet ein durch vier ge-

teilter Takt Verwendung. Die 16-Bit-Frequenzdaten lassen sich seriell über SID (Serial Data) und SCK (Serial Clock) in das interne Schieberegister laden. Mit einem positiven $LATI$ -Impuls werden die Daten in ein internes Latch übernommen.

Um den Baustein in einen Ruhezustand zu versetzen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Im Power Down Mode (PDN-INH auf Masse) schließt der Baustein den Signalaustrag mit 10 kΩ gegen Masse ab (Power Down Mode). Mit Hilfe der Zero-Detect-Einheit läßt sich der Ausgang auch softwaregesteuert abschalten. Zunächst muß eine 0 in das Register geladen werden und $LATI$

auf High gehen. Das weitere Vorgehen hängt dann vom Zustand an PDN-INH ab. Liegt der Pin auf +5 V, wechselt der ML2036 in den Power Down Mode. Liegt der Eingang dagegen auf -5 V, so wird die letzte Sinushalbwelle noch abgeschlossen und dann erst abgeschaltet (Inhibit Mode). Allerdings ist dann der Ausgang mit einem frequenzabhängigem Offset beaufschlagt.

Für den 8-Bit-D/A-Wandler läßt sich eine Referenzspannung (V_{REF}) vorgeben, die eine Amplitudeneinstellung ermöglicht. Der GAIN-Eingang bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung: bei logisch 1, beträgt die Ausgangsamplitude $\pm V_{REF}$, bei logisch 0 $\pm V_{REF}/2$.



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 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!

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!



eMedia GmbH – BESTELLUNG

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

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. 4 408.

Scheck liegt bei.

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

Absender nicht vergessen!

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu **ELRAD**-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

ELRAD**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

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

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____



eMedia GmbH
Postfach 610106
30601 Hannover

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

199_____

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD- Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft 199

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 610407**

30604 Hannover

Absender (Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der
nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem

Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,
Postgiro Hannover,
Kontonr. 9305-308, BLZ 250 100 30
Kreissparkasse Hannover,
BLZ 250 502 99, Kontonr. 000-019 968

Scheck liegt bei.

Datum rechtsverbindliche Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erhebungsb.)

**Senden Sie das umseitig
Angekreuzte an folgende Adresse:**

Name, Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Diskettenformat

Datum, Unterschrift

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD- Kleinanzeige Auftragskarte

ELRAD-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,30

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,20

Chiffregebühr DM 6,10



**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Postfach 610407**

30604 Hannover

Bitte
freimachen,
falls Marke
zur Hand

Antwort

Dr.-Ing. P. Christiani GmbH
Technisches Lehrinstitut
Abt. 57 590
Hermann-Hesse-Weg 2

78464 Konstanz



**Gleich jetzt mit der
nebenstehenden
Postkarte Infos oder ein
kostenloses unverbind-
liches Teststudium
anfordern!**

**Christiani
Fortbildung**

Schöpfen Sie die Leistung Ihres PC voll aus...



Christiani Lehrgänge sind bekannt für ausgezeichnetes, leichtverständliches Lehrmaterial und eine hervorragende Studienbetreuung.

Mit Christiani Lehrgängen haben Sie Erfolg, denn das Lehrmaterial hat besonders engen Bezug zur beruflichen Praxis. Es nutzt Ihre eigenen praktischen Erfahrungen und bezieht den PC in den Lernvorgang zum leichteren Verstehen ein.

sich an dem, was Sie in der Praxis wirklich brauchen! PC-Grundkenntnisse werden benötigt.

Der **Fernlehrgang** beinhaltet alles, z.B.: 12 leichtverständliche Lehrbriefe und Disketten zur Überprüfung des Gelernten.

Sprachen lernen

Englisch-computerorientiert

Mit dem PC und einem lern-psychologisch genialen Fern-lehrgang kommen Sie zu einem soliden Basiswissen der engli-schen Sprache in Wort und Schrift.

Das Dynamische Sprachenlernen - Methode Dr. Bung · führt bei diesem Fernlehrgang zu sensationellen Lern- und Gedächtnisleistungen. Die Lernprogramme passen sich exakt an die Leistungen jedes einzelnen an

Der **Fernlehrgang** beinhaltet alles, z.B.: 10 leichtverständliche Lehrbriefe mit Vorkurs, 17 Disketten und 36 Tonkassetten.

— Digitaltechnik am PC

Digital-Labor

Lernen Sie moderne digitale Bauelemente, Grundschaltungen und Optimierungen mit Hilfe eines ausgezeichneten Logik-Simulationsprogramms kennen. Sie werden begeistert sein.

Der **Fernlehrgang** beinhaltet alles, z.B.: 6 leichtverständliche Lehrbriefe und die **ProfiLog**-Simulationssoftware.

Wenn Sie mehr über einen Christiani Lehrgang wissen wollen - wir informieren Sie gerne:

Sie haben zwei Möglichkeiten:

- Entweder Sie lassen sich den ersten Lehrbrief eines Lehrgangs für drei Wochen zum Teststudium schicken
 - oder Sie fordern zunächst die ausführliche Informationsschrift an.

Beide Varianten sind für Sie kostenlos und völlig unverbindlich. Bitte benutzen Sie für Ihre Bestellung die nebenstehende Karte. Oder noch schneller: Fax an 07531 / 580116.

bekommen! Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.

Der **Fernlehrgang** beinhaltet alles, z.B.: 12 leichtverständliche Lehrbriefe, Anwenderprogramme (Lehrversionen der GDI-Programme Verkauf, Einkauf, Lager, FiBu und Lohn) sowie Datendisketten.

Programmieren lernen

PASCAL -Grundlagen

Zum vollständigen Computerwissen gehört auch das Beherrschung einer Programmiersprache. Dieser Fernlehrgang vermittelt die Grundlagen der Programmierung und alles Wissen, was zur Umsetzung von Problemen in Programme notwendig ist. Kenntnisse im Umgang mit dem PC und DOS sind erforderlich.

Programmieren Sie Ihren PC
jetzt selbst - in der Programmier-
sprache PASCAL.

Detailed lesson plan

dBASE IV-Praxis
Lernen Sie die vielfältigen
Möglichkeiten von dBASE IV /

Schritt für Schritt dringen Sie in die Datenbank-Praxis ein, programmieren Mitgliederverwaltungen und vieles mehr. Die Software ist leicht zu lernen.



Christiani
Fortsbildung

Hermann-Hesse-Weg 2 · 78464 Konstanz
Telefon 07531/580115 · Fax 07531/580116

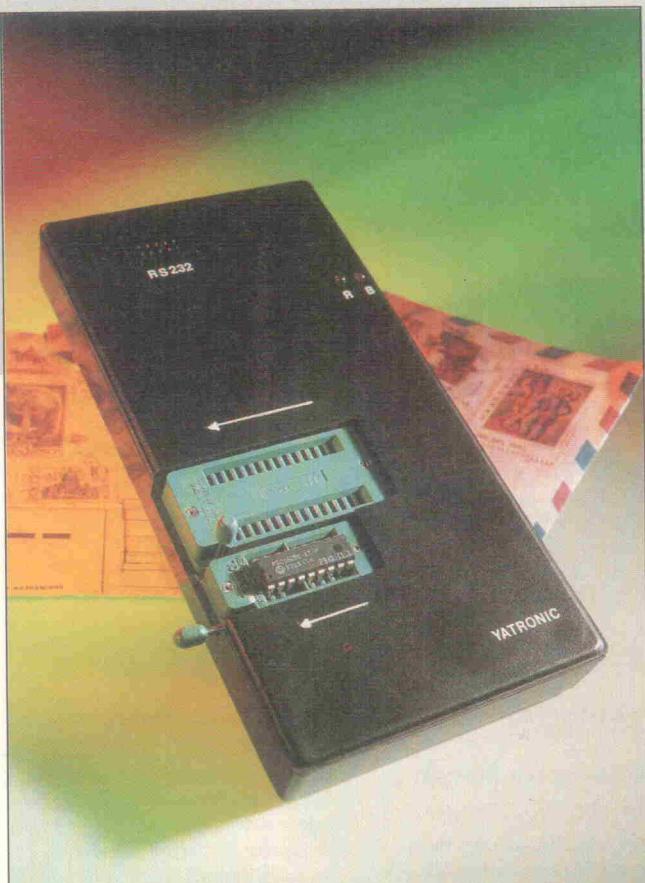
PICs und fertig

Programmiergerät für PIC 16 C-Controller

Projekt

Bassem Yahya

Bereits seit einiger Zeit ist die RISC-Controllerfamilie PIC 16 C xx erhältlich. Doch wie programmiert man diese Bausteine, ohne dafür gleich ein Vermögen auszugeben? Antwort: Mit diesem PIC-Programmer!



Bereits mehrmals berichtete ELRAD über die PIC-Controller und ihre Eigenschaften, zuletzt in Ausgabe 10/93. Einige Leser haben bestimmt Appetit bekommen, mit diesen ICs ihre nächsten Entwicklungen zu bereichern. Einen nicht unwe sentlichen Beitrag dazu kann der vorliegende Programmer leisten.

Grundsätzlich sollte das Gerät möglichst viele PIC-Varianten programmieren können, neben den 50er-Varianten also auch den Typ 16 C 71 und die EEPROM-Ausführung 16 C 84. Für den Servicebereich ist es zudem in einigen Fällen notwendig, das Gerät auch mit einer Batterie betreiben zu können. Dieser Gedanke stand Pate beim Festlegen der Speisespannung des Gerätes auf einen Bereich von 7...16 V. Mit einem 9-V-Akku kann man das Gerät rund eine Stunde lang in

Schwung halten. Obwohl das Gehäuse Platz für einen solchen Energiespeicher bietet, ist die Verwendung eines Akkus nicht zwingend erforderlich; in aller Regel betreibt man das Gerät mit einem 9-V-Steckernetzteil. Die meisten Programmiergeräte benötigen einen Anschluß an die parallele Schnittstelle – der PIC-Programmer arbeitet jedoch mit der universellen seriellen Ankopplung.

Die Programmierung

Ein Blick in die Programmierzuschriften des PIC-Herstellers läßt einige wichtige Punkte erkennen, die beim Brennen eines PIC-Bausteins unbedingt zu beachten sind. So empfiehlt Microchip, die Programmier spannung V_{PP} und die Speise spannung V_{DD} des zu program mierenden Controllers in weiten Bereichen variierbar auszu

führen. Eine Steuerung von V_{DD} ist notwendig, weil die PICs je nach Ausführung in verschiedenen Spannungsbereichen arbeiten können. Die LP-Version arbeitet beispielsweise mit 3,5...6,5 V, während die HS-Version von 4,5 V bis 6,5 V spezifiziert ist. Der Hersteller empfiehlt, die Programmier und Leerkontrolle bei einer Spannung von 4,5 V durchzuführen. Die Programmierspannung V_{PP} soll dabei 13,0 V be tragen. Für die Typen 16 C 71 und 16 C 84 reicht dies nicht aus, so daß die V_{PP} -Spannung des Programmers ebenfalls steuerbar ausgeführt ist (2...14 V). Die Programmierung selbst erfolgt auf folgende Weise:

Durch das Schalten der V_{PP} -Spannung wird der Controller in den Programmiermodus ver setzt. Dabei ist es für die PIC-Typen 16 C 5x wichtig, daß vorher die Anschlüsse OSC1 = 0 und RTCC = 1 zu schalten sind. Auf diese Weise erfolgt eine Adressierung der Konfigurationsspeicher. Durch das Pulsen der OSC1-Leitung läßt sich der interne Programm zähler auf eine beliebige Stelle setzen. Zum Programmieren eines Datenwortes (12 Bit) kann man die RTCC-Leitung für die Programmierimpulsdauer – im allgemeinen etwa 100 µs – auf Null setzen, danach kann man durch einen weiteren, wesentlich kürzeren Impuls auf der RTCC-Leitung den Inhalt der Adresse lesen. Falls die Daten beim ersten Versuch nicht erfolgreich ge brannt wurden, kann ein erneuter Programmierimpuls die Daten nochmals in die Speicherzelle brennen. Dieser Vor gang ist bis zu 25mal wieder holbar. Nach dem erfolgreichen Programmieren einer Zelle wird sicherheitshalber die dreifache Anzahl der benötigten Programmierimpulse generiert. Dies erhöht die Programmier zuverlässigkeit und beeinflußt den Datenerhalt für längere Zeit positiv. Zum Auslesen einer Adresse ist die OSC1-Leitung auf H-Potential zu setzen; erst dann lassen sich die Daten auslesen. Der Programm zähler inkrementiert mit negati ven Flanken auf der OSC1-Lei tung.

Den PIC-Typen 16 C 71 und 16 C 84 liegt eine andere Brennmethodik zugrunde; vor allem aber weisen sie eine Datenwortbreite von 14 Bit auf,

Dipl.-Ing. Bassem Yahya leitet ein Ingenieurbüro für kundenspezifi sche Entwicklungen im MSR-Bereich.

Eine Code-Nummer von beispielsweise '1F4D' soll in einen 16 C 54 programmiert werden. Dazu sind die Adressen wie folgt zu belegen:

200: 001
201: 00F
202: 004
203: 00D

Für einen 16 C 71 oder 16 C 84 stehen die entsprechenden Daten wie folgt aus:

200: FF1
201: FFF
202: FF4
203: FFD

Die Eingabe kann per Hex-Editor der Bedieneroberfläche erfolgen.

Bild 1. Um den PIC-Bausteinen eine persönliche Note zu geben, sollte man sich an diesen Datenaufbau halten.

die eine besondere Behandlung erfordert, die der PIC-Programmierer aber ebenfalls beherrscht. Dazu später mehr.

Die besondere Note

Am Ende des Datenspeichers (unterschiedliche Größe, je nach PIC-Typ) ist das sogenannte Test-EPROM zu finden. Dieses im allgemeinen nur vom Hersteller zu verwendende EPROM bietet die Möglichkeit, die ersten vier Adressen als ID-Code-Speicher zu benutzen. Dabei ist zu beachten, daß nur jeweils die untersten 4 Bits eines Datenwortes verwendbar sind. Dieser Umstand basiert auf der Tatsache, daß bei code-sicherten Bauteilen nur die unteren 4 Bits korrekt lesbar sind. In diesem Falle werden alle weiteren Bits als Nullen gelesen. Zwar ist die Verwendung aller 12 Bits einer Adresse möglich, gibt aber bei einem gesicherten Baustein keinen Sinn – solch ein Vorgehen ist nur für nicht gesicherte Controller von Bedeutung. Die Bausteine 16 C 71 und 16 C 84 haben eine etwas abweichende Logik. Bild 1 zeigt die Struktur des ID-Codes.

Konfiguration

Die PIC-Familie bietet die Möglichkeit eines sehr effektiven Programmschutzes. Beim Brennen einer entsprechenden Sicherung im Konfigurationsspeicher ist der Baustein gegen allzu neugierige Blicke in sein Inneres geschützt, er gibt beim Lesen nur noch die unteren 4 Bits aus. Diese 4 Bits sind das Produkt einer XOR-Verknüpfung aller 4-Bit-Nibbel eines Datenwortes. In Bild 2 ist die Struktur des Konfigurationsworts dargestellt. Bemerkenswert ist dabei, daß bei der Programmierung des Sicherungs- oder WDT-(Watch Dog Timer)-

Bits die beiden ersten für die Oszillatorkonfiguration relevanten Bits auf '1' gesetzt werden. Bei Nichtbeachtung dieses Umstands besteht die Gefahr, daß man die Oszillatorkonfiguration, die bei den nicht löschen Versionen vom Hersteller gesetzt ist, überschreibt und damit die Funktionsfähigkeit der zu programmierenden Controller in Frage steht.

Die Konfiguration und den ID-Code kann man jederzeit definieren und neu setzen, also auch an vorher programmierten und getesteten Bausteinen. Die Typen 16 C 71 und 16 C 84 haben in diesem Punkt eine etwas abweichende Handhabung. Bei diesen Bausteinen ändern sich aufgrund eines zusätzlichen Flags (PWRTE = Power Up Timer Enable Fuse) einige Fuse-Positionen.

16 C 71 und 16 C 84

Die beiden PIC-Varianten 16 C 71 und 16 C 84 bieten neben dem Standard der 16-C-5x-Bausteine noch einige zusätzliche Funktionen. So verfügt der Anwender über vier Interrupt-Varianten, zudem erleichtert der Hardware-Stack mit seinen acht Ebenen die Arbeit mit diesen Bausteinen erheblich. Der 16 C 71 bietet sogar einen 4-Kanal-8-Bit-A/D-Wandler mit einer Wandlungszeit von bis zu 20 µs. Mit einem Umfang von 1K × 14 reicht der Programmspeicher für fast alle Anwendungen mehr als aus.

Der 16 C 71 arbeitet mit einer Taktfrequenz bis zu 20 MHz, während der 16 C 84 bis zu 10 MHz sicher funktioniert. Bei dem 16 C 84 handelt es sich um eine EEPROM-Version, die intern auch einen EEPROM-Datenspeicher für 64 Bytes bietet. Diesen Datenspeicher kann man während des Programmlaufs löschen

Bit-Nr.	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Belegung	X	X	X	X	X	X	X	X	CP	WDTE	OT1	OTO

CP = Codesicherungsbit, 0 → Sicherung

WDTE = Watchdog-Enable-Bit, 0 → aktiv

OT1, OT0 = Oszillatorkonfiguration: 00 → LP

01 → XT

10 → HS

11 → RC

X = Diese Bits werden wie CP programmiert:

CP=0 → X=0, CP=1 → X=1

Die Typen 16 C 71 und 16 C 84 haben folgende Belegung:

Bit-Nr.	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Belegung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CP	PWRTE	WDTE	OT1	OTO

CP = Codesicherungsbit, 0 → Sicherung

WDTE = Watchdog-Enable-Bit, 0 → disabled

PWRTE = Power-up-timer enable, 0 → disabled

OT1, OT0 = Oszillatorkonfiguration: 00 → LP

01 → XT

10 → HS

11 → RC

X = Diese Bits immer auf 1 setzen

Im Hex-Editor der Bedieneroberfläche ist die Konfiguration nach dem ID-Code zu finden.

Bild 2. Die Struktur der relevanten Konfigurationsbits.

und wieder beschreiben. Im Programmiermodus hat man darauf ebenfalls Zugriff, so daß Konstanten schon bei der Programmierung in die entsprechenden Datenbereiche plaziert werden können. Aufgrund der EEPROM-Technik kann man den Baustein elektrisch löschen, und zwar lassen sich einzelne Bereiche löschen oder auch der gesamte Speicher. Der in diesem Projekt vorgestellte Programmer berücksichtigt dabei alle Besonderheiten der Programmierung und des Löschens. Beide Bausteine lassen sich auf zwei verschiedenen Wegen programmieren. Die serielle Programmiervariante dient zum Programmieren bereits eingelöteter PIC-Controller. Eine solche Programmierung in der Anwenderschaltung ist in einigen Fällen sehr wichtig, da dadurch die Lagerhaltung erleichtert wird und die Flexibilität der Schaltung erhöht werden kann. Man kann den Code sogar noch nach Auslieferung programmieren oder ändern. Die parallele Programmierung verläuft schneller, sie eignet sich insbesondere für Programmiergeräte.

Im Gegensatz zu den 16-C-5x-Ausführungen verläuft die Programmierung befehlsgesteuert, wobei die Befehlsnummern 4 Bit breit sind. Der Programmiermodus wird hier durch Schalten der Spannung V_{PP} eingeleitet, während RB7 und RB6 auf Null liegen. Zunächst ist die serielle Programmierung

aktiv. RB6 dient als Takt, RB7 stellt die seriellen Daten bereit. Die Kommunikation mit dem Baustein erfolgt befehlsgesteuert. Für ein Programmiergerät ist jedoch nur die parallele Arbeitsweise interessant. Nach dem Aktivieren des Programmiermodus kann man mit dem seriellen Befehl 'Enter Parallel Mode' zur parallelen Arbeitsweise umschalten. Anschließend werden die Pins RTCC, OSC1 und OSC2 neben RB6 und RB7 für die Weiterarbeit herangezogen. Die 14 Bit breiten Daten passen nicht mehr auf die noch freien Datenleitungen, aus diesem Grund sind sie in zwei Etappen in den Baustein einzugeben. Dabei steuert RB6 die MSB- und LSB-Zuordnung. Auch hier erfolgt die Kommunikation befehlsgesteuert.

Die Zuordnung der Daten zu den Portleitungen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Beim 16 C 84 entspricht die Aufteilung beim Lesen der EEPROM-Datenzellen der Reihe LSB.

Die Befehle im Parallel-Mode des 16 C 71 gibt Tabelle 2 wieder, Tabelle 3 enthält einen Überblick über die Befehle im Parallel-Mode des 16 C 84.

Die Hardware

In Bild 3 ist der Gesamt schaltplan des PIC-Programmers wiedergegeben. Alte Elektronikhasen werden sofort entdeckt haben, daß eine Standard-

Portpin	RA3	RA2	RA1	RA0	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
LSB	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MSB	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10

Tabelle 1. Zuordnung der Daten zu den Portleitungen.

Command	Hexcode	Daten
Load Configuration	00	ja
Load Data for Program Memory	02	ja
Read Data from Program Memory	04	ja
Increment Address	06	nein
Begin Programming	08	nein
Enter Program-Compare Mode	0C	nein
End Programming	0E	nein

Tabelle 2. Befehlsübersicht für 16 C 71.

Command	Hexcode	Daten
Load Configuration	00	ja
Load Data for Program Memory	02	ja
Read Data from Program Memory	04	ja
Increment Address	06	nein
Begin Programming	08	nein
Read Data from Data Memory	05	ja
Load Data From Data Memory	03	ja
Bulk Erase Program Memory	09	nein
Bulk Erase Data Memory	0B	nein

Tabelle 3. Befehlsübersicht für 16 C 84.

80535-Beschaltung nebst etwas Peripherie die Hauptarbeit verrichtet. Der Controller 80535 arbeitet mit einer Taktfrequenz von 12 MHz und versorgt über die Ports P4 und P5 die Textool-Fassungen mit Daten und Steuersignalen. Port P1 steuert über den Treiber IC5 die beiden LEDs und koordiniert die Generierung und Zuschaltung der beiden Spannungen V_{PP} und V_{DD}. Die PWM-Signale an den Ports P1.2 und P1.3 erzeugen nach dem Durchlaufen eines Tiefpasses eine dem Impuls/Pause-Verhältnis proportionale Spannung. Ein Operationsverstärker hebt die Amplitude der jeweiligen Spannung auf Nennpegel an, der nachgeschaltete Spannungsfolger stellt die Spannung niedrigmig zur Verfügung. Die Speisespannung für den Vierfach-OpAmp LM 324 stammt vom DC/DC-Wandler IC8, der eine stabile Ausgangsspannung von etwa 16 V bereitstellt. Die Wandlerschaltung basiert auf dem bekannten und unproblematischen Wandlerbaustein TL 497 A.

Die im 80535 vorhandene serielle Schnittstelle arbeitet mit einer Übertragungsrate von 9600 Baud, sie übernimmt die Verbindung zum PC mit Hilfe des Schnittstellen-Pegelwandlers MAX 232. Der Anschluß an den PC erfolgt über einen

zehnpoligen Flachkabelverbinder. Dabei ist die Pinbelegung so gewählt, daß die Pins der Reihe nach mit der üblichen neunpoligen Sub-D-Steckbuchse verbunden sind. Die Platine ist so klein wie möglich gehalten, sie nimmt auch zwei Textool-Sockel für die beiden möglichen PIC-Gehäuseformen auf. Entsprechend vorbereitet paßt die Platine in ein handelsübliches Gehäuse.

Wie eingangs bereits erwähnt, ist grundsätzlich der Einsatz eines Akkus möglich; in diesem Fall ist die Beschaltung gemäß Bild 4 vorzunehmen, damit man den Akku auch innerhalb des Gehäuses laden kann. Das Laden erfolgt bei dieser recht einfachen Schaltung natürlich nicht optimal, ein Überladen ist möglich. Um den Akku besser zu nutzen, sollte man ihn nach einigen Ladezyklen einmal völlig entladen und dann neu laden – dies wirkt dem Memory-Effekt entgegen. Die optimale Vorgehensweise besteht darin, einen Ladeanschluß vorzusehen und den Akku mit einem professionellen Ladegerät zu laden. Ein vollgeladener Akku kann das Gerät für rund 1 Stunde betreiben. Bei längeren Arbeitspausen sollte man das Gerät jedoch abschalten. Alle Batteriefreunde müssen zusätzlich einen kleinen Schiebeschalter einbauen. Für die reinen

Steckernetzteilnutzer ist dies aber nicht erforderlich.

Kommunikation ...

Das Gerät arbeitet befehlsgesteuert, das heißt, der PC sendet über die serielle Schnittstelle einen Befehl, und das Gerät führt ihn aus. Für das Handshaking zeichnen die RTS- und CTS-Leitungen verantwortlich. Eine Liste aller verfügbaren Instruktionen ist in Bild 5 wiedergegeben.

Diese Vorgehensweise ermöglicht es, alle zeitkritischen Teile in die 80535-Firmware zu integrieren und das Gerät einem breiten Spektrum an Anwenderkreisen zugänglich zu machen. Eine bestimmte Bedieneroberfläche ist damit nicht zwingend notwendig. Falls erforderlich, kann man das Gerät in bestehende Systeme integrieren und die Befehle aus dieser Ebene an das Gerät weitergeben. Für Turbo-Pascal-Programmierer ist eine Unit mit den kompletten hardwarenahen Komponenten erhältlich.

... und Software

Die Bedieneroberfläche der Programmier-Software bietet viele Funktionen, sie ist zudem für

einen Batch-Betrieb geeignet. Man kann PICs lesen und programmieren und mit einem Hex-Editor den Inhalt modifizieren. Besonders die Modifikation des Konfigurations- und ID-Code-Bereiches ist wichtig. Die Praxis zeigt, daß für solche Anwendungen eine menügeführte Oberfläche sehr zweckmäßig ist. Für einen automatisierten Ablauf ist es wichtig, daß ein Start mit Angabe der Einstellparameter und Dateinamen möglich ist. Schon beim Programmaufruf kann der Anwender den zu bearbeitenden Dateinamen, eine Baustein-Nummer sowie die Nummer der seriellen Schnittstelle (COM 1...3) angeben. Der Aufruf

PICPROG Dateiname -d 16 C 55 -p 2

beispielsweise startet die Oberfläche, wählt COM 2, setzt den Typ 16 C 55 und lädt die Datei mit dem angegebenen Namen. Die -D- und -P-Parameter sind optional und können entfallen, das Programm startet dann mit den Standardangaben COM 2 und PIC 16 C 54.

Zum Nachbau

Dank der kompakten Bauweise ist der Nachbau sehr leicht und kann in gewohnter Reihenfolge

Stückliste

Halbleiter	
IC1	80 C 535-N
IC2	74 HC 573
IC3	27 C 128
IC4	TL 7705 ACP
IC5	74 LS 07
IC6	MAX 232
IC7	LM 324
IC8	TL 497 ACN
IC9	7805
T1,2	BC 337
T3,4	BC 327
D1	1 N 4001
LED1	3-mm-LED rot
LED2	3-mm-LED grün
Kondensatoren	
C1,2	22p ker.
C3,15,16,18...20	10µ/16V
C4	22µ/16V
C5	100n ker.
C6	1µ/0.63V
C7	220p Folie
C8,9,13,14	2µ/50V
C10	470µ/16V
C11,12	1µ0
C17	22µ/35V
Widerstände	
R1	1k0
R2	1R2
R3	15k
R4,22,23	1k2
R5,7	4k7
R6,8	100k
R9	27k
R10	18k
R11	12k
R12	47k
R13,14	22k
R15,16,19,20	10k
R17,18	6k8
R21	47R
Sonstiges	
L1	470 µH
Q1	Miniatuurquarz 12 MHz
ST1	Wannensteckerleiste 10polig (2x5)
1	Textool-Sockel DIL 18
1	Textool-Sockel DIL 28
1	IC-Sockel DIL 8
3	IC-Sockel DIL 14
1	IC-Sockel DIL 16
1	IC-Sockel DIL 20
1	IC-Sockel DIL 28
1	IC-Sockel PLCC 68
1	Buchse für Kleinspannungsanschluß
1	Platine 77,5 mm x 137 mm

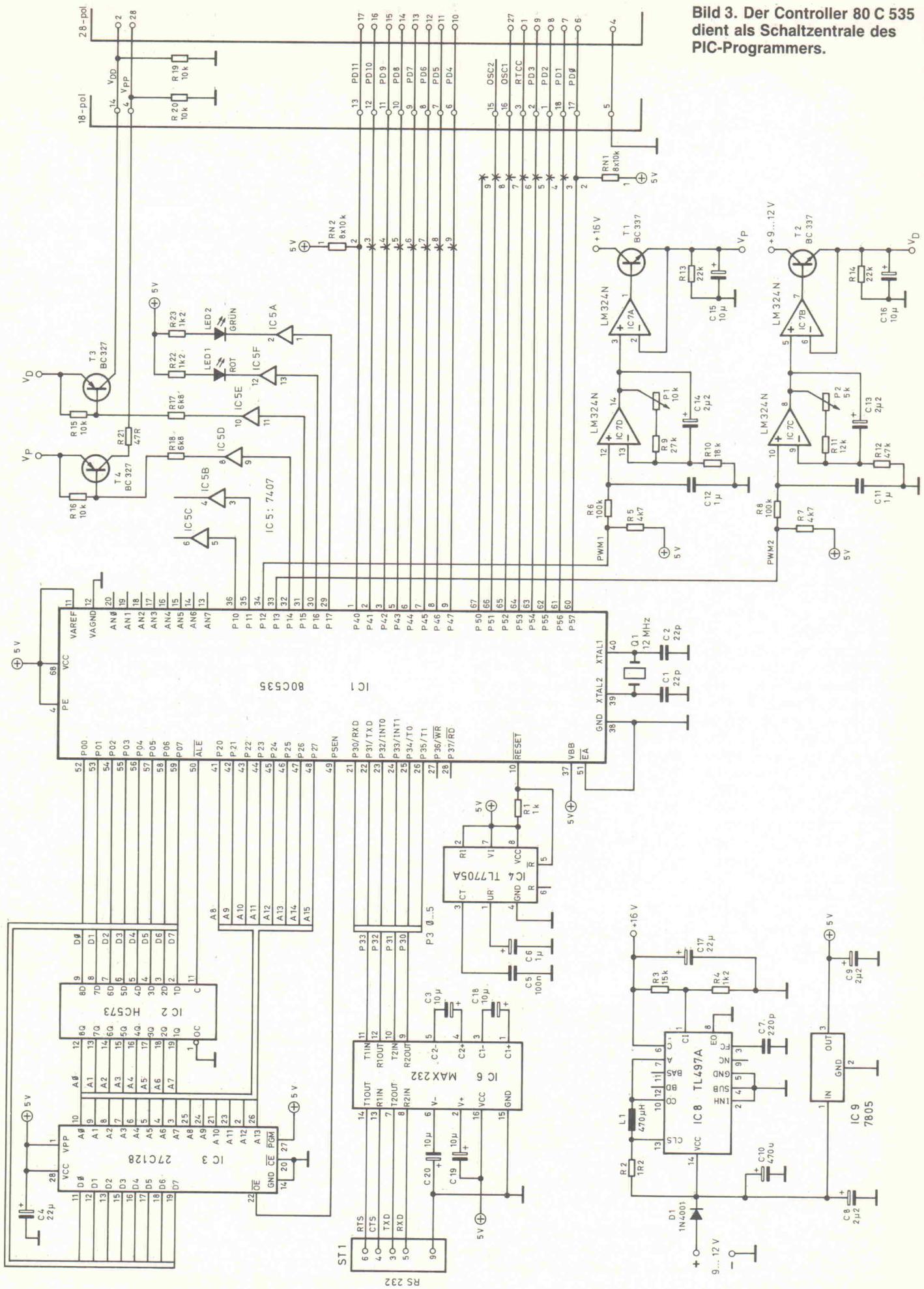


Bild 3. Der Controller 80 C 535 dient als Schaltzentrale des PIC-Programmers.

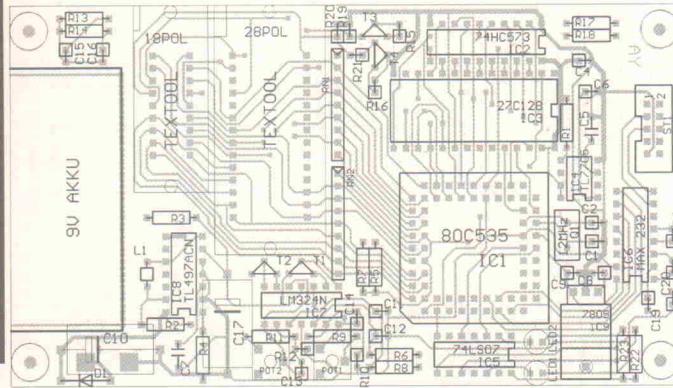
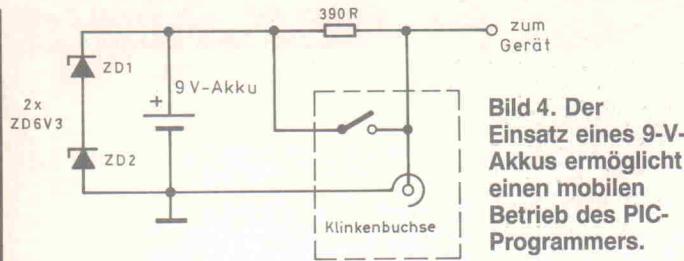


Bild 6. Die serielle PC-Ankopplung erfolgt über die zehnpolige Wannensteckerleiste.

erfolgen. Bei den ICs bestückt man zunächst nur IC8 und IC9 und prüft nach dem Zuschalten einer 9-V-Quelle, ob an C17 eine Spannung von etwa 16 V ansteht. Am Ausgang von IC9 sollte eine Gleichspannung von 5 V zu messen sein. Erst nach diesem Vortest sollte man alle weiteren ICs bestücken. Das Gerät sollte nun einwandfrei arbeiten, was an einem niederfrequenten Aufblitzen der grünen LED von außen erkennbar ist. Die Leitung zur seriellen Schnittstelle ist durch die Verwendung der Flachkabelverbinder auf beiden Seiten sehr schnell ohne Löten anzufertigen. Die Länge sollte aber etwa 3 m nicht überschreiten. Bei stark EMV-gestörten Arbeitsplätzen sollte das Verbindungs-kabel nur so lang wie unbedingt nötig sein.

Zum Abgleich sind nur die beiden Steller P1 und P2 zu justieren. Dazu schaltet man das Gerät ohne Verbindung zum PC ein. Anschließend stellt man mit P1 eine Spannung von 7,09 V am Emitter von T1 ein. Danach justiert man mit P2 am Emitter von T2 eine Spannung von 3,28 V. Nach dem Aufruf der Bediener-Software (bei ange-schlussinem Gerät) und dem Starten eines Leertests sollte am Emitter von T1 eine Spannung von rund 13,08 V zu messen sein, am Emitter von T2 rund 4,55 V. Für alle Messungen sollte man ein Digitalmultimeter einsetzen, um die erforderliche Meßgenauigkeit zu erreichen. kb

Literatur

[1] Datenbücher und Publikationen der Fa. Microchip Technology Incorporated

Nr.	Controller	EPROM-größe	RAM-größe	Max-Frequenz	Peripherie
00	16 C 54	512 × 12	32 × 8	20 MHz	WDT, Timer, 13 I/O
01	16 C 55	512 × 12	32 × 8	20 MHz	WDT, Timer, 21 I/O
02	16 C 56	1K × 12	32 × 8	20 MHz	WDT, Timer, 13 I/O
03	16 C 57	2K × 12	80 × 8	20 MHz	WDT, Timer, 21 I/O
04	16 C 71	1K × 14	36 × 8	20 MHz	WDT, Timer, 13 I/O, A/D-Wandler
05	16 C 84	EEPROM 1K × 14	36 × 8, EEPROM 64 × 8	10 MHz	WDT, Timer, 13 I/O,

Bild 7. Überblick über die vom Gerät behandelten PIC-Controller mit ihren wichtigsten Daten. Die Größe 'Nr.' stellt eine Kennnummer dar, die bei fast allen Befehlen an das Gerät übergeben wird.

Befehlsnummer	Bytezahl	Funktion
00	0	keine Funktion
01	1	Das Gerät komplementiert das empfangene Datenbyte und gibt es zurück (Testfunktion).
02	1	Baustein lesen: Das empfangene Datenbyte stellt eine Bausteinnummer dar. Nach diesem Befehl sendet das Gerät alle EPROM-Inhalte inklusive Konfiguration und ID-Bereich an den PC.
03	1	Leertest: Das empfangene Byte ist die Bausteinnummer. Das Gerät führt einen Leertest aus und meldet 00 bei Erfolg; bei einem Fehler wird AA zurückgegeben.
04	1	V _{DD} setzen: Das empfangene Byte gibt die Höhe der Spannung V _{DD} an.
05	1	V _{PP} setzen: wie das Setzen von V _{DD} .
06	1	Programmiermodus einschalten: Das empfangene Byte stellt die Bausteinnummer dar. Einschalten der Spannungen V _{DD} und V _{PP} .
07	-	Programmiermodus aus: Ausschalten der Spannungen V _{DD} und V _{PP} . Die Textool-Sockel werden stromlos geschaltet.
08	-	Einschalten der Spannung V _{DD} und Weiterleiten zu den Textool-Sockeln.
09	-	Einschalten der Spannung V _{PP} (wie V _{DD}).
0A	-	Ausschalten der Spannung V _{DD} und Abschalten an den Textool-Sockeln.
0B	-	Ausschalten der Spannung V _{PP} (wie V _{DD}).
0C	2	Daten programmieren, ohne Inkrementieren des Programmzählers. Rückmeldung von 00 bei Erfolg, von AA bei Fehler (nicht für 16 C 71 und 16 C 84).
0D	2	Daten programmieren, mit Autoinkrement des Programmzählers; sonst wie Funktion 0C.
0E	-	Programmzähler + 1
0F	5	Parameter setzen: Die Datenbytes stellen die Programmierparameter dar, sie werden in die entsprechenden Steuerregister des Gerätes geschrieben.
10	2	Fuse-Programmierung: Die folgenden Bytes werden als Konfigurationsdaten interpretiert und programmiert. Rückmeldung von 00 bei Erfolg, ansonsten AA.
11	-	Abfrage der Parameter: Das Gerät sendet die Steuerparameter an den PC (5 Bytes).
12	1	Test-EPROM adressieren: Das empfangene Byte ist die Bausteinnummer. Danach wird der ID-Bereich adressiert. Rückmeldung 00.
13	2	Programmzähler um eine bestimmte Anzahl weiterzählen. Die empfangenen 2 Bytes geben die Anzahl an. Rückmeldung 00.
14	-	Daten einer Adresse lesen: Die Daten der vom Programmzähler adressierten Stelle werden zurückgegeben. Der interne Programmzähler wird automatisch inkrementiert.
15	1	Lesen eines Bausteins ohne Konfigurations- oder ID-Bereiche. Sonst wie Funktion 02.
16	1	16-C-84-Programmspeicher löschen. Parameter: ID-Byte. Rückmeldung 00 oder AA
17	1	16-C-84-Programm- und ID-Speicher löschen. Parameter: ID-Byte. Rückmeldung 00 oder AA.
18	-	Datenbyte vom 16 C 84 lesen. Parameter: ID-Byte. Rückmeldung Datenbyte und ein Dummy-Byte. Der Programmzähler wird automatisch erhöht.
19	-	Datenbyte in den 16 C 84 schreiben. Parameter: Datenbyte und ein Dummy-Byte = FF. Rückmeldung 00 oder AA.
1A	1	16-C-84-Gesamtspeicher löschen. Parameter: ID-Byte. Rückmeldung 00 oder AA.
1B	1	16-C-84-Datenspeicher löschen. Parameter: ID-Byte. Rückmeldung 00 oder AA.

Für die Rückmeldungen gilt: 00 = Funktion erfolgreich, AA = Fehler. Zum Berechnen der Übergabewerte der Funktionen 04 und 05 ist wie folgt vorzugehen:

$$V_{DD\text{-Wert}} = 255 - (vdd_ soll / (6.5 / 255))$$

$$V_{PP\text{-Wert}} = 255 - (vpp_ soll / (14 / 255))$$

Die Ergebnisse sind auf 1 Byte zu runden.

Bild 5. Befehlsübersicht für den PIC-Programmer.

Gute Karten fürs Labor

Neun IEEE-488-Karten im Test

Klaus Ehlers,
Wolfram Tege

Im Bereich der Vernetzung von Meß- oder anderen Daten-geräten mit einem PC nimmt der IEEE-488-Bus eine Sonderstel-lung ein: Aufgrund der zumindest im PC-Bereich beispielhaft eindeutigen Fest-legung des Bus soll sich die Installation einzelner Komponen-ten sehr einfach gestalten. In Bereichen, wo Inge-nieurstunden gegen Hardware-Kosten aufgerechnet werden, ist das sicher ein Argument. Speziell bei Busteilnehmern, die große Datenmengen umsetzen möchten, gewinnt auch die Transferleistung der Schnittstelle an Bedeutung.

Dipl.-Ing. Klaus Ehlers arbeitet selbstständig im Bereich computer-gestützte Meßtechnik.



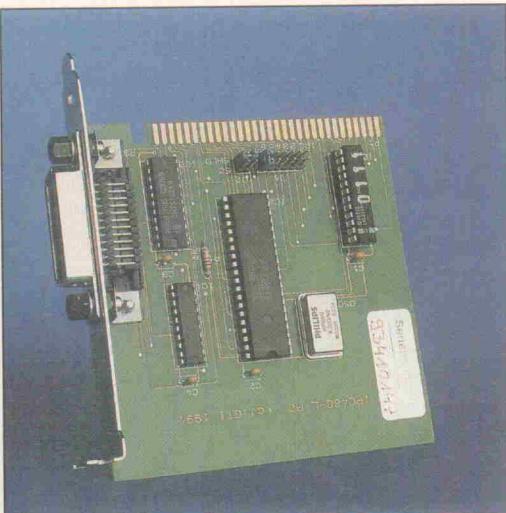
Wagt man einen historischen Rückblick auf die Geschichte des IEEE-488-Busses, so ist zunächst das Jahr 1965 zu nennen, in dem Hewlett-Packard den Hewlett-Packard-Interface-Bus, kurz HP-IB, vorstellte. Eine weitere gebräuchliche Bezeichnung ist GPIB, was General-Purpose-Interface-Bus meint. 1975 erfolgt die erste IEEE-Normung namens 488; seit 1977 ist eine Variante mit einem 25poligen Sub-D-Stecker anstelle der IEEE-typischen 24poligen Verbindung unter der Bezeichnung IEC-625 genormt. Parallel zur IEEE-488.1 von 1987 existiert die erweiterte IEEE-488.2 von 1992: Während die 'klassische' 488.1 im wesentlichen nur die physikalische Schnittstelle beschreibt, sind in der erweiterten Norm auch Syntax und Semantik des Datenaustausches festgelegt. Im Idealfall bedeutet das, daß ein beliebiges 488.2-Gerät ohne große Softwareänderungen gegen eins

eines anderen Herstellers ausgetauscht werden kann.

Als Tor in die 488-Welt benötigen PC-Benutzer – neben wenigstens einem GPIB-Gerät – natürlich eine entsprechende Interface-Karte. Außer den in der Meßtechnik üblichen Busteilnehmern wie Oszilloskopen, Analyzern, Multimeter und Netzgeräten bietet der Markt auch Drucker, Festplatten und Floppies oder Scanner. Bei den letztgenannten ist aufgrund der zu erwartenden hohen Datenmenge die Bus-Transferleistung von besonderem Interesse. Für den generierten Meßtechniker stehen jedoch andere Details im Vordergrund. Er interessiert sich vornehmlich dafür, ob sich die erstandene Karte über die mitgelieferten Treiber leicht in seine Steuerungssoftware einbinden läßt. Sollen diese Programme später problemlos auf weiteren Rechnern mit anderen Karten laufen, ist auch die Frage deren Kompa-

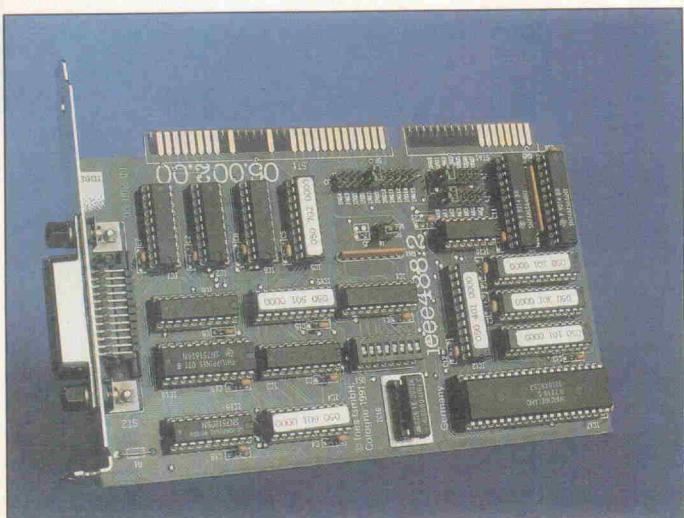
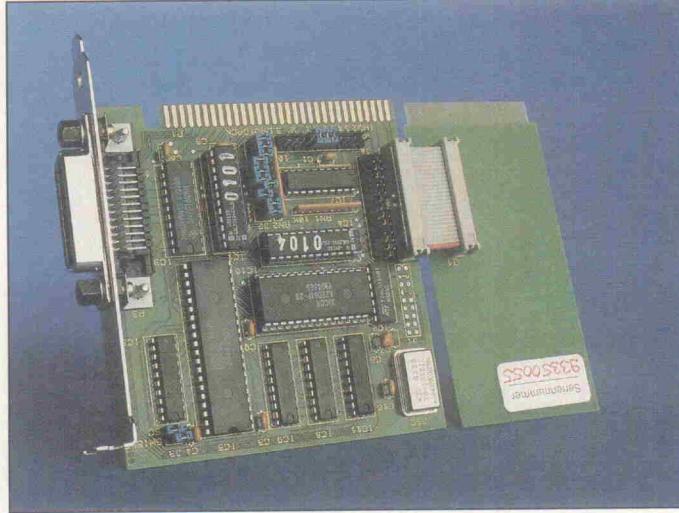
tibilität beachtenswert. Haupta- genmerk für OEMs, die für ihr ei- genes Softwarepaket die notwen-dige Hardware kaufen wollen und die ihre Programme ohnedies selbst entwickeln (lassen), wird letztendlich der Preis sein.

Die heute eingesetzten IEEE-488-Controller auf den hier vor-gestellten Karten sind zunächst der klassische NEC μPD 7210 (Axiom AX 5488, IPC 488-L, IPC 488-A1, Ines 05.002.00, Keithley KPC-488.2, KPC-488.2 AT, Computer Boards CIO-PC2A) sowie der Texas TMS 9914 (Prema GPIB 1000). Leider sieht es wohl so aus, daß sich für beide Hersteller die Auf-rechterhaltung von so kleinen Produktionslinien, wie sie der IEEE-488-Markt schluckt, nicht mehr lohnt, will heißen: Immer wiederkehrenden Gerüchten zu-folge wollen NEC und Texas diese Controller aus dem Pro- gramm nehmen. Lachende Dritte sind National Instruments und

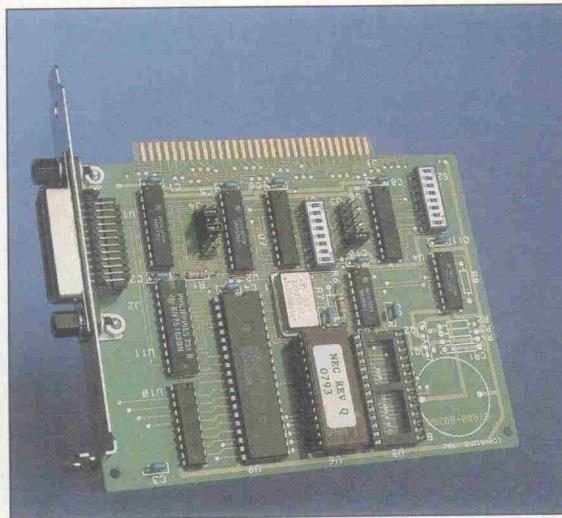


Bei Bedarf wird die Adresse der GTI-iPC-488-L mit einer Umprogrammierung des GALs geändert.

Die GTI-iPC-488-A1 greift über die AT-Bus-Erweiterung auf zusätzliche DMA- und Interrupt-Kanäle zu.



Für schnellen DMA-Transfer bietet die kurze Keithley-KPC-488.2 optionales Cache-RAM.



Keine Angst vor OS/2: Ines liefert auch Treiber für verschiedene PC-Multi-tasking-Betriebssysteme mit der Karte.

Ines: NI bestückt schon seit längerem seine Karten mit eigenen ICs. Dies sind bei der GPIB-PCII/IIA ein NAT 4882, der bei der AT-GPIB noch von einem 'Turbo 488' unterstützt wird. Der NAT 4882 emuliert wahlweise den Texas- wie auch den NEC-Chip. Während in der Dokumentation zur NI-488.2 die verwendete Emulation nicht angegeben ist, lässt sie sich bei der PCII/IIA sogar per Jumper ändern. Die Kölner Firma Ines bietet auch Pin- und funktionskompatible Pendants für beide Standards an.

Karten-Installation

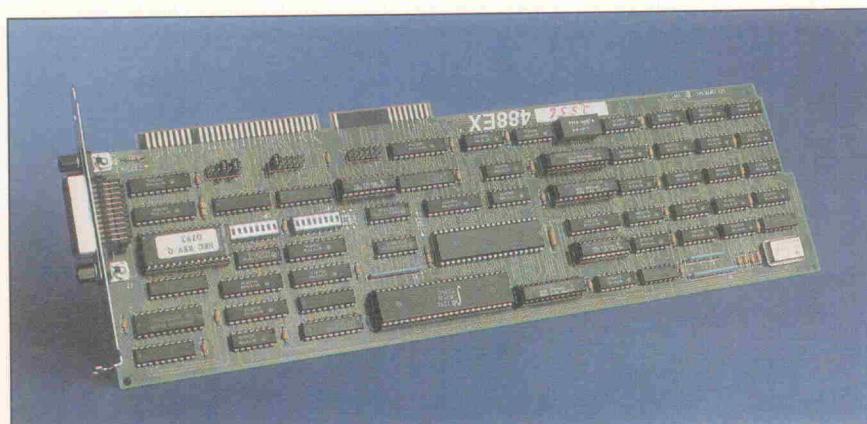
Bootet der Rechner schon nach der reinen Hardware-Installation nicht mehr korrekt, sind drei Punkte abzuprüfen. Dies sind die bereits vergebenen Adressbereiche, die benutzten Interrupts

sowie die noch freien DMA-Kanäle. Obgleich IBM diese Bereiche für diverse Hardware festgelegt hat, lauert hier bei exotischen Rechnerausrüstungen immer die Gefahr eines Konfliktes. Im Zweifelsfall hat also die Karte die Nase vorn, bei der sich alle drei Bereiche in weiten Grenzen einstellen lassen. Im Testrechner waren nur eine VGA- und eine Multifunktionskarte installiert, so daß sich hier auch keine Probleme einstellten. Die Standardeinstellung bei den Karten mit Acht-Bit-PC-

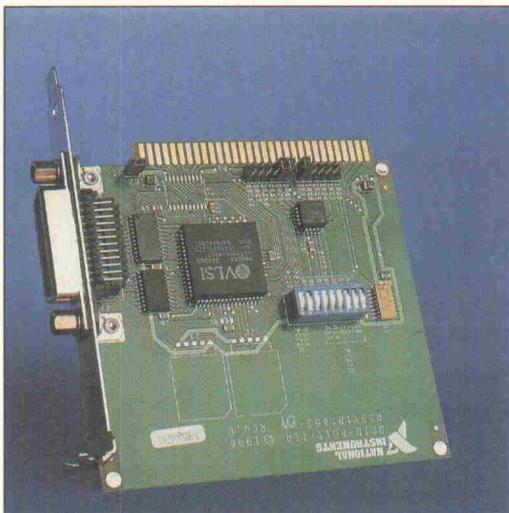
Bus lautet: Kartenadresse 2E1h, Interrupt-Kanal 7 und DMA-Kanal 1 – in dieser Einstellung wurden diese Karten auch getestet. Bei den 'langen' Karten dagegen lautet der Standard für die Adresse 2C0h, Interrupt 11 und DMA-Kanal 5. Eine Umkonfiguration muß spätestens dann berücksichtigt werden, wenn mehr als eine IEEE-Karte in einem Rechner arbeiten soll.

In der Liefer-Konfiguration lehnt sich die 8-Bit-Karte iPC 488-L wie auch einige andere an

den von National Instrument gesetzten Standard an. Eine geänderte Adresse erhält man entweder mit der Angabe der gewünschten Adresse bei der Bestellung oder über eine Umprogrammierung eines GALs. Dies ist im Handbuch gut beschrieben und wird zusätzlich mit vorbereiteten GAL-Gleichungen auf den Disketten unterstützt. Im Zweifelsfall bietet GTI auch einen kostenfreien Brennservice an. Die iPC 488-L ist nicht DMA-fähig, die Interrupt-Einstellungen überstreichen

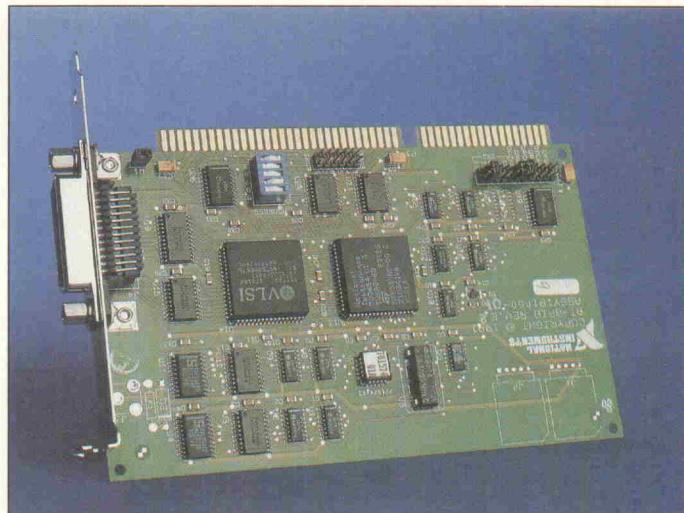


Entsprechende Gegenstellen vorausgesetzt, schafft die Keithley-KPC-488.2 AT mit einem nicht-standardisierten High-Speed-Protokoll bis zu 5 MByte/s auch ohne DMA.



Allgemein anerkannter Standard: die PCII/PCIIA von National Instruments.

Wie auch zur PCII liefert NI zur AT-GPIB gute Diagnose-Software mit.



den für XT-Karten typischen Bereich INT2...7. Ein PC-Bus-Zwitter ist die zweite Karte von GTI, die iPC 488-A1: sie ist zwar nicht zu einem 16-Bit-Datenzugriff fähig, kann jedoch weitere Interrupt-Kanäle sowie einen zusätzlichen DMA-Kanal nutzen; hierzu läßt sich mittels Flachbandkabel eine AT-Erweiterung anschließen. Im Gegensatz zu ihrer kleineren – und preisgünstigeren – Schwester sind hier alle drei Bereiche mit Jumpers einstellbar.

Ein Feature, dessen nähere Betrachtung den Rahmen dieses Artikels sprengen würde, bietet die Ines-Karte: in Systemen mit ISA-Slot erwartet sie nicht unbedingt DOS, sondern läuft laut Hersteller auch unter Multiuser-/Multitasking-Betriebssystemen wie Xenix, Unix, AIX oder OS/2. Hierzu verfügt sie über eine DMA-Unterstützungseinheit sowie erweiterte Selektionsmöglichkeiten für Interrupt- und DMA-Kanäle.

Als einzige Karte im Test verfügt Keithleys KPC-488.2 über einen optionalen Cache-Speicher für den DMA-Transfer, der allerdings bei unserer Testkarte nicht aufgerüstet war. Hier läßt sich eine von elf Basisadressen einstellen. Bei der größeren KPC-488.2AT kann man ebenfalls zwischen elf Adressbereichen wählen, hier ist jedoch zu beachten, daß sich außer diesem acht Byte breiten Bereich drei weitere acht-Byte-Bereiche mit verschieben; für die Basisadresse 2B8h liegen diese laut Handbuch bei 12B8h, 22B8h und 32B8h. Beide Keithley-Karten lassen sich 'nur' auf zwei DMA-Kanäle einstellen; in der Bedienungsanleitung zur AT-Karte weist der Hersteller jedoch ausdrücklich darauf hin,

dass sie dank einer nicht näher beschriebenen 'Beschleunigungs-Hardware' ohnedies ohne DMA schneller transferiert als mit ...

Wie der Doppelname der National-Instruments-Karte GPIB-PCII/IIA bereits vermuten läßt, emuliert dieser Adapter seine beiden Vorgänger. Bei einem Betriebsarten-Wechsel ist zu beachten, daß die Adressschalter ihre Funktion ändern. Hier ist als Besonderheit eine Funktionsgruppe zu finden, die parallel zur Bus-Steuerung den Busverkehr protokolliert und unabhängig von den weiter unten beschriebenen Protokoll-Tools arbeitet.

Um auch in schnellen PC-Bus-systemen einen sicheren Datentransfer zu gewährleisten, verfügt die CIO-PC2A aus dem Hause Computer-Boards beziehungsweise Plug-In über einen Wait-State-Generator. In der Bedienungsanleitung findet sich dazu der Hinweis, daß man ihn

wohl nicht brauchen wird und der entsprechende Jumper standardmäßig auf 'OFF' steht. Für die beiden möglichen Adressen der Prema-GPIB-1000 schließlich liefert der Meßtechnikherrsteller unterschiedliche Treiber mit, dazu später mehr.

Software-Installation

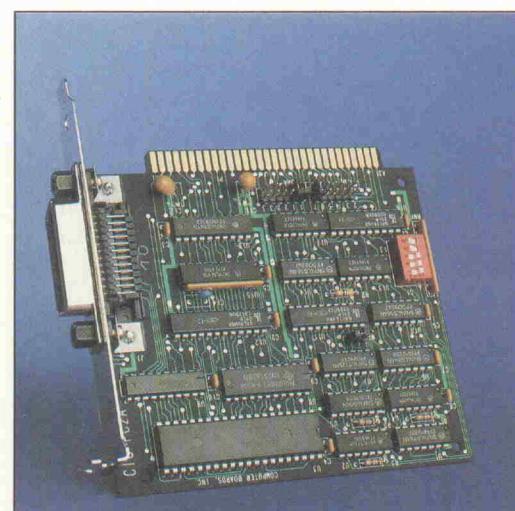
Vorweg sei angemerkt, daß die Installation mit den Hersteller-Einstellungen bei keiner der vorliegenden Karten Schwierigkeiten bereitete. Im Zweifelsfall ist guter Rat teuer – oder eine gute Dokumentation hilfreich. Doch zunächst zur Software-Installation. Grundsätzlich kann man hier wohl zwei verschiedene Vorgehensweisen unterscheiden: Bei den beiden Karten von GTI befinden sich auf der mitgelieferten Diskette ein Installations-Programm, das dem Anwender etwas Arbeit abnimmt. Es kopiert in ein selbsterstelltes Di-

rectory namens '\GPIB2' 14 Unterverzeichnisse und in diese dann alle benötigten Treiber, Hilfsteile, Beispiele- und Hilfsprogramme. Ferner ändert es auf Nachfrage die Startdateien oder konfiguriert Windows-Treiber – jedoch nicht beides gleichzeitig.

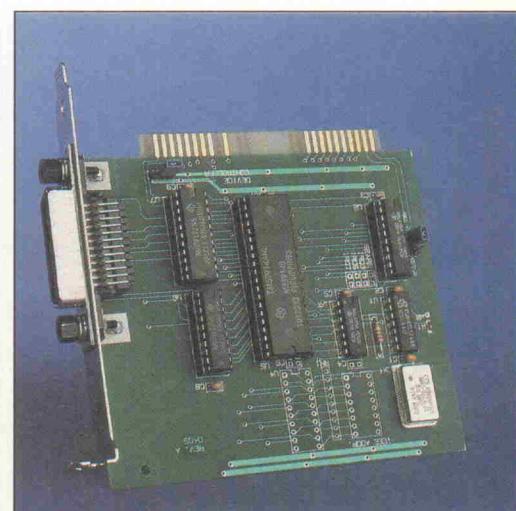
An und für sich ist das eine einfache und sichere Methode. Leider ist die in die AUTO-EXEC.BAT eingefügte Zeile
 C:\gpiib2\ipclight.exe /p:2e1 /i:7
 /a:*/b/t:1024

in der Dokumentation nur schwerlich wiederzufinden, da die .EXE-Datei hier IPC488 heißt. Kleine Ungenauigkeiten dieser Art finden sich noch öfter in der Bedienungsanleitung; sie lassen sich aber nach einigem Grübeln finden und beheben.

Bei allen anderen getesteten Karten erfolgt die Installation nicht automatisch, sondern nach Handbuch. Dies ist zwar etwas



Die CIO-PCIIA zeichnet sich durch eine gute Performance und einen äußerst günstigen Preis aus.



Im Test die schnellste am Bus: Die Prema-GPIB 1000.

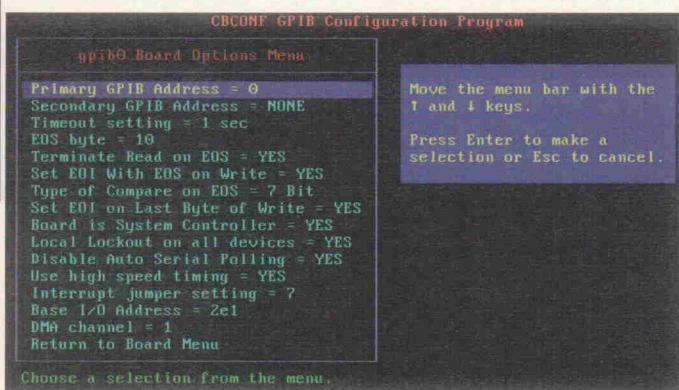
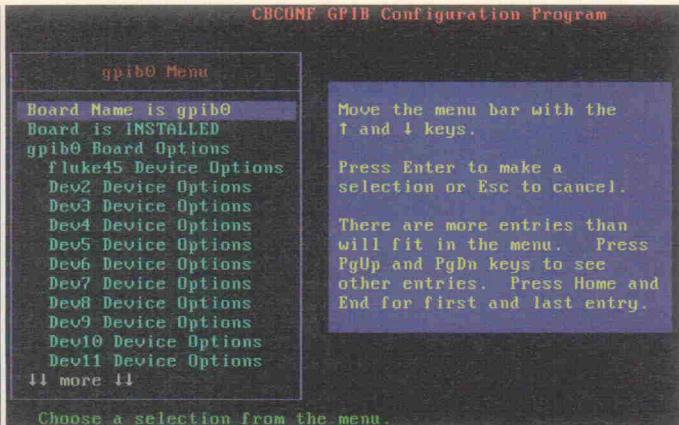


Bild 1a und b. Mit CPCONFIG von Computer-Boards lassen sich neben zwei Controllern auch die Devices konfigurieren. Alle Parameter sind komfortabel per Menü einstellbar.

müheliger, dafür wird aber von Anfang an nur der Festplattenplatz für die tatsächlich benötigten Treiber belegt und die Treiber werden auch nur bei konkretem Bedarf in den Arbeitsspeicher geladen. Eine manuelle Installation verlangt von dem Benutzer auf jeden Fall von Anfang an mehr Aufmerksamkeit – ob dies ein Vor- oder Nachteil ist, muß wohl jeder selbst entscheiden.

Um die Treiber auch entsprechend den Jumpern auf den Karten zu konfigurieren, gibt es verschiedene Verfahren. Bei den Karten von GTI und Ines erfolgen die Einstellungen beim Aufruf des Treibers mit Hilfe von diversen Parametern. Steht dieser Aufruf nicht komplett in der AUTOEXEC.BAT – oder einer anderen, individuellen Batchdatei –, muß man sie mit lästigen Zeilen wie der weiter oben

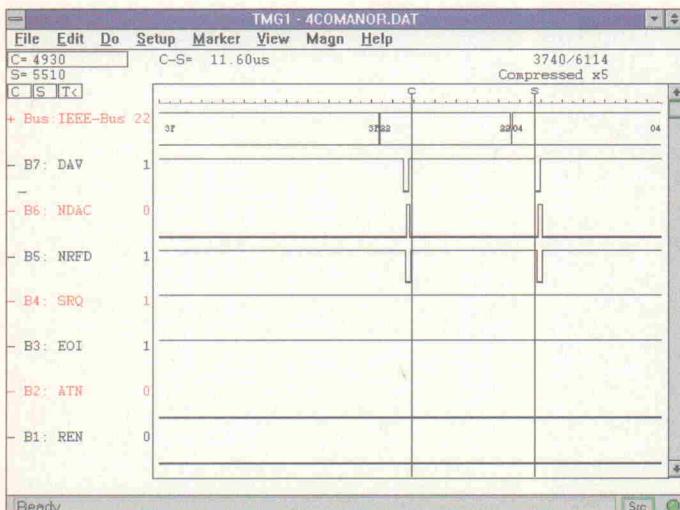


Bild 2. Die in der Tabelle wiedergegebenen Zeiten wurden zwischen der Device-Handshake-Meldung /'Not-Ready-For-Data' und dem Controller-Signal 'Data-Valid' bestimmt.

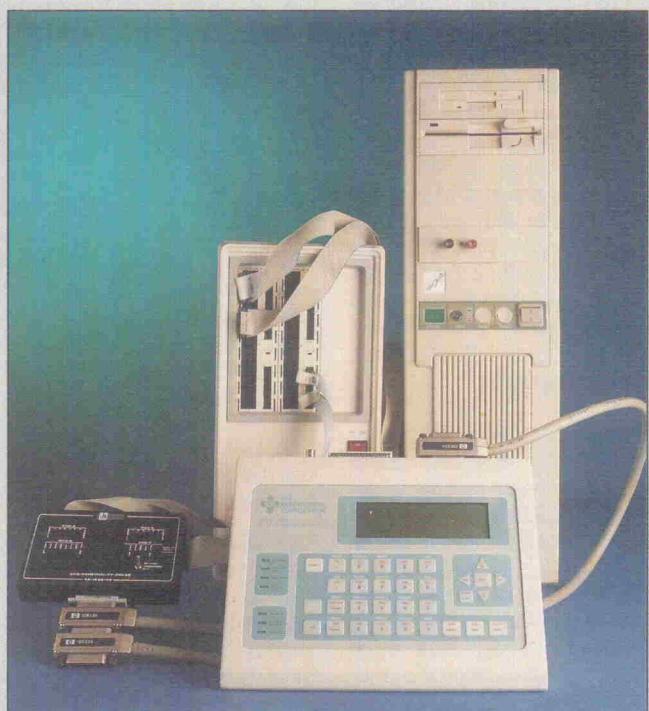
Das Test-Equipment

Als Testrechner diente hier ein 486/DX33-Rechner mit ISA-Bus, AMI-BIOS und 8 MByte RAM. Die Gegenstelle zu den IEEE-Karten war ein 'Universeller IEEE-488.2-Busanalysator' Modell 4811 von ISC Electronics Corporation. Generalimporteur dieses Gerätes ist die Firma Meilhaus-Electronic GmbH, Puchheim; der im Test eingesetzte Analyzer kam aus dem Hause Ines GmbH, Köln.

Das Modell 4811 beherrscht vier Betriebsarten: Als Gerä-

einem Rechner kommunizieren. Damit ergeben sich dann verbesserte Handling- und Analysemöglichkeiten. Im Rahmen des Testes wurde diese Betriebsvariante jedoch nicht in Anspruch genommen.

Zur Überprüfung und Protokollierung des Datentransfers diente beim Test ein DLI-Lokalanalysator LA 64100 in Verbindung mit einem IEEE-488-Bus-Adapter sowie einem IEEE-488-Disassembler. In der uns zur Verfügung stehenden Konfiguration



tesimulator kann es bis zu 256 Byte lange Strings ausgeben und so – auch defekte – Geräte simulieren. In der Betriebsart **Prüfmuster-Erzeugung** lassen sich Busbefehle und Daten mit bis zu 2 MByte/s ausgeben. Eine Steuerung von Geräten ist in der Konfiguration als **Buscontroller** möglich; dabei werden Befehle wahlweise individuell über das Bedienfeld eingegeben oder als gespeicherte Programme ausgeführt. In der Betriebsart **Monitor** lassen sich parallel zu den genannten Betriebsarten Busaktivitäten für spätere Analysen protokollieren. Über eine RS-232- – oder in der Macintosh-Variante eine RS-422- – Schnittstelle kann der Analysator wahlweise mit einem Drucker oder

on bietet das Grundgerät 2×64 Kanäle mit maximal 10 ns Auflösung – Spezifikationen also, die beim Test von GPIB-Geräten über jeden Zweifel erhaben sind.

Bedienen und konfigurieren läßt sich dieser LA mittels eines Windows-Programms. Auch das eigentliche Analysieren, Editieren und Dokumentieren der Aufzeichnungen erfolgt aus diesem Programm heraus, wozu der LA selbst nicht unbedingt erforderlich ist: Die Arbeiten können also fernab vom eigentlichen Meßaufbau erfolgen. Ausdrücklicher Dank gilt der Firma DLI für die Unterstützung bei der Konfiguration des Analysators für diesen Test.

zitierten installieren. Bei der Ines-Karte kann die korrekte Installation per Software geprüft werden. Zu den GTI-Karten gehört ein Windows-Testprogramm, das zusätzlich eine interaktive Bedienung der Karte ermöglicht. Die Treiber von Keithley und Prema arbeiten ohne Konfiguration mit werkseitigen Standardeinstellungen. Abweichungen werden später direkt in der Software initialisiert. Nachteil: man muß bei jedem neu geschriebenen Programm auf richtige Installation achten. Beide Pakete enthalten einfach zu bedienende Prüfprogramme, mit denen sich die Konfiguration prüfen läßt und die eventuelle Fehler melden.

Das nächste Stadium der Benutzerfreundlichkeit erreicht das Paket von Computer-Boards. Gemeint sind menügeführte Konfigurationsprogramme. Bild 1a und 1b geben hierzu zwei Stufen des CBCONF von Computer-Boards wieder. Hiermit lassen sich neben dem Controller auch die Parameter sämtlicher an den Bus angeschlossenen Devices definieren. Nach Abschluß des Programms ist nicht nur der Treiber initialisiert, auch sonst nötige Definitionen – etwa die EOS-Bytes (End-Of-String) oder das Time-Out-Setting – müssen später innerhalb des eigentlichen Programms nicht mehr erfolgen. Auch lassen sich hier bereits an die einzelnen Devices Namen vergeben, mit denen diese später sowohl von DOS aus als auch in den Programmiersprachen angesprochen werden können. Den Namen sind dann sämtliche Einstellungen zugeordnet.

Zum Lieferumfang der National-Instruments-Karten gehören sowohl die Test- und Diagnoseprogramme IBTEST und IBDIAG als auch das komfortable, menügesteuerte Konfigurationsprogramm IBCONFIG, das über die Möglichkeiten der Konfigurationsprogramme von Computer-Boards noch hinausreicht: es erkennt die Karte und die angeschlossenen Busteilnehmer und konfiguriert diese mit üblichen Standardeinstellungen. Alle Feinheiten der Geräte und deren Übertragungsprotokolle werden so zwar nicht erfaßt, in den meisten Fällen erleichtert diese Vorgehensweise jedoch den ersten Kontakt mit dem Bus erheblich.

In den Paketen von National Instruments, Computer-Boards und Keithley befinden sich

IO-Adressen des PC

Adressebereich	Verwendung	Adresse	Verwendung
000h...0FFh	Reserviert für Systemplatine	320h...32Fh	Festplatte (XT)
100h...1EFh	frei	330h...35Fh	frei
1F0h...1F7h	Festplatte (AT)	360h...36Fh	reserviert
1F8h...1FFh	frei	370h...377h	frei
200h...20Fh	Computerspiele	378h...37Fh	LPT1
210h...217h	Erweiterungseinheit (XT)	380h...38Fh	SDLC-Adapter
218h...21Fh	frei	390h...39Fh	frei
220h...24Fh	reserviert	3A0h...3AFh	BISYNC (AT)
250h...277h	frei	3B0h...3BFh	Monochrom-Bildschirmadapter
278h...27Fh	LPT2 (AT)	3C0h...3CFh	reserviert
280h...2EFh	frei	3D0h...3DFh	Farb/Grafik-Bildschirmadapter
2F0h...2F7h	reserviert	3E0h...3E7h	reserviert
2F8h...2FFh	COM2	3E8h...3EFh	frei
300h...31Fh	Prototypen-Karte	3F0h...3F7h	Diskette
		3F7h...3FFh	COM1

außerdem Übungsprogramme. National Instruments' IBIC beispielsweise ermöglicht ein leichtes Erlernen des Umgangs mit dem IEC-Bus über ein interaktives System mit Fehlermeldungen, Syntaxkorrektur und weiteren nützlichen Hilfen. APPMON heißt der Fehler- und Busmonitor bei NI. Er läuft im Hintergrund und zeichnet die Busaktivitäten auf. Bei einstellbaren Buszuständen als Triggerbedingung oder auch generell im Fehlerfall meldet er sich automatisch. Zur Anzeige kommt der letzte Buszustand; die protokolierte Vorgeschichte läßt sich auf Tastendruck anzeigen. Zur Keithley-Karte gehört das ähnlich arbeitende Programm DEBUG-488.

Im Gegensatz zu den NI- und Keithley-Helfern, die man vor einer Analyse explizit aufrufen muß, schreibt die Ines-Software die Historie eines Bus-Crashes automatisch mit und meldet sich im Fehlerfall.

Bus-Rennen

Zur Ermittlung der Befehl-Zykluszeiten wurden die Karten wie oben im Teil über die Installation beschrieben eingesetzt. Nach Sichtung der zu den einzelnen Karten mitgelieferten Beispielprogramme fiel die Entscheidung, die Schnittstellen einer in QuickBASIC verfaßten kurzen Testroutine auszusetzen. Dazu wurden die Initialisierungsphasen der Beispielprogramme unverändert übernommen. Als eigentliches Anwendungsprogramm diente ein in einer Schleife laufender IEEE-488-Vierzeiler, der wie folgt aussah:

```
DO
"CLEAR"
"CLEAR"
LOOP
```

Die Anführungszeichen sollen darauf hinweisen, daß es sich hierbei wieder um herstellerspezifische Kommandos handelt. Bei den National-Instruments-Karten lautet die Zeile beispielsweise

CALL ibclr(device%)

während eine gleichbedeutende Zeile bei Keitley

CALL transmit("UNL Listen 2 SDC", status%)

heißt. Während der IEEE-4811-Busanalysator als einheitliches Device – und zugleich als Monitor – arbeitete, protokolierte der Logik-Analysator das Bustiming mit einer Auflösung von 20 ns.

Um dem traditionellen Mißtrauen gegenüber einer Interpreter-Sprache zu begegnen,

wurden die Programme auch kompiliert. Als weitere Überprüfung wurde die Schleife auch über mehrere einzelne Befehle ausgeführt, um mögliche 'Schleifen-Verzögerungen' zu erkennen. In allen Meß-Variationen waren keine Unterschiede zwischen den einzelnen Ergebnissen aufzuzeichnen.

Interessant dürfte noch die IEEE-488-Funktion des kurzen Testprogramms sein: Es setzt das auf Adresse 2 arbeitende Gerät – das Model 4811 – in den Grundzustand zurück. Hierzu gehört mindestens ein globaler Befehl, der alle Geräte vom 'Zuhören' freistellt. Dies ist UNL (Unlisten; 3Fh). Der nächste obligatorische Befehl lautet MLA2 (My-Listener-Address=02; 22h); er fordert das

Nutzung der PC-Interrupts

IRQ	Verwendung im XT	Verwendung im AT
2	reserviert	IRQ 9
3	COM2	
4	COM1	
5	Festplatte	LPT2
6	Diskette	Diskette
7	LPT1	
8		(Echtzeit-Uhr)
9		reserviert
10		reserviert
11		reserviert
12		reserviert
13		(Co-Prozessor)
14		Festplatte
15		reserviert

DMA-Kanäle im PC

DMA-Kanal	Breite	Verwendung XT	Verwendung AT
0	8 Bit	(mem-refresh)	frei
1	8 Bit	SDLC	Diskette und Festplatte
2	8 Bit	Diskette	frei
3	8 Bit	Festplatte	Kaskade für CTRL1
4	16 Bit		frei
5	16 Bit		frei
6	16 Bit		frei
7	16 Bit		frei

Neun IEEE-488-Karten im Vergleich

Test

	iPC 488-L	iPC 488-A1	ieee 488.2 05.002.00	KPC-488.2
Hersteller Vertrieb	GTI GmbH GTI GmbH	GTI GmbH GTI GmbH	Ines GmbH Ines GmbH	Keithley/CEC Keithley Instr. GmbH
Straße Ort	Köhlerstr. 22 12205 Berlin	Köhlerstr. 22 12205 Berlin	Neuhöfer Allee 45 50935 Köln	Landsberger Straße 65 82110 Germering
Telefon	0 30/8 12 27 28-29	0 30/8 12 27 28-29	02 21/49 16 21	0 89/84 93 07-0
Fax	0 30/8 12 27 26	0 30/8 12 27 26	02 21/4 99 56 05	0 89/84 93 07-85
Preis in DM zzgl. MwSt.	440	980	1675	995
PC-Bus	XT	XT/AT	AT	XT
IEEE-488-Controller	NEC D7210C	NEC D7210C	NEC D7210C	NEC D7210C
Kompatibilität	NI PCIIA	NI PCIIA	CEC PC-488, PCII,	NI PCII, PCIIA
Datenübertragungsrate	1 MByte/s	1 MByte/s	260 KB/s (8-Bit-DMA: 400KB/s, 16-Bit-DMA: 1MB/s)	300 KB
Firmware/einstellbare Adressbereiche	-	ja/Jumper: 16 Adressen möglich	-	ja/DIL-Schalter: 12 Segmente
Einstellbare I/O- Basisadressen:	2E1h	Jumper	DIL-Schalter: 100h...3F8h	DIL-Schalter: 11 Adr.
Einstellbare Interrupts	Jumper: 2...7 (XT)	Jumper: 2...7 (XT), 10...14 (AT)	Jumper: 3...7 (XT), 9...12, 14,15 (AT)	Jumper: 2...7 (XT)
Einstellbare DMA-Kanäle Umschaltung	-	0,1,2,3	0,1,2,3,5,6,7	1,3
Controller/Device Mitgelieferte Treiber	Jumper C, GFA-BASIC, GW-BASIC, Quick-BASIC	Jumper C, GFA-BASIC, GW-BASIC, Quick-BASIC	Jumper IBM-BASIC, GW-BASIC, MS-BASIC-Compiler, IBM-BASIC-Compiler, Quick-BASIC	DIL-Schalter/Software BASICA, GFA-BASIC, Turbo-Pascal, Quick-BASIC, MS-C ab 3.0, Borland Turbo-C, Borland C++, MF-Fortran, Lahey- Fortran, RM-Fortran, MS-Professional-BASIC ab 7.0
Besonderheiten	Verbbindung GND/ Kabelschirm kann getrennt werden	Verbbindung GND/ Kabelschirm kann getrennt werden	-	Steckplatz für DMA-Cache
Wertung				
Installation	⊕	⊕	⊕	⊕
Dokumentation	○	○	⊕⊕	⊕⊕
Beispielprogramme	⊕	⊕	⊕	⊕
Testprogramme	○	○	⊕	⊕

⊕⊕: sehr gut, ⊕: gut, ○: durchschnittlich

Device 2 zur Daten- beziehungsweise Befehlsaufnahme auf. Abweichend von der bisherigen Folge fügt der Ines-Treiber ein MTA0 (My-Talker-Adresse=0; 40h) hinzu, wodurch sich der Controller als Talker 0 zu erkennen gibt. Prema hingegen

verbietet mit einem zusätzlichen UNT (Untalk; 5Fh) sämtlichen Geräten die Ausgabe von Daten. Im Anschluß daran wartet jedenfalls nur noch Gerät 2 auf Nachrichten. An dieser Stelle fügt das Paket von Computer-Boards noch ein MSA0,PPE

(My-Secondary-Address=0/Parallel-Poll-Enable; 60h) in den Datenstrom und verkündet somit, daß es über keine sekundäre Adresse verfügt. Nach all diesen Vorbereitungen erfolgt das eigentliche Kommando SDC (Selected-Device-Clear;

04h), welches das selektierte Device in einen definierten Grundzustand zurücksetzt.

Mit drei Ausnahmen beenden alle Programme daraufhin den aktuellen Schleifendurchlauf. Die National-Instruments-Trei-

Meßwertergebnisse

Zyklus	UNL (3Fh)	UNT (5Fh)	MTA00 (40h)	MLA2 (22h)	MSA0,PPE (60h)	SDC (04h)	MTA00 (40h)	LLO(11h)
iPC 488-L	25,4 µs	-	-	12,2 µs	-	212,5 µs	-	-
iPC 488-A1	25,4 µs	-	-	11,8 µs	-	200,4 µs	-	-
ieee 488.2	5,6 µs	-	5,6 µs	5,5 µs	-	442,1 µs	-	-
KPC-488.2	50,8 µs	-	-	39,4 µs	-	70,2 µs	-	-
KPC-488.2AT	50,8 µs	-	-	39,4 µs	-	70,4 µs	-	-
GPIB-PCII/IIA	26,7 µs	-	-	26,7 µs	-	216,3 µs	216,3 µs	-
AT-GPIB	9,6 µs	-	-	1,32 µs	-	225,4 µs	225,4 µs	-
CIO-PC2A	7,8 µs	-	-	7,8 µs	7,7 µs	7,9 µs	-	7,8 µs
GPIB 1000	10,4 µs	12,06 µs	-	8,6 µs	-	21,3 µs	-	-

KPC-488.2AT	GPIB-PCII/IIA	AT-GPIB	CIO-PC2A	GPIB 1000
Keithley/CEC Keithley Instr. GmbH	National Instr. National Instr. Germany GmbH	National Instr. National Instr. Germany GmbH	Computer Boards Plug-In GmbH	Prema GmbH Prema GmbH
Landsberger Straße 65 82110 Germerring 0 89/84 93 07-0 0 89/84 93 07-85 1395 AT NEC D7210C NI PCII, PCIIA	Konrad-Celtis-Straße 79 81369 München 0 89/7 14 50 93 0 89/7 14 60 35 990 XT NAT 4882 —	Konrad-Celtis-Straße 79 81369 München 0 89/7 14 50 93 0 89/7 14 60 35 1298 AT NAT 4882 —	Ringstraße 7 82223 Eichenau 0 81 41/7 22 93 0 81 41/83 43 350 XT NEC D7210C PCII, PCIIA PCIIA, IBM-GPIB k. A.	Robert-Bosch-Straße 6 55129 Mainz 0 61 31/50 62-0 0 61 31/50 62-22 790 XT TMS 9914 k. A.
>1 MB/s (mit 488SD-Protokoll: 5 MB/s)	400 KB/s	1 MB/s	k. A.	
ja/DIL-Schalter: 10 Segmente	—	—	—	—
DIL-Schalter: 11 Adr.	PCCI: DIL-Schalter: 8 im Bereich 000...3F8 Adr.; PCIIA: DIL-Schalter: 4 im Bereich 2E1h...62E1h	DIL-Schalter: 000h...3FFh	DIL-Schalter: 4 im Bereich 2E1h...62E1h	Jumper: 390h, 398h
Jumper: 2...7 (XT), 10...12, 14,15 (AT)	Jumper: 2...7 (XT), PCIIA zusätzlich: DIL-Schalter	Jumper: 2...7 (XT), 9...12, 14,15 (AT)	Jumper und DIL-Schalter: 2...7	—
1,3	1,2,3	5,6,7	1,2,3	3,5,7
Software BASIC, GFA-BASIC, Turbo-Pascal, Quick-BASIC, MS-C ab 3.0, Borland Turbo-C, Borland C++, MF-Fortran, Lahey-Fortran, RM-Fortran, MS-Professional-BASIC ab 7.0	Software BASIC, MS-Quick-BASIC ab 4.0, MS-C, MS-Professional-BASIC ab 7.0	Software BASIC, MS-Quick-BASIC ab 4.0, MS-C, MS-Professional-BASIC ab 7.0	Software Pascal, Quick-BASIC ab 4.0, MS-Professional-BASIC ab 4.0, MS-C, MS-Turbo-C, Borland-C, Borland-C++	Jumper BASIC, Turbo-Pascal, Assembler, Quick-BASIC
—	Verbindung GND/ Kabelschirm kann getrennt werden, DIL-Schalter für Wahl Betriebsart als PCII/PCIIA und Controller-Emulation 7210/9914, Hardware-Busmonitor	Verbindung GND/ Kabelschirm kann getrennt werden	Waitstate-Generator	—
⊕ ⊕⊕ ⊕ ⊕	⊕⊕ ⊕⊕ ⊕ ⊕⊕	⊕⊕ ⊕⊕ ⊕ ⊕⊕	⊕⊕ ⊕ ○ ⊕	⊕ ⊕ ○ ⊕

ber setzen hier das zuvor schon aufgetretene MTA0 (40h) ein; Computer-Boards besteht darauf, die Schleife mit einem LLO (Local-Lock-Out; 11h) zu beenden. Dieser Universalbefehl verriegelt alle Geräte; das heißt, ein Betriebsartenwechsel zwischen Fernsteuerung und Frontplatten-Bedienung kann nur noch über den Bus erfolgen.

Die Ergebnisse der Meßreihen sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengefaßt. Die angegebenen Zeiten beziehen sich dabei auf den Abstand einer NRFD-passiv-Flanke (Not-Ready-For-Data passiv heißt also, das Device ist bereit, Daten aufzunehmen) bis zur nächsten DAV-aktiv-Flanke (Data Valid; der Controller erklärt die näch-

sten ausgegebenen Daten für gültig). Aus diesen Messungen lassen sich also verschiedene Schlüsse ziehen. Der naheliegendste ist natürlich, die Zeiten direkt miteinander zu vergleichen, um so den Sieger in dieser Disziplin zu ermitteln. Bei solch einem Vergleich fällt sofort ins Auge, daß – wie ja auch zu erwarten war – AT-Bus-Karten ‘schneller’ sind als ihre achtbitigen Kollegen. Um allerdings tatsächlich das letzte Baud zu ermitteln, müßte man die Karten zugegebenermaßen in Maschinensprache unter Umgehung der Treiber programmieren – die Zahlen sind also als Größenvergleich zu verstehen.

Wie schon bei diesem relativ einfachen Beispiel deutlich wird,

setzen unterschiedliche Umgebungen gleiche Hochsprachenbefehle in unterschiedliche GPIB-Kommandos um. Dies kann einer höheren Betriebssicherheit des Busses dienlich sein. Spezielle Verfahren des Handlings tragen jedoch dem Umstand Rechnung, daß der derzeit am weitesten verbreitete GP-IB-Controller – der NEC 7210 D – sich nicht in jedem Fall handbuchkonform verhält. Hier läßt sich also ohne intime Kenntnisse schlecht beurteilen, ob zusätzliche Befehle unnötiger Ballast sind oder ebenfalls der Bussicherheit dienen.

Fazit

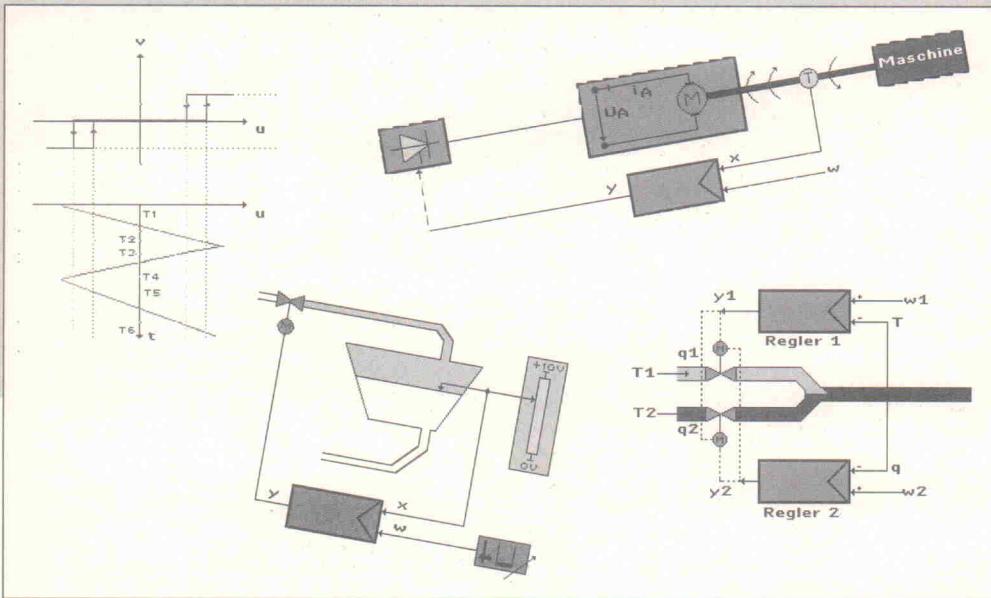
Für den eingangs erwähnten Labor-Alltag sind sicher alle hier vorgestellten Karten taug-

lich. Mit ‘Labor-Alltag’ ist die Bedienung und Fernsteuerung/Fernprogrammierung typischer Labor-Meßgeräte gemeint. Die Grenze der Spezifikation liegt derzeit bei einem Megabyte pro Sekunde – ein in der Meßtechnik wohl mehr als ausreichender Wert.

In Anwendungen mit vielen Busteilnehmern oder bei der Datenübertragung zu einem Datenspeicher machen sich die Unterschiede bei der Übertragungsgeschwindigkeit sehr wohl bemerkbar. Eine hohe Datentransferrate beschleunigt zum Beispiel das Handling eines Datenspeichers, während eine kurze Befehls-Zykluszeit bei kommandointensiven Geräten besonders von Vorteil ist. st

Auto Teach-in

Computer Based Training für die Regelungstechnik



Autodidaktische Wissensanhäufung ist nicht jedermann's Sache. Kein Problem, schließlich gibt es heute zu fast jeder Thematik den geeigneten Schulungskurs. Allerdings können technische Seminare komplexe Inhalte oft nur in stark komprimierter Form und in knapp bemessener Zeit vermitteln. Die andere Alternative: Der Computer als 'Lernpartner'. CBT-Programme liegen im Trend, sparen Geld und Personal – außerdem bieten sie beim Unterricht den Vorteil unendlicher Geduld.

PC-gestützte Lehrkonzepte sind nicht neu, hierzulande allerdings noch weit weniger verbreitet als beispielsweise in den USA. Computer Based Training (CBT) empfiehlt sich besonders dann, wenn die Vermittlung von Basiswissen gefragt ist – in der Berufsausbildung, aber auch für die berufsbegleitende Weiterbildung, wo geeignete Kursangebote fehlen oder schulische Unterrichtskonzepte mit großem Aufwand verbunden sind.

Zwar muß der CBT-Anwender auf den 'persönlichen Kontakt' verzichten, dafür besteht jedoch die Möglichkeit, theoretischen Lehrstoff durch animierte Bildsequenzen und praxisnahe Simulationen am PC zu verdeutlichen. Wesentlicher Vorteil beim Selbstlernen am Rechner ist die freie Zeiteinteilung. Wo schulischer Unterricht einen festen Plan für bestimmte Teile

des Lehrstoffs einhalten muß, kann der CBT-Benutzer selbst bestimmen, wieviel Zeit er zum Verständnis einzelner Inhalte zur Verfügung hat.

Der Geschäftsbereich Automatisierungstechnik der Firma Siemens bietet über seine diversen 'Trainings-Center' im Bundesgebiet unter anderem CBT-Kurse an. Hierzu zählt das Programm 'Grundlagen der Regelungstechnik', das in Verbindung mit einem handelsüblichen DOS-PC einen kompletten Basislehrgang 'für Zuhause' zur Verfügung stellt. Voraussetzungen für die erfolgreiche Benutzung sind Grundkenntnisse der Elektrotechnik. Vorgesehene Zielgruppe sind in erster Linie die Einsteiger in das Gebiet der Regelungstechnik.

Die Software ist in sieben abgeschlossenen Unterrichtseinheiten strukturiert. Hierdurch kann

Anpassung der Parameter von Reglern an eine reale Strecke wird exemplarisch an Optimierungsverfahren nach Ziegler-Nichols und Chien-Hrones-Reswick erläutert.

Zur Verdeutlichung der Inhalte findet der Benutzer neben Textinformationen durchweg Skizzen und Grafiken vor. Dort, wo es sich anbietet, sollen zusätzlich animierte Grafiksequenzen für ein besseres Verständnis des Stoffes sorgen. Am Ende jedes der einzelnen Teilbereiche stehen Übungen. Hier trifft man auf einen Frage-/Antwort-Dialog, ebenfalls unterstützt durch grafische Darstellungen.

Simulierte Praxis

Ein gesonderter Programmabschnitt gestattet die Vertiefung des bis dahin Gelernten an verschiedenen simulierten Regelkreisen: Für exemplarische Regelungsaufgaben wird die Sprungantwort eines PID-Reglers berechnet und als Signal-/Zeitdiagramm ausgegeben. Die Parameter des Reglers definiert der Programmanwender selbst, so daß er anhand des Simulationsergebnisses seine eigenen Berechnungen direkt überprüfen kann.

Die Programmbedienung – per Maus oder Tastatur – gestaltet sich einfach: Der Benutzer wird durch hierarchisch strukturierten 'Kapitel' geführt, ohne daß die Software eine Arbeitsreihenfolge zwingend vorgibt. Somit eignet sich der CBT-Kurs auch als Nachschlagewerk.

Systemvoraussetzungen sind ein PC-AT mit 640 KByte RAM, ein Festplattenlaufwerk, eine Maus, MSDOS ab Version 3.0 sowie ein EGA-kompatibler Farbgrafikadapter. Der Preis für das CBT-Programm beträgt 480 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Eine Demoversion wird von Siemens gegen 5 Mark Schutzgebühr abgegeben, ist aber auch über die ELRAD-Mailbox erhältlich (Tel.: 05 11/53 52-401). kle

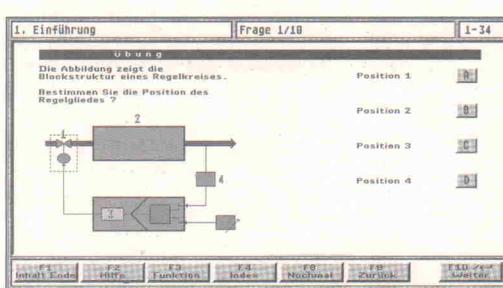


Bild 1.
Industriege-
rechte Optik
bieten die
grafischen
Darstellungen
von Regel-
kreisen

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Haus der Technik e. V.
Hollestr. 1
45127 Essen

13. + 14. 01. 94
Sem.-Nr.: D-35-101-032-4

Fertigungsmeßtechnik
Mitglieder: DM 1295,-
Nichtmitglieder: DM 1395,-

17. 01. 94
Sem.-Nr.: Z-10-101-075-4

Fuzzy Logic in der Automatisierungstechnik
Mitglieder: DM 750,-
Nichtmitglieder: DM 820,-

26. + 27. 01. 94
Sem.-Nr.: 30-114-032-4
Einführung in Qualitätssicherungssysteme
Mitglieder: DM 1295,-
Nichtmitglieder: DM 1395,-

27. + 28. 01. 94
Sem.-Nr.: 30-117-029-4

Das aktuelle Produkthaftungsrecht
Mitglieder: DM 1350,-
Nichtmitglieder: DM 1480,-

27. 01. 94
Sem.-Nr.: 10-105-032-4
Zuverlässigkeitssprobleme der modernen Elektronik- und Telekommunikationsindustrie
Mitglieder: DM 750,-
Nichtmitglieder: DM 820,-

31. 01.-01. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-106-074-4
Netzwerke und serielle Bussysteme in der Automatisierungstechnik
Mitglieder: DM 1140,-
Nichtmitglieder: DM 1250,-

07. + 08. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-206-075-4
Digital/Analog- und Analog/Digital-Wandler in der Praxis
Mitglieder: DM 1250,-
Nichtmitglieder: DM 1320,-

08. + 09. 02. 94
Sem.-Nr.: 35-207-032-4
Die Dokumentation und die Überprüfung der Wirksamkeit eines Qualitätssicherungssystems
Mitglieder: DM 1295,-
Nichtmitglieder: DM 1395,-

17. 02. 94
Sem.-Nr.: 30-217-029-4
Die Produkthaftung in der betrieblichen Praxis
Mitglieder: DM 795,-
Nichtmitglieder: DM 845,-

17. + 18. 02. 94
Sem.-Nr.: 30-219-074-4
Sensoren zum Messen mechanischer Größen im Kraftfahrzeug
Mitglieder: DM 890,-
Nichtmitglieder: DM 960,-

21. + 22. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-210-032-4
Sicherheitsgerechte technische Dokumentation – EG-Richtlinien und Produkthaftungsgesetz
Mitglieder: DM 1280,-
Nichtmitglieder: DM 1390,-

Technische Akademie Wuppertal e. V.
Hubertusallee 18
42097 Wuppertal

17.-18. 01. 94
Sem.-Nr.: 511245034
Der IEC-Bus (IEEE-Bus)
Gebühr: DM 875,-

18.-19. 01. 94
Sem.-Nr.: 511255034
Nachrichtenübertragung über Glasfasern, Teil 1
Gebühr: DM 895,-

19.-21. 01. 94
Sem.-Nr.: 511255014
Meßtechnik-Praktikum mit PC
Gebühr: DM 1240,-

20.-21. 01. 94
Sem.-Nr.: 511245044
EMV-Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten, Systemen und Anlagen
Gebühr: DM 835,-

20. 01. 94
Sem.-Nr.: 511255024
Nachrichtenübertragung über Glasfasern, Teil 2
Gebühr: DM 455,-

24.-25. 01. 94
Sem.-Nr.: 811225024
Elektrische Antriebe
Gebühr: DM 845,-

31. 01.-02. 02. 94
Sem.-Nr.: 511245014
Kompakt-Einführung in die Mikrorechner-Technik
Gebühr: DM 1285,-

Technische Akademie Esslingen
Postfach 12 65
73748 Ostfildern

12. + 13. 01. 94
Sem.-Nr.: 17781/72.164
Netzführung
Gebühr: sfr 890,-
Ort: Sarnen (CH)

20. 01. 94
Sem.-Nr.: 17805/10.103
Umweltinformationsgesetz
Gebühr: DM 440,-

26.-28. 01. 94
Sem.-Nr.: 17836/06.983
Software-Engineering (SWE)
Gebühr: DM 1000,-

26.-28. 01. 94
Sem.-Nr.: 17840/73.422
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
Gebühr: DM 950,-

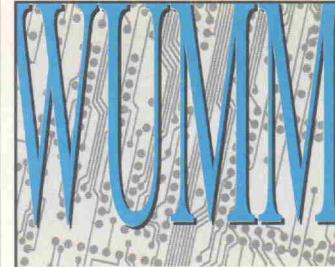
31. 01.-02. 02. 94
Sem.-Nr.: 17862/06.936
MSDOS bis 6.0 und Windows – Einführung
Gebühr: DM 900,-

02.-04. 02. 94
Sem.-Nr.: 17874/71.376
Werkstoffe für elektrische Kontakte und ihre Anwendungen
Gebühr: DM 1000,-

02.-04. 02. 94
Sem.-Nr.: 17878/43.151
Meßtechnik bei Elektronikgeräten
Gebühr: DM 925,-

03.-04. 02. 94
Sem.-Nr.: 17881/74.280
Ethernet
Gebühr: sfr 790,-
Ort: Sarnen (CH)

09.-11. 02. 94
Sem.-Nr.: 17913/06.937
MSDOS bis 6.0 und Windows – Erweiterung
Gebühr: DM 1050,-



Neu DOSPack

=
Schaltungsentwurf

+
Leiterplatten-Layout

+
Autorouter

für nur DM 1.495,-

bringt die **EAGLE2.6**
Konkurrenz

ins Schwitzen!

Jetzt gibt es den ultimativen PowerPack für Elektronik Designer unter DOS: Protel Schematic und Protel Autotrax im DOSPack Komplett Paket! Wenn Sie den DOSPack testen, werden Sie schnell feststellen, daß es sich ab sofort kaum noch lohnt das Doppelte oder womöglich Vielfache des Kaufpreises für DOS-Schaltplan- & Layoutsoftware auszugeben. Kein Wunder also, daß unsere Konkurrenz ins Schwitzen kommen dürfte, denn der DOSPack ist keine künstlich "abgespeckte" oder limitierte Einsteigerversion sondern bietet zu einem neuen, vielfach günstigeren Paketpreis alle Profi-Leistungsmerkmale der weltweit tausendfach installierten Programme

**kein Kopierschutz
kein Dongle**

Protel Schematic und
Protel Autotrax!

Mit einer höchst ergonomischen Roll-Down-Menüoberfläche arbeitet der DOSPack selbst auf PCs mit 80286'er CPU extrem schnell bei CAD/CAM-Auflösungen bis zu 1.024 x 768 Bildpunkten. Dank maximalen 4 MB EMS-Speicher sind riesengroße Layouts problemlos realisierbar! Das aussagekräftige DOSPack Testpaket umfaßt eine bis auf die Speicherfunktionen voll funktionsfähige Version von Schaltungsentwurf, Layout & Autorouter und das über 100 Seiten starke deutsche Demo-Handbuch. Jetzt abrufen!

**Protel DOSPack-Demopaket ... 18 DM
Protel DOSPack-Lizenz 1.495 DM**
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Vorausscheck (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)

ASIX
TECHNOLOGY GMBH

Postfach 142 - 76255 Ettlingen
Telefon 07243/3 10 48 - Telefax 07243/3 00 80

Bestellannahme zum Nulltarif:

0130-84 66 88

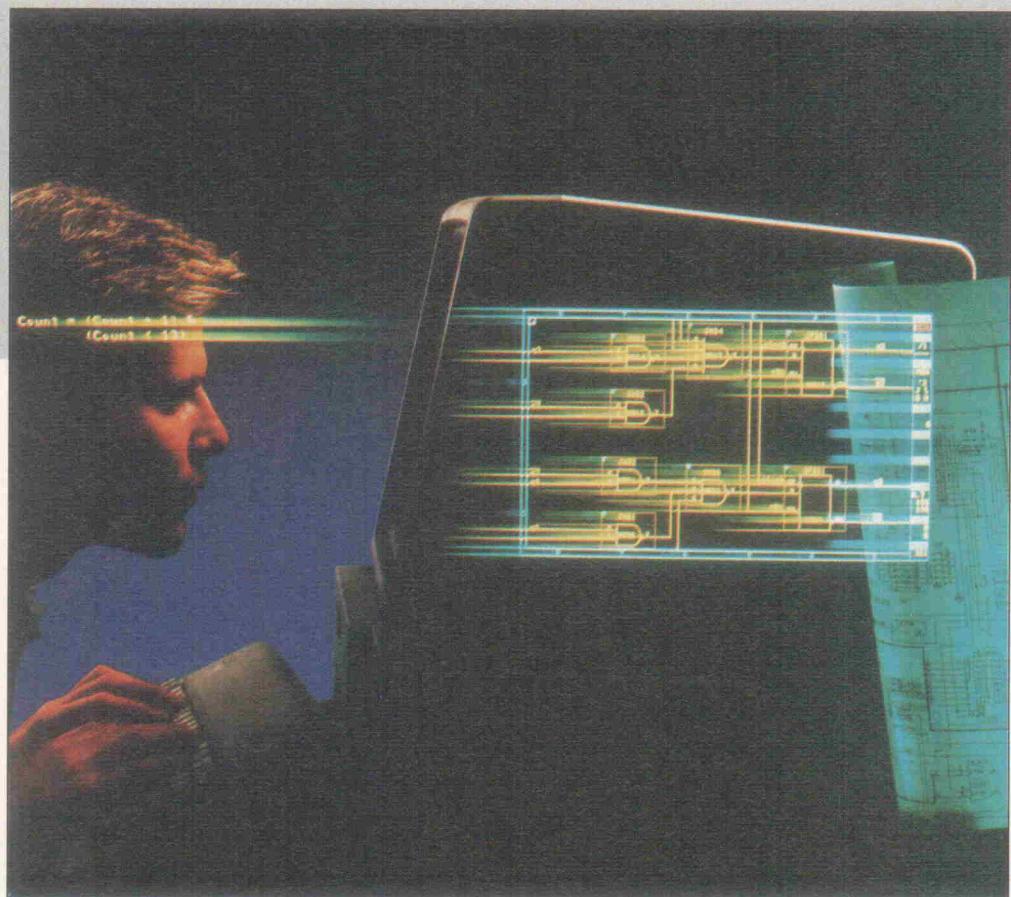
Verdammt nah am Original

Fünf Simulationsprogramme für Entwicklung und Ausbildung

Markt

Hartmut Rogge

Das, worum es in diesem Beitrag geht, bezeichnet die Branche gern als EDA-Tools – Werkzeuge für die Elektronik-Entwicklungsautomatisierung – was Schaltungssimulatoren mit Sicherheit nicht sind. Das gleichfalls beliebte CAE (Computer Aided Engineering) trifft den Nagel schon eher – denn fachspezifisches Know-how muß man schon mitbringen, wenn man das Steckbrett mit dem PC vertauscht.



Werkbild Data IO

Kostensenkung und Zeitsparnis sind zwei der Argumente für die Verwendung von Simulationssystemen für die Schaltungsentwicklung. Ein weiteres ist die Flexibilität, die software-modellierte Nachahmungen realer Technik dem Entwickler bieten.

Wer eine Schaltung entwickelt, steht vor der Aufgabe, die geforderten Leistungsmerkmale mit einem Minimum an Aufwand und einem Maximum an Funktionalität und Sicherheit zu realisieren. Es gilt also, die Wechselwirkungen zwischen den verwendeten Digitalbausteinen, analogen Bauelementen und verschiedensten äußeren Einflüssen so umfassend wie möglich auszutesten. Simulatoren sind hierbei die geeigneten Hilfsmittel – vor allem dann, wenn sie sich auch komplexer Projekte mit sowohl di-

gitaler als auch analoger Problematik annehmen können.

Über den Einsatz als reines Entwicklungstool hinaus, empfehlen sich Schaltungssimulatoren zudem im edukativen Bereich. Sie gestatten es, technische Sachverhalte ohne großen Aufwand praxisgerecht zu vermitteln und ersetzen oftmals ein komplettes Meßlabor.

Im folgenden werden fünf markante Vertreter aus diesem speziellen Software-Bereich vorgestellt.

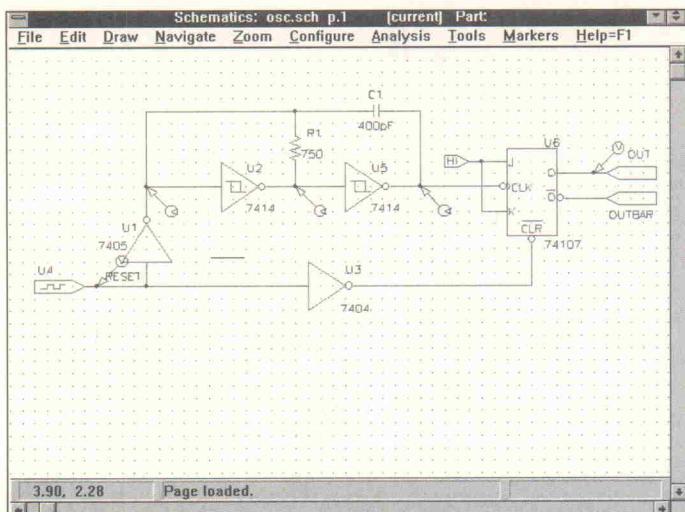
Design Center, vormals PSpice

Mit über 17 000 Installationen zählt das Design Center von MicroSim zu den bekanntesten EDA-Produkten im Bereich gemischter Analog/Digital-Simulation.

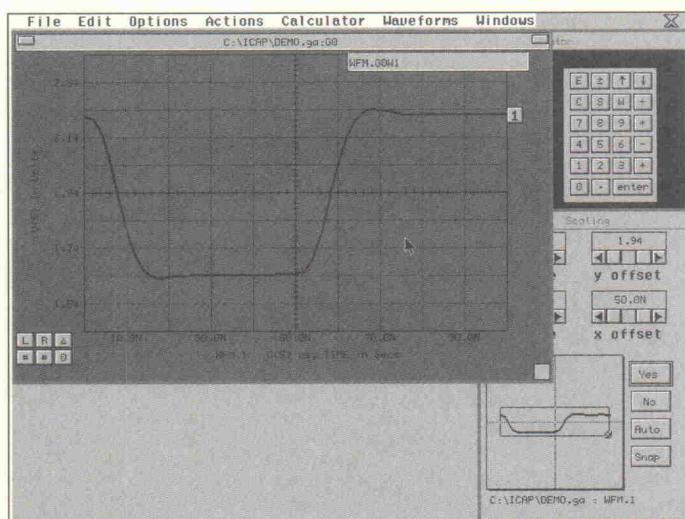
Es besteht im 'Standard-Vollausbau' aus fünf Teilprogrammen:

Schematics ist ein grafischer Schaltplaneditor mit dem für den Analog/Digital-Simulator *PSpice* die Netzlisten erzeugt werden. Für die Darstellung der Simulationsergebnisse ist das Programm *Probe* zuständig. *Parts* ist der Modelleditor. Und mit dem *Stimulus Editor* können analoge und digitale Eingangssignale grafisch generiert werden.

Der Trend zum 'hochfrequenten Design' führt bei der Entwicklung von elektronischen Schaltungen mehr und mehr zu sekundären Problemen bei der Schaltungsentwicklung. Einen wesentlichen Einfluß auf die Signallaufzeiten üben hierbei Leiterbahnlängen aus, wodurch die Schaltungslogik beeinflußt



Alles gleichzeitig im Blick: Die Design-Center-Windows-Oberfläche mit Schematics und Probe.



Der Programmteil IntuScope des ICAP-Simulationspakets von Intusoft .

wird. Parasitäre Induktivitäten und Kapazitäten der Leiterbahnen tragen zusätzlich zu abweichendem Verhalten bei.

Mit der Option *Polaris* kann man im Design Center derartigen Problemen zu Leibe rücken, noch bevor die Schaltung real steht. Das Layout der Platine wird per CAD-System (z. B. Protel, PCAD, CADStar, PADS) erstellt. Design Center extrahiert aus dem fertigen Layout die Geometriedateien der Leiterbahnen und daraus wiederum gekoppelte Leitungsmodelle. Im nächsten Schritt fügt Polaris diese Modelle in das Simulationsmodell der Schaltung ein. Jetzt kann der Anwender mit einer neuen Simulation auch die parasitären Leiterbahneinflüsse untersuchen und direkt mit den Ergebnissen der idealen Schaltung vergleichen, bei der die Leiterbahnen noch nicht berücksichtigt waren. Polaris gibt es

zunächst nur für die Windows-Version des Design Center.

Eine weitere Option ist ein spezielles Modul für die Filtersynthese.

Die zu untersuchende Schaltung wird PSpice in Form einer Textdatei übergeben, die im Design Center der Schematics-Editor erzeugt. In ihr kann man grob drei Anweisungsarten unterscheiden:

- Bauelementanweisung: Mit ihr wird die Lage des Bauelements im Netzwerk sowie seine elektrischen Parameter definiert.

- Modellanweisungen: Das Verhalten von Halbleitern wird mit speziellen Modellparametern beschrieben, die, wenn sie nicht in der Bibliothek (6400 Modelle) vorhanden sind, mit *Parts* erstellt werden können.

- Steueranweisungen: Diese Kommandos legen Art und Umfang der Analyse fest.

Das Design Center bietet Steueranweisungen für Analysen, die in realen Schaltungen gar nicht oder nur sehr schwer durchzuführen sind. Eine Aufzählung mag dies verdeutlichen: Gleichstrom-Arbeitspunkt, -Kennlinie, -Kleinsignalparameter, Einschwinganalyse, Fourier-Analyse, Wechselstrom-Kleinsignal- und Kleinsignal-Rausch-Analyse. Jede dieser Untersuchungen kann man für jede Temperatur durchführen. Weiter stehen die Monte-Carlo- und die Empfindlichkeits-Analyse zur Verfügung. Beide variieren während vielfacher Simulationsdurchläufe Bauteilewerte beziehungsweise statische Gleichspannungsparameter.

Design Center ist für viele Hard- und Software-Plattformen lieferbar: Neben der eingangs erwähnten Windows-Version gibt es für den PC eine sogenannte 640-K- sowie eine Protected-Mode-Version. Weitere Zielrechner sind unter anderem Apple Macintosh, Sun und HP9000/700.

Für Einsteiger gibt es bei den unten angeführten Distributoren Spezialpaket des Design Center. Mit diesen Versionen kann der gesamte Funktionsumfang des Programms ausgetestet werden. Einschränkungen gibt es nur bei der Schaltungsgröße: maximal 10 Bauelemente und 60 Netzwerkknoten sowie bei der Funktion von *Parts*, hier können nur Dioden modelliert werden.

Hoschar liefert dieses Paket mit einem deutschen Referenzhand-



Deutsches Referenzhandbuch von Hoschar zum Design Center.

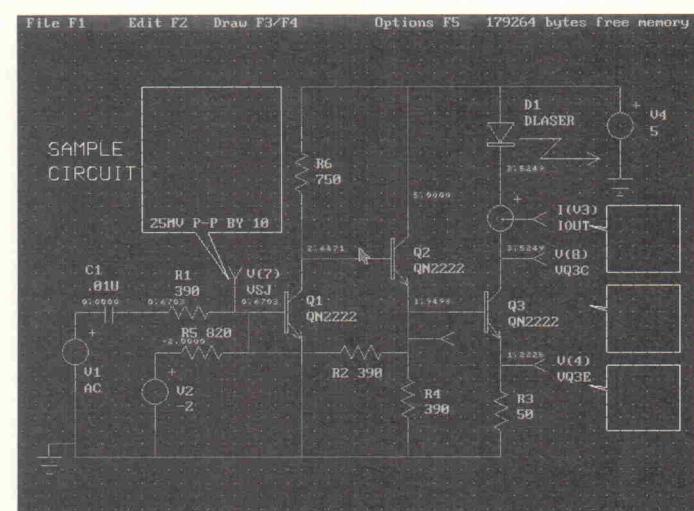
buch aus der Feder ihres 'HotLiners' Martin Santen zum Preis von 198,- DM.

Bei Thomatronik hat Andreas Bursian zur Feder gegriffen und das Buch 'Design Center unter Windows' geschrieben. Der Preis hier: 79,- DM (für Studenten, sonst 113,- DM).

ICAP

ICAP (Interactive Circuit Analysis Program) von Intusoft besteht aus den Programmen *SpiceNet*, *PreSpice*, *IsSpice*, *IntuScope* und *FilterMaster*.

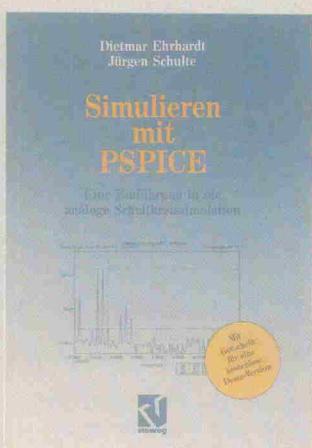
SpiceNet dient zur interaktiven grafischen Eingabe der Schaltungen mit Maus und Tastatur auf einer Benutzeroberfläche mit Pulldown-Menüs und Fenster-technik. Aus den Schaltbildern erstellt das Programm automatisch Spice-kompatible Netzlisten und Steueranweisungen. Ein schönes Dokumentations-Feature



Zu Dokumentationszwecken können in ICAPs SpiceNet zum Beispiel Kommentare aufgenommen werden.

Lesestoff

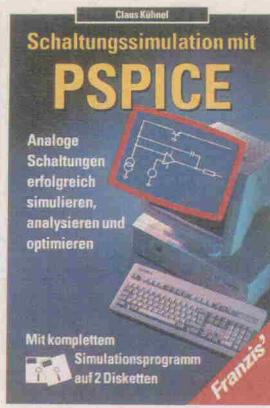
Markt



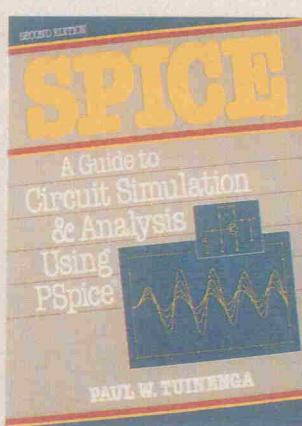
Dietmar Erhard,
Jürgen Schulte
Simulieren mit PSPICE
Verlag Vieweg
227 Seiten
DM 39,80
ISBN 3-528-04921-9



Haybatolah Khakzar u. a.
*Entwurf und Simulation von
Halbleiterschaltungen mit
SPICE*
Expert Verlag
495 Seiten
DM 98,-
ISBN 3-8169-0939-6



Claus Kühnel
*Schaltungssimulation
mit PSPICE*
Franzis-Verlag
200 Seiten
DM 78,-
ISBN 3-7723-5111-5



Paul W. Tuinenga
*SPICE: A Guide to Circuit
Simulation and Analysis using
PSpice*
Prentice-Hall, Inc.
254 Seiten
DM 89,-
ISBN 0-13-747270-6

Im Laufe der letzten beiden Jahre ist das Literaturangebot zum Thema Simulationstechnik, auch im deutschsprachigen Raum, größer geworden. Naturgemäß steht bei den Veröffentlichungen Spice im allgemeinen und PSPICE im besonderen im Mittelpunkt.

Claus Kühnel wendet sich mit seinem Buch **Schaltungssimulation mit PSPICE** an den Einsteiger und hält sich bei seinen Beschreibungen und Erklärungen sehr eng an die Möglichkeiten, die PSPICE in der Studentenversion bietet, weist aber immer auf die Möglichkeiten der Vollversion hin. Für 78 Mark gibt es das Buch inklusive PSPICE 5.2.

Sehr viel tiefer in die Materie steigt **Haybatolah Khakzar**

mit seiner Veröffentlichung **Entwurf und Simulation von Halbleiterschaltungen mit Spice** ein. Auf etwa 50 Seiten stellt er kurz Konzept und Bedienung des Simulators in seiner 'Urform' vor, um sich dann sehr ausführlich mit der Modellierung von Halbleiterbauelementen zu befassen. Im dritten Abschnitt des Buches geht es dann um den Entwurf analoger Schaltungen. Auch hier werden wieder sehr detaillierte Betrachtungen angestellt. Nicht zuletzt zeichnet dieses Buch ein beeindruckendes Literaturverzeichnis aus.

Dietmar Erhard und **Jürgen Schulte** *Simulieren mit PSPICE* nicht nur Elektronik.

ist die Möglichkeit, Simulations-Oszilloskopogramme in das Schaltbild einblenden zu können.

PreSpice arbeitet mit mehreren Modulen. Ein Spice-orientierter Bildschirmeditor mit Fenster-technik, Pulldown-Menüs und SPICE-Eingabemanual dient zur Bearbeitung von Ein- und Ausgabedateien für den Simulator und zum Editieren von Bibliotheksdateien.

PreSpice verarbeitet parameter-gespeiste Gleichungen in der Schaltungsdatei und erzeugt daraus eine Spice-Schaltungsbeschreibung.

Weiterhin führt dieser Programmteil Monte-Carlo-Analysen und die Optimierung für einen oder zwei Parameter durch. Die aktuelle Version 3.3 von PreSpice umfasst über 3000 Spice-Modelle, die in unverschlüsselten Bibliotheksdateien enthalten sind.

Der Simulator **IsSpice 1.41** läuft auf allen PCs mit 640 KB Hauptspeicher. Für Rechner mit den Prozessoren 80386/80387 beziehungsweise 80486 und Erweiterungsspeicher (Extended Memory) ist die Protected-Mode-Version IsSpice3 lieferbar. Diese basiert auf dem Ber-

Sie zeigen, daß man Spice auch in der Mechanik (Beispiel Radaufhängung) oder Elektroakustik (Beispiel Baßreflexbox) einsetzen kann. Ansonsten geht es, wie bei Claus Kühnel, um das Verstehen und den Umgang mit der Software. Dem Buch liegt ein Gutschein bei, mit dem eine kostenlose Demo-Version von PSPICE beim Verlag angefordert werden kann.

Quasi Altmeister der Simulationstechnik ist **Paul W. Tuinenga**, zum einen wegen seiner Eigenschaft als Mitbegründer des PSPICE-Mutterhauses MicroSim und zum anderen wegen seines Standardwerkes **A Guide to Circuit Simulation & Analysis**

keley-Spice 3.F und enthält eine Reihe von Erweiterungen, die von Intusoft entwickelt wurden.

Der Grafikpostprozessor **IntuScope** bietet ebenfalls eine grafische Benutzeroberfläche mit Pulldown-Menüs und Fenster-technik. Das Programm ermöglicht die gleichzeitige Verarbeitung und Auswertung von mehreren Ausgabedateien. Weitere Eigenschaften sind: Skalierungs-fenster mit Kurven-Zoom, umfangreiche Rechenfunktionen, Programmiermöglichkeit für wiederholte Abläufe und Ausgabe an Nadel- und Laserdrucker, Plotter und DTP-Programme.

Die dargestellten Kurvenverläufe lassen sich beispielsweise mit FFT, Differentiation, Integration, Summen- und Differenzbildung weiterverarbeiten. Das Programm besitzt einen Exportfilter zur Darstellung von Kurven in SpiceNet. IntuScope ist auch als allgemeines Grafikprogramm zur Darstellung von Wertelisten in ASCII-Dateien sehr gut geeignet.

SpiceNet, PreSpice, IsSpice und IntuScope sind auch für Macintosh-Rechner lieferbar. Die kostenlose Intusoft-Demodiskette zeigt die Eigenschaften von SpiceNet, IsSpice3, Intu-

Scope und die Menüführung des Steuerprogramms ICAPs sowie die Eigenschaften von SpiceMod.

SpiceMod ist ein Programm zur Berechnung von Modellparametern für Dioden, Zenerdioden, bipolare Kleinsignal-, Leistungs- und Darlington-Transistoren, Sperrschicht-FETs, MOSFETs, Leistungs-MOSFETs, Thyristoren, GTOs und IGBTs. Die Parametersätze lassen sich als Bibliothek für PreSpice abspeichern. Alle Parameter eines Modells werden auf dem Bildschirm dargestellt, und eine Hilfefunktion erklärt die Eingabe. Testschaltungen zur Simulation der Datenblattkurven erlauben die Beurteilung der Modellierungsgenauigkeit. SpiceMod ist auch für andere Berkeley-Spice-basierte Simulationsprogramme geeignet.

FilterMaser ist ein einfache zu bedienendes Programm, das den Entwurf von passiven LC-Filters nach den Spezifikationen des Anwenders unterstützt. Die Daten übernimmt FilterMaster direkt von SpiceNet. Daraus berechnet das Programm für die verschiedenen Filtertypen wie Tief-, Hoch-, Bandpaß oder Bandsperre die Dimensionierung für jede beliebige Charakteristik (Bessel, Butterworth, Cauer...). Auf Wunsch werden Amplituden- und Phasenverlauf, Gruppenlaufzeiten, Ein- und Ausgangsimpedanzen et cetera erzeugt und grafisch dargestellt. Sämtliche Skalierungen nimmt das Programm automatisch vor, sie lassen sich aber auch vom Anwender frei definieren.

Preise (zzgl. MwSt.): ICAP/2 (SpiceNet, PreSpice, IsSpice 1.41, IntuScope) 1851,- DM,

CAE-Einstieg zum Nulltarif

Für interessierte Leser hält die ELRAD-Redaktion Test- beziehungsweise Studenten-Varianten von Electronics Workbench, Design Center für Windows und für Macintosh bereit.

Es handelt sich im einzelnen um je fünf Pakete Electronics Workbench 3.0 aus dem Hause ComPro, fünfmal Electina von A & L, fünf Pakete Design Center für Windows mit deutschem Handbuch von Hoschar, vier Design Center für Macintosh inklusive einer Vollversion der CAD-Software EasyTrax

und das gleiche Paket – allerdings dreimal – in der PC-Version von Thomatronik.

Unter Ausschluß des Rechtsweges verlosen wir die Pakete unter den Einsendern, deren Postkarte – versehen mit dem Programmwunsch – die Redaktion bis zum 20. 1. 94 (Datum des Poststempels) erreicht. Die Adresse ist:

Verlag Heinz Heise
Redaktion ELRAD
 Kennwort: CAE
 Helstorfer Str. 7
 30625 Hannover

ICAP/4 (SpiceNet, PreSpice, IsSpice3, IntuScope) 3225,- DM, SpiceMod als Option zu ICAP 374,- DM, SpiceMod ohne ICAP 467,- DM, Diskette mit allen zur Zeit verfügbaren OpAmp-Libraries als Option zu ICAP 185,- DM, Diskette RF Device Models 283,- DM.

Electina

Der etwas unglücklich gewählte Name läßt leicht die Vermutung aufkommen, daß es sich bei diesem Analogsimulator um ein kleines niedliches Programm handelt. Dieser Verdacht ist ganz und gar falsch. Electina wartet mit einem grafischen Schaltplan-Editor auf, der per Maus bedient wird. Der mitgelieferte Bauteilekatalog umfaßt circa 2000 Komponenten.

Electina beherrscht die Gleichspannungs- und Transientenanalyse und kann lineare resistive und dynamische sowie nicht-lineare resistive Komponenten behandeln. Für die elektrischen

Eingangsgrößen stehen verschiedene Signalformen (Impuls, Einheitssprung, Sinussignal, allgemeines Trapezsignal) zur Verfügung, deren Parameter frei einstellbar sind. Mit der Wechselspannungs-Analyse können Amplituden- und Phasenkennlinien der Schaltung aufgenommen werden, und es besteht die Möglichkeit, die markanten komplexen Größen (Spannung, Strom Impedanz, Leistung) zu bestimmen. Die Mehrfach-Analyse ermöglicht die Berechnung von Antwortfunktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern.

Mit Hilfe einer Optimierungsfunktion sind die optimalen Bauteilparameter (z. B. Kapazität, Widerstand) in bezug auf eine vorher angegebene Größe (Arbeitspunkt, Resonanzfrequenz usw.) bestimmbar.

Für den Einsatz in der Ausbildung gibt es einige spezielle Funktionen wie beispielsweise Strom-, Spannungs-, Leistungs-

und Impedanzmesser. Ein Textprozessor unterstützt die Anfertigung von Lehrmaterialien wie Übungsaufgaben oder Beispieldokumenten.

Die Erstellung zusätzlicher Bauteilmodelle geschieht per Spice-ähnlicher Syntax in einem Texteditor. Diese sogenannte Katalogdatei muß Electina-gerecht kompiliert werden. In der uns vorliegenden Vollversion war dieses Programm nicht enthalten.

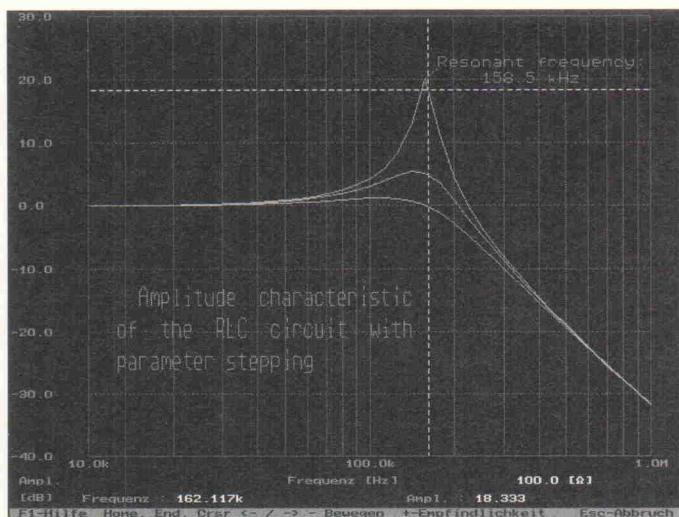
Das 130seitige Electina-Handbuch gibt ausreichend Auskunft über die Programmbedienung und die verwendeten Analysemethoden.

Die Vollversion des Programms kostet 1495,- DM, die Preise netzwerkgerechter Versionen werden auf Anfrage genannt.

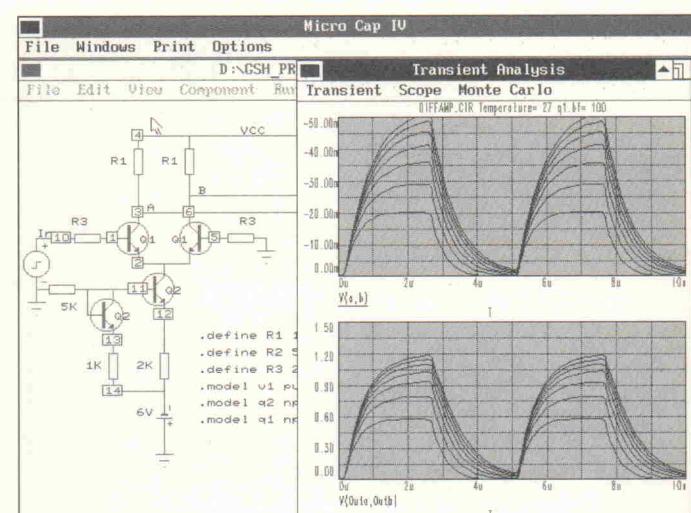
In der Version 'Student' zu 398,- DM können maximal 50 Elemente eingesetzt werden, wobei eine Verbindung zwischen zwei Elementen als ein solches angesehen wird. Weiterhin muß man bei dieser Version auf die Funktionen Mehrfachanalyse, Optimierung, Toleranzanalyse und Textprozessor verzichten. Der Halbleiterkatalog ist klein, aber erweiterbar. Im Lieferumfang enthalten ist das Handbuch der Vollversion. Entscheidet man sich binnen Jahresfrist zum Kauf der Vollversion, bekommt man bei A & L 300,- DM gutgeschrieben. Eine Demoversion inklusive Handbuch ist für 35,- DM (5,25") beziehungsweise 40,- DM (3,5") zu haben.

Micro-Cap IV

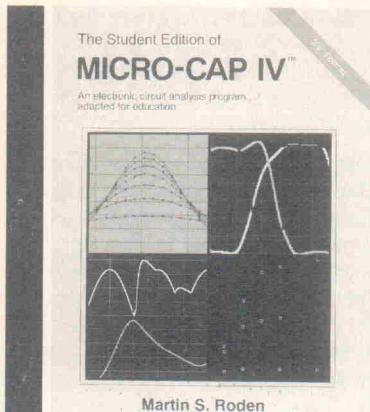
Das Programm Paket Micro-Cap IV eignet sich wie das Design



Beim Electina-Paket können mit einem Textprozessor Erklärungen zum Beispiel in die Analyse eingefügt werden.

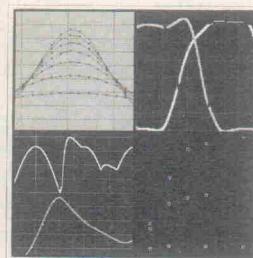


Micro-Cap besticht durch seine Grafik. Schaltplan und Analyse kann man gleichzeitig auf den Schirm bringen.



The Student Edition of **MICRO-CAP IV™**

An electronic circuit analysis program...
adapted for education



Martin S. Roden

Die 'Student Edition' von Micro-Cap ist auf 50 Knoten beschränkt, bietet aber sonst vollen Programmumfang.

Markt

Center zur Analyse und Simulation analoger und digitaler Schaltungen. Es arbeitet interaktiv, wobei sich mit dem integrierten Schaltungseditor recht schnell Schaltungen kreieren lassen, die dann einer Wechsel-, Gleichspannungs- oder Transientenanalyse unterzogen werden kann. Zum Programm gehört eine umfangreiche Modellbibliothek, die sowohl einfache als auch komplexe Bauteilfunktionen sowie digitale Funktionen umfaßt. Makros, die analoge oder digitale Funktionsblöcke darstellen, lassen sich mit dem Schaltungseditor erstellen und auf Diskette oder Platte abspeichern.

Die Transientenanalyse erlaubt den Einsatz anwenderdefinierter algebraischer Signalquellen, die in Dateien abgelegt werden können. Routinen der Wechselspannungsanalyse bieten die Darstellung von Frequenz- und

Phasengang, Gruppenlaufzeit, Impedanz, Leitwert und Rauschverhalten. Schrittweise Parameteränderung, Temperatur- und Monte-Carlo-Analyse werden in jeder Analysemethode unterstützt.

Micro-Cap IV meldet sich mit dem Schaltungseditor. Er erlaubt das Kreieren, Editieren, Speichern und Einlesen von Schaltungen oder Bibliotheken. Transienten-, Wechselspannungs-, Gleichspannungs- und Fourier-Analyse lassen sich von hier aus aufrufen. Das integrierte Programm-Modul 'SH' enthält den 'Shape Editor' und die Plot-Routine für die Schaltungen. Eine sinnvolle Ergänzung bietet das Modul 'PEP', das Parameter Estimation Program. Es ermöglicht die Übersetzung von Bauteildaten aus Datenblättern und Labormessungen in von Micro-Cap verarbeitbare Bauteilmmodelle und entspricht Parts von PSpice.

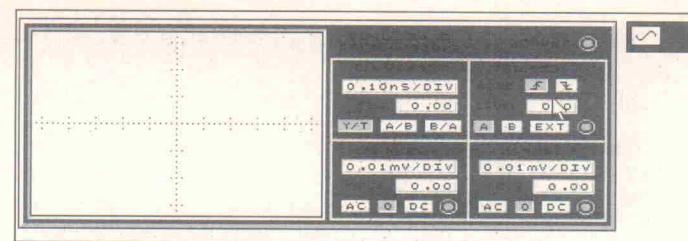
Mit Micro-Cap erstellte Schaltungen können folgende Elemente enthalten:

1. Bauteile: Passive Bauelemente, aktive Bauelemente, Spannungs- und/oder Stromquellen, Makros (enthalten andere, vollständige Schaltungen), Anschlüsse, das heißt Kurzschlüsse und Erdanschlüsse, gekennzeichnete Verbindungen und Steckbrücken.

2. Texte

3. Linien, die zum Beispiel als Sammelschiene für Erdanschlüsse oder Stromversorgungen dienen.

Wer mit Micro-Cap in die Simulationstechnik einsteigen möchte, ist mit der englischen



Meßgeräte wie im richtigen Leben: Das Zwei-Kanal-Scope in Electronics Workbench.

'Student Edition' (219,- DM) bestens bedient. In der Vollversion kommt das Programm auf 4313,- DM.

Electronics Workbench

Ganz und gar auf den Ausbildungsbereich zielte ComPro mit dem kanadischen Produkt Electronics Workbench 2.0. Die erst kürzlich freigegebene Version 3.0 zielt aber auch auf das Entwicklersegment, weil jetzt auf Modellebene alle Halbleitertechnologien vorhanden sind.

Die 'Werkbank' gliedert sich in zwei Programme: Analog- und Digitalsimulator – die Welt ist halt so. Nach dem Programmaufruf befindet man sich in einem Labor, das gut mit Meßgeräten und Generatoren ausgestattet ist, entwirft mittels Drag&Drop im grafischen Editor seine Schaltung, verbindet die zur Verfügung stehenden Meßgeräte (z. B. Speicher-Scope, Logic-Analyzer) wie im richtigen Leben mit interessierenden Meßpunkten und schaltet den Meßaufbau ein. Im Vergleich mit den anderen hier vorgestellten Programmen gefällt die Darstellung des Analyseergebnisses, zum Beispiel im Zeitbereich auf dem Oszilloskop. Ist doch das, was bei den anderen mit relativ aufwendiger Achsenparametrisierung bewerkstelligt werden muß, bei Workbench im wahrsten Sinne des Wortes Einstellungssache.

Das größte Plus bekommt der deutsche Vertrieb des Programms aber wegen seiner 'Added Values', die Electronics Workbench einrahmen. Da seien als erstes die 'Tips und Tricks' genannt, ein Periodikum (erscheint sechsmal jährlich), das unter anderem häufig auftretenden Fragen und Probleme aus dem ComPro-Hotline-Alltag behandelt und sich speziellen Themengebieten der Elektroniksimulation widmet. Tips & Tricks kommt inklusive Diskette ins Haus, das Jahres-Abo kostet

99 DM. Weiter ist das Paket 'Unterrichtsbeispiele' (55,- DM) zu nennen, mit dem ein deutscher Schritt in Richtung CBT (Computer Based Training) erfolgt. Last, but not least sei noch das deutsche Buch zur Software erwähnt. Der ComPro-Support-Mann Alexander Ehle führt in 'Simulation elektronischer Schaltungen' zum Preis von 80 DM durch die Workbench-3.0-Welt.

Das Programm wird in drei Versionen angeboten: Das Professional-Paket kostet 1035,- Mark, für 660,- DM gibt es EWB-Education und bei 328 DM liegt die Version für Studenten.

hr

Die Distributoren

Design Center

Thomatronik
Brücknerstr. 1
83022 Rosenheim
Tel.: 0 80 31/1 50 05
Fax: 0 80 31/1 59 80

Hoschar Systemelektronik
Rüppurrer Str. 33
76137 Karlsruhe
Tel.: 07 21/37 70 44
Fax: 07 21/37 72 41

Electina

A&L Hard- und Software
Reichenbergerstr. 14
86161 Augsburg
Tel.: 08 21/55 33 77
Fax: 08 21/99 28 31

Electronics Workbench

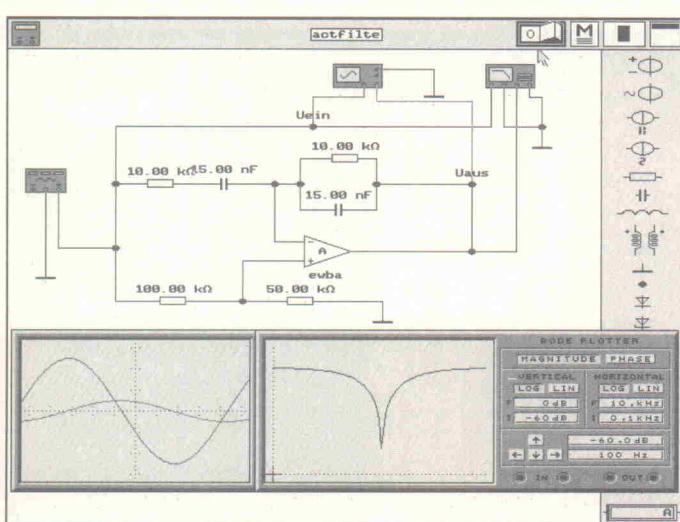
Com Pro
Hard- & Software-Beratung
Vogelsangstr. 12
70176 Stuttgart
Tel.: 07 11/62 82 75
Fax: 07 11/62 03 23

ICAP

Bausch-Gall GmbH
Wohlfahrtstr. 21 b
80939 München
Tel.: 0 89/3 23 26 25
Fax: 0 89/3 23 10 63

Micro-Cap IV

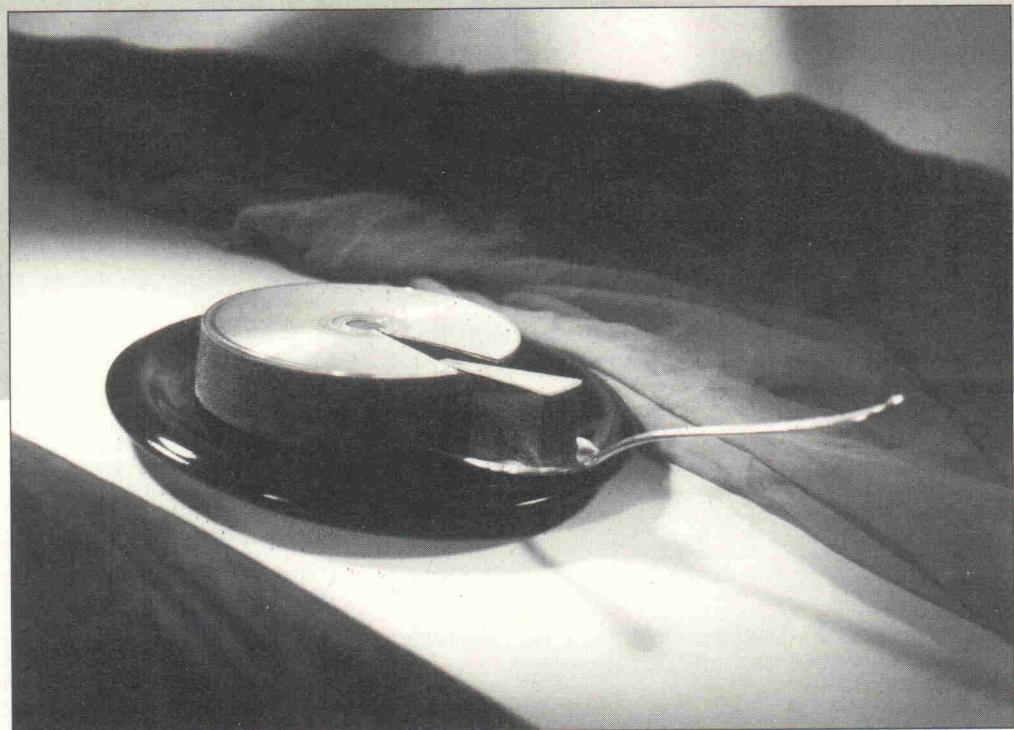
gsh-Systemtechnik
Ebenböckstr. 22
81205 München
Tel.: 0 89/8 34 30 47
Fax: 0 89/8 34 04 48



Diese Filtersimulation macht das 'Labortisch'-Konzept der Electronics Workbench deutlich.

Datendiät im Studio

Teil 2: Studiogeräte im Audio-Netz



Udo Janneck

Die Verarbeitung von hochwertigen analogen Audio-Signalen im Studio oder die Übertragung solcher Signale mit langen Leitungen ist teuer und aufwendig. Eine Digitalisierung verspricht hier zwar Vorteile, erfordert aber große Leitungsbandbreiten oder eine effektive Datenreduktion. Der erste Teil des Artikels zeigte die gegenwärtig verfügbaren Reduktionsverfahren; der vorliegende Teil beschäftigt sich mit der Anwendung derselben.

Die Erkenntnis, daß die mit einem standardisierten Quellenkodierverfahren 'verschlankten' Audio-Signale gegen Übertragungsfehler recht stabil sind, lenkt das Augenmerk auf die überregionalen Vernetzungsmöglichkeiten via ISDN-Schmalbandnetz der Telekom. Im Rundfunk- und Tonstudiorbereich ergeben sich folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- Überspielung von Beiträgen vor Ort zum Funkhaus
- Livekonferenzen zwischen Ü-Wagen oder Außenstudio/Funkhaus und Funkhaus
- Einspielen ganzer Sendungen in ein Programm
- Programmaustausch zwischen Funkhäusern und Produktionsstudios (Werbeproduktion)
- Verbindung Funkhaus – Sender
- Die Bemusterung von Musikredaktionen über zentrale Musikspeicher der Herstellerfirmen

Bei den Produktionsstudios ergeben sich ähnliche Möglichkeiten:

- Das Überspielen von Vorproduktionen oder Teilproduktionen zu anderen Produktionsstudios
- Liveschaltungen zu Abhörzwecken mit Rückleitung
- Das Einspielen von Liveereignissen zu Produktionszwecken in das Studio

Audio per ISDN

Das im März 1988 eingeführte ISDN-Netz bietet hier die ideale Lösung, da eine Flächendeckung in den alten Bundesländern bis Ende 1993 definitiv erreicht sein sollte, in den neuen Bundesländern bis Ende 1995. Die Anbindung des internationalen Inmarsat-Satellitenfunksystem an das deutsche ISDN-Netz ist im letzten Jahr realisiert worden. Eine solche Flächendeckung wird durch die Zusammenführung von ISDN-Anschlüssen in der ersten Vermittlungsstelle erreicht, die in der Regel keine DIV (Digitale Vermittlungsstelle) ist; mit sogenannten Konzentratoren werden die Anschlüsse im Multiplex-Betrieb an die DIV weitergeleitet. Von hier geht es

über den Kennzahlenweg der Vermittlungsstellen zum anderen Teilnehmer. Dabei durchläuft die Verbindung etwa acht Vermittlungsstellen.

Die Ausfallzeiten der ISDN-Verbindungen werden von der Telekom mit unter 3% angegeben, in der Praxis liegen sie aber noch weit darunter, man spricht bei professionellen Nutzern von nur einigen Stunden pro Jahr. Neben dem berühmten Baggerausfall sind Netzblockaden im Übertragungsweg und die Außerbetriebnahme einer DIV, meist in der Nacht, beim Einspielen neuer Software in den DIV-Rechner für Ausfallzeiten verantwortlich. In diesem Fall sind auch keine Ersatzschaltungen möglich.

Reparaturen an ISDN-Anschlüssen sind innerhalb von drei Tagen möglich, das ist eine lange Zeit, wenn dieser Übertragungsweg als Überspielleitung für Beiträge oder gar Werbespots genutzt werden soll. Die Alternative sind gesicherte ISDN-Verbindungen. Solche ISDN-Festverbindungen gehen an der DIV vorbei, sind also

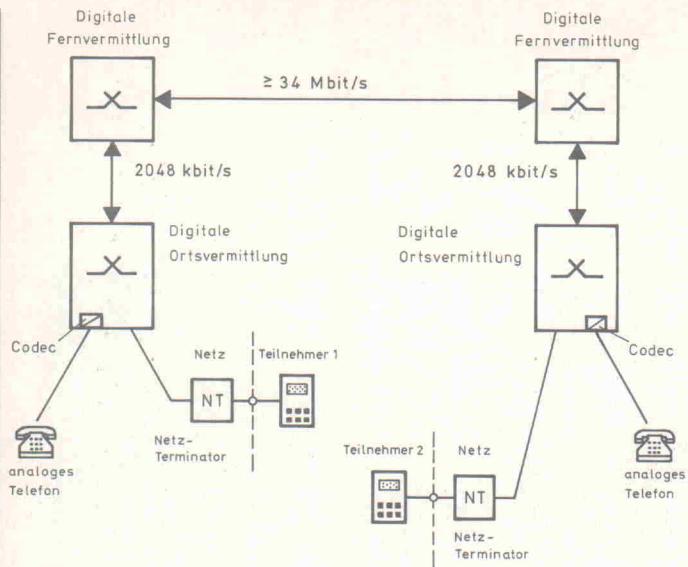


Bild 1. So wird eines Tages der Datenverkehr auf dem ISDN-Netz ablaufen, wenn alle Ortsvermittlungsstellen auf digitalen Betrieb umgestellt sind.

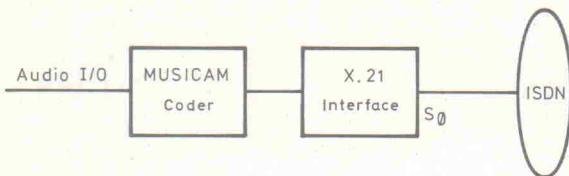


Bild 2. Über die X=21-Schnittstelle ist eine bidirektionale Audio-Übertragung in Rundfunkqualität möglich.

von Softwareeinspielungen und DIV-Überlastungen (punktuell schlechte Durchlaßwahrscheinlichkeit) unabhängig, können aber trotzdem im Übertragungsweg der Fernebene ausfallen.

Digitale Standleitungen

Die zweite Alternative ist die IDN-Datendirektverbindung. Sie entspricht einer Festverbindung, jedoch mit Ersatzschaltung bei Ausfall in der Fernebene. Die Sicherheit ist also noch höher, allerdings auch die Kosten; da es sich um Dauerschaltungen handelt, sind die Gebühren mit denen von dauernd überlassenen analogen Tonaustauschleitungen vergleichbar. Sie bieten sich daher höchstens für Sendeleitungen an, die dauernd genutzt werden und eine hohe Sicherheit aufweisen müssen. Für den ganzen Bereich der Überspielung und Einspielung von

Beiträgen sowie den Bereich der Livekonferenzen in Sendungen bleibt das ISDN-Wählnetz die preisgünstigste und flexibelste Lösung mit einer relativ hohen Sicherheit.

Ein ISDN-Basisanschluß besteht aus zwei Basiskanälen mit einer Übertragungsrate von 64 KBit/s pro Kanal und einem Datenkanal mit einer Übertragungsrate von 16 KBit/s. Die Telekom bietet noch eine zweite Anschlußart mit höherer Datenrate an, den 30-Kanal-Multiplexanschluß mit 30 Basiskanälen, das ergibt eine Datenübertragungsrate von 1920 KBit/s und einen Datenkanal mit 64 KBit/s. Die Erreichbarkeit dieser Multiplex-Anschlüsse ist mit 100% angegeben, was sich allerdings nicht auf alle 30 Kanäle gleichzeitig bezieht.

Bei der Anwendung einer ISDN-Verbindung zur Audio-Übertragung ist eine X=21

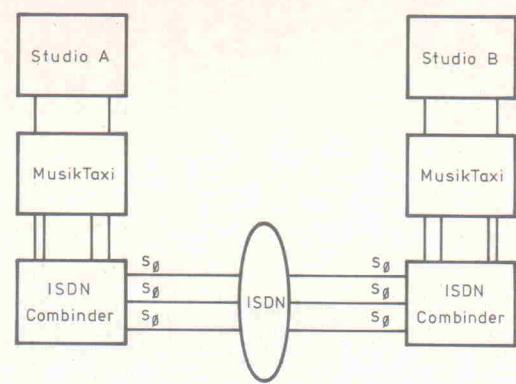


Bild 4. Wenn 'richtige' Studioqualität gebraucht wird, lassen sich mit einem Combiner drei Basiskanäle zusammen-schalten.

Schnittstelle dem Übertragungsgerät zugeordnet. Über die X=21-Schnittstelle ist ein bidirektionaler Datentransfer möglich, es handelt sich um einen 'transparenten' Audio-Übertragungsweg. So ist es möglich, auf einem Basiskanal zur gleichen Zeit in beide Richtungen Audio-Übertragungen vorzunehmen. Eine Beeinflussung, wie etwa Übersprechen oder Datenfehler, tritt nicht auf. Realisiert wird dies mit der aus der Modemtechnik bekannten Echo-kompensation. Das Sendegerät addiert intern seinem abgegebenen Datenwort ein inverses hinzu und erhält so ausschließlich das ankommende Datenwort. Bei der Synchronisation zwischen Encoder und Decoder müssen Schwankungen im System-Takt des ISDN-Netzes berücksichtigt werden, deshalb muß die Datenrate des Encoders immer niedriger sein als die der X=21-Schnittstelle, um eventuelle Schwankungen kompensieren zu können. Bei der Einrichtung eines ISDN-Anschlusses muß die Betriebsart gesondert in Auftrag gegeben werden, da die Telekom verschiedene Dienste anbietet (Telefon, Telefax, Datentransfer). In der Betriebslenkung der DIV muß das Verbindungsanforderungspaket im Zeichengabekanal generiert werden, sonst ist eine Konfiguration der Endgeräte zum Übertragungsaufbau nicht möglich.

Es erscheinen Fehlermeldungen, aus denen die fehlende Dienstekennung nicht hervorgeht. Über die eigene Wahlmöglichkeit einer Endgeräteauswahlziffer am Ende der ISDN-Nummer können ver-

schiedene Endgeräte direkt angewählt werden, da diese vor Ort konfiguriert werden.

Taxi nach Texas

Die Firma Dialog 4 aus Ludwigsburg bietet das Gerät 'MUSIC-TAXI' in allen drei Layer-Versionen an; es liefert quellenkodierte datenreduzierte Signale nach MUSICAM und bietet eine integrierte X=21-Schnittstelle und die Möglichkeit, den transparenten ISDN-Basisanschluß als Konferenzleitung in Gegenrichtung zu nutzen. Dieser integrierte Kanal in Gegenrichtung ist unkodiert, unverzögert und belegt eine Bandbreite von 7 kHz; er ist bei Livekonferenzen via ISDN unverzichtbar.

Die herkömmliche Praxis für Reporter vor Ort, das 'Rückprogramm', so etwa das Anmoderieren oder Nachfragen aus dem Studio vor Ort über einen eigenen Rundfunkempfänger abzuhören, gehört aufgrund der Delay-Zeiten der Datenreduktion der Vergangenheit an. Bei Delay-Zeiten im Schmalband-ISDN von 50 ms würde der Konferenzteilnehmer ein Echo auf seiner Abhöreinrichtung haben.

Das MUSIC-TAXI ist mit einem Nummernspeicher ausgerüstet, der, einem Telefon ähnlich, die ISDN-Nummer per Memory-Taste anwählt und zu diesen Nummern die jeweilige Übertragungskonfiguration, sofern sie immer gleich ist, speichern kann. So sind Datenrate und Übertragungsart programmierbar. Eine recht interessante



Bild 3. Das Music-Taxi macht's möglich: Hochwertige (und teure) Audio-Standleitungen werden durch ISDN-Verbindungen ersetzt.

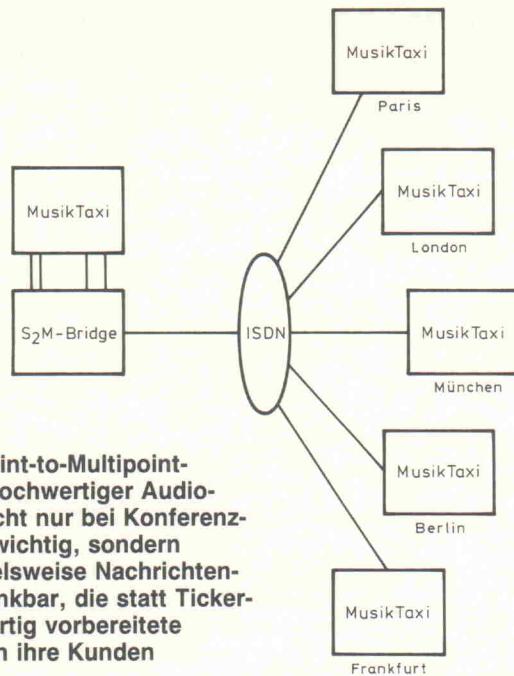


Bild 5. Die Point-to-Multipoint-Distribution hochwertiger Audio-Signale ist nicht nur bei Konferenzschaltungen wichtig, sondern macht beispielsweise Nachrichtenagenturen denkbar, die statt Ticker-Meldungen fertig vorbereitete Sendungen an ihre Kunden verteilen.

Übertragungsart läuft unter dem Namen 'Joint Stereo'; hiermit ist eine 15 kHz breite Stereoübertragung über einen einzigen Basisanschluß im Layer II möglich. Eigentlich wäre damit nur eine monofone Übertragung bei 15 kHz Bandbreite und 128 kBit/s erreichbar. Man macht sich hier jedoch den im Verhältnis zum Grundsignal geringen Anteil des Differenzsignals beider Kanäle zunutze, um die Stereoübertragung mit dieser geringen Datenrate zu realisieren.

Reicht die Datenrate eines einzigen Basisanschlusses nicht aus, etwa bei einer Audio-Übertragung in Studioqualität mit 2×192 KBit/s, so können mit einem Combiner, der einen integrierten Laufzeitausgleich der Basiskanäle vornimmt, mehrere ISDN-Kanäle zu einem virtuellen Kanal zusammengefaßt werden.

Es zeigt sich, daß das Quellenkodierverfahren MUSICAM Datenreduktionen ermöglicht, die zusammen mit dem X=21-Interface, einem ISDN-Combiner und dem System-Control das ISDN-Schmalbandnetz der Telekom zu einem überregionalen, flächendeckenden, digitalen Audio-Netzwerk macht. Für gesicherte Datenverbindungen stehen ISDN-Festverbindungen oder das ISDN-Netz zur Verfügung. Zur Freihaltung von ISDN-Anwahlnummern ist die Möglichkeit der geschlossenen Benutzergruppe gegeben, hierbei kann von dem jeweiligen Anschluß frei nach außen ge-

wählt werden, von außen allerdings ist die Anwahl nur von der Benutzergruppe her möglich. Für die Übertragungs- und Anwahlsicherheit stehen somit verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

Die Übertragung von einzelnen Events an mehrere ISDN-Teilnehmer ist durch eine S2M-Bridge gegeben.

Sie übernimmt die Anwahl, Synchronisation und Übertragung dieser 'Point to Multipoint'-Funktion.

Auch mit Satellit

Die Übertragungsmöglichkeiten für den Rundfunkbetrieb zwischen Funkhäusern, Außenstudios, Produktionsstudios, Reportern vor Ort oder Großereignissen sind über ISDN-Netze und die angebotenen Datenreduktions- und Übertragungsgeräte realisierbar.

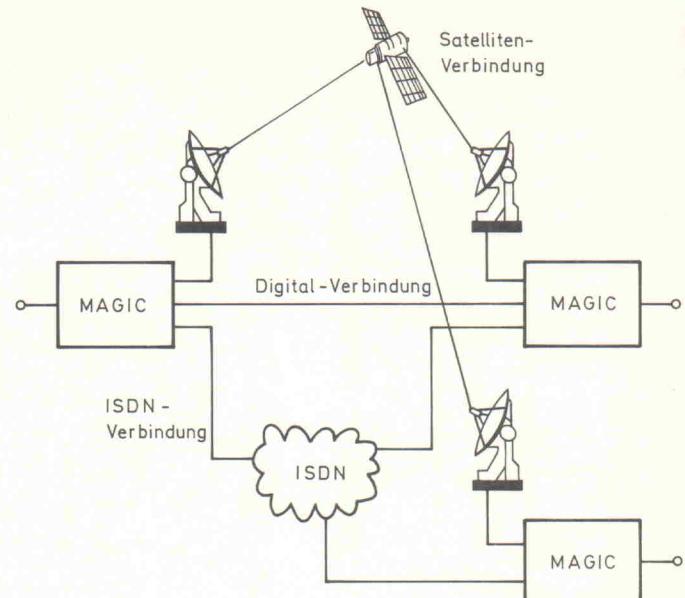


Bild 6. Die Konkurrenz vom Music-Taxi nennt sich Magic (multi audiosystem with groupable interfaces and codecs) und kommt von Philips. Auch dieses System gestattet die weltweite Vernetzung von Audio-Quellen untereinander, per ISDN oder Satellitenverbindung.

In den Funkhäusern oder Produktionsstudios sind an die ISDN-Übertragungsgeräte digitale Schnittplätze oder Aktualitätspeicher angeschlossen, mit denen Überspielungen und Konferenzen weiterbearbeitet werden. Nachgeschaltete Langzeitspeicher können die Archivierung vornehmen. Über die Kopplung mit einer Sendeablaufsteuerung ist das Einbinden der ankommenden Audio-Daten in ein digitales Audio-Netzwerk möglich, das Verteilmanagement wird von einer der Sendeplanung zugeordneten Software übernommen.

Allerdings, so sehr man auch bei diesen möglichen Verknüpfungen an ein geschlossenes digitales Audio-System denken mag,

an solche zukünftigen Netzwerke bei größeren Systemeinheiten werden hohe Anforderungen gestellt. Von ihnen erwartet man die Audio-Datenübertragung inklusive ihrer Systeminformationen und Synchronisierung in Echtzeit von und zu einer großen Anzahl von Tonbearbeitungsräumen – die nach Betriebsabläufen hierarchisch geordnet sein müssen. Daraus ergibt sich eine sehr hohe Übertragungskapazität und die Forde rung nach extremer Betriebssicherheit. Leider gibt es diese Netze noch nicht oder jedenfalls noch nicht in der hier vorgestellten Komplexität; einzelne Teile dagegen sind aber schon in die betrieblich Praxis eingesickert und warten auf ein Zusammenwachsen zu größeren Einheiten.

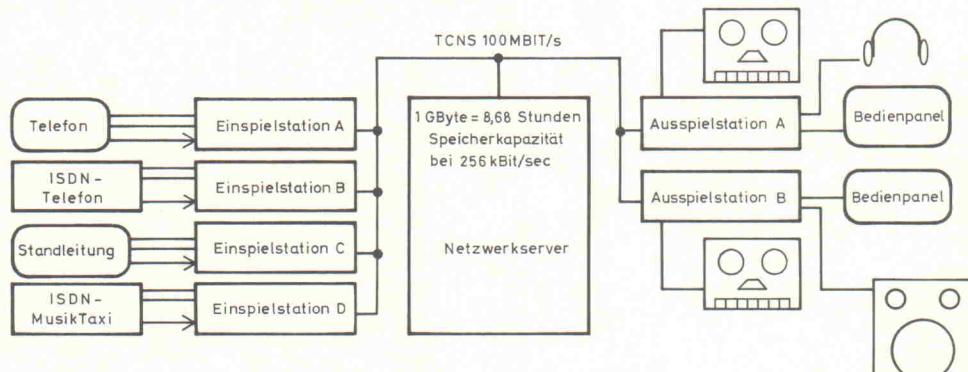


Bild 7. Ein relativ weit fortgeschrittenes Beispiel für die Audio-Vernetzung ist das Radio 'Antenne Bayern'. Der 'Plattenstapel' des Moderators besteht aus einer ein Gigabyte großen Festplatte im Netzwerkserver.



Postfach 1040 26358 Wilhelmshaven

Telefon-Sammel-Nr.: 0 44 21 / 2 63 81
Telefax: 0 44 21 / 2 78 88
Anrufebeantworter: 0 44 21 / 2 76 77

Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,-/Ausland ab DM 100,-
Versand per Nachnahme oder Bankeinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)

Versandkostenpauschale: Nachnahme DM 7,00
Bankeinzug DM 5,80
UPS DM 9,00

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:
ab DM 500,- = 5%
ab DM 750,- = 10%
ab DM 1000,- = 15%
ab DM 2000,- = 20%

Transistoren

BC	BD	BDX	BFQ	BUX	
107A	0.26	239C 0.60	33C 0.73	69	4.15
107B	0.26	240C 0.61	34	0.76	
108B	0.27	241B 0.62	34C	0.73	
108C	0.26	241C 0.62	53A	0.72	
140-10	0.43	242B 0.62	53C	0.76	92
140-10	0.43	242C 0.57	54A	0.72	0.67
141-10	0.39	243B 0.60	66B	3.80	
141-10	0.39	243C 0.65	54C	0.72	
141-10	0.39	243B 0.60	66B	3.80	
160-10	0.41	243C 0.60	66C	3.80	90
160-10	0.41	244C 0.61	67B	3.30	
161-10	0.39	244B 0.62	67C	3.55	
161-10	0.39	245C 0.63	87C	2.45	
177A	0.31	245B 1.45	88C	2.55	
177B	0.26	245C 1.35			
237A	0.08	246B 1.45			
237B	0.08	246C 1.45			
238A	0.09	249	1.75	198	0.16
238B	0.08	249B 1.85	199	0.16	
239B	0.07	249C 1.80	224	0.18	
327-25	0.09	250	1.90	240	0.16
328-25	0.09	250C 1.85	244A	0.65	1.20
328-40	0.09	317	2.40	245A	0.51
337-25	0.09	318	2.40	245B	0.51
338-25	0.09	433	0.49	246A	0.57
338-40	0.09	434	0.53	246B	0.67
368	0.25	435	0.53	246C	0.67
369	0.25	436	0.53	247A	0.65
516	0.21	437	0.53	247B	0.65
517	0.22	438	0.53	247C	0.65
546A	0.07	439	0.53	254	0.18
546B	0.07	440	0.53	255	0.18
547A	0.07	441	0.53	256A	0.57
547B	0.07	442	0.53	256B	0.57
547C	0.07	443	0.53	256C	0.57
548A	0.07	529	1.80	257	0.57
548B	0.07	530	1.60	258	0.55
548C	0.07	645	0.74	259	0.50
549B	0.07	646	0.69	324	0.17
549C	0.06	647	0.63	393	0.31
550B	0.09	648	0.63	417	0.68
550C	0.09	649	0.78	418	0.78
556A	0.07	650	0.72	420	0.24
556B	0.07	675	0.47	421	0.26
557A	0.07	676	0.46	422	0.24
557B	0.07	677	0.47	423	0.24
557C	0.07	678	0.48	440	0.65
558A	0.07	679	0.49	450	0.19
558B	0.07	680	0.49	451	0.19
558C	0.07	809	0.90	458	0.53
559A	0.08	810	0.90	459	0.44
559B	0.07	879	1.05	469	0.43
560B	0.09	901	0.85	471	0.45
560C	0.09	902	0.85	472	0.46
635	0.24	911	0.95	494	
636	0.24	912	0.95	758	0.58
637	0.24	759	0.56		
638	0.24	762	0.56	12AP	2.20
639	0.26	869	0.45	18AF	2.05
640	0.26	85	2.60	870	0.49
875	0.56	86	2.95	871	0.49
876	0.56	95	2.40	872	0.49
877	0.56	96	2.40	900	1.25
878	0.59	959	0.38		
879	0.56	960	0.58		
880	0.56	BDV	0.73	46	1.15
BD		64B	2.10	964	2.30
64C	2.25	966	0.75	47A	3.10
65B	1.85	970	48A	3.10	
135	0.34	65C	2.25	979	0.75
136	0.33	980			
137	0.35	981	0.75		
138	0.35	BDW	982	0.87	
139	0.33	51C	2.10		
140	0.33	52C	2.10		
175	0.48	83B	2.40		
179	0.53	83C	1.85	65	1.95
180	0.54	83D	2.00	41B	1.70
189	0.59	84B	2.45		
190	0.56	84C	2.15		
234	0.49	84D	2.00		
235	0.48	93B	0.88	34A	1.40
236	0.48	93C	0.90	0.92	48A
237	0.48	94B	0.87	91	0.92
238	0.48	94C	0.87	96	1.05

Integrierte Schaltungen

uA	ICM	MC	SAS	TDA	TLC	MOS	LS	74 F
7805	0.78	7216D	68	65	1310DIL	1.50	560S	3.10
7805K	1.70	7217I	25	90	1327DIL	4.50	570S	3.10
7806	0.73	7218A	13	20	1330P	2.60	2595	3.60
7807	1.00	7224	25.00	1377DIL	5.65	670	2.60	2611A
7808	0.73	7226A	80.50	1408DIL	3.30			2653A
7809	0.73	7555	0.57	1458DIP	0.37			2750
7810	0.73	7556	1.45	1496DIL	1.05			374DIL
7812	0.65			1558DIP	1.90	3524N	0.99	1.95
7812K	1.70			3361N	3.90	3525A	1.80	2822M
7815	0.65	L		3403DIL	0.61	3526N	9.80	3047
7815K	1.70	149	3.95	3486DIL	1.40			3048
7816	0.65	165	3.55	3487DIL	1.40			3190
7820	0.65	200-220	2.75	MM				3200
7824	0.65	200-T03	6.95		550	0.44	3501	7.00
78H05	23	204	0.57		611T	2.55	3505	
78L01	0.71	272	2.40		765A	1.20	3510	7.25
78L05	0.58	293B	4.80		861A	1.15	3514	4.65
78L06	0.69	293D	4.80		865A	1.30	3560	6.05
78L07	0.86	296	8.50		8529D	3.80	3561A	6.65
78L08	0.69	297	8.00		852DIP	0.52	2765A	1.80
78L09	0.69	298	13.00		853DIP	4.70		3565
78L10	0.69	387	3.85		855DIP	0.49		3566
78L12	0.69	603C	1.05		856DIP	0.64		3576A
78L15	0.69	702B	4.80		857DIP	1.40	3590A	6.55
78L24	0.69	4805	3.35		858DIP	1.80	3592A	8.30
7905	0.69	4962	4.15		859DIP	6.00		359A
7909	0.79				860DIP	1.50		360
7910	0.96				861DIP	1.45		361
7912	0.67				862DIP	1.40		362
7915	0.67				863DIP	1.45		363
7916	0.67				864DIP	1.45		364
7917	0.67				865DIP	1.45		365
7918	0.67				866DIP	1.45		366
79L10	0.76				867DIP	1.40		367
79L12	0.67				868DIP	1.40		368
79L15	0.67				869DIP	1.40		369
79L24	0.82				870DIP	1.40		370
79L25	11.65				871DIP	1.40		371
79L26	11.65				872DIP	1.40		372
79L27	11.65				873DIP	1.40		373
79L28	11.65				874DIP	1.40		374
79L29	11.65				875DIP	1.40		375
79L30	11.65				876DIP	1.40		376
79L31	11.65				877DIP	1.40		377
79L32	11.65				878DIP	1.40		378
79L33	11.65				879DIP	1.40		379
79L34	11.65				880DIP	1.40		380
79L35	11.65				881DIP	1.40		381
79L36	11.65				882DIP	1.40		382
79L37	11.65				883DIP	1.40		383
79L38	11.65				884DIP	1.40		384
79L39	11.65				885DIP	1.40		385
79L40	11.65				886DIP	1.40		386
79L41	11.65				887DIP	1.40		387
79L42	11.65				888DIP	1.40		388
79L43	11.65				889DIP	1.40		389
79L44	11.65				890DIP	1.40		390
79L45	11.65				891DIP	1.40		391
79L46	11.65				892DIP	1.40		392
79L47	11.65				893DIP	1.40		393
79L48	11.65				894DIP	1.40		394
79L49	11.65				895DIP	1.40		395
79L50	11.65				896DIP	1.40		396
79L51	11.65				897DIP	1.40		397
79L52	11.65				898DIP	1.40		398
79L53	11.65				899DIP	1.40		399
79L54	11.65				900DIP	1.40		400
79L55	11.65				901DIP	1.40		401
79L56	11.65				902DIP	1.40		402
79L57	11.65				903DIP	1.40		403
79L58	11.65				904DIP	1.40		404
79L59	11.65				905DIP	1.40		405
79L60	11.65				906DIP	1.40		406
79L61	11.65				907DIP	1.40		407
79L62	11.65				908DIP	1.40		408</

Quarzoszillatoren

C-Mos / TTL-kompatibel +/-100ppm

OSZI 1,0000	4.85	OSZI 16,0000	4.85
OSZI 3,4300	4.85	OSZI 20,0000	4.85
OSZI 2,0000	4.85	OSZI 24,0000	4.85
OSZI 2,4576	4.85	OSZI 25,0000	4.85
OSZI 4,0000	4.85	OSZI 32,0000	4.85
OSZI 5,0000	4.85	OSZI 36,0000	4.85
OSZI 6,0000	4.85	OSZI 40,0000	4.85
OSZI 7,3928	4.85	OSZI 48,0000	4.85
OSZI 10,0000	4.85	OSZI 60,0000	5.85
OSZI 12,0000	4.85	OSZI 66,0000	5.85
OSZI 11,0000	4.85	OSZI 80,0000	9.30
OSZI 12,0000	4.85	OSZI 100,00	16.80

SUB-D-Steckverbinder

Stecker, Lötkelch

MIND-STIFT 09	0.43
MIND-STIFT 15	0.61
MIND-STIFT 19	0.93
MIND-STIFT 23	0.93
MIND-STIFT 25	0.48
MIND-STIFT 31	0.95
MIND-STIFT 50	2.45

Buchse, Lötkelch

MIND-BUCHSE 09	0.43
MIND-BUCHSE 15	0.61
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.93
MIND-BUCHSE 25	0.48
MIND-BUCHSE 31	0.95
MIND-BUCHSE 37	0.95
MIND-BUCHSE 50	2.45

Stecker, gewinkelt

MIND-STIFT 09FB	2.25
MIND-STIFT 15FB	2.45
MIND-STIFT 25FB	2.45
MIND-STIFT 37FB	5.10

Buchse, gewinkelt

MIND-BUCHSE 09W	1.50
MIND-BUCHSE 15W	2.10
MIND-BUCHSE 25W	2.25
MIND-BUCHSE 37W	3.45

Kappen für SUB-D

Posthaube

Kappe CG9G	0.43
Kappe CG15G	0.48
Kappe CG19G	0.65
Kappe CG23G	0.79
Kappe CG25G	0.48
Kappe CG37G	0.98
Kappe CG50G	1.50

metallisiert

Kappe 09M	0.65
Kappe 15M	0.75
Kappe 19M	1.40
Kappe 23M	1.35
Kappe 25M	0.78

Vollmetall

Kappe 09VM	1.65
Kappe 15VM	2.25
Kappe 25VM	2.65

Motherboards

ATX 386DX-40	128K Cache	259,-
ATX 486DX-33	256K Cache	799,-
ATX 486DX-50	256K Cache	1198,-
LB 486DX-33	256K Cache	829,-
LB 486DX-50	256K Cache	1239,-
LB 486DX-66	256K Cache	1379,-

VGA-Karten

VGA-Karte 512K	78,-
VGA-Karte ET4000	149,-
VGA-VLB Cirrus Logic	199,-
VGA-VLB ET4000W32	1MB

Controller

HDD/FDD AT	39,-
HDD/FDD AT VLB	89,-
IDE Cache VLB	379,-
SCSI 1542C	398,-

Platten

HDD 250MB	429,-
HDD 340MB	618,-
HDD 420MB	839,-
HDD 540MB	1149,-

Gehäuse

Slim-Line-Gehäuse	149,-
Desktop Gehäuse	129,-
Mini Tower	129,-
Big-Tower	199,-

Fachkosten für Monitore und Gehäuse nach tatsächlichem Aufwand

Monitore

VGA Color MPR 14"	539,-
VGA Color MPR 15"	759,-
VGA Color 15" Digi	879,-
VGA Color 17" Digi	1679,-
VGA Color 17" MAG	1998,-

Tastaturen

PC-Tastatur MF 102	39,-
PC-Tastatur Samsung	59,-
PC-Cherry G81	99,-

Kein Rabatt möglich

Simm-Sipp-Module

Simm 256Kx9-70

Simm 1Mx9-60

Simm 1Mx9-70 (3-Chip)

Simm 1M-9Chip-70 (9-Chip)

Simm 4Mx9-60

Simm 4Mx9-70

Tagespreise anfragen

Sipp 1Mx9-70 (3-Chip)

Sipp 1M-9Chip-70 (9-Chip)

Kein Rabatt möglich.

Achtung!
Simm/Sipp-Module, Rams, Co-Proz.:
Um der Dynamik im Speichermarkt zu folgen,
sollten Sie Tagespreise tel. bei uns anfragen.

EProms

27C64-150	8Kx8	5.40
27C64-200	8Kx8	5.30
27C128-150	16Kx8	6.20
27C256-120	32Kx8	5.45
27C256-150	32Kx8	5.45
27C512-150	64Kx8	6.65
27C1001-120	128Kx8	11.95

Preistendenz bei EProms stark steigend

D-Rams

41256-80	256Kx1	3.10
41256-100	256Kx1	3.00
511000-70	1Mx1	9.95
514256-70	256Kx4	10.25

statisch

6264-100	8Kx8	3.85
62256-100	32Kx8	7.35
628128-70	128Kx8	25.40

für Cache-Speicher:

6164BK-20	8Kx8	5.80
61256K-20	32Kx8	14.50
61416K-20	16Kx4	5.80

Kein Rabatt möglich.

CPU - Lüfter für 486er

12 Volt mit Rahmen und Kühlkörper

CPU - Lüfter 29,00

MITSUMI Double Speed HIGH PERFORMANCE CD-ROM DRIVE

IIT Advanced Math CoProcessor

INTEGRATED INFORMATION TECHNOLOGY

CD-ROM DRIVE

REICHELT ELEKTRONIK

Postfach 1040

26358 Wilhelmshaven

TEL 04421 / 2 63 81

FAX 04421 / 2 78 88

Beispiel: Commodore-Printerkabel

Computer-Scartkabel

Bestellnummer: AK 315 2m **11.90** **Steckverbinder:** 2x Scart-Stecker 20 Pole verbunden

Video-Scart-Kabel

Bestellnummer: AK 902 1,5m **7.45** **8 Pole verbunden**

Floppy-Kabel für 2x3,5" oder 2x 5,25"

Bestellnummer: AK 678 0,6m **6.95** **Steckverbinder:** 3x Kartenstecker 34pol 3x Pfostenbuchse 34pol

Beispiel: Commodore-Printerkabel

Bestellnummer: AK 111 1,5m **4.60** **Steckverbinder:** 2x Diodenstecker 6pol

Dies ist nur ein kleiner Auszug aus
unserem 20000 Artikel umfassenden
Elektronik-Gesamtprogramm.

**Kostenlosen Katalog
anfordern!**

ELRAD 1994, Heft 1

63

Dekompression

Monochip-MPEG-Audiodecoder

Design Corner

Greg Maturi

Was vor einigen Jahren auf der Tonmeistertagung noch vielbestautes Ergebnis psychoakustischer Grundlagenforschung war, die Reduktion eines digitalisierten Audiosignals von knapp 1,5 MBit/s auf weniger als 64 KBit/s – und das ohne subjektiven Qualitätsverlust –, ist heute im PGA-Gehäuse für jedermann käuflich zu erwerben: LSI-Logic hat einen der ersten Decoder für MPEG-komprimierte Audiodaten in Silizium gegossen.



Der MPEG-Audiodecoder-Baustein L 64111 von LSI-Logic ist Teil eines neuen Konzepts für das datenkomprimierte digitale Fernsehen, das in absehbarer Zeit das gegenwärtige analoge Verfahren ablösen soll. Im Verbund mit dem MPEG-Videodecoder L 64112 und den Fehlerkorrekturbausteinen L 64712/13/14 ergibt sich ein leistungsfähiger Chipsatz für die Dekodierung von digitalen Videosignalen. Der Einsatzbereich umfaßt digitales Kabelfernsehen, interaktives Fernsehen, digitale Videorecorder und Laserdisk-Spieler. Auf einem Kabel lassen sich so theoretisch bis zu 500 Kanäle übertragen. Auch der Einsatz im PC für Multimedia-Anwendungen ist denkbar.

Bild 1 zeigt den möglichen Aufbau eines Decodersystems. Ein Mikrocontroller steuert die Decoderchips an einem 8-Bit-Systembus. Der Controller führt lediglich Initialisierung sowie Testfunktionen durch und ist nicht aktiv an der Dekodierung beteiligt. Für einfache Anwendungen genügt also schon ein 8051 µC. Videoparameter wie zum Beispiel die aktive Bildgröße oder die Breite von Sync-Signalen lassen sich auch während des Betriebes umprogrammieren.

Die Decoderchips beziehen die Video-/Audiodaten über den Systembus (von einem digitalen Massenspeicher) oder aus einem seriellen Bitstrom nach MPEG-ISO-Norm. Dieser Datenstrom kann beispielsweise via Satellit

Greg Maturi kam über Harris-Aerospace und Texas Instruments zu LSI, wo er als Entwickler-Ingenieur für den MPEG-Audiodecoder verantwortlich ist.

übertragen werden. Der L 64112 verarbeitet Datenraten bis zu 15 MBit/s und erzeugt daraus in Echtzeit Bilder mit einer Auflösung von 720×480 Punkten bei 30 Hz Bildwiederholfrequenz (CCIR 601). Dafür benötigt der Decoder 2 MByte DRAM in 64 Bit Breite. Für die weniger anspruchsvolle CIF-Auflösung (352×288) genügen schon 512 KByte. Der Decoder übernimmt ohne zusätzliche externe Logik die komplette Ansteuerung der RAMs. Am Ausgang steht nach Huffman-Dekodierung, inverser diskreter Cosinus-Transformation (IDCT), Bewegungskompensation und Pixelinterpolation ein YUV-Signal (Chrominanz/Luminanz) an. Je nach Fernsehssystem bereitet ein NTSC- oder PAL-Modulator das Signal für den Fernseher auf.

Der L 64111 dekodiert den Audioteil des MPEG-Datenstroms. An externen Bauteilen benötigt der Audiodecoder lediglich ein RAM und einen Stereo-D/A-Konverter. LSI hat Audio- und Videodecoder in einer 'TV-Decoderbox' zusammengestellt, die jedoch noch nicht verfügbar ist. ELRAD stellt dieses System bei nächster Gelegenheit vor. Für Entwickler, die an der MPEG-Audiodekodierung interessiert sind, verleiht LSI ein Evaluation-Board, das ausschließlich für den Audiodecoder L 64111 entwickelt wurde. Diese PC-Steckkarte nimmt die MPEG-komprimierten Audiodaten aus einer Datei über den PC-Bus auf. Alternativ läßt sich auch über den Digitaleingang ein ISO-System-Stream einspeisen, der aus Video- und Audiodaten besteht. Am Stereoausgang oder an der Kopfhörerbuchse ist das entpackte Audiosignal verfügbar. Mit dem Board liefert LSI eine einfache Treibersoftware inklusive C-Sources.

Der Audiobaustein L 64111 selbst besteht aus vier Hauptkomponenten: dem Preparser, dem Decoder, dem DRAM-Controller und der PCM-Schnittstelle. Der Preparser hat mehrere Aufgaben: Er sortiert aus dem bis zu 15 MBit/s schnellen MPEG-Systemstrom – der ja aus dem vollständigen Audio- und Videosignal besteht – alle Daten heraus, die irgend etwas mit Audio zu tun haben, synchronisiert System- sowie Audiodatenstrom und entfernt die parametrischen Header und die Zeitinformationen. Er führt Syntax- sowie Checksummenüberprüfung (CRC) durch und katalogi-

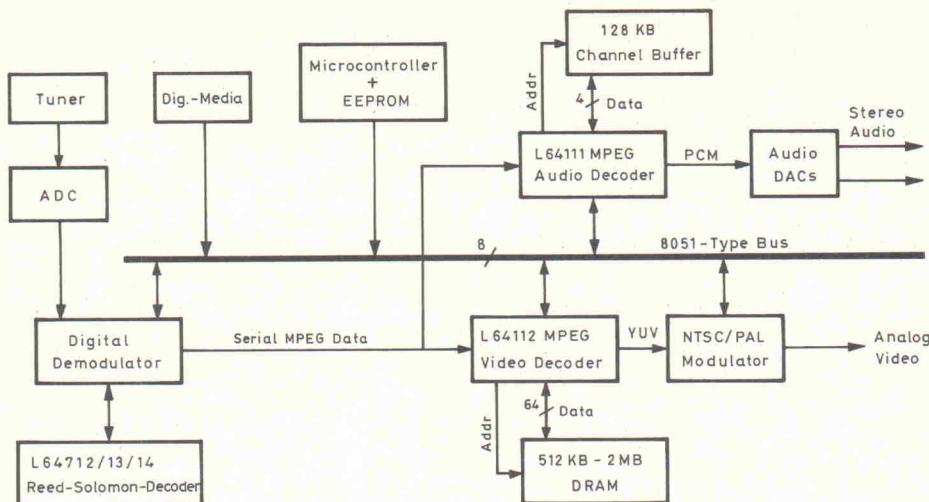


Bild 1. Blockschaltbild eines digitalen Fernsehers mit Datenreduktion für Video und Audio.

siert dann die Frames. Eine Korrektur von Übertragungsfehlern erfolgt durch Wiederholung des letzten intakten Frames. Die Frames stehen anschließend in einer sogenannten Wiedergabeliste zum Abruf durch den Decoder bereit. Der Mikroprozessor steuert die Richtung, in der die Wiedergabeliste gefüllt wird, kann Frames in der Liste überspringen und bestimmen, in welcher Richtung die Liste auszulesen ist.

Sortieren

Als erstes versucht der Preparser jedoch, sich auf den MPEG-Systemstrom zu synchronisieren. Dazu erkennt er den Startcode eines Packets oder des Pack-System-Headers und verwendet diesen für die Synchronisation mit den Packets. Die ISO-MPEG-Norm unterscheidet zwischen 'Packs' und 'Packets': Ein 'Pack' besteht aus mehreren 'Packets'. Der Preparser liest aus dem Header das 16-Bit-Wort, in dem die Packet-Länge niedergelegt ist, und zählt dann die nachfolgenden Bytes. Wenn beim Rückwärtszählen die Null erreicht ist, sollte es sich beim nächsten Bytesatz um ein Synchronisationswort handeln. Ist dies nicht der Fall, so wurde das ursprünglich entdeckte Synchronisationswort entweder von Audiodaten oder von sogenannten 'privat-data's' vorgetäuscht oder es liegt ein Systemfehler vor. Unter 'privat-data' versteht die ISO-MPEG-Norm einen Bereich von Daten, der dem Benutzer zugänglich ist und ansonsten vom System nicht benötigt wird.

Der Preparser ist erst dann vollständig synchronisiert, wenn

drei aufeinanderfolgende korrekte Synchronisationen stattgefunden haben. Genauso gilt er erst dann als nicht synchronisiert, wenn drei Synchronisationsfehler erkannt wurden. Nach der Synchronisation gibt der Preparser eine Zeitmarke für die Audio-/Videowiedergabe an den Controller zurück.

Der Decoder ist in einer 24-Bit-Architektur aufgebaut und übernimmt den Großteil der algo-

rithmischen Arbeit: Zum Entpacken der Audiodaten führt er die inverse Quantisierung, die Skalierung und die Subbandsynthese durch (siehe auch ELRAD 12/93, 1/94 'Datendiät im Studio').

Groupies

Darüber hinaus führt er für höher komprimierte Layer-II-Daten vor der inversen Quantisierung ein Degrouping durch.

Der Dekodervorgang beginnt mit einem vom Mikroprozessor oder einem externen Starteingang erzeugten Startbefehl. Ab diesem Zeitpunkt liest der Decoder Parameter und Informationen über die Kanalpufferadresse aus dem Wiedergabepuffer und fordert Daten vom Kanalpuffer an. Der DRAM-Controller vermittelt zwischen dem Preparser, der Daten in den Kanalpuffer schreiben will, und dem Decoder, der versucht,

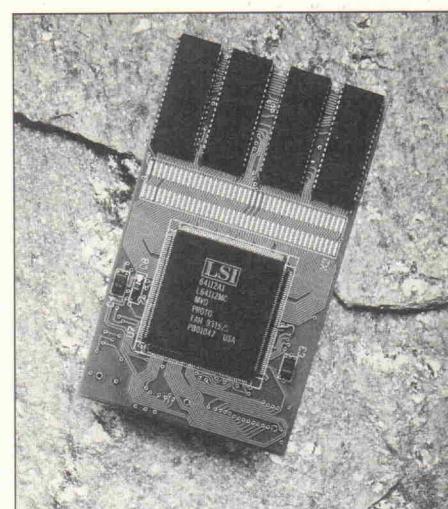


Bild 2. Der erste Prototyp des Videochips.

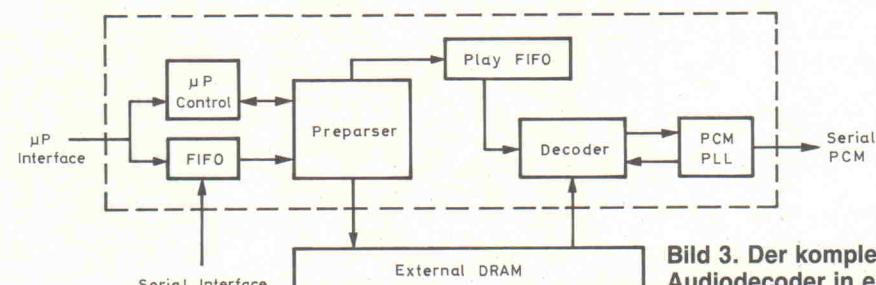


Bild 3. Der komplette MPEG-Audiodecoder in einem IC.

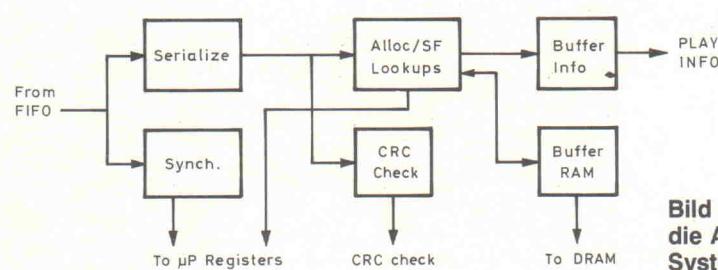


Bild 4. Der Preparser sortiert die Audiodaten aus dem Systemdatenstrom.

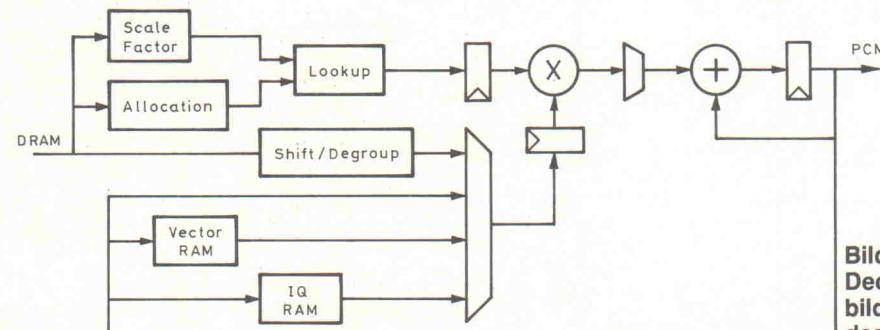


Bild 5. Die Decoderlogik bildet den Kern des L 64111.

Parametrisches Datenformat

Bit	Data
19 (MSB)	ID
18, 17	Layer
16	Protection
15...12	Bitrate
11, 10	Sampling Frequency
9	Padding (Füllbit)
8	Private
7, 6	Mode
5, 4	Mode extension
3	Copyright
2	Original
1, 0	Emphasis

Degrouping-Prozeß. Es folgt die wiederholte Dequantisierung für 32 Samples. Jedes rückgewandelte 24-Bit-Sample wird in einem speziellen RAM abgelegt und anschließend für die Subbandsynthese verwendet. Die Ergebnisse dieser Synthese kommen in ein Vektor-RAM.

DRAM

Der DRAM-Controller liefert dem DRAM RAS, CAS, Adressen und Daten. Er vermittelt zwischen dem Parser und dem Decoder. Außerdem sorgt er für den 'hidden Refresh'. Der L 64111 arbeitet mit einem 256Kx4-DRAM (100 ns oder schneller).

PCM-Ausgabe

Die PCM-Schnittstelle hat die Aufgabe, Daten vom Decoder zu holen, diese zu serialisieren und zum geeigneten Zeitpunkt die Steuersignale für die analoge Konvertierung durch einen seriellen D/A-Wandler zu erzeugen. Register, die entweder beim Einschalten geladen oder über den

Mikroprozessorport geschrieben werden, bestimmen den Ausgabetakt. Die tatsächliche Abtastfrequenz weist eine Genauigkeit von über 200 ppm auf.

Sobald ein PCM-Wort ins Parallel-nach-seriell-Register geladen ist, fordert die PCM-Schnittstelle ein weiteres vom Decoder an. Dieser bringt seine aktuelle DCT oder inverse Quantisierung zum Abschluß und führt anschließend die Subbandsynthese aus. Er stellt das PCM-Wort in ein Ausgaberegister, und sobald das angeforderte Wort bearbeitet und seriell ausgegeben wurde, lädt die PCM-Schnittstelle das nächste Wort in den Parallel-nach-seriell-Konverter.

2 KByte Blockadressen für Layer I. Falls jedoch Fehler auftreten, wird das letzte korrekte Frame als nächste Adresse gesetzt.
Als zusätzliche Information steht im Wiedergabepuffer der Betriebsmodus sowie ein Bit, das anzeigt, ob der Frame ausgelesen oder übersprungen werden soll. Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Fehler auftritt und die Fehlerrichtigung eingeschaltet ist. Da eine Änderung der Bitrate und der Abtastfrequenz nicht erlaubt ist, ohne den Decoder zurückzusetzen, bleibt die Frame-Größe konstant.
cf/rö

Literatur

- [1] ISO/IEC 11172, *Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media up to About 1,5 Mbit/s*, International Organization for Standardization
- [2] L 64111 MPEG Audio Decoder User's Manual, LSI Logic
- [3] Daten-Diät, Datenreduktion bei digitalisierten Audiosignalen, Stefani Renner, ELRAD 4/91, S. 77

Daten auszulesen, um diese zu dekomprimieren.

Beim ersten Lesevorgang erhält der Decoder Zuweisungs- und Skalierungsfaktor-Informationen. Beim zweiten erhält er ein bis fünf Nibbles, die das Subband-Sample enthalten. Sollte ein Degrouping erforderlich sein, implementiert der Decoder den

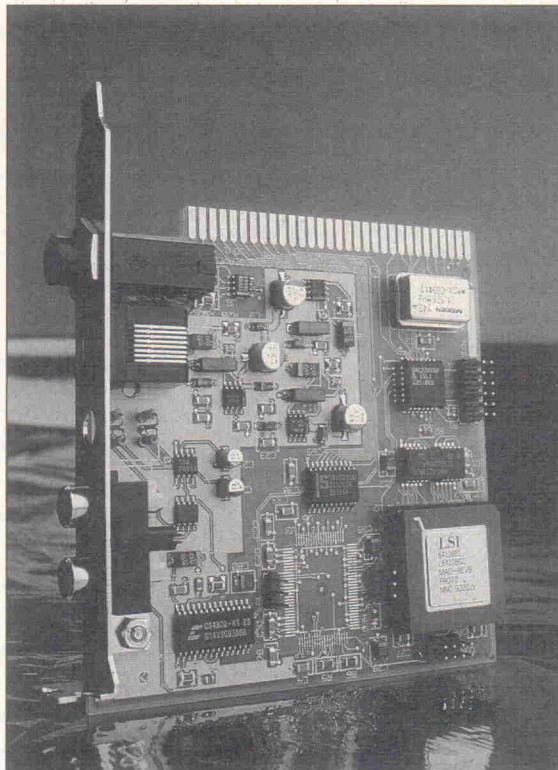
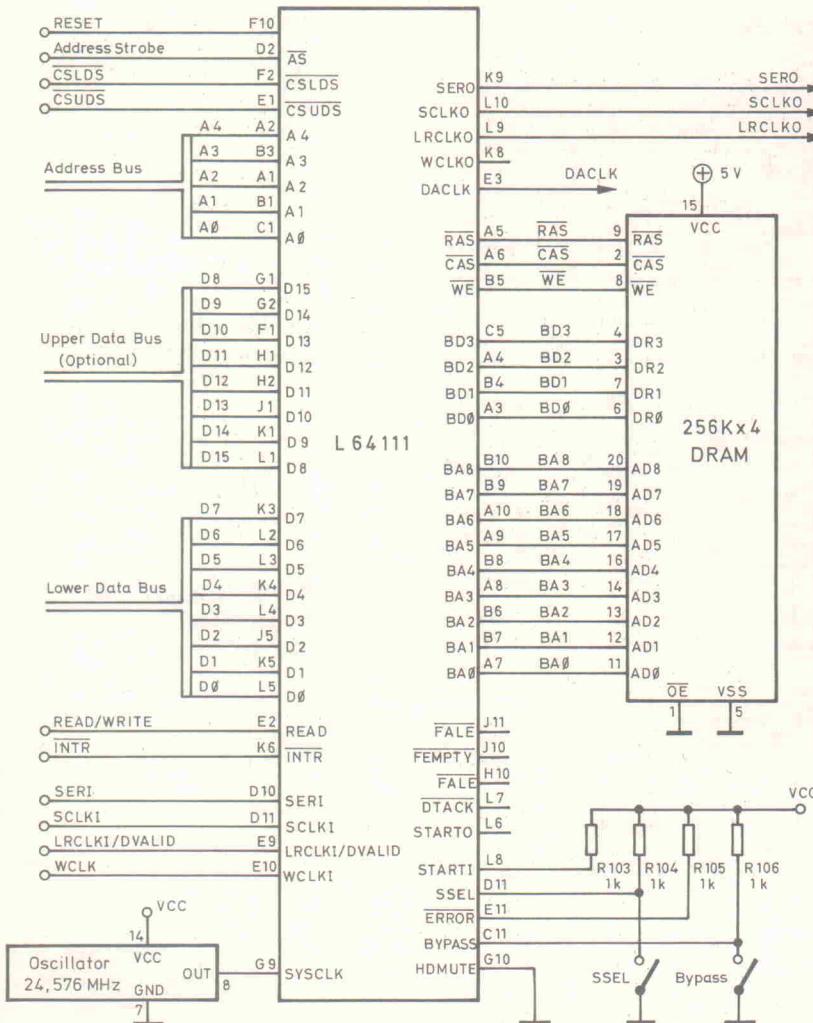
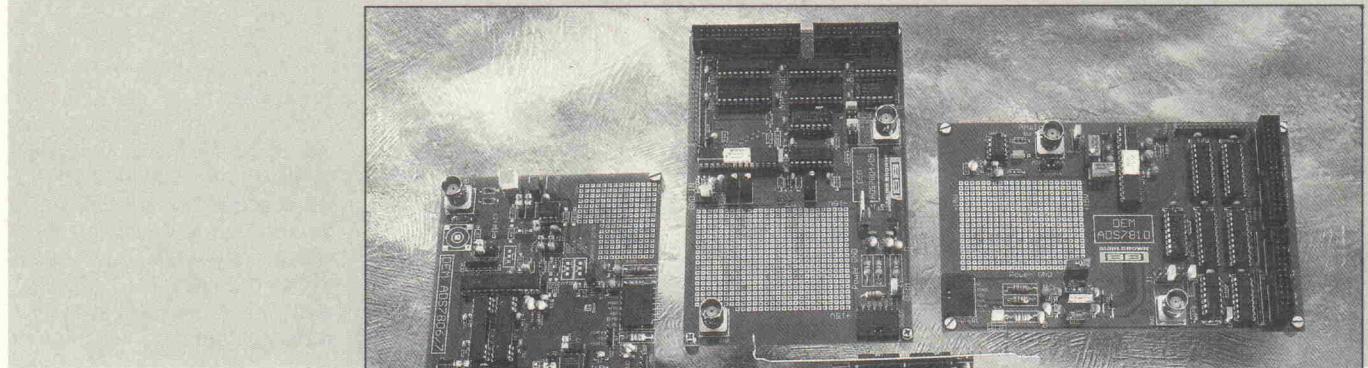


Bild 6. Die Platine für den Decoderchip wird an interessierte Entwickler zum Ausprobieren verliehen, die auf Diskette mitgelieferten MPEG-Daten gestartet – per Kopfhörer – einen ersten Eindruck von der Sound-Qualität.

Bild 7. Die Pinbelegung des Audiodecoders wird später ein PLCC-Gehäuse sein.

A/D-Wandler-Labor

Teil 4: Die FFT-Software



Projekt

Olaf Escher

Zur Betrachtung und Bewertung dynamischer Signalverläufe ist nicht allein eine entsprechend zügig arbeitende Hardware zur Umsetzung von Meßsignalen vonnöten, ebenso kommt es auf eine leistungsfähige Software zur Weiterverarbeitung der anfallenden Daten an. Mit einer Karte des A/D-Wandler-Labors, einem FIFO-RAM und dem Programm FFTPro steht einer leistungsfähigen Signalanalyse nichts mehr im Wege.

Das Programm FFTPro zerlegt ein aufgenommenes Meßsignal mittels Fast-Fourier-Transformation in seine Frequenzanteile. Neben der grafischen Aufbereitung führt die Software auch eine numerische Auswertung von Klirrfaktor, Fremdspannung sowie der Pegel und Lage einer Grundschwingung und ihrer Harmonischen durch. Die Transformation arbeitet mit bis zu 16 384 Stützpunkten bei einer internen Datendarstellung mit 64-Bit-Gleitkomma-Zahlen. Neben dem Einlesen der Daten von einer parallelen oder seriellen RAM-Karte des A/D-Wandler-Labors ist die Simulation einer Sinusfunktion im Programm enthalten. Zudem ist die Verarbeitung von Werten aus einer Datei möglich.

Bereits der letzte Teil des A/D-Wandler-Labors (ELRAD 11/93) beschrieb die Hard-

warekonfiguration, die für die Signalanalyse mit der FFT-Software auf dem PC erforderlich ist. Nach dem Start von FFTPro definiert der Anwender zunächst alle Parameter wie Anzahl der FFT-Punkte, Sample-Rate, A/D-Wandlertyp, die zur Durchführung der FFT notwendig sind (Bild 1). Alternativ lässt sich bereits beim Aufruf des Programms (FFTPRO <filename>) eine Datei angeben, in der eine komplette Konfiguration abgespeichert ist. Als erste Aktion liest das Programm Meßwerte vom A/D-Wandler in das FIFO-RAM-Board und von dort in den PC. Danach führt die Software automatisch die FFT und die sich daraus ergebenen Berechnungen durch und stellt das Spektrum anschließend auf dem Bildschirm dar (Bild 2). Die Grafik verwendet für die Frequenz eine lineare, für die Amplitude des Spektrums eine logarithmische, db-skalierte Darstellung.

Am rechten Bildschirmrand stehen die Kommandos sowie die Anzahl der Bildschirmseiten und welche davon gerade zu sehen ist. Der Wert unterhalb der Frequenzachse gibt den Gleichspannungsanteil A0 des Signals an. Das Programm stellt die folgenden Funktionen, erreichbar per Tastatur, bereit:

Die Leerzeichtaste beendet das Programm.

Die 'r'-Taste veranlaßt das Einlesen neuer Datenwerte vom A/D-Umsetzer und vom RAM-Board. Gleich anschließend führt die Software eine FFT durch und zeigt das neue Spektrum an.

Mit der Betätigung der Taste 'c' liest der Rechner kontinuierlich neue Meßwerte ein und frischt damit das Spektrum

Dipl.-Ing. Olaf Escher ist Leiter des Applikationslabors bei Burr-Brown.

```

Number of FFT points n ( $2^n$ , n < 15): 12
Master Clock [MHz]: 5
Sampling Rate [kHz]: 300
Normalized to dB<c> / <a>bsolute: a
Using a window (y/n): n
With averaging (y/n)? n
Number of harmonics to look for: 9
Resolution bandwidth in steps (>0, odd): 1
Realized number of steps: 1

Read data from <0> RAM-Board (parallel) <2> File
          <1> RAM-Board (serial) <3> Example
Your choice: 0
Resolution of the ADC (bits): 12
Bits are LSB aligned (y/n): y
In <2>'s complement/straight <b>inary: 2
Write data into file (y/n): y
File name (extension is .XY): daten.xy
Write value AND counter (y/n): y
Write parameters into file (y/n): y
Name of output file: ads7810
Number of FFT points:  $2^{12} = 4096$ 
Realized sampling rate: 312.50000 KHz

Press ENTER

```

Bild 1. Der Eröffnungsbildschirm von FFTPro nach Eingabe der Parameter.

ständig neu auf. In diesem Modus kann es einen Moment dauern, bis das Programm auf einen weiteren Tastendruck reagiert, da der Rechner gut beschäftigt ist.

Mit 'a' kann man das Averaging ein- oder ausschalten. Bei aktivem Averaging liest das Programm ständig Meßwerte ein, bildet den Mittelwert aller ermittelten Spektren und zeigt ihn an. Die Mittelwertbildung kann beliebig oft an- und abgeschaltet werden, ohne daß das zuvor errechnete Spektrum verlorengeht. Erst mit dem Kommando 'r' wird das alte Spektrum gelöscht und ein neues berechnet. Die Mittelwertbildung bewirkt eine Glättung des Grundrauschen und ermöglicht so, sehr kleine Signale im Grundrauschen überhaupt zu erkennen. In Bild 3 ist der Sinus aus Bild 2 zu sehen, nur daß hier der Mittelwert über 20 Spektren gebildet wurde. Auch bei dieser Option kann es einen Moment dauern, bis das Programm auf einen Tastendruck reagiert.

Falls das Spektrum nicht auf eine Bildschirmseite paßt, kann mit der 'page up'- und der 'page down'-Taste zwischen den Bildschirmseiten umgeschaltet werden. Eine bestimmte Bildschirmseite ist aber auch direkt durch Eingabe der entsprechenden Ziffer (1...9) anwählbar.

Das Spektrum einer 1024 oder mehr Punkte großen FFT paßt nicht mehr auf eine Bildschirmseite. Jedoch kann man mit den Plus-/Minus-Tasten die Frequenzachse in ihrer Skalie-

zusammengefaßten Linien an. In der höchsten Zoom-Stufe ist das gesamte Spektrum auf einmal zu sehen.

Der Analyse-Bildschirm

Den Analyse-Bildschirm zum Spektrum erhält man durch Drücken der F10-Taste (Bild 4). Alle angezeigten Werte sind entweder auf die maximal mögliche Eingangsspannung des A/D-Umsetzers (normalized to absolute) oder auf die größte vorkommende Spektrallinie (normalized to dbc) bezogen.

Die ersten fünf Werte beschreiben die Qualität des Meßsignals: DC, SINAD, Signal to Noise Ratio, Total Harmonic Distortion und Spurious Free Dynamic Range. Es folgt ein Block, der die berechnete Grundwelle und deren Harmonische mit den entsprechenden Pegeln angibt. Dabei nimmt das Programm als Grundwelle die größte im Spektrum vorkommende Spektrallinie an. Diese führt dann die größte der

nischen auf, wie im Parameter-Menü eingetragen sind. Am unteren Rand des Analyse-Bildschirms findet man Informationen über die Anzahl der FFT-Punkte, die Abtastfrequenz sowie die Auflösungsbandbreite in kHz und als Spektrallinienanzahl angegeben.

Die berechneten Werte sind in FFTPro folgendermaßen definiert: DC gibt den Gleichspannungsanteil bezogen auf eine Bezugsspannung in dB an. Diese Bezugsspannung ist entweder die maximale Eingangsspannung des A/D-Umsetzers, wenn bei der Parametereingabe 'normalized to absolute' angegeben wurde, oder die Grundwelle (Fundamental) des Signals, wenn 'normalized to dbc' verlangt wurde:

Spektrallinie der Gleichspannung	20 · log
	Bezugsspannung

SINAD steht für Signal to Noise and Distortion Ratio. Dieser Wert ist als Signal/Rauschabstand einschließlich aller Klirrprodukte definiert. Er

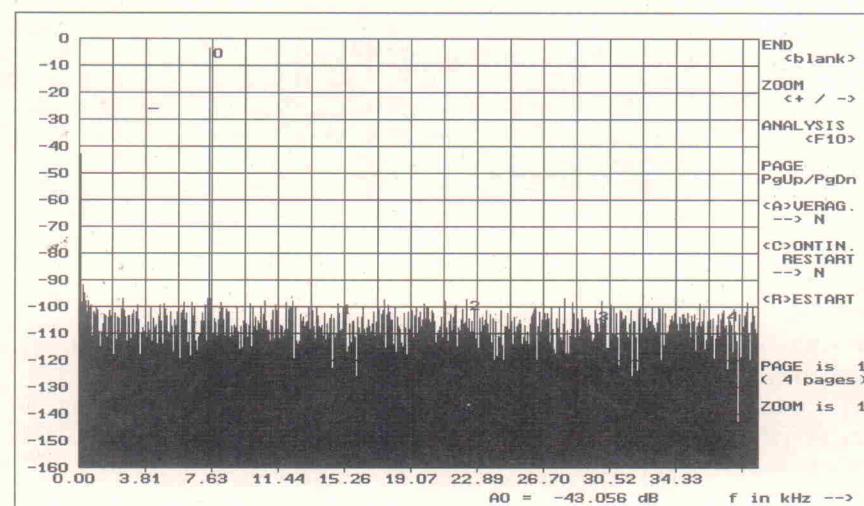


Bild 2.
Spektrum eines zur Abtastfrequenz kohärenten Sinussignals ohne Fensterfunktion und Averaging.

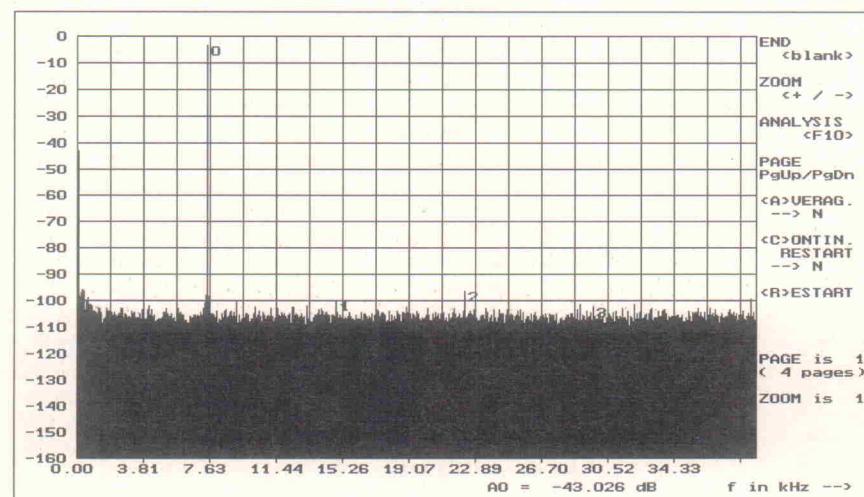


Bild 3.
Dasselbe Spektrum wie in Bild 2, jedoch hier mit einer Mittelwertbildung über 20 Spektren.

ELECTINA

Toolkit für Digital- und Analogdesign

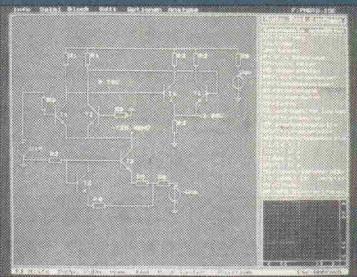


Bild 4.
Der Analyse-Bildschirm zeigt verschiedene aus dem Spektrum von Bild 2 extrahierte Eigenschaften des Signals auf.

```

=====
SPECTRUM - ANALYSIS
=====

DC = -43.056169 dB
SINAD (absolute) = 71.134243 dB
Signal to noise ratio (absolute) = 71.202359 dB
Total harmonic distortion = -89.208256 dB
Spurious Free Dynamic Range = 90.619755 dB

Fundamental: S = -3.342893 dB at 7.48 kHz
Harmonic S 1 = -99.241658 dB at 14.88 kHz
Harmonic S 2 = -97.405864 dB at 22.28 kHz
Harmonic S 3 = -101.680176 dB at 29.68 kHz
Harmonic S 4 = -101.723830 dB at 37.08 kHz
Harmonic S 5 = -103.272150 dB at 44.48 kHz
Harmonic S 6 = -93.962648 dB at 51.88 kHz
Harmonic S 7 = -102.716926 dB at 59.28 kHz
Harmonic S 8 = -96.720889 dB at 66.68 kHz
Harmonic S 9 = -103.085922 dB at 74.08 kHz

Number of FFT points: 2^12 = 4096
Sampling Rate [kHz]: 312.50
Resolution Bandwidth: 0.07629 kHz (1 steps).

Do you want to change something (y/n):

```

beschreibt das Verhältnis des Meßsignals zum Rauschsignal.

$$20 \cdot \log \frac{\text{Signal-Spektrallinie}}{\sqrt{\sum (\text{alle anderen Spektrallinien})^2}}$$

Die Signal to Noise Ratio gibt den Signal/Rauschabstand ohne Berücksichtigung der Klirrprodukte an. Zur Berechnung werden die Spektrallinien, in denen die Klirrprodukte vorkommen, durch den Mittelwert aller Spektrallinien, die kein Signal oder dessen Oberwellen enthalten, ersetzt.

$$20 \cdot \log \frac{\text{Signal-Spektrallinie}}{\sqrt{\sum (\text{alle anderen Spektrallinien außer Klirrprodukte})^2}}$$

Hinter der Total harmonic distortion steckt Klirrfaktor. Er ist folgendermaßen definiert:

$$20 \cdot \log \frac{\sqrt{\sum (\text{Spektrallinien der Harmonischen})^2}}{\text{Spektrallinie der Grundwelle}}$$

Der Spurious Free Dynamic Range ist der nutzbare Dynamikbereich. Er bezeichnet den Abstand der Meßsignalamplitude-

de zum größten vorhandenen Störer und berechnet sich zu:

$$20 \cdot \log \frac{\text{Größte Spektrallinie der Harmonischen}}{\text{Spektrallinie der Grundwelle}}$$

Alle Rechnungen berücksichtigen nur so viele Harmonische, wie in der Parameterliste stehen. Falls bei der Eingabe der Parameter für die Auflösungsbandbreite (resolution bandwith in steps) Werte größer als eins angegeben wurden, fließen ebenfalls die der Grundwelle und ihren Harmonischen benachbarten Spektrallinien mit in die Berechnungen ein. Der eingegebene Wert entspricht der Anzahl der auf jeder Seite berücksichtigten Spektrallinien. Sollten die Frequenzen der Harmonischen über der halben Abtastfrequenz liegen, dann berücksichtigt das Programm die Faltprodukte.

Signalanalyse

Ein allgemeines Problem der FFT ist, daß sie nur eine begrenzte Anzahl an Meßwerten zur Signalanalyse heranziehen

kann. Die FFT betrachtet diesen Ausschnitt so, als ob er sich periodisch fortsetzen würde. Tastet man beispielsweise ein Sinussignal (oder ein anderes periodisches Signal) ab, so wird die Messung nur in den seltensten Fällen so enden, daß der periodisch fortgesetzte Ausschnitt an Meßwerten einen reinen Sinus ergibt. Im Gegenteil, es tritt am Anfang beziehungsweise am Ende des Ausschnitts eine mehr oder weniger starke Sprungfunktion auf, die ein starkes, alles überlagerndes Rauschspektrum erzeugt. Dieser Effekt ist in Bild 5 gut zu sehen, in dem ein 10-kHz-Sinussignal mit einer Abtastfrequenz von 312,5 kHz aufgenommen wurde.

Um diesen Effekt so klein wie möglich zu halten, kann man den Meßwerten eine Fensterfunktion überlagern, so daß die ersten und die letzten Werte einer Messung weniger stark in die FFT-Analyse eingehen als die in der Mitte. Derselbe Sinus ist in Bild 6 mit eingeschalteter Fensterfunktion zu sehen. Eine unangenehme Eigenschaft hat

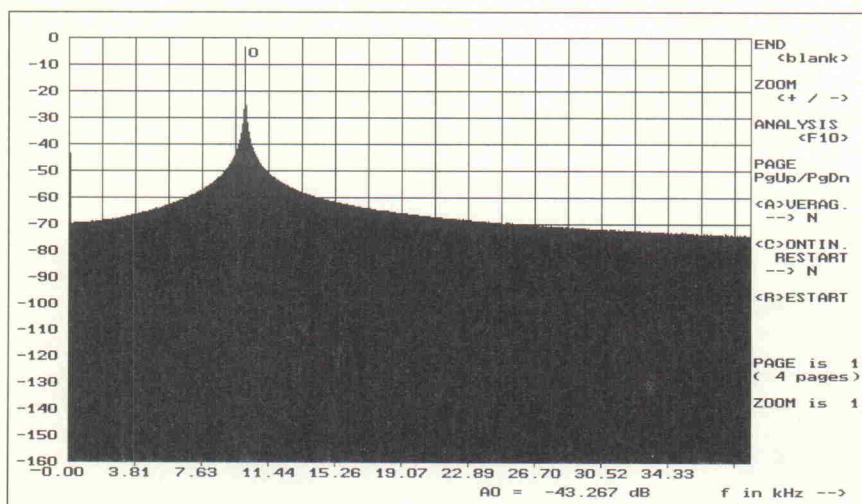


Bild 5.
Im Fall nicht kohärenter Abtastung ergibt sich ohne zusätzliche Fensterfunktion ein Spektrum mit großem Rauschteppich.

Jetzt entwerfen, simulieren, analysieren und optimieren Sie Analognetzwerke beliebiger Komplexität am PC - ohne aufwendige Experimentier-Hardware.

ELECTINA bietet Ihnen:

- **Grafikeditor** zur komfortablen Erstellung von Schaltplänen
- umfangreicher und erweiterbarer **Bauteilkatalog** (Toleranzangaben zu Bauteilwerten möglich)
- **Worst-Case** oder **Monte-Carlo-Analyse**
- **DC- und Transientenanalyse** (Eingangsgrößen Sinus, Trapez, Einheitsimpuls) mit frei wählbaren Parametern
- **AC-Analyse** (Amplituden und Phasenkennlinien oder Bode-Diagramm)
- **Optimierungs-Funktion** zur Bestimmung der idealen Bauteilparameter
- **Mehrfach-Analyse** zur Untersuchung der geänderten Bauteilwerte oder Temperaturen
- **Exportfunktionen** zu allen gängigen Programmen wie PSpice, Autocad, Ventura, Wordperfect
- **Textprozessor** zur leichten Anfertigung von Lehrmaterialien
- **On-line Hilfesystem**

Fordern Sie am besten noch heute Ihre **ELECTINA**-Version an:

A & L Hard- und Software
Schröcker,
Wächtersbacher Str. 10,
63505 Langenselbold,
Tel.: 0 61 84 / 24 70,

für eilige Besteller: Fax: 0 89 / 9 61 22 52

ELECTINA-Coupon

Ja, senden Sie mir (Zutreffendes bitte ankreuzen)

- Electina-Demoversion**, 1 HD-Diskette 5 1/4", 130 Seiten Benutzerhandbuch in deutscher Sprache, Preis: 39,- DM
- Electina-Hobbyversion**, 1 HD-Diskette 5 1/4", 130 Seiten Benutzerhandbuch in deutscher Sprache, Preis: 398,- DM
- Electina-Vollversion**, 2 HD-Disketten 5 1/4", 130 Seiten Benutzerhandbuch in deutscher Sprache, Preis: 1495,- DM
- Electina** wahlweise auf 3 1/2" Disketten

Preise inkl. MWST, zzgl. DM 5,- Versandkostenanteil (bei Vorauskasse(V-Scheck) entfällt Versandkostenanteil)

Name / Vorname, Fa./Ansprechpartner

Straße/Hausnummer

PLZ/Ort

Datum Unterschrift

EL 1/94

Coupon ausschneiden und einsenden an:

A & L Hard- und Software Schröcker,

Wächtersbacher Str. 10, 63505 Langenselbold

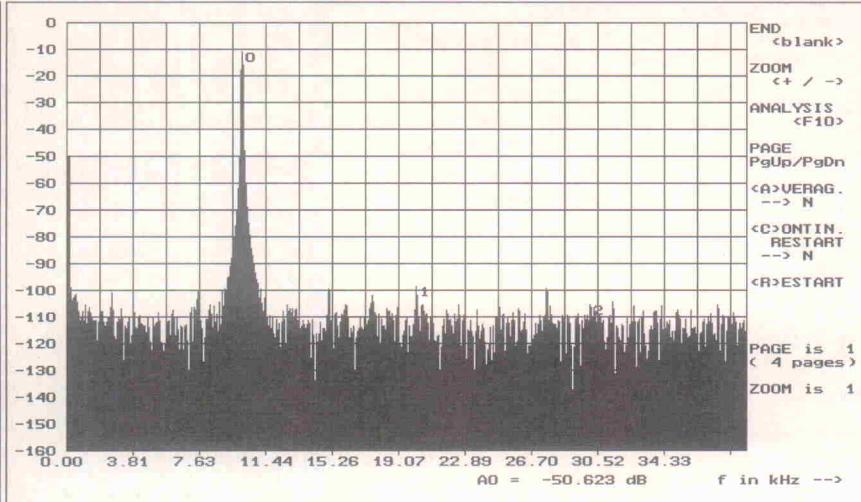


Bild 6.
Zuschaltung
einer
Fenster-
funktion zum
Spektrum
in Bild 5
verkleinert
die Rausch-
anteile.

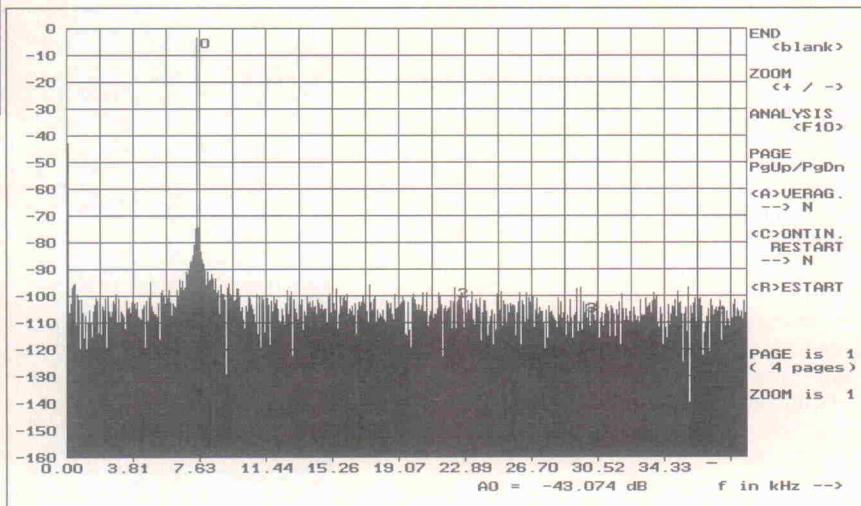


Bild 7.
Schon
geringste
Ver-
schiebungen
der
Sampling-
Rate
beziehungs-
weise der
Signal-
frequenz
verbreitern
die Spektral-
linien.

diese Fensterfunktion allerdings. Die Spektrallinie des Sinus kann kleiner werden, und links und rechts davon entstehen sogenannte Nebenzipfel; das heißt, das Signal wird im Spektrum kleiner und breiter. Um trotzdem den Signal/Rauschabstand korrekt berechnen zu können, lässt sich die Auflösungsbandsbreite (resolution bandwidth in steps) sowohl bei der Parametereingabe direkt nach dem Pro-

grammstart als auch im Analyse-Bildschirm vergrößern.

Am besten ist es jedoch, wenn man das abgetastete Sinussignal kohärent zur Abtastfrequenz und damit zum Master-Takt des RAM-Boards wählt. Auf diese Weise ergibt sich ein Spektrum, das nur durch das Signal und nicht durch die begrenzte Anzahl an Abtastwerten bestimmt wird. Die Signalfrequenz ist

genau dann kohärent zur Abtastfrequenz, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$f_{in} = \frac{m}{n} \cdot f_s$$

Dabei ist f_{in} die Signalfrequenz, f_s die Abtastfrequenz und n die Anzahl der Meßwerte pro FFT; m sollte eine ungerade Zahl sein. Die so berechnete Signalfrequenz ist mög-

lichst genau einzustellen, da geringe Abweichungen bereits einen deutlichen Anstieg des Rauschpegels verursachen. In Bild 2 wurde ein Sinus mit der Frequenz

$$f = 312,5 \text{ kHz} \cdot \frac{97}{4096} = 7400,513 \text{ Hz}$$

mit einer Abtastfrequenz von 312,5 kHz abgetastet und ohne Fensterfunktion mit einer 4096-Punkte-FFT analysiert. Man sieht deutlich, daß in so einem Fall das Sinussignal durch eine einzige Spektrallinie inmitten eines weitgehend ebenen Rauschteppichs dargestellt wird. Alle jetzt zu sehenden Spektrallinien werden ausschließlich durch den Signalgenerator, durch die nicht idealen Eigenschaften des Analogteils des A/D-Umsetzer-Boards und durch die Abtastung an sich (Quantisierungsrauschen) verursacht.

In Bild 7 wurde die Signalfrequenz um 0,02 Hz auf 7400,533 Hz geändert. Obwohl die Frequenz nur geringfügig verändert wurde, ist bereits ein Ansteigen der Rauschpegel links und rechts der Signal-Spektrallinie zu beobachten. pen

Literatur

- [1] Olaf Escher u. a., A/D-Wandler-Labor, Teil 3: ADS7810/19, paralleles FIFO-RAM-Board, ELRAD 11/93, Seite 80
- [2] Harald Schmitt u. a., A/D-Wandler-Labor, Teil 1: ADS-7806/07, 8-Bit-PC-I/O, ELRAD 8/93, Seite 44
- [3] Olaf Escher, Hotline, Teil 3: Dynamische Signalanalyse, ELRAD 1/92, Seite 72
- [4] Hesselmann, N., Digitale Signalverarbeitung, Vogel-Verlag, Würzburg 1987

Entscheiden Sie sich für die richtige Fachzeitschrift

Fordern Sie bei uns ein kostenloses Probeheft an.
Fax: 05 11/53 52-289



GATEWAY

Multiuser
Multitasking
Magazin

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre Telefax-Anfrage direkt an die betreffende Firma, nicht an den Verlag.



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX
Direkt-Kontakt

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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.: _____

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

Rex Regulus

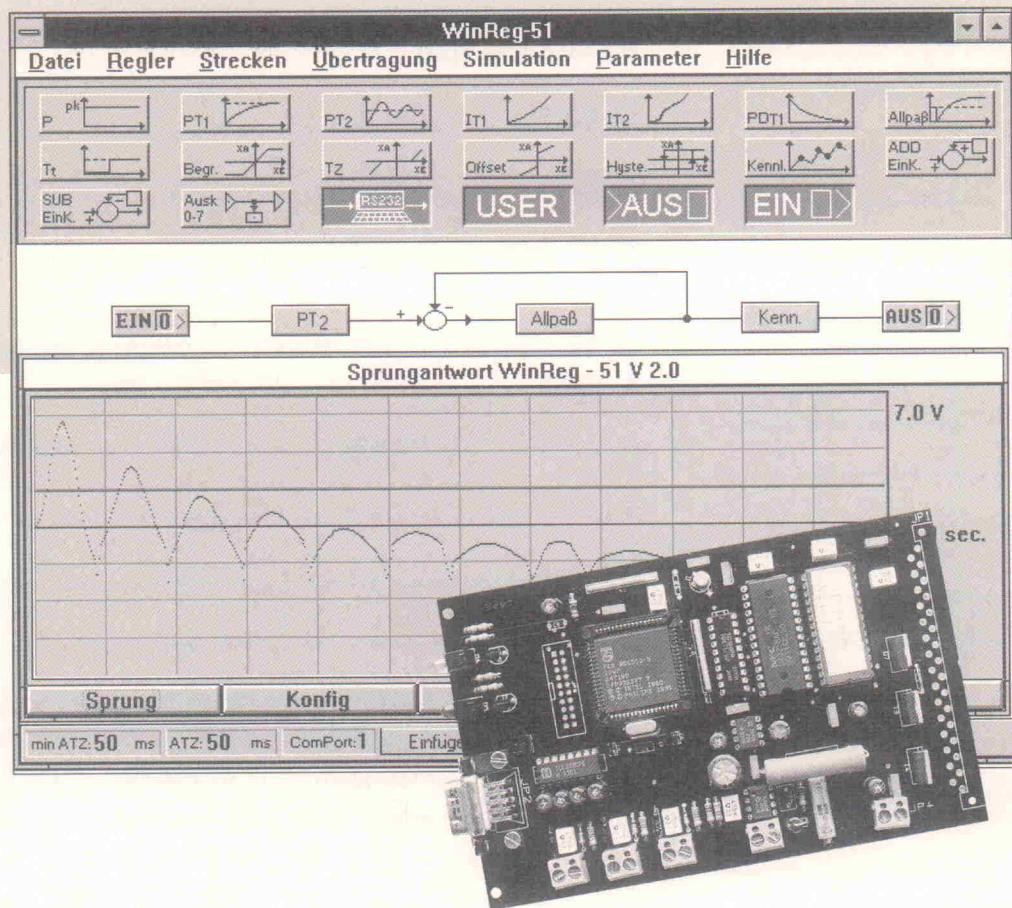
Teil 2: Das 80C552-Controllerboard MiniProz und WinReg in der Praxis

Projekt

Axel Dohmann,
Alexander Gach

Die Streckensimulationssoftware WinReg bietet im Zusammenspiel mit dem MiniProz ein ideales Gespann, um Regelungstechnische Erfahrungen zu sammeln. Komplette Streckenmodelle lassen sich am PC-Bildschirm unter Windows grafisch erstellen, simulieren und anschließend in der Praxis testen. Damit nicht genug: Das Controllerboard kann ebenso als vollwertiger Digitalregler arbeiten, wenn man es zuvor mit den entsprechenden Parametern aus WinReg gefüttert hat.

Axel Dohmann absolvierte ein Studium der Elektrotechnik mit Schwerpunkt Regelungstechnik an der FH Darmstadt und ist seit 1990 Geschäftsführer der Peak-Service GmbH; Alexander Gach absolvierte dasselbe Studium und ist seit 1990 Entwicklungsleiter der Peak-Service GmbH.



Eines der größten Probleme bei der Simulation von Prozessen am PC-Bildschirm ist die Portierung der Simulationsergebnisse auf reale Anlagen. Das hier vorgestellte Programm WinReg unterstützt mehrere verschiedene Hardware-Varianten, die von außen über eine serielle Schnittstelle (Com1...4) angeschlossen werden können (zum Beispiel das hier vorgestellte Mikrocontrollerboard MiniProz, eine Einschubkarte für das Ausbildungssystem UniLab der Firma PEAK oder eine AEG A120 SPS-Variante). Die Parameter werden mittels serieller Schnittstelle an die Hardware übertragen.

Die eigentlichen Simulationsalgorithmen befinden sich bereits im EPROM auf dem Mikrocontrollersystem. Wenn die verwendete Hardware eine Batteriepuff-

erung besitzt, bleibt die übertragene Strecke auch nach dem Ausschalten erhalten. Bei erneutem Einschalten der Versorgung beginnt der Controller sofort mit der Simulation der zuletzt abgespeicherten Streckenparameter. Ist beispielsweise das Modell eines Heizkessels im Büro erarbeitet und übertragen worden, kann man anschließend den MiniProz (ohne PC) in den Heizungskeller transportieren und an den Regler anschließen. Der PC ist nur während der Modellfindungsphase nötig. Danach arbeitet das System völlig autonom.

Bild 9 zeigt den Digitalteil des Controllerboards, der Analogteil ist in Bild 10 dargestellt. Der Baustein MAX232 (IC2) stellt über den Anschlußstecker JP2 an der Frontseite der Platine die serielle Verbindung zum

PC her. Der Anschlußstecker JP2 ist bereits mit einer Nullmodemschaltung versehen. Das heißt, die Signale RTS und CTS sind kurzgeschlossen genauso wie die Signale DTR, DCD und DSR. Somit kann ein normales Mausverlängerungskabel als Verbindung dienen. Mittels der Jumper J5 und J6 lassen sich RxD- und TxD-Leitungen kreuzen, so daß sich auch andere Kabel verwenden lassen.

Kontakte zur Analogwelt

Das Herzstück der Schaltung bildet der Mikrocontroller 80C552 von Philips-Components. Es handelt sich um ein Derivat des bekannten 8051 der Firma Intel. Er besitzt intern bereits einen 8-Kanal-A/D-Wandler mit einer

Auflösung von 10 Bit. Die Schaltung nutzt davon drei Kanäle, die jeweils mit einem vorgeschalteten 1:4-Spannungsteiler versehen sind (Bild 10). Damit ergibt sich beim Anlegen einer 0...10-V-Spannung am Eingang für die A/D-Wandler ein maximaler Pegel von jeweils 2,5 V. Die Zenerdioden am Spannungsteiler dienen als Schutz gegen Überbeziehungsweise negative Spannungen am Eingang. Die Kondensatoren bilden mit Hilfe der Spannungsteilerwiderstände einen Tiefpaß, um hochfrequente Störungen zu unterdrücken. Als 2,5-V-Referenzspannungsquelle dient der Baustein AD580. Der Wider-

stand R4 ist lediglich eine Be- stückungsvariante, wenn man für die Referenz einen LM136-2,5 V einsetzt.

Das analoge Ausgangssignal wird mit dem Pulsweitenmodulationsausgang PWM 0 des Mikrocontrollers realisiert. Ihm ist ein aktiver Tiefpaß nachgeschaltet. Die zweite OP-Stufe steuert eine Darling-Tonkomplementärstufe, um auch für größere Lasten genügend Leistung zur Verfügung stellen zu können. Der strombegrenzende Schutzwiderstand R8 schließt die Ausgangsstufe ab. Er sollte mit Keramikabstandsperlen eingelötet werden. Will man mit

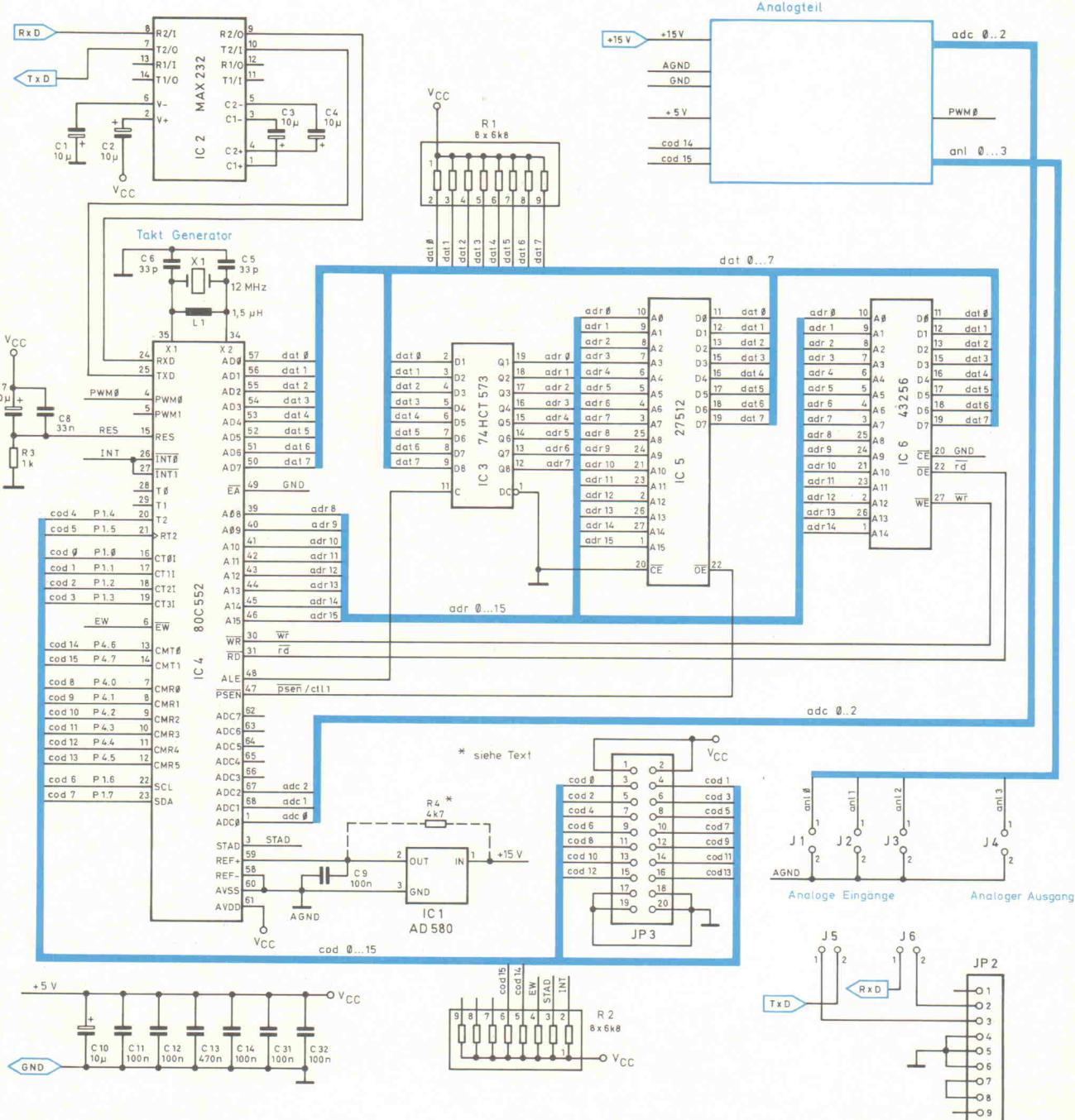
höheren Ausgangsströmen arbeiten, lässt er sich durch eine Drahtbrücke ersetzen. Dann jedoch müssen die Endstufentransistoren (T3, T4) eine entsprechende Kühlung erhalten. Außerdem ist bei dieser Be- schaltung der Rückkoppelkondensator C16 unbedingt zu entfernen, da die Endstufe sonst zum Schwingen neigt.

Bei einer induktiven Last am Ausgang, wie sie zum Beispiel ein kleiner Gleichstrommotor einer Platinenbohrmaschine darstellt, muß unbedingt eine Freilaufdiode vorgesehen werden (parallel zur Last und in Sperrichtung). Ebenso muß in

diesem Fall der Kondensator C17 einen Wert von circa 1 μF haben.

In dem 64-KByte-EPROM (IC5) befindet sich das Simula- tionsprogramm, das sofort nach Zuschalten der Betriebsspannung abläuft. Es sucht seine Streckenparameter in dem statischen 32-KByte-RAM (IC6). Wenn es sich bei diesem RAM um eine batteriegepufferte Ver-

Bild 9. Setzt man in die Schaltung ein batteriegepuffertes RAM ein, so bleiben die Parameter auch nach Unterbrechung der Stromversorgung erhalten.



Er muß unter dem Sockel liegend angebracht werden. Es sollte sich hierbei unbedingt um einen Keramikkondensator handeln.

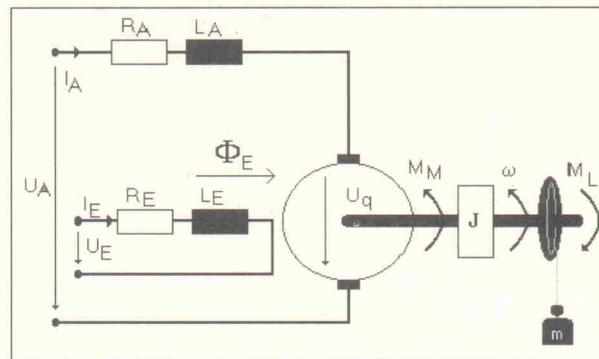
Ebenfalls zur Entkopplung der Massen und damit zur Störunterdrückung dient die Spule L2, die hinter dem Ausgangstransistorpärrchen montiert wird. Hierbei kann eine handelsübliche UKW-Drossel eingesetzt werden. Genausogut eignet sich aber auch ein durch eine Ferritperle geführter Kupferdraht.

JP1 wird nur dann bestückt, wenn die Platine in ein 19"-System eingebaut werden soll (Tabelle 1). Dann erfolgt die Versorgung nicht mehr über JP4, sondern direkt vom Bus des Einschubsystems.

Der Quarz sollte im Idealfall eine Frequenz von 11,0596 MHz aufweisen. Ein 11-MHz-Quarz erledigt die Aufgabe jedoch ebenso gut, wenn man in Kauf nimmt, daß sich der Controller bei einer Übertragung schon mal verschluckt und dann die Daten noch einmal übertragen müssen.

Startphase

Zur Inbetriebnahme der Schaltung bestückt man zunächst sämtliche ICs, bis auf den MAX232 (IC2), den Mikrocon-



Ankerspannung	U_A
Ankerstrom	I_A
Induzierte Spannung	U_E
Motormoment	M_M
Lastmoment	M_L
Erregerspannung	U_E
Erregerstrom	I_E
Magnetischer Fluß	Φ_E
Winkelgeschwindigkeit	ω

Bild 12. Das Ersatzschaltbild eines fremderregten Gleichstrommotors.

troller 80C552 (IC4) und die beiden Jumper J5 und J6. Nun schließen Sie eine 15-V-Gleichspannung an JP4 an.

Die Jumper J5 und J6 gestatten eine flexible Wahl des Seriellkabels, da man immer genau das falsche Kabel griffbereit hat. Bei Verwendung eines Nullmodemkabels mit gekreuzten Rx-D- und Tx-D-Leitungen (PIN 2 und 3) müssen die Jumper vertikal (90° zum MAX232) stecken. Bei einem 1:1-Kabel dagegen müssen die Jumper horizontal (parallel zum MAX232) liegen.

Zum Abgleich des analogen Ausgangs stellt man zunächst die Verbindung vom PC zur Platine her, startet das Programm WinReg und stellt nun eine Strecke zusammen, die nur aus dem EIN-Modul und dem AUS-Modul besteht. Beide Module müssen die gleiche Kanalnummer, zum Beispiel Null, tragen. Jetzt lassen sich die Daten der Strecke auf die Platine übertragen.

Nach erfolgreichem Datentransfer schließt man an den Eingängen eine Gleichspannung von 5,0 V an. Nun sollte sich am Analogausgang (J1) dieselbe Wert messen lassen. Falls nicht, läßt sich der Ausgang mittels Spindeltrimmer P1 auf 5,0 V

nachjustieren. Ist der Ausgang abgeglichen, folgt er exakt der Spannung an den Eingängen.

Prinzipiell läßt sich der Mini-Proz natürlich auch mit einem BASIC-Interpreter betreiben. Dies ermöglicht dem Anwender, der über ein bißchen Programmierkenntnis verfügt, die Programmierung eigener Regelalgorithmen. Dazu wird lediglich ein geeignetes Terminalprogramm wie zum Beispiel das Programm 'MiniTerm' der Firma Peak benötigt. Beim MiniTerm liegt ein speziell angepaßter BASIC-Interpreter auf der Programmdiskette in Form eines Intel-Hex-Files bei. Dieser muß dann nur in ein EPROM gebrannt und in die Hardware eingesteckt werden. Per Upload-Funktion können die im RAM erstellten BASIC-Programme als Intel-Hex-File vom MiniProz an MiniTerm übergeben und zusammen mit dem BASIC-Kernel als EPROM-File auf Diskette gespeichert werden. Die Programme werden prinzipiell im RAM des Einplatinenrechners abgearbeitet.

Beim fremderregten Motor bleibt FE konstant, da über eine externe Versorgung das Feld eingestellt wird. Dadurch ergibt sich für YE ebenfalls ein konstanter Wert. Eine wichtige Kenngröße stellt die Ankerzeitkonstante dar. Sie ergibt sich aus:

gliedern, der Einführung in die Softwarehandhabung und Vorstellung der Hardware nun zu einem praktischen Anwendungsbeispiel. Dabei soll ein fremderregter Gleichstrommotor simuliert werden. Doch vor jeder Simulation steht eine Modellfindungsphase. Ein geeignetes Modell läßt sich nur aus den mathematischen Zusammenhängen der physikalischen Größen gewinnen. Bereits hier entscheidet sich, wie genau die Simulation die Realität widerspiegeln kann. Bild 12 zeigt ein vereinfachtes Ersatzschaltbild eines fremderregten Gleichstrommotors, aus dem man folgende Maschinendaten erhält:

Wicklungswiderstände R_A, R_E
Wicklungsinduktivitäten L_A, L_E
Massenträgheitsmoment J
Flußverkettung $\Psi_E = c \cdot \Phi_E$
Motorkonstante c

Simulation einer Strecke

Nach all den theoretischen Betrachtungen von Übertragungs-

$$T_A = L_A / R_A$$

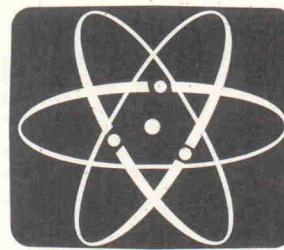
Tabelle 1. Wird der MiniProz in einem 19"-Rack betrieben, erhält er seine Stromversorgung über den 31poligen Steckverbinder JP1.

Pins	Signal
4, 5, 6	+15 V
14, 15, 16	GND
17, 18	AGND
19	TxD
21	RxD

17. Ausstellung für Hobby-Elektronik, Computer, Software und Zubehör

Hobby-tronic & ComputerSchau

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und für Computeranwender in Freizeit, Beruf und Ausbildung. Actions-Center mit Experimenten, Demonstrationen und vielen Tips. Sonderschauen: „Straße der Computer-Clubs“ · „Faszination Holographie“.



2.-6. Febr. 1994

täglich 9-18 Uhr

Westfalenhallen
Dortmund

Messezentrum Westfalenhallen Dortmund

Kennt man die mathematischen Zusammenhänge der physikalischen Größen, so kann man das zugehörige Blockschaltbild erstellen. Bild 13 zeigt das vereinfachte Blockdiagramm eines fremderregten Gleichstrommotors bei konstanter Erregung. Es besitzt eine rückgekoppelte Struktur und besteht aus zwei P-Gliedern, einem PT1-Glied, einem I-Glied sowie zwei Subtraktionsstellen. Das aufgeschaltete Lastmoment (M_L) entspricht in der Regelungstechnik einer Störgröße. Um die benötigten Regelungstechnischen Größen aus den Katalogdaten eines Motors zu bestimmen, soll als Beispiel eine 40-kW-Maschine vom Typ 1GH220 F dienen. Aus dem Datenblatt lassen sich folgende Werte ablesen:

$$\begin{aligned} U_N &= 400 \text{ V} \\ n_N &= 1240 \text{ 1/min} \\ P_N &= 43 \text{ kW} \\ J &= 0,7 \text{ kgm}^2 \\ I_{AN} &= 10 \text{ A} \\ R_A &= 0,325 \Omega \\ T_A &= 13 \text{ ms} \end{aligned}$$

Aus der allgemeinen Beziehung $\omega_N = 2\pi \cdot n_N$ ergibt sich für die Winkelgeschwindigkeit des Motors ein Wert von $\omega_N = 129 \text{ 1/s}$ und damit für die Flussverkettung $\Psi = P_N / \omega_N \cdot I_{AN} = 3 \text{ Vs}$. Überträgt man die Parameter in WinReg, so muß eine Zeitdehnung vorgenommen werden. Das hat den Vorteil, daß sich auch schnelle Vorgänge mit herkömmlichen Meßgeräten untersuchen lassen. Durch die Verschiebung des Signalknotens über das P-Glied im Rückwärtszweig läßt sich das Blockschaltbild so vereinfachen, daß man es problemlos in WinReg programmieren kann. Bild 14 zeigt die Struktur des fremderregten Gleichstrommotors mit der prinzipiellen Sprungantwort. Die Parameter der Glieder entsprechen den folgenden Motorkonstanten:

PT1-Glied:
 $K_p = 1/R_A$
 $T_1 = T_A$

P-Glied:
 $K_p = \Psi$

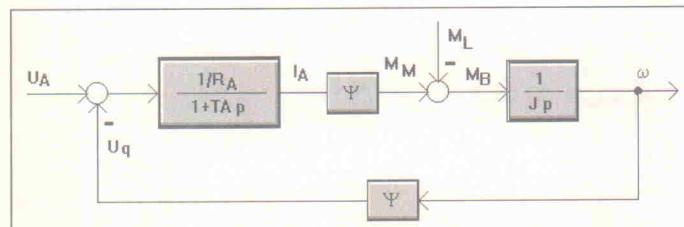


Bild 13. Das vereinfachte Blockschaltbild eines fremderregten Gleichstrommotors bei konstanter Erregung.

IT1-Glied:

$$K_p = 1$$

$$T_1 = J$$

$T = 1/10 J$ (damit verhält sich das IT1-Glied in erster Näherung wie ein reines I-Glied)

P-Glied:

$$K_p = \Psi$$

P-Glied:

$$K_p = 1/\Psi$$

Nun kann die programmierte Struktur über die serielle Schnittstelle auf die Simulationshardware übertragen und beispielsweise die Sprungantwort aufgenommen werden. Dazu erzeugt man an J1 einen Spannungssprung und erhält am Ausgang J4 die Antwort (die Winkelgeschwindigkeit ω) in Form einer Spannung. Auch denkbar wäre, nun einen Industrieregler an die Simulationshardware anzuschließen, um den simulierten Motor zu regeln. Zur Kontrolle der Messungen kann man eine Vorabsimulation auf dem PC durchführen und die Ergebnisse mit den Messungen vergleichen.

Simulation eines Reglers

Wie schon erwähnt, eignet sich der MiniProz auch sehr gut zur Nachbildung von Reglern. In der Tat handelt es sich hierbei eigentlich nicht um die Simulation eines Reglers, sondern vielmehr um einen realen Regler, an den man durchaus eine Strecke anschließen kann. Sind die Reglerparameter eingegeben und an den MiniProz via RS232 übertragen worden, so ist dieser – abgesehen vom PC – in der Lage, als autonomer Regler zu arbeiten. Ist man im Besitz eines weiteren MiniProz, so läßt sich dieser dann zum Beispiel als Streckensimulator für den erwähnten Gleichstrommotor oder einer anderen beliebigen Anlage einsetzen. Das WinReg-Programm beinhaltet explizit einen PID-Regler (Bild 15).

Ein Regler hat in einem Regelkreis die Aufgabe, aus der Ab-

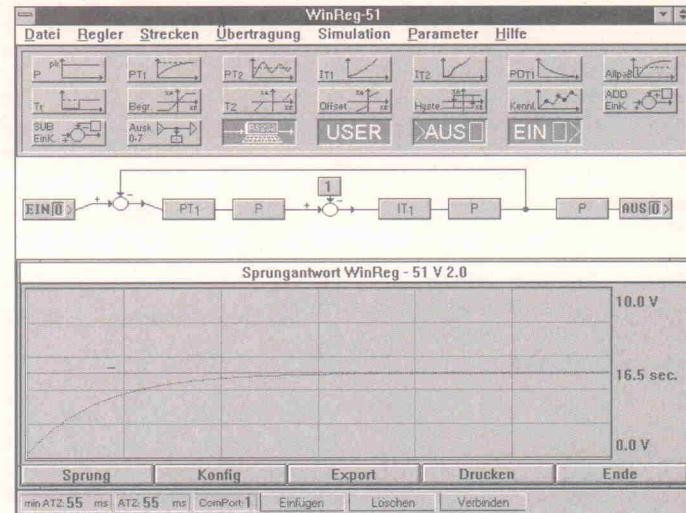
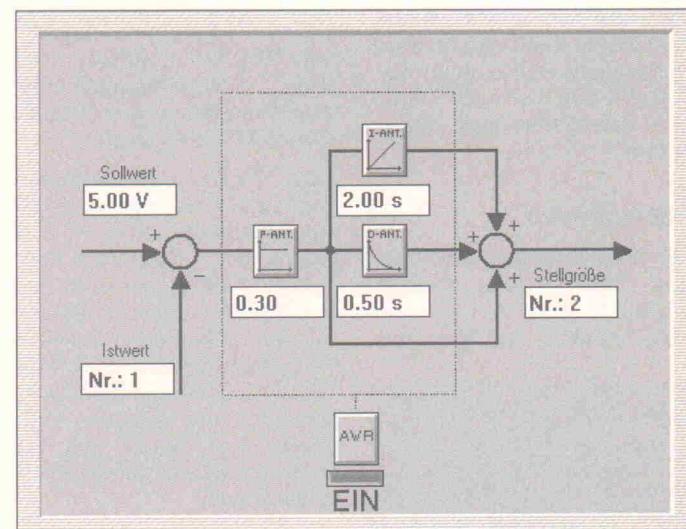


Bild 14. Das Blockdiagramm des Gleichstrommotors mit Sprungantwort unter WinReg.

Bild 15. Die WinReg-Software bietet dem Anwender einen kompletten frei dimensionierbaren PID-Regler an.



weichung zwischen Soll- und Istwert die Stellgröße zu bestimmen. Er muß so ausgewählt und eingestellt werden, daß die Regelung folgende Bedingungen erfüllt:

- Ausreichende stationäre Genauigkeit
- Stabilität
- Ausreichende Schnelligkeit und Dämpfung

Bild 15 zeigt die über den Menüpunkt Regler erreichbare Bildschirmmaske zur Konfiguration des PID-Reglers. Die Sollwerteinstellung kann wahlweise über einen analogen Eingangskanal eingelesen oder mittels einer festen Vorgabe fixiert werden. Der hier eingesetzte Regler stellt eine Parallelstruktur der drei Grundglieder P-, I- und D dar. Die Übertragungsfunktion lautet :

$$F(p) = K_p \left(1 + p \frac{1}{T_n} + \frac{T_v \cdot p}{1 + T_v/V \cdot p} \right)$$

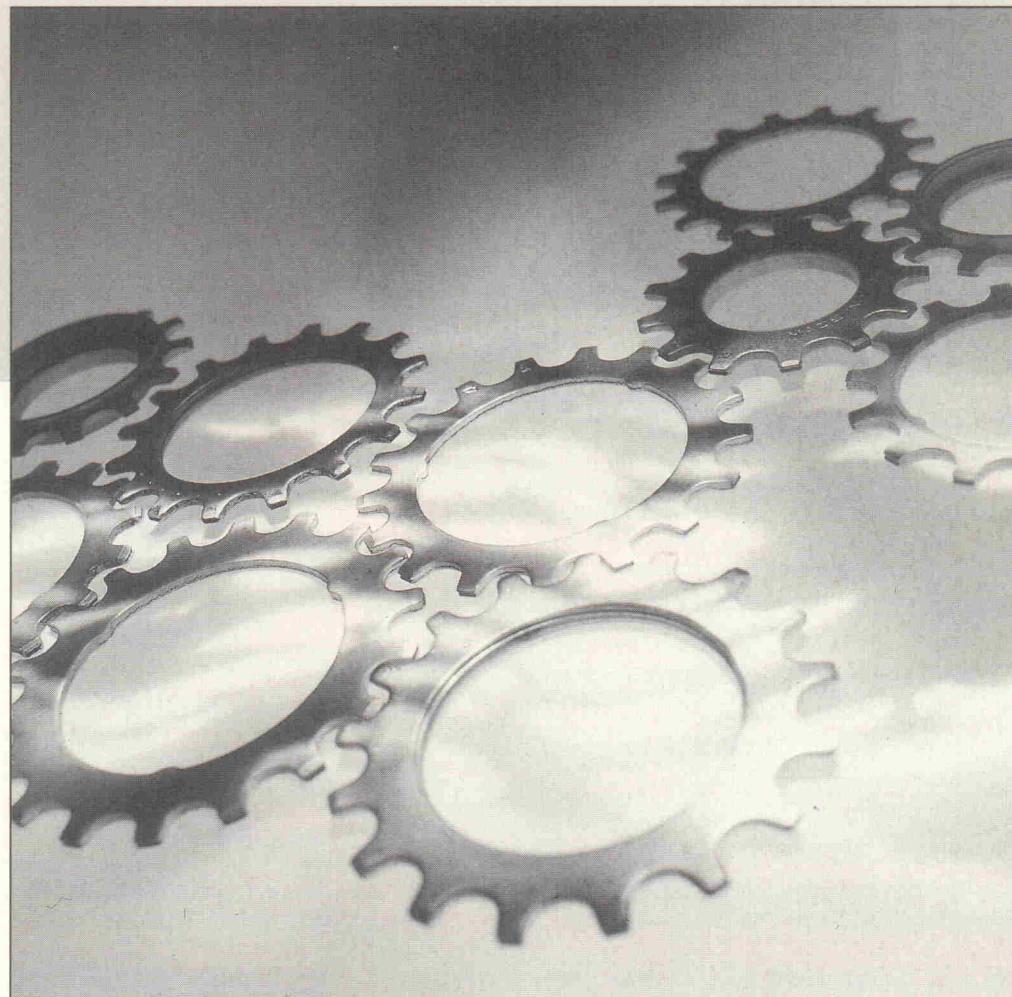
mit dem Verstärkfaktor K_p , der Nachstellzeit T_n und der Vorhaltzeit T_v . Durch Nullsetzen der entsprechenden Parameter lassen sich verschiedene Regler wie P-, PI-, PD-, I-, PID-Regler realisieren. Über den Schalter im unteren Teil des Bildes läßt sich die Anti-Windup-Reset-Funktion (AWR) ein- und ausschalten. Sie verhindert, daß der I-Anteil des Reglers rechnerisch wegläuft. Nach erfolgter Parametrierung wird die aktuelle Konfiguration ebenfalls auf die angeschlossene Hardware übertragen, die die eigentliche Regelnachbildung übernimmt.

Der PC CANs

CAN-Bus, Teil 2: Protokoll und Controller 82C200

Bruno Sontheim

Etikette macht die Hälfte des Erfolges aus. Dieser Spruch gilt nicht nur im richtigen Leben, sondern auch für Bussysteme. Beim CAN sorgen integrierte Controller wie der 82C200 dafür, daß die Benimmregeln gewahrt bleiben und die Zahnräder des Busgetriebes richtig ineinandergreifen.



Projekt

Obwohl der CAN-Bus ursprünglich für den automobilen Einsatz entwickelt wurde, zeichnet er sich durch Eigenschaften aus, die ihm beim industriellen Automatisierungseinsatz zugute kommen:

- Multimaster-Buszugriff,
- nichtzerstörende Busarbitrierung,
- Akzeptanz-Filterung,
- Fehlererkennung mit automatischer Sendewiederholung
- und die automatische Abschaltung defekter Knoten.

Besonders die beiden letzten Punkte stellen sicher, daß einerseits kurze Störimpulse keine Auswirkung auf die Übertragung haben und andererseits de-

fekte Busteilnehmer nicht die ganze Anlage stürzen.

Der auf der PC-CAN-Karte eingesetzte Controller 82C200 von Philips-Semiconductor ermöglicht zwei Übertragungsformate, NRZ oder Biphasic. Normalerweise verwirklicht man die galvanische Trennung zwischen Teilnehmer und Bus mit Hilfe von Optokopplern. In diesem Fall kommt das NRZ-Format (Non Return to Zero) zum Einsatz. NRZ bedeutet, daß der Bus-Pegel des Bits während der Bitzeit konstant bleibt. Man kann NRZ erzeugen, indem man den zu sendenden Datenstrom (also die 1-0-Folgen, im Bild 1 das Signal 'Daten') direkt auf die Leitung gibt, wie es beispielsweise ein PC bei einer RS-232-Übertragung macht.

Realisiert man die galvanische Trennung mit Hilfe von Übertragern, dann führt NRZ schnell zu einem Problem: Bei längeren Eins- oder Nullserien enthält das Signal einen Gleichanteil, der den Magnetkern des Übertragers in die Sättigung treibt. In der Folge sinkt der Ausgangssignalpegel. Das wiederum erschwert dem Empfänger die Identifizierung des übertragenen Bits. Die Sättigung vermeidet man, indem der 82C200 statt NRZ ein Biphasic-Signal erzeugt, das bei allen 1-0-Kombinationen ein reines Wechselsignal darstellt.

Kupplung

In besonderen Anwendungsfällen, wo mehrere Busteilnehmer auf engstem Raum unterge-

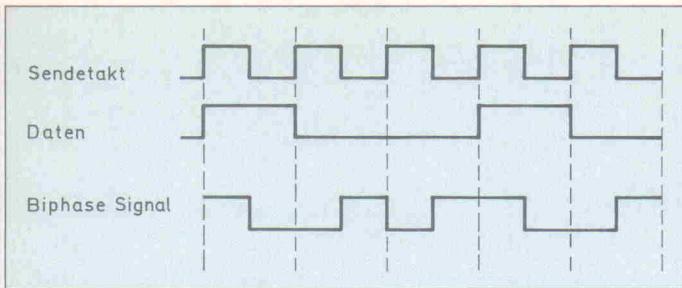


Bild 1. NRZ und Biphasen: Bei NRZ stellt der Leitungspegel direkt die Daten dar. Biphasen überträgt dagegen eine '1' als fallende und eine '0' als steigende Flanke in der Mitte der Bitzeit.

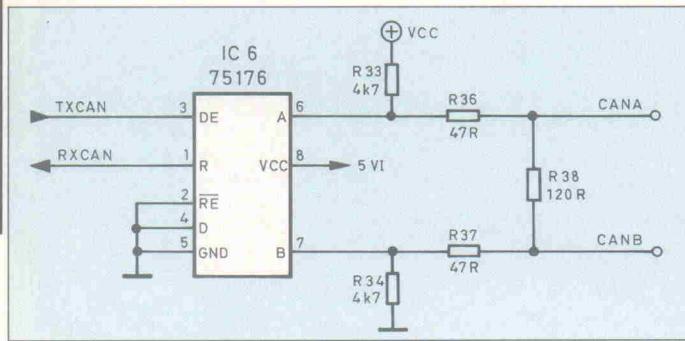


Bild 2. Abweichend: Die Pseudo-RS-485-Schnittstelle schaltet einen Bustreiber hochohmig (DE low), um einen rezessiven Pegel auf den Bus zu legen.

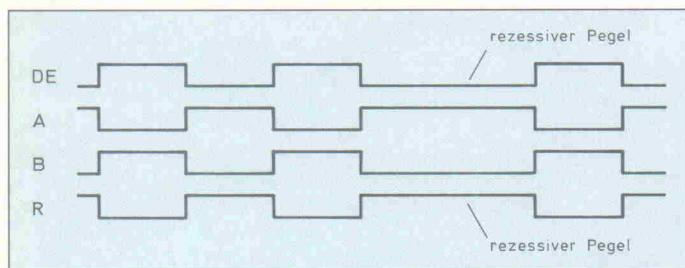


Bild 3. Bei der Pseudo-RS-485-Schnittstelle stellt DE die Sendedaten und R die Empfangsdaten dar.

bracht sind, genügt bereits ein Widerstandsnetzwerk, um die Busanschaltung auszuführen. Dieses Verfahren kann man beispielsweise einsetzen, wenn mehrere CAN-Knoten als Cluster in einem gemeinsamen 19-Zoll-Rahmen stecken. In diesem Fall eignet sich die gleiche Platine sowohl als Einschub im Rack als auch mit zusätzlicher Bestückung (Leitungstreiber und galvanische Trennung) für alleinstehende Busknoten. Für den Einsatz als Feldbus muß man jedoch auf andere physikalische Übertragungssysteme zurückgreifen, um einen sicheren Datentransfer über größere Entferungen realisieren zu können.

Als der CAN-Bus auf dem Markt erschien, gab es noch keinen speziellen Baustein für die elektrische Leitungsankopplung. Dieses Vakuum führte dazu, daß CAN-Anbieter eine

die zur Folge hat, daß kein Telegramm durchkommt. Um diesen Zustand zu vermeiden, müssen beide Sender sich darüber einigen, wer zuerst auf die Leitung darf. Beim CAN-Bus erfolgt diese Entscheidung dank der nicht zerstörenden Busarbitrierung (Zuweisung, Zuteilung) automatisch. Diese ist der Grund für die besondere Beschaltung des RS-485-Bausteines (IC 6, Bild 2).

Der Schlüssel für die nicht zerstörende Busarbitrierung liegt in der Verwendung eines rezessiven (nachgebenden) Buspegels. Legt beispielsweise der Knoten B ein rezessives Bit (im Normalfall logisch Null) auf den Bus, dann kann Knoten A es mit einem dominanten Pegel überschreiben. Elektrisch gesehen bedeutet rezessiv, daß der Sender den gewünschten Pegel

Wie weit noch?

Das Diagramm in Bild 5 gibt die Antwort auf die Frage nach der räumlichen Ausdehnung eines CAN-Systems bei Verwendung einer verdrillten Zweipole.

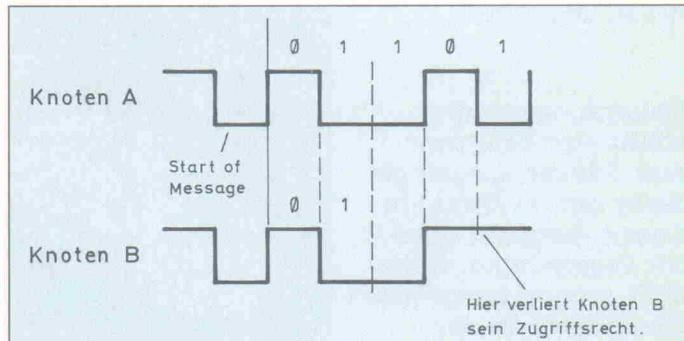


Bild 4. Kommt der seltene Fall vor, daß zwei Knoten tatsächlich gleichzeitig zu senden beginnen, dann regelt der rezessive Nullpegel frühzeitig die Vorfahrt des höher berechtigten Senders.

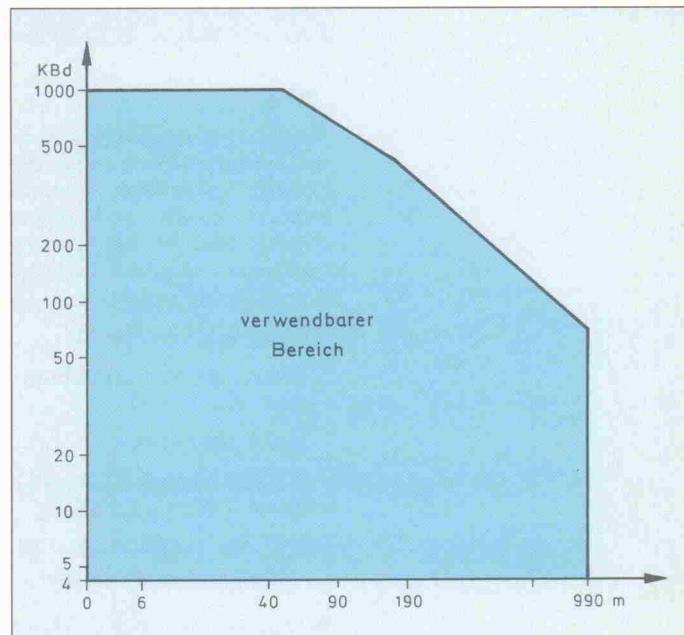


Bild 5. Je langsamer, desto weiter: Wie beim Auto belohnt es der CAN-Bus mit größerer Reichweite, wenn man die Geschwindigkeit nicht immer voll ausreizt.

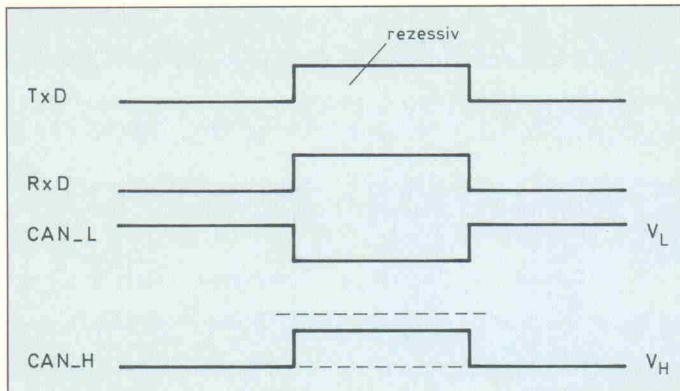


Bild 6. Bei Verwendung der ISO-Schnittstelle 82C250 kehrt sich die Polarität des repressiven Pegels um: Die logische '1' ist 'nachgiebig'.

drahtleitung: An der vertikalen Achse steht die Datenrate in kBaud. Horizontal begrenzt der Kurvenzug die dabei überbrückbare Leitungslänge in Meter.

Diese Grafik gilt sowohl für die Pseudo-RS-485-Schnittstelle als auch für den ISO-Baustein 82C250 von Philips-Valvo. Der Hersteller empfiehlt zudem, ab einer Entfernung von 400 m die einzelnen Knoten galvanisch vom Bus zu trennen, damit Potentialunterschiede den Datenverkehr nicht gefährden. Der 82C250 benutzt für die elektrische Übermittlung der Daten ebenso ein Differenzsignal wie die Pseudo-RS-485.

Das Impulsdiagramm des ISO-Bausteins (Bild 6) zeigt die Übertragungspiegel des repressiven und dominanten Signalzustandes. Der Ausgabepiegel ist im Vergleich zur Pseudo-RS-485 invertiert. Die jeweils gewünschte Anschaltungsart wählt man über ein Konfigurationsregister des 82C200 (Output-Control, siehe unten) aus.

Datencontainer

Um die Nutzdaten sicher und richtig zuzustellen, nutzt der CAN-Bus ein besonderes Übertragungsprotokoll. Jeder Datenblock wird in einen Rahmen (Frame) eingepackt, der sich aus mehreren Feldern (Bild 7) zusammensetzt.

Das Ende des Frames kennzeichnet der 82C200 mit sieben repressiven Bits, so daß er innerhalb des Rahmens Bit-Stuffing (Einstopfen eines nichtrepressiven nach sechs repressiven Bits) anwenden muß, damit in den Nutzdaten diese Bitkombination nicht vorkommt. Empfangsseitig entfernt der 82C200 die eingestopften Bits, um den ur-

sprünglichen Datenstrom wiederherzustellen.

Der CAN-Rahmen setzt sich aus folgenden Feldern zusammen:

Start of Message (1 Bit): Das Start-Bit ist dominant und kennzeichnet den Beginn eines Rahmens. Alle angeschlossenen Knoten synchronisieren ihren Empfangsstart auf diese Flanke.

Arbitrierung (12 Bit): Dieses Feld enthält den Identifier (siehe Kasten 'Ihre ID, bitte!') von 11 Bit Länge, wobei die sieben höchswertigen Bits (MSB) niemals alle gleichzeitig den Zustand 1 haben dürfen. Daneben sind einige ID-Codes reserviert, so daß man Identifier von 0...2032 verwenden kann. Zusätzlich enthält das Arbitrierungsfeld ein Anforderungs-Bit (RTR, Remote-Transmission-Request), welches mit einer Eins dem Empfänger signalisiert, daß er Daten an den Absender mit dem aktuellen Identifier senden soll.

Control-Feld (6 Bit): Das Control-Feld beinhaltet neben zwei für Erweiterungen reservierten Bits vier weitere, die die Anzahl übertragener Datenbytes (0...8) angeben.

Datenfeld (0...64 Bit): Hier finden die zu übertragenden Daten in Schritten zu acht Bit Platz.



Bild 7. In besonderen Fällen kann der CAN-Rahmen anders aussehen als hier dargestellt: Bei Datenlänge 0 entfällt das Datenfeld, CRC folgt direkt auf Control.

Ihre ID, bitte!

Im Gegensatz zu Bussystemen, die jeden Teilnehmer gezielt adressieren, wie zum Beispiel der Bitbus, kennzeichnet CAN mit dem Identifier nicht den sendenden oder empfangenden Knoten, sondern die übermittelten Daten. Beispielsweise könnte der Identifier 230h für eine Temperaturmessung in einem Reaktionsbehälter stehen. Das Datenfeld der Nachricht enthält in dem Fall den gemessenen Wert. Ein CAN-Knoten kann dabei die Datenquelle (Sender) für mehrere Objekte (verschiedene Sensoren) und auch die Datensenke (Empfänger) für mehrere Quellen sein.

Aber auch der Identifier selbst kann schon die Information darstellen, nämlich dann, wenn die Länge des Datenfeldes Null beträgt, beispielsweise, indem man bei einer Tasterbetätigung ein Telegramm abschickt.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist, daß der sendende Knoten einerseits nicht darüber Buch führen muß, welche Empfänger er 'anzuschreiben' hat und andererseits nicht mehrere Empfänger nacheinander bedienen muß. Das würde bei vielen Empfängern zu unnötig hohem Telegrammverkehr auf dem Bus führen, da ja der Inhalt der Nachricht immer gleich bleibt. Der Sender gibt lediglich Identifier und Daten auf den Bus, so daß alle Empfänger, bei denen Acceptance-Mask und Code passen, das Telegramm auswerten und entsprechend reagieren können.

Dank dieses objektorientierten Ansatzes eignet sich der CAN-Bus besonders für Steuerungen mit verteilter Intelligenz: Der Datenverkehr läuft nicht mehr über eine Zentralstelle (Bus-Master, Hauptsteuerung), die dann sämtliche Informationen umschlagen muß und so mit ihrer Leistungsfähigkeit das gesamte Systemverhalten bestimmt. Verteilte Steuerungen bearbeiten Teile der Steuerungssoftware vor Ort und tauschen nur noch die Daten über den Bus aus, die wirklich an anderen Stellen bekannt sein müssen.

CRC-Feld (16 Bit): Im 16 Bit breiten CRC-Feld überträgt der Sender die 15-Bit-Prüfsumme sowie ein repressives Begrenzungsbitt.

Acknowledge-Feld (2 Bit): Das Acknowledge-Feld besteht aus zwei Bits, dem Acknowledge-Slot und dem Acknowledge-Delimiter. Beide Bits schickt der sendende Knoten mit repressivem Buspegel ab. Alle 82C200, die einen korrekten Datensatz (CRC-Feld ok) empfangen haben, quittieren dies durch das Senden eines dominanten Pegels zur Taktzeit des Acknowledge-Slots. Der Acknowledge-Delimiter ist immer repressiv und dient als 'Abstandshalter' zum nächsten Feld.

End of Message (7 Bit): Jeder Datenblock wird mit dem sieben Bit langen 'End of Message'-Feld abgeschlossen. Dieses

Endzeichen schickt der Sender mit einem repressiven Pegel auf den Bus. So stellt das CAN-Protokoll sicher, daß ein Empfänger das Ende der Datenübertragung erkennen kann.

Nach jeder Datenübertragung muß eine Pause von drei repressiven Bits folgen, damit der Controller sich auf das nächste Telegramm vorbereiten kann. Diese Pause bezeichnet man als Intermission-Feld.

Sand im Getriebe

Ein sendernder Knoten vergleicht laufend seinen gesendeten mit dem empfangenen Bus-Pegel. Falls hier eine Differenz erscheint, setzt der CAN-Controller das Error-Bit, es sei denn, eine von zwei möglichen Ausnahmen tritt auf:

- im Arbitrierungsfeld wertet der Sender ein empfangenes dominantes Bit bei gleichzeitigem Senden eines repressiven Bits als Arbitrierungsverlust,
- während der Ausgabe des Acknowledge-Slots zeigt ein empfangender Knoten einen erkannten Bit-Fehler an.

Diese Ausnahmen stellen keine Fehler dar, sondern gehören zum CAN-Protokoll. Neben

Projekt

Die Bedeutung der Register-Bits

Register	Adresse	Bit 7 (MSB)	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0 (LSB)
Control Segment									
Control	0	Test Mode	Synch	reserved	Overrun Interrupt Enable	Error Interrupt Enable	Transmit Interrupt Enable	Receive Interrupt	Reset Request
Command	1	reserved	reserved	reserved	Goto Sleep	Clear Overrun Status	Release Receive Buffer	Abort Transmission	Transmission Request
Status	2	Bus	Error Status	Transmit Status	Receive Status	Transmission Complete Status	Transmit Buffer Access	Data Overrun	Receive Buffer Status
Interrupt	3	reserved	reserved	reserved	Wake-Up Interrupt	Overrun Interrupt	Error Interrupt	Transmit Interrupt	Receive Interrupt
Acceptance Code	4	AC.7	AC.6	AC.5	AC.4	AC.3	AC.2	AC.1	AC.0
Acceptance Mask	5	AM.7	AM.6	AM.5	AM.4	AM.3	AM.2	AM.1	AM.0
Bus Timing 0	6	SJW.1	SJW.0	BRP.5	BRP.4	BRP.3	BRP.2	BRP.1	BRP.0
Bus Timing 1	7	SAM	TSEG2.2	TSEG2.1	TSEG2.0	TSEG1.3	TSEG1.2	TSEG1.1	TSEG1.0
Output Control	8	OCTP1	OCTN1	OCPOL1	OCTP0	OCTN0	OCPOL0	OCMODO1	OCMODO0
Test*	9	reserved	reserved	Map Internal Register	Connect RX Buffer 0 CPU	Connect TX Buffer CPU	Access Internal Bus	Normal RAM Connect	Float Output Driver
Transmit Buffer									
Identifier	10	ID.10	ID.9	ID.8	ID.7	ID.6	ID.5	ID.4	ID.3
RTR, Data length code	11	ID.2	ID.1	ID.0	RTR	DLC.3	DLC.2	DLC.1	DLC.0
Byte 1...8	12...19	Data	Data	Data	Data	Data	Data	Data	Data
Receive Buffer 0/1									
Identifier	20	ID.10	ID.9	ID.8	ID.7	ID.6	ID.5	ID.4	ID.3
RTR, Data length code	21	ID.2	ID.1	ID.0	RTR	DLC.3	DLC.2	DLC.1	DLC.0
Byte 1...8	22...29	Data	Data	Data	Data	Data	Data	Data	Data
Clock Divider	31	reserved	reserved	reserved	reserved	reserved	CD.2	CD.1	CD.0

*nur für Fabrikprüfung

dem 'echten' Übertragungsfehler können Stuff-Fehler (falsch erkanntes Stuffing), Formfehler oder CRC-Fehler auftreten. Einen Formfehler erkennt der Controller, wenn ein festes Bit-Feld einen anderen Pegel als normal aufweist (z. B. Acknowledge-Delimiter dominant). Der CRC-Fehler entsteht infolge eines Stuff- oder Übertragungsfehlers (beispielsweise durch einen Störreinfluss von außen).

Zur Behandlung der Fehler verfügt der CAN-Controller über drei Strategien:

- Unterscheidung zwischen Langzeit und Kurzzeitstörung,
- Selbstabschaltung eines defekten Knotens,
- drei verschiedene Betriebszustände je nach Fehlerhäufigkeit: normaler aktiver Status (Error-Active), passiver Status (Error-Passive) und Bus-Off-Status.

Erkennt ein Knoten (der sendende oder einer der empfangenden) einen Fehler im Error-Active-Zustand, dann sendet dieser Knoten mit dem Beginn des nächsten Bits einen Error-Frame (Fehlerrahmen), der aus sechs dominanten Bits besteht, und erzwingt so den Abbruch der laufenden Datenübertra-

gung. Nach einer im 82C200 fest programmierten Erholzeit versucht der sendende Knoten die Übermittlung erneut.

Da ein defekter Knoten auf diese Weise den Bus dauerhaft blockieren könnte, nimmt der Fehlerrahmen sendende Knoten nach mehreren erfolglosen Versuchen automatisch den Error-Passive-Zustand ein: Jeder 82C200 verfügt intern über einen Zähler, den er bei jedem auftretenden Fehler um eins erhöht. Überschreitet der Fehlerzähler den Wert 127, dann schaltet sich der betroffene CAN-Controller automatisch in den Error-Passive-Modus und sendet nach dem Erkennen eines Übertragungsfehlers den Fehlerrahmen mit rezessiven Bits, er 'stört' also das gerade anstehende Telegramm nicht weiter durch seine Wiederholungsanforderung.

Überschreitet der Fehlerzähler aufgrund von andauernden Störungen oder Leitungsproblemen dann die nächsthöhere Schwelle von 255, schaltet sich der Knoten automatisch vom Bus weg. Diesen Zustand kann man nur aufheben, indem man den CAN-Controller neu initialisiert.

Um die Zählerschwellen für den Wechsel zwischen den Zu-

ständen braucht sich der Anwendungsprogrammierer dabei nicht zu kümmern, diese liegen in der Hardware des Chips fest. Der integrierte Fehlerzähler wertet aber nicht nur die 'schlechten' Telegramme aus, sondern er zählt nach gelungenen Übertragungen auch wieder abwärts und wechselt bei Unterschreiten der entsprechenden Schwelle von Error-Passive nach Error-Active. So stellt der CAN-Controller sicher, daß er nur bei anhaltenden Störungen in den Bus-Off-Status fällt.

Transportarbeiter

Die Register des 82C200 liegen bei der PCCAN im 68HC11-Speicher ab der Adresse 7C00h. Die Bedeutung der einzelnen Register-Bits zeigt Tabelle 1.

Die PCCAN erlaubt dem PC die Einstellung aller Register, ausgenommen des Control-Registers. Dieses initialisiert sie mit dem Wert 1AH: Overrun-Interrupt freigeben (Bit 4 = 1), Error-Interrupt freigeben (Bit 3 = 1), Transmit-Interrupt sperren (Bit 2 = 0), Receive-Interrupt freigeben (Bit 1 = 1) und Reset-Request auf passiv setzen (Bit 0 = 0). Letzteres bedeutet, daß der steuernde Mikroprozessor den 82C200 nicht per Soft-

ware, sondern nur über einen Hardware-Reset zurücksetzen kann.

Über das Command-Register teilt der 68HC11 dem CAN-Controller mit, welche Aktionen er durchführen soll. Das Ergebnis erfährt der µP danach durch Auslesen des Status-Registers. Löst der CAN-Controller eine Unterbrechung des 68HC11 aus, dann erfährt dieser über das Interrupt-Register, welches von mehreren möglichen Ereignissen dafür die Ursache war.

Mittels der Register Acceptance-Code (AC) und Acceptance-Mask (AM) kann der Anwender einen Filter einstellen, welche Identifier der Chip 'durchlassen' soll. Das Bitmuster im Acceptance-Mask-Register entscheidet, bei welchen ID-Bits eine Übereinstimmung mit dem entsprechenden Acceptance-Code-Bit herrschen muß. Beispielsweise reagiert der Controller mit AC = 00001001b und AM = 01111110b auf alle ID-Codes, bei denen Bit 10...3 das Muster 0xxx xxx1 (x = Don't care, beliebig) aufweisen.

Eine '1' im AM-Bit bedeutet, daß der Zustand des korrespondierenden ID-Bits nicht ausgewertet wird. Umgekehrt bedeu-

80

ELRAD 1994, Heft 1

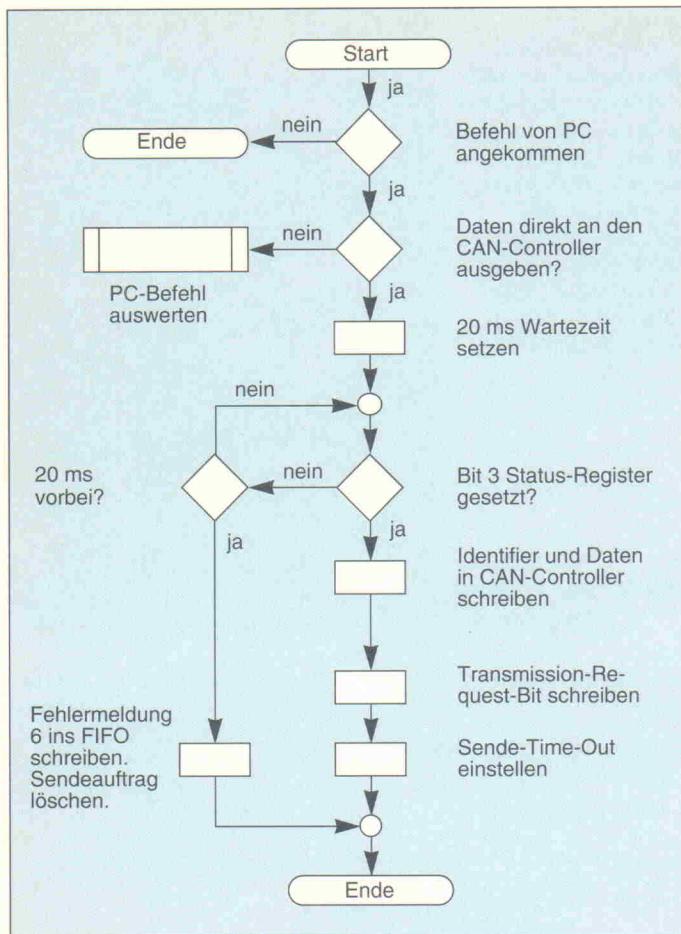


Bild 8. Die Hauptroutine des 68HC11 reicht entweder den PC-Befehl direkt an den 82C200 weiter oder wertet ihn per Unterprogramm vorher aus. Der Direktzugriff auf den CAN-Controller, beispielsweise für Diagnosezwecke, ist so sichergestellt.

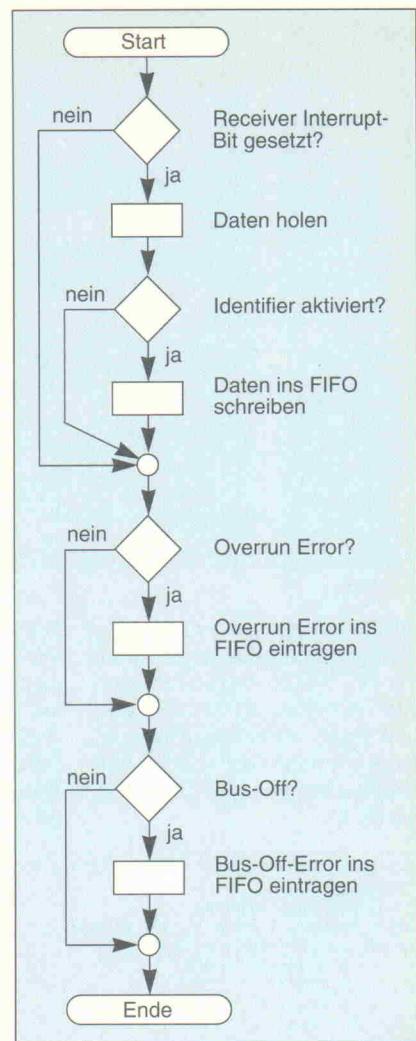


Bild 9. Nach einem Interrupt des 82C200 überprüft der 68HC11, was die Ursache war und teilt dies dem PC via FIFO mit.

tet eine Null, daß die zugehörigen Bits in AC und ID übereinstimmen müssen. Die Register AM und AC erledigen also eine Vorauswahl, auf welche Identifier der Empfänger reagiert. Den kompletten empfangenen ID-Code muß der steuernde Mikroprozessor zusammen mit den Telegrammdaten aus dem Empfangspuffer (Receive Buffer) auslesen und verwerten.

Über die Bus-Timing-Register 0 und 1 stellt man die Datenübertragungsrate auf dem CAN-Bus ein, die PCCAN setzt sich bei der Initialisierung auf den für hohe Leitungslängen sicheren Wert von 75 kBaud. Bei kürzeren CAN-Bus-Segmenten kann man optional höhere Baudraten wählen.

50 kB/s*	BT0 = 0FH	BT1 = 34H
75 kB/s	BT0 = 09H	BT1 = 35H
100 kB/s	BT0 = 09H	BT1 = 0A4H
125 kB/s*	BT0 = 03H	BT1 = 67H
200 kB/s	BT0 = 09H	BT1 = 11H
500 kB/s	BT0 = 01H	BT1 = 24H
1 MB/s*	BT0 = 00H	BT1 = 24H

*CiA-Empfehlung

Das Output-Control-Register entscheidet, auf welche Weise der 82C200 seine serielle Bus-schnittstelle ansteuert. Bei der PCCAN kommen nur zwei verschiedene Einstellungen in Frage: Bei Verwendung der

Pseudo-RS-485-Schnittstelle setzt man OCR = 0E2H. Das ISO-Interface erfordert die Einstellung OCR = 0D2H.

Treiberwerk

Die Registervielfalt sorgt einerseits dafür, daß sich der 82C200 an nahezu jede Konfiguration anpassen läßt. Andererseits bedeutet sie einen hohen Aufwand für den Treiberprogrammierer. Mit der Verwendung der PCCAN-Karte vereinfacht sich jedoch die Einstellung und Bedienung des CAN-Controllers, da ihre 68HC11-CPU den

Großteil der Arbeit übernimmt (siehe Flußdiagramme Bild 8, 9 und 10).

Damit der Datenverkehr zwischen PC und CAN-Karte sicher und einfach vonstatten geht, spielen sich zwei Treiber-schichten die Bytes zu. Seitens des 68HC11 sind die Treiber-funktionen im EPROM-Betriebssystem enthalten, auf der PC-Fahrspur regeln in C, Pascal oder Windows (DLL) einbind-

bare Treiberbibliotheken (Prinzip in Bild 11) den Verkehr.

Jeder Befehl, der über die FIFOs an die PCCAN gelangt, umfaßt *immer* 12 Byte; dies vermindert den Verwaltungsaufwand erheblich. Das 12-Byte-Datenpaket setzt sich folgendermaßen zusammen:

1. Byte: Befehlstyp, (z. B. 10h = direkter Hardwarezugriff auf die PCCAN)
2. Byte: Kennziffer, genauere Spezifikation des Befehls (z. B. Speicher lesen)
3. bis 12. Byte: Daten für die PCCAN

Auch die PCCAN schickt ihre Daten immer zu 12 Byte gebündelt zurück: Falls der PC weniger als 12 Byte im FIFO findet, liegt ein Verlust der Synchronität vor, und das abfragende Programm sollte die PCCAN mit Hilfe der INIT_BCAN-Funktion neu starten.

Um derart hardwarenahe Probleme braucht man sich bei Einsatz der Treiber-Bibliotheken allerdings nicht zu kümmern.

Lex CANem

Die Anwender- und Herstellervereinigung CiA (CAN in Automation) verabschiedete in diesem Sommer das Regelwerk CAL (CAN Application Layer) für den Anwendungsprogrammierer. CAL definiert die objektorientierte Sprache CMS (CAN-based Message Specification), das Netzwerk-Management (NMT), Protokolle zum Initialisieren von Modulen, Konfiguration des Systems und Fehlererkennung sowie den Distributor (DBT), der anhand der vom Systemintegrator festgelegten Regeln die Identifier vergibt. Den kompletten Standard 'CAN Application Layer' erhält man gegen einen Unkostenbeitrag von 138 DM.

CAN in Automation e.V.
Simon-Schöffel-Str. 21
90427 Nürnberg
Telefon: 09 11/3 06 71 70
Fax: 09 11/3 06 72 83

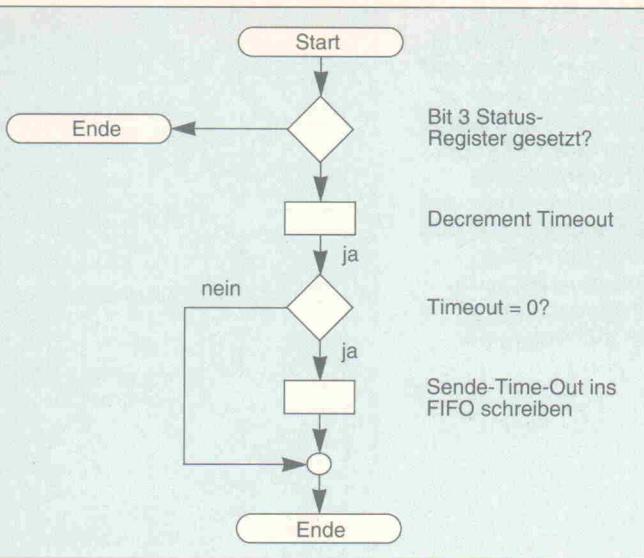


Bild 10. Der Countdown läuft: Eine periodisch aufgerufene Interruptroutine überwacht, ob der 82C200 seine Sendedaten korrekt absetzt. Schafft er dieses nicht innerhalb der Timeout-Zeit, geht eine Meldung des HC11 an den PC.

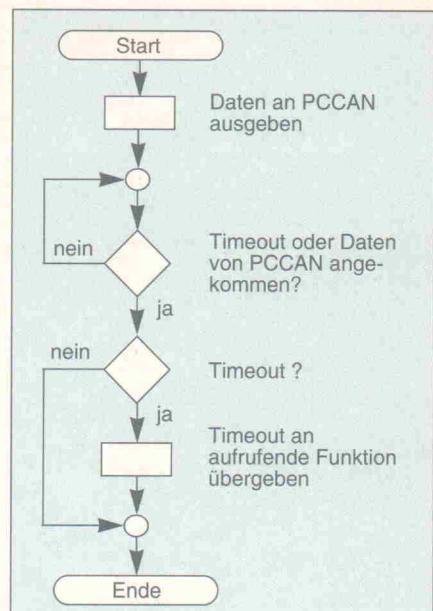


Bild 11. Das Treiberprinzip im PC.

oder Mißerfolg der Aktion anzeigen:

- Alle Daten wurden ins FIFO geschrieben.
- Das FIFO ist voll.

Das Beispiel in Listing 1 zeigt, mit welch geringem Aufwand zwei PCs via PCCAN unter Einsatz der Treiber-Bibliotheken in Turbo-Pascal miteinander kommunizieren. ea

```

Program PC_PC;
Uses PCD01X00, PCD01XU0;
Type TCanData = Array [1..20] of Byte;
Const C_PC_TimeOut = 03;
  C_PC_DataDa = 06;
  C_FIFO_OK = 1;
  C_FIFO_FULL = 2;
Var Ch : Char;
{ Procedure SendeDaten-----}
{ Diese Procedure sendet Daten an den Identifier $600-----}
Procedure SendeDaten;
Var SendeText : String;
  I : Byte;
Begin
  Writeln("Text an angeschlossenen PC Senden");
  Writeln("Wichtig! Der Empfangs-PC muß auf Empfang eingestellt sein.");
  Writeln;
  Write("Geben Sie nun den Text ein (maximal 8 Buchstaben): ");
  Readln(SendeText);
  While Length(SendeText) < 8 do SendeText := SendeText + " ";
  { Den Code für den Befehl an die PCCAN "Sende Daten" eintragen }
  Data[1] := $30;
  Data[2] := $06;
  Data[3] := $C0;
  Data[4] := $08; { Datenlänge 8 Byte }
  For I := 5 to 12 do Data[I] := SendeText[I-4];
  If PCCanBefehlAnCan(Data) = C_FIFO_OK Then Begin
    Writeln("Datenübergabe ok");
  End
  Else Begin
    Writeln("FIFO voll");
  End;
End;
{ Procedure EmpfangeDaten-----}
{ Diese Procedure empfängt Daten für den Identifier $600-----}
Procedure EmpfangeDaten;
Var EmpfangsText : String;
  I : Byte;
  Ch : Char;
Begin
  Writeln("Warten auf ankommende Daten");
  Writeln("<ESC> beendet");
  Writeln;
  Ch := #0;
  Repeat
    If Keypressed Then Ch := ReadKey;
    If PCCanHoleUserData(Data) = C_PC_DATA_DA Then Begin
      If (Data[1] = $70) AND (Data[2] = $03) Then Begin { CAN-Daten empfangen? }
        If Data[3] = $C0 Then Begin { Stimmt der Identifier? }
          Empfangstext := " ";
          For I := 5 to 12 do Empfangstext[I-4] := Data[I];
          Writeln("Empfangener Text: ", Empfangstext);
        End;
      End
      Else Begin { sonstige mögliche Meldungen bearbeiten }
        If (Data[1] = $80) AND (Data[2] = $00) Then Begin
        End;
      End;
    End;
  Until Ch = #27; { Schleife bis <ESC> gedrückt wird }
End;
  
```

```

Case Data[3] of
  1 : Writeln("Overrun-Fehler");
  2 : Writeln("Bus-Off ");
  3 : Writeln("Transmit-Error");
  4 : Writeln("Fifo voll");
  5 : Writeln("Error-Flag aktiv (Error-Passiv)");
  6 : Writeln("Sendedaten nicht akzeptiert, Transmitter beschäftigt");
End;
Else Writeln("Kommando unbekannt");
End;
Until ch = #27;
{ Den Code für den Befehl an die PCCAN "Sende Daten" eintragen }
Data[1] := $30;
Data[2] := $06;
Data[3] := $C0;
Data[4] := $08; { Datenlänge 8 Byte }
For I := 5 to 12 do Data[I] := SendeText[I-4];
If PCCanBefehlAnCan(Data) = C_FIFO_OK Then Begin
  Writeln("Datenübergabe ok");
End
Else Begin
  Writeln("FIFO voll");
End;
{ -----
{ Hauptprogramm
{ -----
Begin
{ zuerst die IO-Adresse der Karte wählen }
PCCanStelleIoAdresseEin($304);
If BCANINIT Then Begin
  If PCCanStelleRegisterEin($00,$FF,$09,$35,$D2) = C_FIFO_OK Then Begin
    { AC = $00, AM = $FF -> alle ID gültig; BT0 = $09, BT1 = $35=75kBd }
    { OC = $D2 -> ISO-Baustein ist Bustreiber; }
    Repeat
      ClrScr;
      Ch := #0;
      Writeln("<1> = Daten senden");
      Writeln("<2> = Daten empfangen");
      Writeln("<ESC> = Programm Ende");
      Ch := ReadKey;
      If Ch = "1" Then SendeDaten;
      If Ch = "2" Then EmpfangeDaten;
      Until Ch = #27; { Schleife bis <ESC> gedrückt wird }
    End;
  Else Begin
    Writeln("Error, keine CAN-Karte gefunden");
  End;
End.
  
```

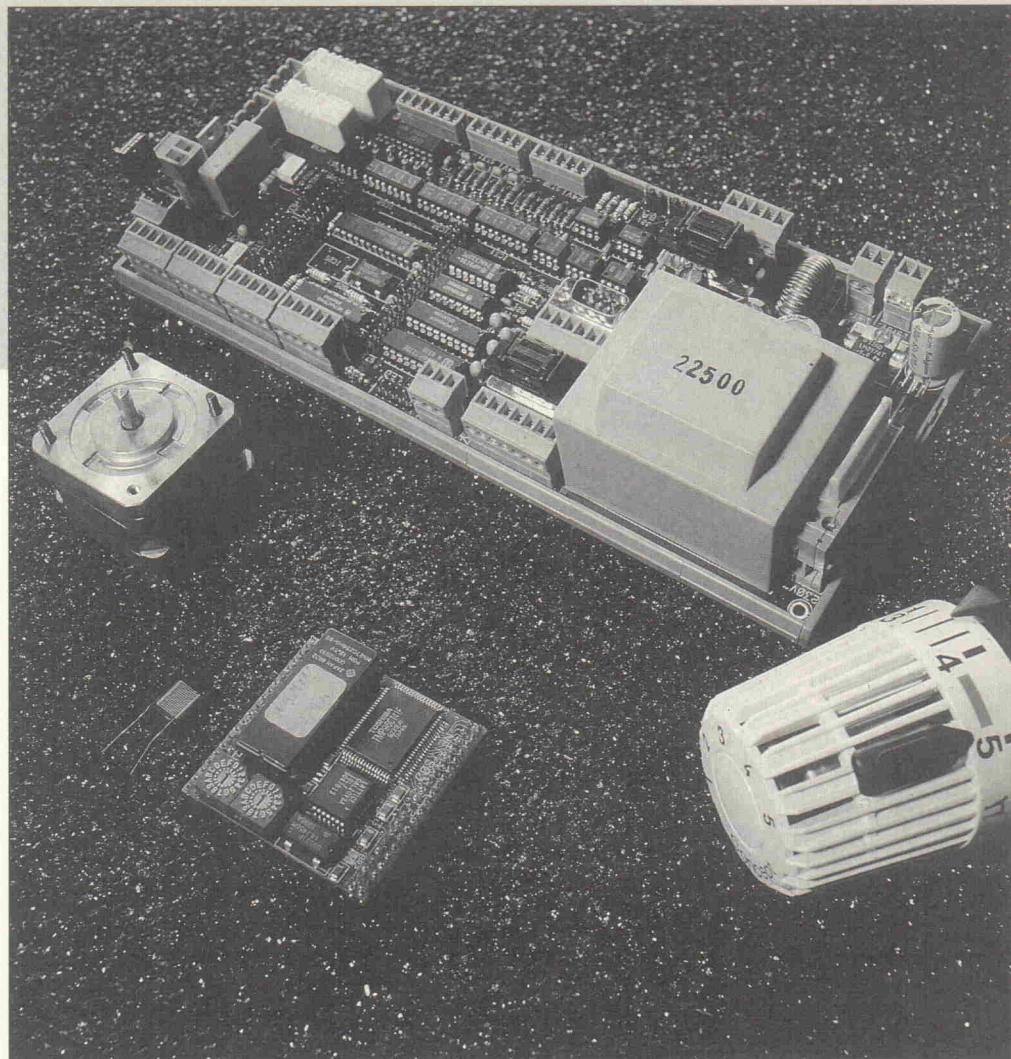
Listing 1. PCs zu vernetzen ist zwar nicht die Domäne des CAN-Bus, dafür zeigt das Programm anschaulich, wie die CAN-Bedienung per Treiber vom PC aus abläuft.

Tor zur Welt

Allround-Interface für den TMP96C141, Teil 3: Sensorik und Programmierung

Reinhard Niebur,
Walter L. Giesler

Als praktische Anwendung des Evaluation-Boards EVA900 stellt diese Folge unserer Artikelreihe eine Wintergartensteuerung vor. Beleuchtung, Lüftung und Beschattung sind nötig, wenn der Wintergarten nicht zur Sauna werden soll. Dazu müssen Temperatur, Feuchte und Helligkeit erfaßt werden, um Lüfter und Jalousie zu steuern – was ja nun gar nicht so weit weg liegt von einer professionellen Gebäudeklimatisierung. Programmiert wird mit BASIC-900, einem spezialisierten BASIC-Interpreter für NET/900.



Projekt

Der 16-Bit-Mikrocontroller TLCS900 hat viel integrierte Peripherie um seinen Prozessorkern geschart. Mit diesem Projekt bekommt sie die Treiber, die sie braucht, um Dinge der richtigen Welt zu bewegen. In der Regel ist dazu allerdings ein wenig mehr 'Kraft' nötig, als dem Controller-Netzteil entnommen werden kann, und man braucht daher eine Schnittstelle zum 230-V-Netz.

Dimmer

Auch wieder als Beispiel soll hier eine solche Schnittstelle in Form einer Beleuchtungssteuerung vorgestellt werden. Hier braucht man freilich keine

Rückmeldung über das Siebensegment-Display (wie sie beispielsweise für die Heizungssteuerung im letzten Heft nötig war), denn man sieht sofort, was sich tut. Aber es ist ein wenig Software nötig, bis sich was tut. Bild 1 zeigt das Prinzip einer Phasenanschnittsteuerung. Je später in einer Halbwelle der Triac gezündet wird, desto schwächer brennt das Licht. Er schaltet von allein beim Nulldurchgang aus und muß dann neu gezündet werden. Also ist zunächst der Nulldurchgang festzustellen und danach die Auszeit über einen Timer zu erzeugen. Der Nulldurchgang wird mit T1 aus der 10-V-Trafo-Wechselspannung detek-

tiert. Über einen Inverter im 24V-Ausgangstreiber IC50 und eine Steckbrücke wird das 'ZERO'-Signal auf /NMI gelegt. In Westdeutschland bekommt man so alle 10 ms einen Interrupt. Dieser Interrupt höchster Priorität ist zwar für die Anwendung unsinnig, aber da es nicht schadet und NMI sonst nicht verwendet wird, konnte so ein anderer INT-Eingang freigehalten werden. Nach /NMI muß dann eine einstellbare Zeit gewartet werden, die umgekehrt proportional zur Helligkeit der Lampe ist, bevor Bit 2 von P3 wieder auf 0 gesetzt wird – wegen der Optokoppler-Invertierung entsprechend 'Lampe an'. Dazu muß man leider einen

Reinhard Niebur ist Diplom-Ingenieur und seit zwölf Jahren als Entwicklungsingenieur bei Elzet 80 in Aachen beschäftigt; Walter L. Giesler ist Geschäftsführer von Elzet 80.

der 16-Bit-Timer einsetzen, da die 8-Bit-PWM-Timer keine Zeiten wesentlich über einer Millisekunde erzeugen können.

Als Triac wird ein 16A/600V-Bauteil eingesetzt, das auf der Platine allerdings nur mit 2 A belastet werden sollte, da für einen Kühlkörper kein Platz mehr war. Gezündet wird er über P32 und IC50 als Treiber für den Opto-Triac TLP3051, IC80. Der Triac mit der Bezeichnung BTA16/600BW ist ein sogenannter 'snubberless' Triac, der unempfindlich ist gegen die Stromanstiegs-Geschwindigkeiten beim Dimmerbetrieb, die sonst ohne RC-Kompensationsnetzwerk (Snubber) zur Zerstörung führen. Davon unabhängig ist die Funkentstörung, für die eine handelsübliche Ringkerndrossel in Reihe mit dem Verbraucher empfehlenswert ist.

Programmierung in BASIC-900

Die Entwickler von EVA haben sich für die Sprache BASIC entschieden, denn die Programmieraufgaben im hier dargestellten Bereich sind weder komplex noch zeitkritisch. Mit einem BASIC-Interpreter programmiert man schnell und schmutzig, wie die Gurus sagen. Uns soll es hier auf das 'schnell' ankommen.

Das BASIC für NET/900 auf EVA900 heißt – man wird es kaum glauben – BASIC-900. Es ist ein schlicht gestrickter Dialekt (ohne Fließkomma- und Stringverarbeitung), jedoch mit vielen Erweiterungen für Prozeßsteuerungen. Besonders interessant sind die Echtzeit-Anweisungen 'ON INT' und 'ON TIME'. Bei

`ON INT(11) GOSUB 5000`

Erste Hilfe

Was braucht man, um mit NET/900 auf EVA900 zu kommunizieren? Ein Terminal mit RS-232-Schnittstelle, das sich auf 9600 Bit/s, kein Paritätsbit, 8 Datenbits und 1 Stoppbitt einstellen lässt (MODE COMX: 9600,n,8,1). Die weitaus meisten Benutzer werden ein Terminalprogramm auf einem IBM-ähnlichen PC einsetzen. Ein Kabel 9-zu-9polig oder 25-zu-9polig (je nach Steckverbinder am PC), bei dem die Daten- und RTS/CTS gekreuzt sind (Nullmodemkabel, z. B. Rx mit Tx verbunden). Kabel verbinden mit SER1 auf EVA900.

Man startet das Terminalprogramm und setzt dann die Eva unter Spannung: Auf dem Terminalfenster meldet sich das BASIC mit Namen und Versionsnummer, danach mit einem Winkel '>', der zur Eingabe ermuntert. Nach einem 'PRINT 3*7' sollte BASIC das korrekte Ergebnis anzeigen. Sieht man die Startmeldung nicht, sind folgende Fehler wahrscheinlich:

Kabel falsch, also zum Beispiel nicht gekreuzt, falsche Handshakes. Falsche Schnittstelle, zum Beispiel auf COM1: während gleichzeitig ein Maustreiber die Zeichen von COM1 abgräbt. Oder: Terminalprogramm auf COM2:, aber Kabel

an COM1-Terminalprogramm arbeitet nicht. Weswegen auch immer, wenn man Windows hat, kann man das Windows-Terminalprogramm ausprobieren: In 'Einstellungen' den Punkt 'Terminal-Einstellungen' wählen und 'Funktionstasten für Windows' abwählen (sonst kann man mit CTRL-C das BASIC nicht abbrechen) und unter 'Textübertragung' bei 'Protokoll' auswählen 'Zeilenweise' und 'Auf Sendeauflösung warten: ^M'. 'Übertragungsparameter' wie oben einstellen, Protokoll 'Kein'.

EVA900 Hardware:

Keine Spannung, LED (D2 5V o.k.) leuchtet nicht. Modul NET/900 nicht gesteckt oder daneben gesteckt oder falsch herum (!?). Kein BASIC-EPROM gesteckt (Nase nach unten zu den 24V-E/A). Wer ein Scope hat, kann schauen, ob Tx/D beim Einschalten wackelt (die Startmeldung, ungefähr 80ms lang), Tastkopf an Schraubklemme ST12 Pin 3 (Masse Pin 7).

Wenn's jetzt immer noch nicht läuft: Pause machen und einen alten Freund aufsuchen. Wenn's aber läuft – eines der Testprogramme herunterladen, mit 'LIST' kontrollieren und mit 'RUN' starten.

wird beispielsweise ein Unterprogramm ab Zeile 5000 dann ausgeführt, wenn der Interrupt 11 ausgelöst wird. Wir werden diese Eigenschaft für den Lichttaster ausnutzen. Mit

`ON TIME = TIME + 500 GOSUB 6000`

wird ein Unterprogramm ab Zeile 6000 bearbeitet, wenn 500 Millisekunden verstrichen sind. Soll ein Unterprogramm beispielsweise alle 100 ms aufgerufen werden, dann ruft man es zum Programmstart mit GOSUB 1000 und schreibt in Zeile 1000:

`ON TIME = TIME + 100 GOSUB 1000`

Dadurch plant sich das Unterprogramm immer wieder selbst ein. Die Systemvariable TIME ist, wie alle Variablen in BASIC-900, eine 32-Bit-Varia-

ble. Sie startet beim Einschalten mit 0 und wird alle 10 ms um 10 inkrementiert. Mit der ON-TIME-Funktion lassen sich also Zeiten zwischen 10 Millisekunden und gut drei Wochen einplanen. Im Beispiel Wintergarten wird die Regelung der Lüftung und Beschattung durch ein ON-TIME-Unterprogramm alle 5 Sekunden durchgeführt. Weitere 'ON'-Befehle sind ON ERROR zur Behandlung eines Laufzeitfehlers und ON RC5 zur Arbeit mit der IR-Fernbedienung.

`ON ERROR GOSUB 20000`

ruft ein Unterprogramm ab Zeile 20 000 auf, das dann die Funktionen ERRL (Zeilenummer des Fehlers) und ERRC (Fehlercode) auswerten kann.

Bei jedem Tastendruck auf einer RC5-IR-Fernbedienung,

die über den Sensor an T0 (siehe Teil 2) erkannt wird, kann man ein Unterprogramm auf Zeile 5000 starten, wenn bei der Initialisierung der Befehl

`ON RC5 GOSUB 5000`

eingebaut wird. Zur Erkennung, welche Taste wie lange gedrückt wurde, gibt es die Funktionen RC5A (Geräteadresse), RC5D (Daten) und RC5R (Wiederholungscode). Mit

`IF RC5A = 5`

kann man beispielsweise die Tastendrücke auswerten, die von einem Sender für Videorecorder kommen, für unsere Zwecke verwenden wir Adresse 7. Unser Programm sortiert in Zeile 5010 deshalb alles aus, was nicht Adresse 7 hat. RC5D gibt die Nummer der Taste zurück, also 0...9 für die Kanaltasten und 16 für 'Lautstärke+'. RC5R wird 'wahr' ('-1' in BASIC-900), wenn die Taste in den Autorepeat geht. Den Erstdruck erkennt man mit IF NOT(RC5R)... oder mit IF RC5R = ... Eine kombinierte Funktion RC5(R,A,D) lässt auf

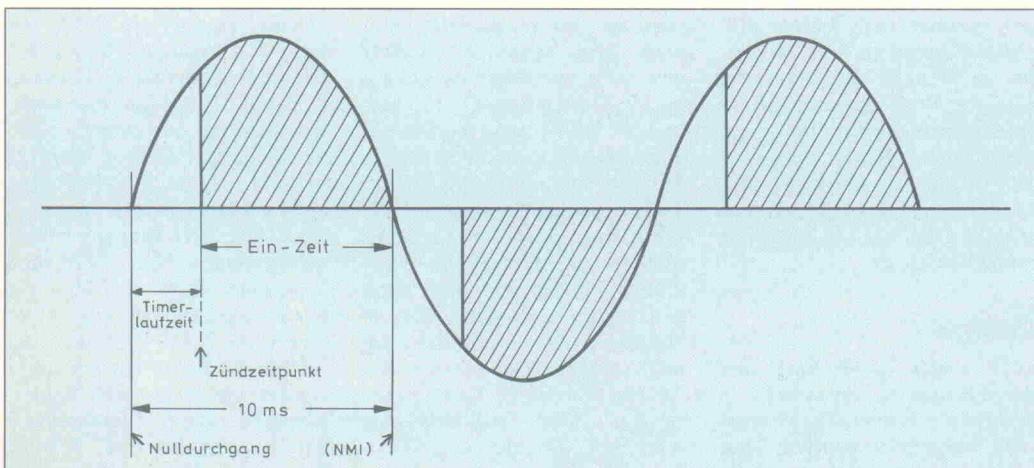


Bild 1. Mit unterschiedlich 'tiefen' Phasenan schnitten kann die Helligkeit von Lampen gut eingestellt werden. Auch als Stellglied in Regelkreisen gut geeignet!

```

10 REM Steuerung eines Wintergartens mit NET/900 auf EVA900
20 REM Grundinitialisierung:
30 REM Systemvariable TIME (ms-Timer) auf 0 setzen:
40 TIME = 0
50 REM Fehlerbehandlung, letzten Fehler auf LED anzeigen
60 ON ERROR GOSUB 9000
100 REM Startwerte
110 Z=0 : REM Zustand RC5-Bingabedecoder 0
120 Q=700 : REM Anzahl Parameter in Tabelle (Z.7200) -1 * 10
130 REM Startwerte fuer Parameter
140 FT=900 : F8=700 : REM Schaltschw. Feuchte fuer untere/obere Temperatur
150 TT=120 : T8=180 : REM untere/obere Temperaturgrenze fuer Luftklappe
160 H7=650 : H8=900 : REM Helligkeit Jalousie auf bzw. Jalousie zu
200 REM Verzoegerungszeiten initial ueberschreiten-> Sofortstart
210 W2=100 : W3=2000 : REM Sensorabtastung und Luftklappe
220 W4=4000 : REM Jalousie
230 LT=-1 : JT=-1 : REM Luftklappe und Jalousie freigeben
300 REM Hardwareinitialisierung
310 INIT FCNT(1)
320 INIT PWM(2,0)
330 ON INT(12) GOSUB 900 : REM INT(12) = 24V Eing. INT5/TI5 Lichttaster
340 ENABLE(12)
350 ON RC5 GOSUB 5000 : REM IR-Fernbedienung
360 ENABLE RCS
400 REM Ausgaenge initial setzen
410 MEMB($18) = MEMB($18) OR %01001000 : REM Jalousie oben, Licht aus
420 JO = 0 : J9 = 0 : REM Jalousiezustand offen, Aenderung freigeben
430 MEMB($18) = MEMB($18) AND %11110111 : LO=-1 : L9=-1: REM Klappe auf
500 LED(0, "H1 ",0)
600 GOSUB 1000 : REM Zentrale Zeitschleife (alle 0,5s)
890 REM Endlosschleife - unterbrochen durch Echtzeit-Unterprogramme.
891 REM Das TROFF stoppt Trace (TRON) bei Rueckkehr aus Unterprogrammen
895 TROFF
899 GOTO 895

900 REM Interruptservice Lichttaster
910 MEMB($18) = MEMB($18) XOR %00001000
920 REM Etwa 1/2s Verzoegerung (unterbrechbar durch ON TIME etc.):
930 FOR I=1 TO 500 : NEXT I
940 REM Denn echte Lichttaster prellen beim Loslassen
950 ENABLE(12)
960 RETI(12)

1000 REM Zentrale Verteilung zeitgesteueter Aktionen, Raster 0,5s
1010 ON TIME = TIME + 500 GOSUB 1010
1020 W0 = TIME
1050 REM Parameteranzeige nach kurzer Zeit auf Wert umschalten
1060 IF Z IF TIME> (R0+300) LED(0,Z5,A5)
1100 REM Sekunden zaehlen und Uhrprogramm aufrufen
1110 S2 = S2+1 : IF S2=2 S2 = 0 : GOSUB 2000
1150 REM 30s n.letzten Tastendruck Uhrzeit zeigen, RC5-Zustand =0
1160 IF NOT(A1) IF TIME > (R0+30000) LED(0,U,4): Z0
1200 REM Alle 5s Sensoren abtesten und Regelung aufrufen
1210 W2 = W2 +1 : IF W2 > 10 GOSUB 3000 : W2 = 0
1300 REM Luftklappe erst 15min nach letzter Bewegung freigeben
1310 W3 = W3 + 1 : IF W3 > 1800 LI = -1
1320 REM Jalousie erst 30min nach letzter Bewegung freigeben
1330 W4 = W4 + 1 : IF W4 > 3600 J1 = -1
1490 IF TIME > (W0+500) W9 = TIME : REM Zeitueberschreitung speichern
1499 RETURN

2000 REM Tageszeit nachfuehren
2010 S=S+1
2020 IF S=60 U=U+1 : S=0 : REM Sekunden
2030 Y=U/100 : REM Stunden
2040 M=U-Y*100 : REM Minuten
2050 IF M=60 M=0 : U=U+40 : IF Y=23 U=0 : T=T+1
2060 IF Z=0 LED(0,U,4)
2070 RETURN

3000 REM Abtastung Sensorsik, Stellung Luftklappe und Jalousie
3010 REM LM335 Temperatursensor an Analogeingang 3
3011 T0 = ((ADC(3)*4883-2731500)/1000
3020 REM Valvo Feuchtesensor mit TLC555 an TMUX0
3021 F0 = ((FCNT(1)*SEE(10))+SEE(11))/1000
3030 REM TSL220 Helligkeitssensor am TMUX1. Default SEE12:100, 13:0
3030 H0 = ((FCNT(2)*SEE(12))+SEE(13))/1000
3100 REM Lueftung prop, Temperatur: 22..35 Grad -> 40..100% (100..255)
3110 V7 = (((T0-220)*119)/100)+100
3120 REM Lueftung proportional zur Feuchte: 70..100% -> 100..255
3130 V8 = (((F0-700)*517)/1000)+100
3200 REM Einstellung Lueftung nach dem groesserem Wert von T oder F
3210 REM Wenn Klappe zu, Ventilator aus:
3220 IF LO = 0 VO = 0 : GOTO 3290
3230 VO=V8
3240 IF V7>V8 VO=V7
3250 IF VO>255 VO=255
3260 IF VO<100 VO = 100 : REM Motor kann nicht auf 0 geregelt werden
3290 PWM(2,VO)
3295 REM Ende Geschwindigkeitseinstellung Luefter

3300 REM Einstellung Klappe nach Parametern f.Temp und Feuchte (7200ff)
3310 REM Klappe nur aendern, wenn 2x gleiche Bewertung
3320 LT = L8 : REM Wert zur Zeit T-1 in LT speichern
3330 REM L8 fuellen mit aktueller Bewertung, wie Klappe stehen sollte:
3340 L8 = ((T0-T7) AND (F0>F7)) OR ((T0<T8) AND (F0>F8)) OR (T0>T8)
3350 IF LT=18 L9=L8 : REM L9 zeigt, wie Klappe stehen soll (-1 = auf)
3360 REM Klappenaenderung von Zeitallauf (1300) abhaengig machen
3370 IF LO = L9 GOTO 3395 : REM Keine Aenderung notwendig
3380 REM Wenn Klappe bewegt werden darf, REL 50 go! Wecker W3 zuruecksetzen
3390 IF L1 MEMB($18) = MEMB($18) XOR 4 : LO=NOT(LO) : L1=0 : W3=0
3395 REM Ende Luftklappeneinstellung

```

```

3400 REM Beschartung
3410 REM Nur sinnvoll bei Temperaturen > 24 Grad C
3420 IF T0 < 240 GOTO 3999
3500 REM Jalousie nur aendern, wenn 2x gleiche Bewertung
3510 JT = J8
3520 IF NOT(J0) J8= H0-H8 : REM Jalousie runter bei Helligkeit groesser H8
3530 IF J0 J8=H0>H7 : REM Wenn schon unten, dann erst unter H7 wieder hoch
3540 IF JT>J8 J9=J8 : REM J9 zeigt, wie Jalousie stehen soll
3550 REM Jalousieaenderung von Zeitallauf (1320) abhaengig machen
3560 IF J0 = J9 GOTO 3590 : REM Keine Aenderung notwendig
3570 REM Wenn Jalousie bewegt werden darf, T06 go! Wecker W4 zuruecksetzen
3580 IF J1 MEMB($18) = MEMB($18) XOR 64 : J0=NOT(J0) : J1=0 : W4=0
3590 REM Jalousie ok
3999 RETURN

5000 REM RC5-Decoder
5010 IF RC5A # 7 GOTO 1990 : REM Jemand versucht, fernzusehen
5020 RO = TIME : REM Zeit des letzten Tastendrucks speichern
5030 IF Z=0 GOSUB 6000 : GOTO 5080 : REM Aktionsebene
5040 IF Z=1 GOSUB 8000 : REM Parameter aendern
5080 ENABLE RC5
5090 RETURN

6000 REM Aktionsebene Z=0 ; Direkte Steuerung oder Umschaltung auf:
6010 IF RC5(0,7,32) Z=1 : P=0 : GOTO 7200+P : REM P+, Parameter waehlen
6020 IF RC5(0,7,33) Z=1 : P=Q : GOTO 7200+P : REM P-, Parameter waehlen
6050 REM Lampe mit Taste Helligkeit schalten, + an (18), - aus(19)
6030 IF RC5(0,7,18) MEMB($18) = MEMB($18) AND %11110111 :RETURN
6040 IF RC5(0,7,19) MEMB($18) = MEMB($18) OR 8 :RETURN
6050 REM Weitere Online-Aktionen hierhin
6060 RETURN

7000 REM Parametertabelle fuer Aenderungen ueber RC5-Fernbedienung
7010 REM Variablen werden auf x5 fuer eine zentrale Aenderungs-
7020 REM routine kopiert. D5 = 0 bedeutet Uhrzeit statt Wert
7030 REM Werte werden x10 gefuehrt, also z.B. 190 fuer 19 Grad C
7040 REM
7200 REM Klappe auf bei wieviel % rel. Feuchte trotz Unter-Temperatur
7201 LED(0,"RFTU*",0) : REM Parametername auf LED-Anzeige darstellen
7202 Z5 = F7 : REM Z5 Zwischen-speicher uebernimmt aktuellen Wert
7203 D5 = 5 : REM Inkrement/Dekrement fuer Aenderung
7204 A5 = %01000010 : REM LED-Attribut (Dezimalpunkt 999.9, Vornullenunterdr.)
7205 P5 = 980 : REM Maximalwert (98%rf)
7206 U5 = 600 : REM Minimalwert (60%rf)
7207 S5 = 900 : REM Default (Startwert, fuer Taste Grundeinstellung)
7208 VS = ADDR(F7) : REM Variablenadresse, um Wert zurueckzuschreiben
7209 RETURN
7210 REM Klappe auf bei wieviel %rf ueber Untertemp., aber unter Normaltemp.
7211 LED(0,"RFTU*",0) : Z5=P8 : D5=5 : A5=66 : O5=900 : U5=600
7212 S5=700 : VS=ADDR(F8) : RETURN
7220 REM Temperatur, unter der die Klappe normal (rF>F7) zubleibt
7221 LED(0,"T U ",0) : Z5=T7 : D5=5 : A5=66 : O5=200 : U5=10
7222 S5=120 : VS=ADDR(T7) : RETURN
7230 REM Temperatur, unter der die Klappe bei niedriger Feuchte (rF>F8) zubleibt
7231 LED(0,"T O ",0) : Z5=T8 : D5=5 : A5=66 : O5=280 : U5=100
7232 S5=180 : VS=ADDR(T8) : RETURN
7240 REM Helligkeit, ueber der die Jalousie zufaehrt (0..100%)
7241 LED(0,"HELL",0) : Z5=H8 : D5=5 : A5=66 : O5=1000 : U5=500
7242 S5=900 : VS=ADDR(H8) : RETURN
7250 REM Helligkeit, unter der die Jalousie wieder auffaehrt (0..100%)
7251 LED(0,"NHEL",0) : Z5=H7 : D5=5 : A5=66 : O5=900 : U5=300
7252 S5=650 : VS=ADDR(H7) : RETURN
7260 REM Aktuelle Uhrzeit
7261 LED(0,"UHR ",0) : Z5=U : D5=0 : A5=4 : O5=2359 : U5=0
7262 S5=1200 : VS=ADDR(U) : RETURN
7270 REM Weckzeit (im Programm nicht genutzt)
7271 LED(0," AL ",0) : Z5=U1 : D5=0 : A5=4 : O5=2359 : U5=0
7272 S5=1200 : VS=ADDR(U1) : RETURN

8000 REM Parameter aendern
8010 REM Wird erreicht bei Zustand Z=1
8020 REM Parameter inkrementieren/dekrementieren mit +/- Tasten,
8030 REM oder mit 0..9 direkt eingeben: Eingabe beenden durch
8040 REM Wechsel zum naechsten Parameter "+"/"-P-" oder mit
8050 REM Taste "Standby". Vorgabewert mit "Grundeinstellung".
8060 IF ((RC5D>15) AND (RC5D<27)) GOTO 8210 : REM +/- -Tasten
8070 REM Fuer andere Tasten nur Erstdruck auswerten:
8080 IF RC5R RETURN

8090 REM Tasten P+/P- waehlen zu aendernden Parameter
8100 IF RC5D=32 GOTO 8800 : REM "P+", naechster Parameter
8110 IF RC5D=33 GOTO 8850 : REM "P-", voriger Parameter
8120 IF RC5D<10 GOTO 8600 : REM "0..9", Tastatureingabe Wert
8130 IF RC5D=14 GOTO 8700 : REM "Grundeinstellung"
8140 IF RC5D=12 GOTO 8750 : REM "Standby"
8150 RETURN : REM Alle anderen Tasten bewirken nichts

8200 REM Unterscheidung + -Tasten oder - -Tasten
8210 IF RC5D = (RC5D/2)*2 GOTO 8300 : REM + Taste (gerade Zahl)
8220 GOTO 8400 : REM - Taste (keine gerade Zahl)

8300 REM Wert eines Parameters erhoechen
8310 IF RC5R = 0 GOTO 8350 : REM Bei Erstdruck Sofortaktion
8320 W1 = W1+1 : REM Hilfszaehler bis 5
8330 IF W1<5 RETURN : REM Abwarten
8340 W1=0 : REM Tastendruck laenger als 5 Wiederholraten
8350 Z5=Z5+D5 : REM Wert um Inkrement (D5) erhoechen
8360 IF D5=0 GOSUB 8500 : REM Uhrzeit inkrementieren
8370 IF Z5>O5 Z5=O5 : REM Hoechstens bis Maximalwert
8380 MEM(V5)=Z5 : REM Wert in Originalvariable zurueckschreiben
8390 LED(0,Z5,A5) : REM Neuen Wert anzeigen
8395 RETURN

```

```

8400 REM Wert eines Parameters verringern
8410 IF RC5R = 0 GOTO 8450 : REM Bei Erstdruck Sofortaktion
8420 W1 = W1+1 : REM Hilfszaehler bis 5
8430 IF W1<5 RETURN : REM Abwarten
8440 W1=0 : REM Tastendruck laenger als 5 Wiederholraten
8450 Z5=Z5-D5 : REM Wert um Dekrement (D5) verringern
8460 IF D5=0 GOSUB 8550 : REM Uhrzeit dekrementieren
8470 IF Z5<U5 Z5=U5 : REM Hoechstens bis Minimalwert
8480 MEM(V5)=25 : REM Wert in Originalvariable zurueckschreiben
8490 LED(0,Z5,A5) : REM Neuen Wert anzeigen
8495 RETURN

8500 REM Uhrzeit inkrementieren
8510 Z5=Z5+1
8520 Y4=Z5/100 : REM Ganze Stunden
8530 M4=Z5-(Y4*100) : REM Minutenrest
8540 IF M4=60 Z5=Z5+40 : IF Y4=23 Z5=0
8545 RETURN

8550 REM Uhrzeit dekrementieren
8560 Z5=Z5-1
8565 Y4=Z5/100 : REM Ganze Stunden
8570 M4=25-(Y4*100) : REM Minutenrest
8575 IF M4=99 Z5=Z5-40
8580 IF M4=-1 Z5=2359
8590 RETURN

8600 REM Direkte Zifferneingabe 0..9, "C" mit Standby, Ende mit P-/P+
8610 IF Z4=0 Z5=RC5D : Z4 = -1 : GOTO 8640 : REM Z4 erlaubt Folgeziffern
8620 IF Z4 Z5=Z5*10+RC5D
8630 IF Z5>9999 Z5=RC5D
8640 MEM(V5)=25 : REM Wert in Originalvariable zurueckschreiben
8650 LED(0,Z5,A5) : REM Neuen Wert anzeigen
8660 RETURN

8700 REM Taste "Grundeinstellung" in Zustand Z=1
8710 MEM(V5)=S5 : REM Vorgabewert in Variable zurueckschreiben
8720 Z5=85
8730 LED(0,Z5,A5)
8740 Z4=0

```

eine bestimmte Taste untersuchen. 'R' kann 0 sein, wenn nur auf Erstdruck gewartet wird oder 1, wenn auch ein anhaltender Druck ständig ausgewertet werden soll. Mit -1 wird jeder Druck erkannt. Die Anweisung

IF RC5(0,7,13) PRINT "Stumm"

würde also nur auf den ersten Code der Stummtaste bei einem Sender für Experimentalzwecke reagieren.

Für die Peripherie auf dem Evaluation-Board gibt es spezielle Prozeßfunktionen wie LED (Nr,Wert,DP) zur Ansprache der 7-Segment-Anzeigen oder PGEN(Nr,Schritte,Frequenz) für die Schrittmotorports. Als LED wird eine vierstellige 7-Segment-Anzeige auf Basis des verbreiteten Zweidrahtdecoder-ICs MM5450 erwartet. Auf der sind dann Werte 'LED(0,1234,2)' oder auch Texte, soweit sie auf 7 Segmenten darstellbar sind 'LED(0,"HELP",0)' anzeigen. Die Dezimalpunkte werden binär in die unteren vier Bit von DP codiert.

ADC(1) liefert den Rohwert am Analogeingang 1 in 4,88-mV-, FCNT(3) die Frequenz am TMUX(2) in 10-Hz-Schritten. PWM(2,Wert) stellt den TRIAC-Dimmer auf einen Wert zwischen 0 und 255 ein. Auch die 24V-Ausgänge TO2 und TO3 (ST51, Stifte 3 und 4) las-

sen sich über PWM(0,n) oder PWM(1,n) einstellen. Die 24V-Ausgänge werden über eine INIT PWM(n,0)-Funktion den Timern zugewiesen.

Das BASIC arbeitet komplett auf NET/900 im EPROM. Für die Programmierung ist nur ein Terminal oder ein Rechner mit Terminalprogramm notwendig (9600, 8, N, 1). Für den PC wird von den Entwicklern ein einfaches Terminalprogramm mitgeliefert, ein komfortables mit Editor, Down- und Upload, Fenstertechnik, Keyword-Highlighting und Labelübersetzer ist separat erhältlich. Das BASIC ist auch im Flash-EPROM erhältlich, dann kann man das Anwenderprogramm per Befehl (WROM) mit in das Flash-EPROM brennen (während des Programmierens NMI-Jumper J1 ziehen!). BASIC-900 kann Anwenderprogramme im (Flash-)EPROM automatisch nach RESET starten.

Licht schalten

Beginnen wir für die konkrete Anwendung mit dem Licht. Bei der Wintergartensteuerung gibt es dabei den interessanten Aspekt der Feuchtraum-Schalterinstallation. Ein Wintergarten gilt nämlich als Feuchtraum (obwohl wir das mit dem Projekt verhindern wollen) und verlangt entsprechend Feuch-

8745 RETURN

```

8750 REM Taste "Standby" Z4=1: Eingabe loeschen, Z4=0: Aktionsebene
8760 IF Z4 Z4=0 : Z4=0 : LED(0,0,2) : RETURN : REM Clear bei Zifferneingabe
8770 REM Sonst Wert pruefen und Rueckkehr in Aktionsebene
8780 GOSUB 8900: Z = 0
8790 RETURN

8800 REM Naechsten Parametertyp auswaehlen
8805 Z3 = 0 : REM Fehlervariable
8810 GOSUB 8900 : REM Bei falschem Wert begrenzen, nicht weiter
8820 IF Z3 Z3=0 : RETURN
8830 Z4=0 : P=P+10 : IF P>Q P=0 : REM Parameter weiter
8840 GOTO 7200+P
8850 REM Vorigen Parametertyp auswaehlen
8855 Z3=0
8860 GOSUB 8900
8870 IF Z3 Z3=0 : RETURN
8880 Z4=0 : P=P-10 : IF P<0 P=Q
8890 GOTO 7200+P

8900 REM Parametergrenzen ueberpruefen, wenn falsch, Z3 setzen
8910 IF D5=0 GOSUB 8950 : REM Uhrzeitueberpruefung
8920 IF Z5>05 Z5=05 : Z3=-1 : REM Obergrenze
8930 IF Z5<U5 Z5=U5 : Z3=-1 : REM Untergrenze
8940 MEM(V5)=Z5 : LED(0,Z5,A5) : REM begrenzten Wert zurueckschreiben
8945 RETURN

8950 REM Uhrzeit ueberpruefen, wenn falsch, Z3 setzen
8955 IF ((Z5>2359) OR (Z5<0)) Z5=0 : Z3=-1 : RETURN
8960 Y1=Z5/100 : REM Stunden
8965 M1=Z5-Y1*100 : REM Minuten
8970 IF M1>60 Z3=-1 : M1=0 : Y1 = Y1+1 : IF Y1=24 Y1=23
8980 Z5 = Y1*100 + M1
8990 RETURN

9000 REM Fehlerbehandlung
9010 LED(0,ERRL0) : A1=-1 : REM verhindere Uhrzeitanzeige
9020 RETURN

```

traum-Installationsmaterial. Es sei denn, man würde die Schalter mit Niederspannung betreiben, was uns mit der Elektronik nicht schwer fällt: Statt eines Netzschatlers kann man nämlich Taster in der Wohnung verteilen, die nur ein 24V-Signal an die Platine weiterleiten (die 24V-Spannung erzeugt das Netzteil sogar selbst). Mit jedem Tastendruck wird das Licht wechselnd an- oder ausgeschaltet. Man kann beliebig viele Taster in allen Zimmercken parallelschalten und dabei hier ein- und dort ausschalten. Angeschlossen werden die Taster alle parallel an einem der acht 24V-Eingänge auf der Platine. So könnten also acht Tastergruppen mit unterschiedlicher Funktionalität angeschlossen werden. Die acht Eingänge sind auf die zwei Stecker ST30 und 31 aufgeteilt, die an TI4 bis 7 beziehungsweise an P24 bis 27 gehen. Der Pin 5 muß jeweils mit der externen Masse verbunden werden, meist also mit der Masse von 24 V von ST90/91. Die beiden Gruppen sind voneinander isoliert, für den Fall, daß mit unterschiedlichen Potentialen gearbeitet werden muß. Die Eingänge gehen dann allerdings nicht direkt auf den TLCS900, sondern erst in ein GAL. Das dient neben der Inverterfunktion vor allem der Flexibilität der 24V-Eingänge, die auf TI4 bis TI7

verdrahtet sind. In der Standardausführung des GALs wird nämlich TI4 (über den '273, IC3, siehe Teil 2) gemultiplext zwischen dem 24V-Eingang ST30, Pin 1 und den drei TTL-Eingängen TMUX0 bis TMUX2, die auf dem Pfostenstecker ST32 (TMUX) liegen.

In unserem Programmierbeispiel verwenden wir TI5 (ST30, Pin 2) als Eingang für den Lichttaster und Relais 51 als Ausgang (den TRIAC brauchen wir im Fall Wintergarten für den Lüfter). TI5 liegt TLCS900-intern parallel an P81 und INT5, und letzteren brauchen wir hier. REL51 kommt von TO5 oder Port P83. BASIC-900 initialisiert den Prozessor nach den Gegebenheiten von EVA900, also zum Beispiel die Portbits für Ausgänge auf Ausgang. Den INT5-Taster findet man auf Bit 1 von Adresse 24 (18h), das Relais 51 ist über Bit 3 der gleichen Adresse zugänglich.

Für Speicherzugriffe, und E/A liegt beim TLCS900 im Speicherbereich, ist bei BASIC-900 die Pseudovariable MEM zuständig. MEM adressiert 32-Bit-Worte, MEMW 16-Bit-Worte und MEMB 8-Bit-Worte. Man kann von MEM(<Adr>) lesen und auf MEM(<Adr>) schreiben. Um das Licht zu schalten, braucht man beides: der bisherige Zustand muß gele-

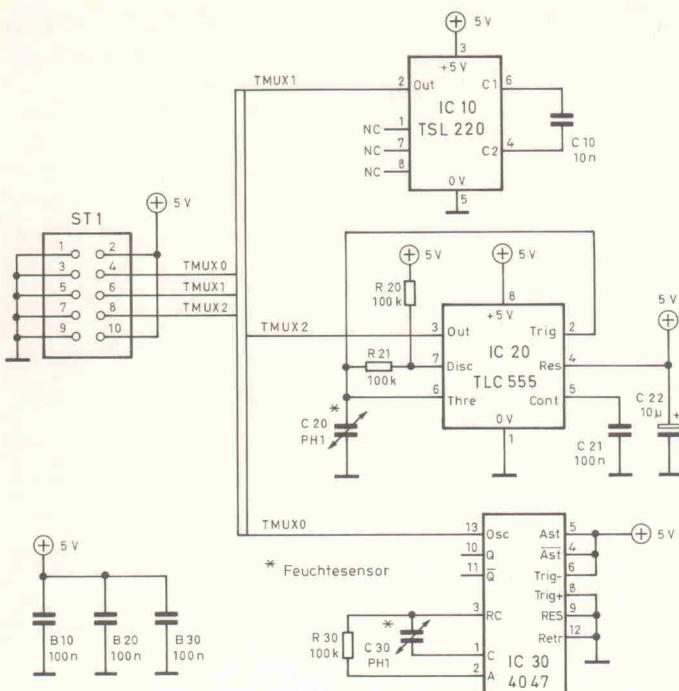


Bild 2. Schaltungsvorschlag zum Messen der relativen Luftfeuchte in zwei Varianten (IC20, IC30) mit dem Sensor von Valvo. Die Raumhelligkeit kann mit IC10 erfaßt und in ein frequenz-variables Signal gewandelt werden.

Timer 4 für den Schrittmotor ausgang PGEM(0) muß FCNT den Timer zugewiesen bekommen. Das geschieht für alle Kanäle gleichzeitig durch INIT FCNT(0).

Bei der Umrechnung in physikalische Werte kann auch gleich eine bauteilspezifische Korrektur eines Fehlers vorgenommen werden. Das serielle EEPROM auf dem Controllerboard bietet sich zur Ablage solcher sensorspezifischer Daten an. Das EEPROM ist über das Pseudo-Array SEE(n) zugänglich und hat in der Standard-Ausführung 32 Speicherstellen (je 32 Bit). Die aktuelle Feuchte in Prozent erhält man also über:

$$F_0 = FCNT(1) * SEE(10) + SEE(11)$$

wobei in SEE(10) der Umrechnungsfaktor (Verstärkung) und in SEE(11) der Offset erwartet wird (siehe Zeile 3021 ff.). Diese Werte werden einmal mit einem Eichprogramm eingetragen und bleiben dauerhaft (EEPROM) gespeichert.

Lüfter

Als Lüfter wird im Wintergarten meist ein Walzenlüfter mit motorisch betätigter Klappe (siehe Bild 3) eingesetzt. Der Lüfter kann über einen Dimmer per Phasenanschnitt in der Luft-

fördermenge geregelt werden, und auch bei stehendem Lüfter gibt es noch die Möglichkeit, zwischen offener und geschlossener Lüftungsklappe zu wählen. Für die Lüftungsklappe wird das Relais REL50 eingesetzt: die Netz-Phase wird auf die Anschlüsse 1 oder 2 des Klappenmotors gegeben, der demzufolge entweder zu- oder auffährt. Da der Klappentmotor Endschalter hat, kann die Phase ständig anliegen. Vom Relais-Arbeitskontakt (2, Auf) geht es parallel ab zum TRIAC, der dann auf den Lüftermotor weiterverdrahtet wird. So kann man einfach verhindern, daß der Lüfter bei geschlossener Klappe läuft. Der TRIAC wird über P32 im Phasenanschnitt betrieben. Dazu benutzt das BASIC intern den NMI – wie schon am Anfang des Artikels beim Dimmer beschrieben – und den Timer T5, der nach einem NMI (alle 10 ms) mit der Zündung um so länger wartet, je langsamer der Lüfter laufen soll. Für den Benutzer ist der TRIAC als PWM 2 anzusprechen. REL50, der Klappenausgang, ist über P82 zu stellen, also mit Bit 2 (dezimale Wertigkeit 4) von Adresse 24 (18h).

Die Werte für die aktuelle Temperatur und die Feuchte sind uns nun also zugänglich. Lüfter und Klappe können gesteuert werden, jetzt muß nur noch die Entscheidung getroffen werden, wann und wie stark gelüftet werden soll. Regelungstechnik-Spezialisten können sich nun an ihrem Lieblings-Algorithmus versuchen, für unser Beispiel definieren wir einige leicht faßbare Grenzen, die über die RC5-Fernbedienung geändert werden können (Parametertabelle ab Zeile 7000, Änderungsroutinen ab 8000).

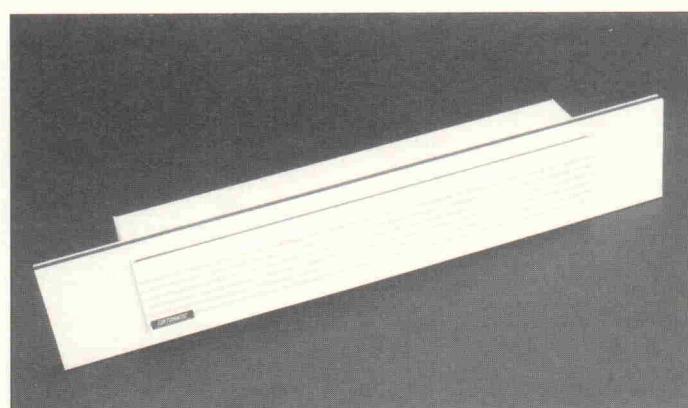


Bild 3. Solche vornehm verkleideten Walzenlüfter gestatten durch eine separate Klappensteuerung eine gute Abdichtung des Innenraums gegen Zugluft.

sen und invertiert wieder ausgegeben werden. Zum Invertieren gibt's im BASIC die XOR-Verknüpfung. Das Relais ist auf Bit 3, also muß man dezimal mit 8 (2 hoch 3) verknüpfen. Der Befehl lautet also:

MEMB(24) = MEMB(24) XOR 8

Die Tasterabfrage geht über den Interrupteingang INT5, der als Interruptvektor 12 in die TLCS900-Interrupttabelle einge-reiht ist. Der Interrupt wird im Beispielprogramm auf Zeile 330 für ein Unterprogramm auf 900 angemeldet, dann ist er noch freizugeben mit der ENABLE-Anweisung. Mit einer Ausführung des Interrupts wird er zunächst wieder gesperrt, so daß das Unterprogramm den INT(12) wieder explizit freigeben muß.

Feuchte messen

Für das eigentliche Wintergartenproblem, nämlich Lüftung bei Feuchte und Hitze, braucht es aber noch etwas mehr als nur einen Taster. Die Entscheidung, ob gelüftet werden soll, basiert mindestens auf den Größen InnenTemperatur und relative Feuchte; Außentemperatur und Tageszeit könnten in einer komplexeren Regelung noch einbezogen werden. Die Temperaturmessung erfolgt mit einem LM335 wie im letzten Teil des Artikels über den ADC (Zeile 3010).

Ein bekannter und preiswerter Feuchtefühler ist der kapazitive

Bei Temperaturen über 18 °C (Variable T8) soll die Klappe grundsätzlich geöffnet sein. Wird unter 18 °C die Feuchte größer als 70 % (F8), so muß auch dann der Lüfter laufen; bei Temperaturen zwischen 12 °C (T7) und 18 °C muß es schon über 90 % (F7) feucht sein. Die Variable L9 steht auf 'wahr' für Klappe auf und auf 'falsch' für Klappe zu. Für die Lüftungintensität definieren wir eine Proportionalität zwischen relativer Feuchte von 70...100 % und einem Lüfterwert von 0...255. Entsprechend ist ein Temperaturbereich von 22...35 °C proportional zu einem Lüfterwert von 0...255. Es wird jeweils der höchste der Lüfterwerte an PWM2 ausgegeben (Reglerprogramm ab Zeile 3100, alle 5 sec aufgerufen über die zentrale Zeitverwaltung auf Zeile 1200).

Nach der Initialisierung wird die Klappenentscheidung alle drei Minuten überprüft. Wurde die Klappe einmal verändert, bleibt sie mindestens 15 Minuten in der gleichen Stellung (W3, Zeile 1300), ein ständiges Öffnen und Schließen würde die Bewohner des Wintergartens nämlich ziemlich nervös

Bild 4. Sensoren und Aktoren für die Klimatisierung eines Wintergartens. Wenn die Platine irgendwo fest eingebaut wird, sollte das Auge der Fernsteuerung für IR-Licht 'zugänglich' bleiben.

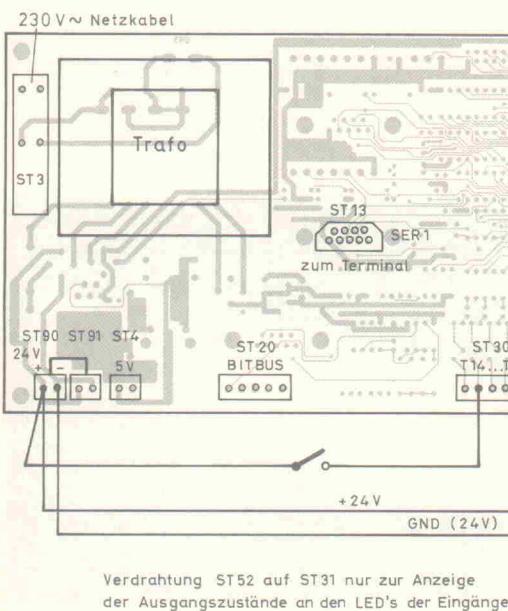
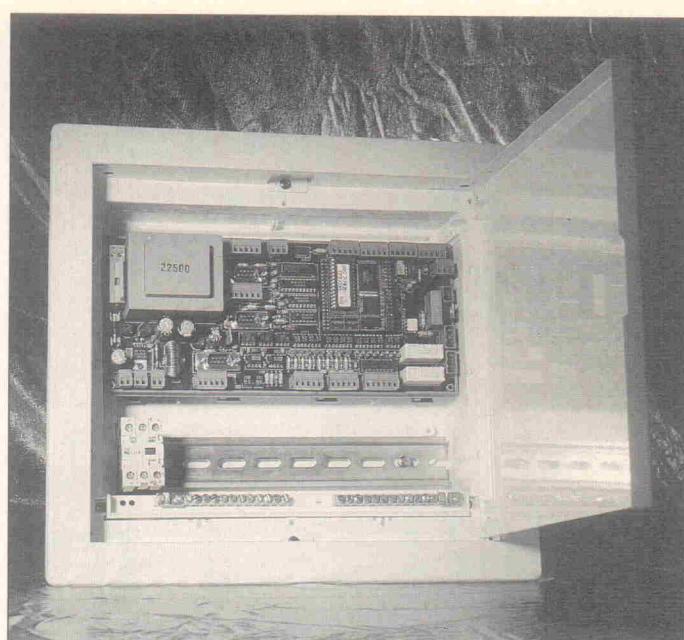


Bild 5. Auch in kleinen Unterputz-Installationschränken läßt sich die Eva auf die Hutschiene aufklipsen; hier eine Version mit der Einbaumöglichkeit für zusätzliche Schütze und Sicherungsautomaten.

machen. Dazu dient die Verriegelungsvariable L1, die mit einer Änderung der Klappenstellung auf 0 gesetzt wird (Zeile 3390). Werden mehrere BASIC-Anweisungen durch ':' getrennt in eine Zeile geschrieben, dann werden Anweisungen, die hinter einer IF-Entscheidung stehen, nur dann ausgeführt, wenn die Entscheidung 'wahr' ist. L0 = NOT(L0) (das Speicherabbild des Klappensstands) wird also nur ausgeführt, wenn J1 'wahr' (ungleich 0) ist.

Beschattung

So wie in einem Frühbeet muß auch im Wintergarten die Möglichkeit vorhanden sein, eine zu starke Sonneneinstrahlung abzumildern. Begrenzt kann man hier mit der Lüftung gegensteuern, aber bei direkter Sonneninstrahlung muß zusätzlich eine Beschattung vorhanden sein. Neben einem Laubbaum – der aber von Natur aus nur schwer steuerbar ist – kommt für die Beschattung eine Rolla-



de oder eine Markise in Frage. Beide werden üblicherweise über Rohrmotoren angetrieben, das sind Wechselspannungsmotoren, die mit Hilfe eines Kondensators in der Laufrichtung umgeschaltet werden. Ein Kondensatormotor hat für jede Drehrichtung Anschlüsse, an die wechselseitig Phase anzulegen ist (auch der Klappenumotor des Lüfters ist ein Kondensatormotor). Es ist auf jeden Fall darauf zu achten, daß nicht gleichzeitig beide Anschlüsse Phase bekommen. Leider haben wir auf der Platine für den

Motor keine Relaisausgänge mehr frei, so daß hinter die 24V-Ausgänge Relais oder Schütze zu setzen sind. Mit nur einem Relais lassen sich die Zustände beschattet und nicht beschattet erzielen, denn die Rohrmotoren verfügen üblicherweise über Endschalter, die das dauernde Ansteuernlassen einer Phase erlauben. Soll dagegen auch eine Teilbeschattung möglich sein, muß ein zweites Relais die Phase wegschalten, so daß auch in einer Zwischenstellung angehalten werden kann.

Bei manchen Jalousien kann über einen zusätzlichen Motor der Lamellenwinkel verstellt werden, um in geschlossenem Zustand unterschiedliche Beschattungen zu erzielen, andere fahren bis vor den Endanschlag und stellen dann durch Weiterlaufen den Lamellenwinkel ein. Dafür kann also hier leider kein allgemeingültiges Programm angeboten werden, aber in beiden Fällen kann durch eine Zeitsteuerung der Winkel eingestellt werden oder durch Helligkeitsmessung sogar geregelt werden.

Zur Helligkeitsmessung kommt ein integrierter Sensor von Texas Instruments zum Einsatz (TSL220, Bild 2), der eine helligkeitsproportionale Frequenz abgibt. Wie der Feuchtesensor wird die aktuelle Helligkeit H_0 also mit FCNT(n) eingelesen (zusammen mit F0 und T0 ab Zeile 3030). Die Steuerung kann relativ einfach so vorgenommen werden, daß über einer einstellbaren Helligkeit die Beschatt-

BASIC-900, mehr als IF und PRINT und GOTO

BASIC-900 ist für Prozeßsteuerungen optimiert. Es verfügt in der derzeit lieferbaren Version nicht über Stringverarbeitung und Fließkomma, jedoch sind alle Variablen 32-Bit groß (ca. ± 2 Milliarden) und die Arithmetik arbeitet mit 32-Bit Addition/Subtraktion. BASIC-900 kennt dezimale, sedezemiale (\$80AACOFF) und binäre (%10110010) Konstanten.

Hier anhand von Beispielen eine kurze Übersicht über die ungewöhnlichen Befehle und Funktionen:

E/A-Funktionen

T3= ADC(3)	T3 erhält den Wert des Analogeingangs 3 (0...1023)
H7= FCNT(0)*	H7 erhält die Frequenz/10 des Eingangs T14
PWM(1,64)*	Der PWM1 (24V-Ausg. ST52,4) gibt ~1kHz mit 25% ED ab
PGEN(0,-6800,300)*	PGENO (ST5) erzeugt 6800 Schritte rückwärts mit 300Hz
LED(1,1234,2)	Schreibt 123.4 auf die zweite 4stellige 7-Segment-Anzeige

* = Funktion muß mit INIT dem Zähler zugewiesen werden

Ereignisse

Das BASIC-900 Hauptprogramm kann durch Ereignisse unterbrochen werden. Es werden dann Unterprogramme bearbeitet, die mit RETURN in das Hauptprogramm zurückspringen.

ON INT(3) GOSUB 800	Unterprogramm auf Zeile 80 wird bei INT3 aufgerufen
ON RC5 GO SUB 2000	Die IR-Fernbedienung wurde betätigt
ON ERROR GOSUB 9000	Ein Laufzeitfehler kann mit dem Unterprogramm auf 9000 abgefangen werden. ERRC gibt den Fehlercode, ERRL die Fehlerzeile zurück.

zeigt, mit einer beliebigen + oder -Taste, also zum Beispiel Helligkeit oder Lautstärke, wird der aktuelle Wert um das Inkrement D5 geändert bis zu den Ober- beziehungsweise Untergrenzen (O5 und U5). Mit den Ziffernästen kann ein neuer Wert auch direkt eingegeben werden (8600). Vor dem Weiterschalten auf den nächsten Parameter mit P+ oder P- (8800) wird der Wert dann auf Gültigkeit überprüft und unter Umständen begrenzt. Mit 'Stand-by' wird das Setup beendet, das Programm kehrt in die Aktionsebene zurück, die übrigens noch beliebig erweitert werden kann.

Programmtest

Das hier gelistete Programm WGARTEN.BAS kann man von ELZET 80 in Aachen auf Diskette anfordern oder aus der ELRAD-Mailbox laden. Eine Testversion WGARTEST.BAS simuliert alle Sensorik über die IR-Fernbedienung. Beide Programme setzen eine 4stellige 7-Segmentanzeige und eine beliebige RC5-Fernbedienung voraus, die auf Adresse 7 umgestellt werden kann (meist ist nur ein Draht zu ziehen). Neben den Parametern (Liste ab Zeile 7200) ist das Testprogramm um Tabellen für die aktuellen Sensorwerte erweitert, die online eingestellt werden können. Mit der Veränderung sind dann die Auswirkungen auf die Aktorik am Terminal zu verfolgen.

Wer ein NET/900 mit Flash-EPROM hat, kann das Programm nach der Anpassung an seine speziellen Bedürfnisse in das Flash-EPROM programmieren. Dazu wird nach dem Download eingegeben: >WROM >AUTO. Beim nächsten Einschalten startet WGARTEN.BAS dann automatisch.

Vernetzung

Das Evaluation-Board ist eingerichtet für die Vernetzung über einen Feldbus. Das BASIC-900 wird in Zukunft den BITBUS unterstützen; dann können die Variablen, die die aktuelle Situation spiegeln, zentral abgefragt werden und übergeordnete Aktionen veranlassen, zum Beispiel die Vorlauftemperatur der Heizung nach dem Wärmebedarf der Einzelräume regeln. Zur Optimierung der Regelung könnten Helligkeit und Feuchte

außerdem über Jahr gespeichert und statistisch ausgewertet werden. Bezogen auf den Wintergarten könnte auch eine zusätzliche Lüftung in das Haus hinein eingeschaltet werden, wenn es im Haus kälter ist oder zu trocken. Dieser Aspekt interessiert insbesondere bei Energiesparhäusern, die Wintergärten aktiv zur Heizung nutzen wollen.

Montage

Mit der Montageschale paßt die Platine direkt auf die 35mm-DIN-Tragschiene (Hutschiene) und damit in jeden Schaltschrank. Die Breite wurde so bemessen, daß es auch in einem Standard-Kleinverteilerkasten (12PLE) aus der Hausinstallationstechnik unterzubringen ist. Diese Kästen sind im Elektrogroßhandel für Auf- und Unterputzmontage erhältlich (z. B. Hager V12U). Natürlich paßt die für Sicherungsautomaten entworfene Abdeckung nicht zu unserem Bauprojekt, so daß für den Berührungsschutz eine glatte Kunststoffhaube einzusetzen ist.

Industrie-EVA

Die Beispiele im hier vorgestellten Projekt wurden bewußt aus dem privaten Bereich gewählt (oder 'an den Haaren herbeigezogen'), um auch für Auszubildende und Studenten nachvollziehbare Steuerungsaufgaben anzubieten; die Einsatzmöglichkeiten in der Industrie sind allerdings erheblich vielfältiger. Gerade die 24V-Ein- und Ausgänge ermöglichen den direkten Einsatz für Maschinensteuerungen und Maschinendatenerfassung. Durch die Analogperipherie kann EVA900 aber auch ein multifunktionaler Regler sein oder eine autonome Prüfeinrichtung mit Protokolldruck über die serielle Schnittstelle. Die Vernetzbarkeit schließlich eröffnet Anwendungen in weiträumigen Lager- oder Transportsteuerungen und in der Gebäudeleittechnik.

An Erweiterungen des BASIC-900 auf Fließkomma- und Stringverarbeitung wird gearbeitet, daneben steht aber auch ein professionelles Modula-2 für den Prozessor zur Verfügung. rö

Literatur

[1] Eva900 Anwenderhandbuch, Elzet 80, Aachen

tung zufährt und unterhalb eines Hysteresewertes wieder auffährt. Voraussetzung für Beleuchtung sollte allerdings eine Temperatur über 24 °C sein, sonst braucht man keinen Wintergarten (Zeile 3520). Und auch bei der Beleuchtung ist es nicht anzuraten, alle 2 Minuten die Rolläden auf- und zufahren zu lassen, eine 1/2-Stunden-Pause nach jedem Wechsel empfiehlt sich (Wecker W4, Zeile 1320 und Riegel J1, Zeile 3580). Die Komfortlösung mit stellbaren Lamellen wurde hier aus Platzgründen nicht ausgeführt. Eine Erweiterung um eine Zeitsteuerung empfiehlt sich insbesondere im Winter: Wärmeverluste lassen sich nämlich durch zugefahrene Rolläden deutlich vermindern.

Bedienerführung

Aus Kostengründen sollte man die Bedienerführung auf eine 4stellige 7-Segment-Anzeige und eine IR-Fernbedienung abstimmen. Das reicht für das Setzen von Zeiten und Grenzwerten. Die Uhrzeit läßt sich, abgeleitet aus der Systemvariablen TIME, ebenfalls über die Fernbedienung stellen und, falls gewünscht, auch auf dem Display als Standard-Anzeige darstellen. Das BASIC-Programm beschäf-

tigt sich ab Zeile 2000 mit dem Führen der Uhr und ab 8000 mit dem Stellen, wenn in der Parameterliste D5 (sonst das Einstellinkrement) auf 0 gesetzt wird. Alternativ kann die Zeit auch von einem DCF77-Empfänger gelesen werden, der am DCF77-Port (ST7) angeschlossen wird.

Parameter-einstellung

Zur Online-Verstellung von Licht und Lüftung werden möglichst sinngemäße Symbole auf der Fernbedienung verwendet, also Helligkeit für das Licht und Höhen für die Lüftung. Das passiert in der Grundebene des RC5-Decoderprogramms, wenn die Statusvariable Z = 0 ist.

Zur Einstellung der Schaltpunkte und Hysteresen für Feuchte, Temperatur und Helligkeit durchläuft das Programm über die Tasten P+/P- den Setup-Betrieb (Zeilen 6010 und 8000 ff.). Um in allen Unterprogrammen auf den aktuellen Parametersatz zurückgreifen zu können, wird ein Zwischenspeicher angelegt (Variablen x5, Zeile 7200 ff.). Auf der 7-Segment-Anzeige wird mit P+/P- der Klartext der Parametertabelle (7200 ff.) ange-

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 12/93

RC-Oszillatoren (3)

Einfache Kippschwinger für rechteckförmige Ausgangssignale enthalten lediglich einen Schmitt-Trigger-Inverter sowie zwei frequenzbestimmende Komponenten, nämlich einen Widerstand und einen Kondensator. Passiert das Ausgangssignal einen zusätzlichen Integrator, formt dieser daraus ein dreieckförmiges Signal.

Die in Bild 28 dargestellte Grundschaltung eines Transistor-Multivibrators weist einige Nachteile auf:

- Bei einem langsamen Anstieg der Betriebsspannung schwingt der Multivibrator nicht an, besonders bei einem Einsatz von Kondensatoren mit einer relativ kleinen Kapazität. Beide Transistoren schalten langsam ein, der Schwingvorgang bleibt aus.
- Da das Umladen der Kondensatoren über die Kollektorschaltung erfolgt, verrunden die Anstiegsflanken der Ausgangsspannungen.
- Bei höheren Betriebsspannungen (über 6 V) geraten die negativen Spitzen der Kondensatorumladung in den Bereich des negativen Basis-Emitter-Durchbruches, der ab einer Basis-Emitter-Spannung von etwa -6...-7 V auftritt. Dabei erfolgt zwar keine Zerstörung der Transistoren, eine Vorhersage über Frequenz, Amplitude und Kurvenform der Ausgangssignale ist jedoch nicht mehr möglich.
- Beide Transistoren geraten in der jeweiligen Einschaltphase voll in die Sättigung. Daraus resultiert eine Speicherzeit, die zur Folge hat, daß der Kollektorstrom beim Schalten der Basisspannung nicht sofort unterbrochen wird. Aufgrund dieses Effekts sinkt die mögliche Schaltfrequenz.

Abhilfe erzielt man durch Einfügen einiger Widerstände und Dioden; die dann entstandene Schaltung ist

in Bild 29 wiedergegeben. Die Baulemente R'_{L1} und R'_{L2} sowie $D1$ und $D2$ trennen den H-Sprung der Rechteckspannungen U_{r1} und U_{r2} von der Kondensatorumladung. Infolgedessen verlaufen die positiven Flanken der Ausgangsspannung wesentlich steiler – allerdings nur unter der Voraussetzung, daß keine hochkapazitive Last angeschlossen ist. In diesem Fall ist ein zusätzlicher Emitterfolger vorzusehen.

Die Dioden $D3$ und $D4$ unterdrücken negative Spannungen an der jeweiligen Transistorbasis. Zudem kann man zwei zusätzliche Basis-Emitter-Widerstände vorsehen, die verhindern, daß sich bei einem gesperrten Transistor vagabundierende Störimpulse (EMP) einschleichen und die Kippschaltung außer Tritt bringen. Außerdem lassen sich noch zwei weitere Dioden jeweils zwischen den U_s -Anschluß und den Kollektor des zugehörigen Transistors einfügen, die eine Sättigung der Transistoren unterbinden, da dann die Kollektorspannung nicht unter die Basisspannung sinken kann. Trotz aller aufgeführten Verbesserungsmaßnahmen schwingt die Schaltung bei einer langsam ansteigenden Betriebsspannung nicht sicher an.

Zweipoliger Umschalter

Die Verwendung eines getriggerten, zweipoligen Umschalters entsprechend der Prinzipschaltung in

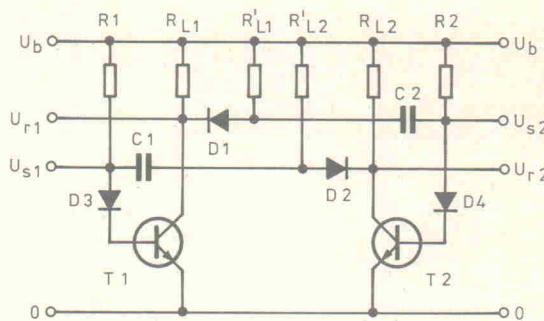


Bild 29.
Verbesserte Schaltung eines Multivibrators.

Bild 30 erlaubt es, mit nur einem RC-Glied und einem Triggerpunkt auszukommen. Beide Rechteckausgänge sind gegenphasig geschaltet. Im Bild sind die Schalter gerade in die gezeigte Position (t1) gesprungen, folglich steigt die Spannung U_s am Triggereingang tr an. Liegt die Triggerschwelle etwa auf halber Betriebsspannung, springt der Schalter um, und der Kondensator wird in der Zeit t_2 umgeladen, bis die Triggerschwelle wieder erreicht ist und der Ladevorgang von neuem beginnt. Aus den Impulsdiagrammen ist dies gut zu erkennen.

Für eine praktische Schaltung kann man dieses Prinzip mit Invertern aus verschiedenen Logik-Bausteinreihen – hochohmige Eingänge vorausgesetzt – leicht realisieren. Auch NOR- und NAND-Gatter sind geeignet, mit denen man den Kippschwinger über eine Steuerspannung ein- und ausschalten kann. In den folgenden Schaltungen sind die Betriebsspannungsanschlüsse und der unbedingt erforderliche Ab-

blockkondensator (Störimpulse!) der Übersichtlichkeit halber nicht mit eingezeichnet.

Inverter-Kippschaltungen

Die Kippschaltung gemäß Bild 31 entspricht in ihrer Funktion genau dem Schaltermodell aus Bild 30. Allerdings kappen die Eingangsschutzdiode der Gatter die Spannungsspitzen jeweils gegen das Betriebsspannungsbeziehungsweise Massepotential. Dies verhindert die zusätzliche Widerstand R_1 in Bild 32. Hinsichtlich seiner Dimensionierung ist der Widerstand R_1 unkritisch, üblich ist ein Wert von $0,5 \dots 10 \cdot R$. Die H- und L-Dauer des Rechtecksignals am Ausgang ist praktisch identisch, das Rechtecksignal verläuft symmetrisch. Für Periodendauer und Frequenz gelten folgende Näherungsgleichungen:

$$\text{Periode } T = 2,2 \cdot R \cdot C$$

$$\text{Frequenz } f = 1/(2,2 \cdot R \cdot C)$$

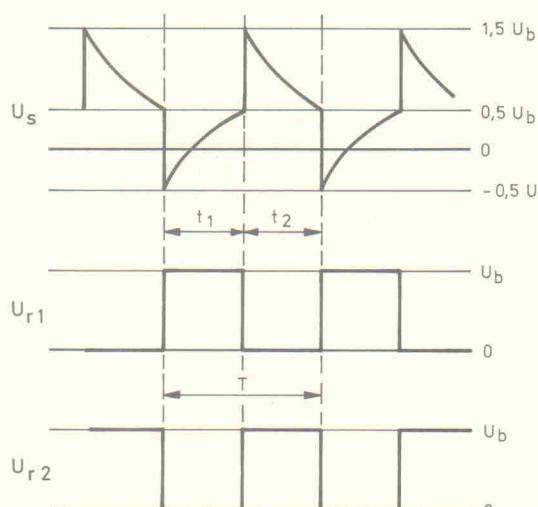


Bild 30. Prinzipschaltung eines symmetrischen Kippschwingers mit getriggerten Umschaltern und die zugehörigen Spannungsverläufe.

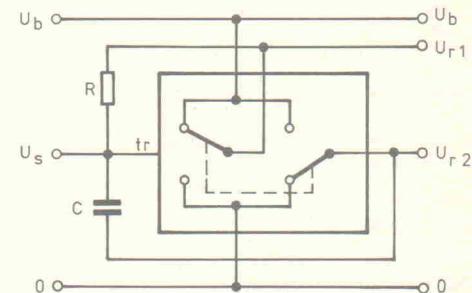


Bild 31. Rechteckgenerator mit Invertern beziehungsweise NAND- oder NOR-Gattern.

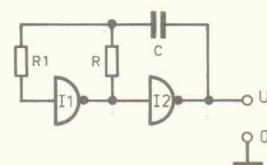


Bild 32. Verbesserter Rechteckgenerator.

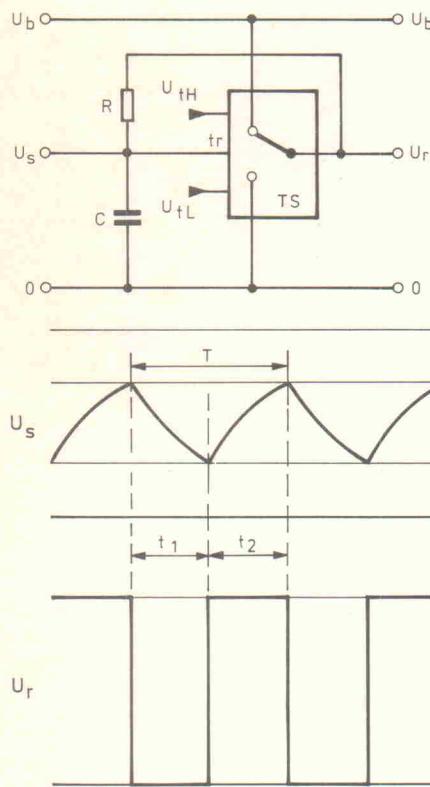


Bild 33.
Symmetrischer Kippschwinger mit unterschiedlichen Triggerschwellen.

dungspunkt Schmitt-Trigger-Eingang/Kondensator einen zusätzlichen Widerstand R_1 einfügen. In den beiden oben genannten Schaltungen ist dann als Widerstandskomponente jeweils die Summe aus P und R_1 einzusetzen. Für den Widerstand R_1 wählt man bei ICs der 4000-Reihe einen Wert von etwa $3,3 \dots 10 \text{ k}\Omega$, bei der HC-Reihe genügt ein Wert von $1 \text{ k}\Omega$, bei den AC-Typen sogar nur 330Ω . Die Potentiometerwerte dürfen bis $10 \text{ M}\Omega$ betragen, aus praktischen Gründen wird man es aber bei maximal $1 \text{ M}\Omega$ belassen. Der besseren Einstellbarkeit wegen ist es ohnehin empfehlenswert, statt der Potentiometer zwei dekadisch geschaltete Widerstandsketten plus Potentiometer einzusetzen. In diesem Fall lassen sich Tastverhältnisse von über 3000 betriebssicher einstellen.

Der eigentliche Rechteckgenerator ist hier durch einen Treiber mit drei Invertern ergänzt. Da ein integrierter Schaltkreis bis zu sechs derartige Inverter enthält, darf man den Treiber zur Erhöhung des Ausgangsstroms auch mit fünf Invertern versehen. Mit dem 74 AC 14 lassen sich Flankensteilheiten des Ausgangsrechtecks von kleiner als 10 ns erzielen. Aus allen beschriebenen Schaltungen kann man mit einem nachgeschalteten Frequenzteiler $2 : 1$ ein Rechtecksignal halber Frequenz mit einem Tastverhältnis von exakt $1 : 1$ gewinnen.

Für einen Einsatz in den beschriebenen Schaltungen sind im Prinzip alle NAND- und NOR-Gatter sowie Inverter geeignet. Da aber die Bausteine der 74- und 74LS-Reihe im Eingang niederohmig und asymmetrisch ausgeführt sind und wegen ihres relativ hohen Strombedarfs nur in Ausnahmesituationen – insbeson-

dere bei einer Ersatzbestückung – eingesetzt werden, sind die Schaltungen für ICs der bekanntesten drei CMOS-Reihen ausgelegt. Eine Auswahl geeigneter Gatter und Inverter ist im folgenden zusammengefaßt:

Reihe 4000 B (nur B-Version, gepuffert!): Betriebsspannungsbereich $3 \dots 15 \text{ V}$; zulässiger Ausgangsstrom bei 10 V etwa $2 \dots 5 \text{ mA}$, je nach zulässigem internen Spannungsabfall; extrem hochohmige Eingänge; relativ niedrige Grenzfrequenz von etwa 1 MHz , besonders beim Betrieb mit relativ kleinen Betriebsspannungen. Geeignete Schaltkreise sind beispielsweise die Gatter 4011 B (NAND), 4001 B (NOR), die Inverter 4009 B, 4049 B und 4069 B, der Vierfach-NAND-Schmitt-Trigger 4093 B sowie der Sechsfas-Schmitt-Trigger-Inverter 40106 B.

Reihe 74 HC (high speed CMOS): Betriebsspannungsbereich $2 \dots 6 \text{ V}$; Ausgangsstrom maximal 4 mA ; Grenzfrequenz bis über 30 MHz ; Eingänge extrem hochohmig. Geeignete Typen sind die Gatter 74 HC 00 (NAND), 74 HC 02 (NOR), der Sechsfas-Inverter 74 HC 04, der Vierfach-NAND-Schmitt-Trigger 74 HC 132 sowie der Sechsfas-Schmitt-Trigger-Inverter 74 HC 14.

Reihe 74 AC (advanced CMOS): Betriebsspannungsbereich $1,5 \dots 5,5 \text{ V}$; Ausgangsstrom maximal 24 mA ; Grenzfrequenz bis über 100 MHz ; Eingänge extrem hochohmig. Für Kippschaltungen geeignete Typen wie bei der 74-HC-Reihe.

Kippschwinger mit Operationsverstärker

Neuere Operationsverstärker benötigen im allgemeinen keine Abgleichelemente mehr, die früher beispielsweise zur Kompensation eingesetzt wurden. Ihre Einsverstärkung liegt weit über 3 MHz , Spezialtypen verarbeiten Frequenzen bis über 100 MHz . Zudem weisen sie keine Sättigungseffekte (zum Beispiel 'latch up') mehr auf. Die Integration von FETs führte zu Operationsverstärkern mit extrem hochohmigen Eingängen, ihr Eingangsstrom tendiert gegen null – alles gute Gründe für einen Einsatz von Operationsverstärkern als Kippschwingen.

Die Schaltung eines einfachen Rechteckgenerators mit einem Operationsverstärker und einer symmetrischen Betriebsspannung ist in Bild 37 wiedergegeben. Ist die

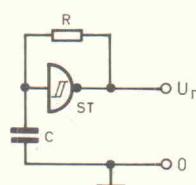


Bild 34. Rechteckgenerator mit Schmitt-Trigger.

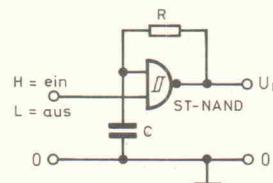


Bild 35. Über eine Steuerspannung schaltbarer Rechteckgenerator.

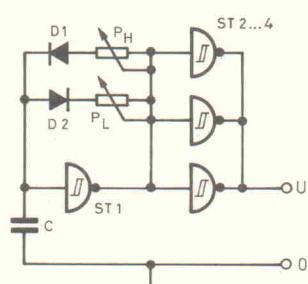


Bild 36. Impulsgenerator mit getrennt justierbarer Impuls- und Pausendauer.

Der einfachste Oszillator ist mit der Kippschaltung entsprechend Bild 34 gegeben; sie entspricht genau dem Funktionsmodell aus Bild 33. Die Triggerpegel U_{tH} und U_{tL} sind intern auf etwa $2/3$ und $1/3$ der Betriebsspannung festgelegt. Periodendauer und Frequenz errechnen sich dann etwa zu:

Einfachster Oszillator

Der einfachste Oszillator ist mit der Kippschaltung entsprechend Bild 34 gegeben; sie entspricht genau dem Funktionsmodell aus Bild 33. Die Triggerpegel U_{tH} und U_{tL} sind intern auf etwa $2/3$ und $1/3$ der Betriebsspannung festgelegt. Periodendauer und Frequenz errechnen sich dann etwa zu:

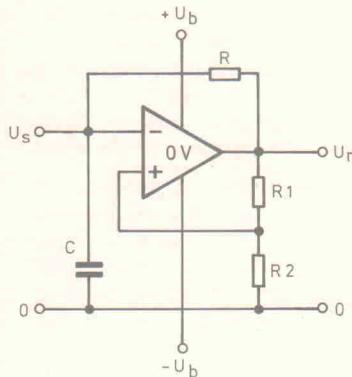


Bild 37. Symmetrischer Kippschwinger mit Operationsverstärker.

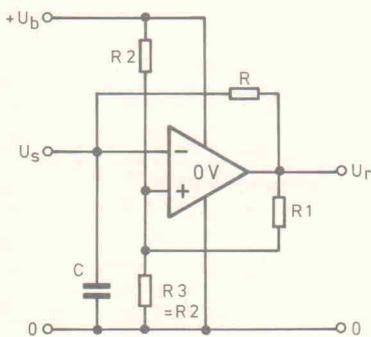


Bild 38. Symmetrischer Kippschwinger mit unipolar betriebenem Operationsverstärker.

Spannung U_S negativer als U_r , so liegt die Ausgangsspannung nahezu auf positivem Betriebsspannungspotential. Der aus R1 und R2 bestehende Spannungsteiler bestimmt dabei die Triggerschwelle U_{TH} am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers. Unter der Voraussetzung $R1 = 2 \cdot R2$ beträgt die obere Triggerschwelle U_{TH} exakt ein Drittel der positiven Betriebsspannung, die untere Triggerschwelle liegt dann spiegelbildlich zu Null. Die Dauer einer Halbperiode stimmt somit mit der Zeitkonstanten RC überein. Prinzipiell entspricht die Funktion also der des Grundtyps aus Bild 33.

Die in Bild 38 dargestellte Schaltung entspricht in ihrer Funktion der aus Bild 37, ist jedoch für nur eine Betriebsspannung ausgelegt. Der Widerstand R_2 ist hier in zwei Widerstände doppelten Wertes aufgeteilt, die signalmäßig parallelgeschaltet sind, so daß für den Operationsverstärker ein fiktiver Nullpunkt bei $U_0/2$ entsteht.

Verwendet man einen Operationsverstärker mit FET-Eingang, bei-

spielsweise TL 071 oder ähnliche Varianten mit einer Grenzfrequenz über 3 MHz, so lassen sich Kippsschaltungen (Rechteckgeneratoren) für Frequenzen bis über 100 kHz realisieren. Für niedrige Frequenzen kann dabei der frequenzbestimmende Widerstand R durchaus im $M\Omega$ -Bereich liegen.

Dreieckförmiger Signalverlauf

Alle bisher besprochenen Kippschaltungen weisen zwei Nachteile auf: Der Anstieg oder auch Abfall der Sägezahndrehung U_s am Kondensator ist nicht linear, sondern entsprechend einer e-Funktion gekrümmt. Außerdem steht diese Spannung nur relativ hochohmig (Ladewiderstand R) zur Verfügung. Ohne zusätzlichen Spannungsfolger ist folglich nur das jeweilige Rechtecksignal nutzbar. Mit Operationsverstärkern lassen sich jedoch nicht nur Verstärker und Schmitt-Trigger, sondern auch Integriatoren aufbauen. Bild 39 zeigt das grundlegende Schaltungsprinzip.

Der Operationsverstärker OV1 (Schmitt-Trigger) ist mit seinem invertierenden, der zweite Operationsverstärker OV2 mit seinem nichtinvertierenden Eingang an Null geschaltet. Unter der Annahme, der Ausgang von OV1 führt H-Pegel, fließt über den Widerstand R ein konstanter Strom in Richtung OV2(-), da dieser Punkt virtuell auf Nullpotential liegt. Um diesen Zustand zu erhalten, muß über den Kondensator C ein gleicher Strom in entgegengesetzter Richtung fließen. Die Spannung am Ausgang von OV2 fällt daher linear in Richtung der negativen Betriebsspannung ab, bis der an OV1(+) liegende Anschluß des aus den Widerständen R1 und R2 bestehenden Spannungsteilers das Nullpotential passiert. Infolge der positiven Rückkopplung springt dann der Ausgang U_r schlagartig gegen die

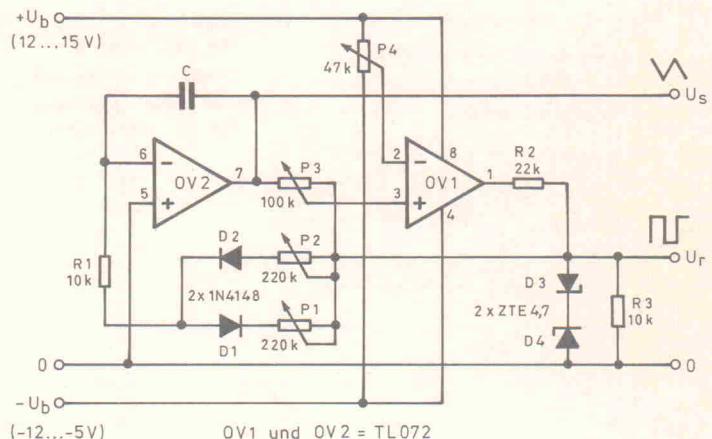


Bild 40. Dreieck-/Rechteckgenerator mit getrennt einstellbaren Signalparametern.

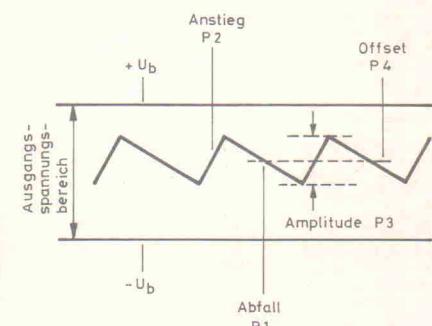


Bild 41.
Möglichkeiten der
Signalbeeinflussung
für den in Bild 40
dargestellten
Generator.

negative Betriebsspannung, und der Umladevorgang startet erneut, jetzt aber in umgekehrter Richtung.

Dreieck- und Rechteckgenerator

Funktionsgeneratoren liefern üblicherweise ein Dreieck-, Rechteck- und Sinussignal, wobei das Impuls/Pausen-Verhältnis des Rechtecksignals und damit auch die Asymmetrie des Dreieck- und Sinussignals beeinflussbar ist. Der Dreieck-Rechteck-Generator in Bild 40 kann zwar kein Sinussignal generieren, aber Rechtecksignale mit einem Tastverhältnis von 22 : 1 bis 1 : 22 sowie das jeweils adäquate Dreieksignal. Das Rechtecksignal weist dabei eine durch die Z-Dioden festgelegte Ausgangsspannung von knapp $\pm 5,5$ V auf. Wie Bild 41 zu entnehmen ist, sind sowohl der

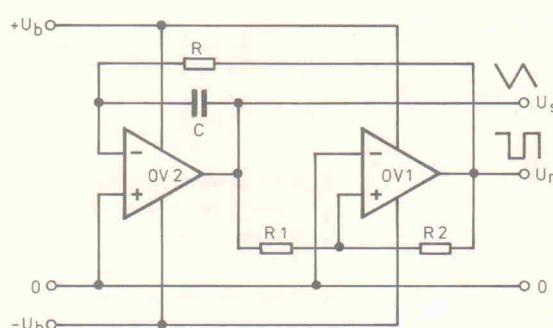


Bild 39.
Grund-
schaltung
eines
Dreieck-
/Rechteck-
generators

Obwohl die freischwingenden Kippschaltungen des vorangegangenen Abschnitts sehr einfach aufzubauen sind, setzt man gelegentlich den Schaltkreis 555 als Rechteckgenerator ein. Darum folgen – ohne in die Tiefe zu gehen – zwei Schaltungen mit diesem Timerbaustein.

Bild 42 zeigt einen relativ einfachen Kippschwinger. Vorteilhaft ist der hohe Ausgangsstrom von bis zu 200 mA. Das Verhältnis R_1/R_2 bestimmt das Tastverhältnis des

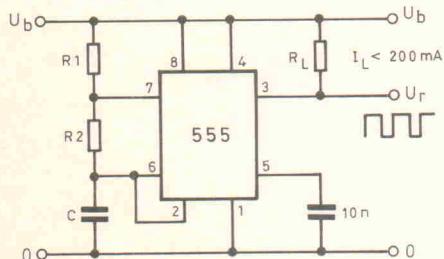
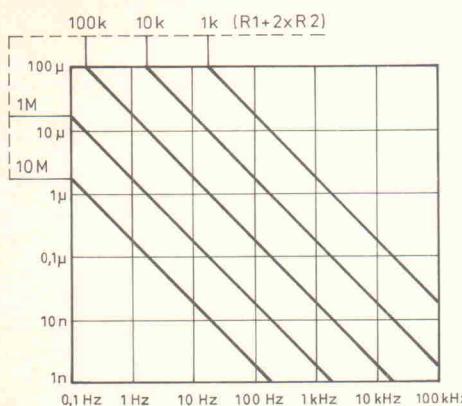


Bild 42. Grundschatzung eines Rechteckgenerators mit dem Schaltkreis 555.



Rechteckausgangssignals U_r . Aus der grafischen Darstellung in Bild 43 lassen sich die erforderlichen Widerstände und Kondensatoren für eine gewünschte Frequenz leicht ermitteln.

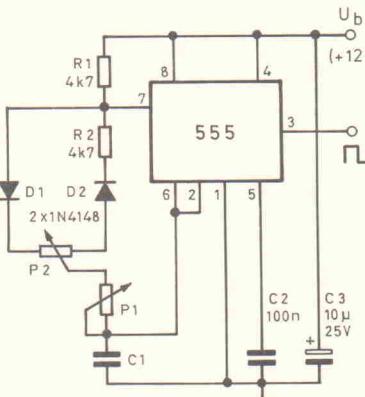


Bild 44. Rechteckgenerator mit einstellbarem Tastverhältnis.

Bild 43. Grafisch dargestellter Zusammenhang zwischen R_1 , R_2 , C und der Ausgangsfrequenz des Generators aus Bild 42.

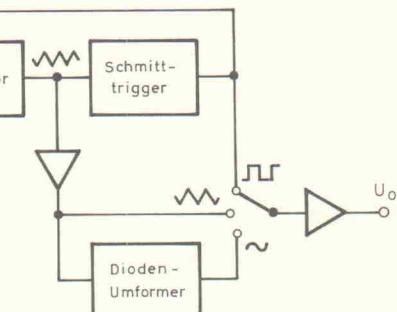
Bei der in Bild 44 wiedergegebenen Schaltung ist das Tastverhältnis mit P_2 einstellbar. Die Frequenz errechnet sich näherungsweise zu:

$$f = 0,7 / ((2 \cdot P_1 + P_2 + 4,7 k) \cdot C_1)$$

Funktionsgeneratoren

Bisher wurde gezeigt, nach welchen Prinzipien Sägezahn-, Dreieck- und

Bild 45. Prinzipielle Schaltung eines Funktionsgenerators.



Impulsgeneratoren aufgebaut und – näherungsweise – berechnet werden können. Die wichtige Sinusschwingungsform fehlt jedoch noch. An dieser Stelle wurden zwar schon die Grundlagen von LC- und RC-Sinusgeneratoren publiziert, doch eigentlich benötigt man Generatoren, die sowohl sägezahn-, dreieck- und impuls- als auch sinusförmige Ausgangssignale erzeugen. Derartige Signalerzeuger stehen in Form von Funktionsgeneratoren zur Verfügung.

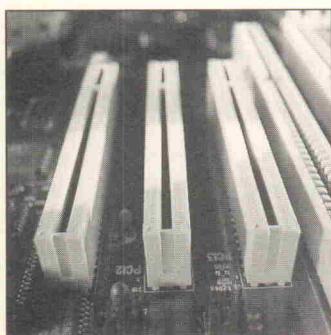
Das Prinzip ist einfach, Bild 45 zeigt das Blockschema.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 2/94

Das bringen

ct magazin für computer technik

Heft 2/94
ab 13. Januar
am Kiosk



PCI kommt gewaltig

Die allerersten Systeme mit dem neuen PCI-Bus hatten noch ein paar Kinderkrankheiten. Wie sieht es nach einigen Monaten der Reifezeit aus? c't prüft in einem großen Vergleichstest alles, was der Markt an PCI-Boards und -Karten zu bieten hat.

Schreiben unter Windows

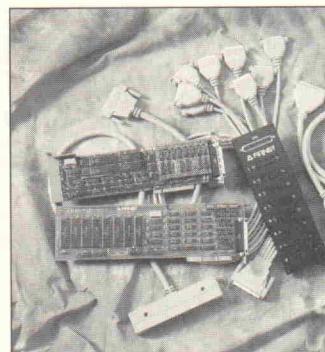
WordPerfect und WinWord kommen jetzt mit der Versionsnummer '6.0' und suggerieren damit Fortschrittlichkeit. Handelt es sich wirklich um einen Quantensprung in der Schreibtechnologie oder drehen sich die Branchenführer lediglich im Kreis?

DFÜ mit allem Komfort

Die neuen Terminalprogramme für Windows unterstützen nicht nur High-Speed-Modems, sondern sind auch multitaskingfähig. So kann sich der Benutzer endlich auf 'Minesweeper' konzentrieren, während im Hintergrund megabyteweise Frischsoftware eintrifft.

iX Multiuser Multitasking Magazin

Heft 1/94
ab 23. Dezember
am Kiosk



Multi-I/O-Karten versus Terminalserver

Unix-Installationen mit vielen alphanumerischen Bildschirmarbeitsplätzen sind im kommerziellen Bereich immer noch die Regel. Zahlreich sind Umgebungen aus einem oder mehreren

Zentralrechnern mit einer großen Anzahl serieller Ports – häufig auf PC-Basis. Alternativ kommen Terminalserver zum Einsatz. iX gibt einen Überblick über die technischen Grundlagen und das Angebot an Multi-I/O-Peripherie.

Bulletin-Board-Systeme in Übersee

Suchen Sie amerikanische Geschäftspartner, aktuelle Nachrichten, Softwareprodukte, eine neue Anstellung oder gar ein Diplom? Dies alles und noch viel mehr bieten Online-Informationssysteme in den Vereinigten Staaten. Wie Sie Zugang erhalten, was Sie dort erfahren und wie teuer die Informationen sind, finden Sie im nächsten Heft.

Platinen & Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser-Gewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplastik versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds – doppelseitig, durchkontaktiert: oB – ohne 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 0511/53 52-400.



So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. (Bestellsumme zuzüglich DM 6,- für Porto und Verpackung). Folgende Zahlungsverfahren sind möglich:
Einsendung eines Verrechnungsschecks, einmalige Abbuchung von Ihrem Konto sowie Überweisung auf unser Konto bei der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover
Tel.: 0511/53 72 95
Fax: 0511/53 52129

Telefonische Auskünfte nur
von 9.00 – 12.30

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
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			
U/I-Wandler PC-Karte 20 Bit Auflösung	119-766/ds/E	78,00			
— Anwendungssoftware	S119-766M	28,00			
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00			
Achtung, Aufnahme					
— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Vollständige Aufnahmehardware 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			
Mepaq PC-Audiomeßsystem					
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00			
PC-SCOPE PC-Speicherzilloskop					
— Hauptgerät	061-884/ds	64,00			
— Interface	061-885/ds	52,00			
— Diskette/PC (Sourcecode)					
Betriebssoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00			
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00			
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
Temperatur-Monitor Messung ü. RS-232					
— incl. PC-Anwendersoftware	061-887	25,00			
Hofflin 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			
Osziloscope PC-Speicherzilloskop					
— Rechnerplatine					
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)					
— Netzteilplatine					
— EPROM					
— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00			
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00			
GAL-Brenner					
— GAL Brenner Platine					
— GALED-Software	112-937	84,00			
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			
Boundary Scan					
— Testplatine + Software	122-939	40,00			
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. EPROM 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			
Fuzzynieren Fuzzy-Entwicklungssystem					
— incl. PALs, NLX230, Handbuch, Entwickler-Software (3,5")	053-973	268,00			
A/D-Wandler-Labor					
— Platine für ADS 7804/05	093-997/ds	69,00			
— Platine für ADS 7806/07	093-984/ds	69,00			
— Platine für ADS 7810/19	113-1000/ds	69,00			
— Serielle Controllerplatine inkl. EPROM	093-998/ds	69,00			
— PC-I/O-Karte	093-985/ds	39,00			
— Parallel FIFO-RAM-Karte	113-1001/ds	69,00			
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			
Software					
Flowlearn Vers. 2.6.					
Regelungssimulationsprogramm					
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette					
LabPascal Softwarepaket für die Meßtechnik					
— Offline-Version					
— mit integri. Treiber,					
— wahlfreie „Achtung, Aufnahme“, Wandelboard oder Stecker A/D „UniCard“ oder MultiPort					
					198,00
Mikrocontroller-Projekte					
MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11					
— Platine					
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)	031-874/ds/E	64,00			
— Entwicklungsumgebung					
PC-Diskette inkl. Handbuch	S 031-874 M	100,00			
I²-IF-Modul IEEE-488 Interface für EPCs	052-918/ds	46,00			
Von A bis Z 80					
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs	052-919/ds	138,00			
— Emulator-Platine	062-921	16,00			
535-Designer 8035-Entwicklerboard	121-905	44,00			
BasicControl 8052 EPC-Platine inkl. GAL	032-914	73,00			
Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL	042-916/ds	89,50			
Z-Maschine EPC mit Z280					
— Platine, Mach110, Monitor	023-952	248,00			
TASK 51 Multitasking f. 8051					
— Source für 3,5"-Disk. (PC), Handbuch	S033-969	48,00			
51er-Kombi inkl. GAL	053-972	82,00			
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141					
— Platine inkl. Trafo	113-1003/ds	185,00			
Bus-Depot InterBus-S-Controller Interface Board f. TMP96C141					
— 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			
Regel Regulus					
— Miniproz. Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm					
— Betriebsprogramm-EPROM	123-1004	229,00			
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			
Beigeordnete	080-842	35,00			
µPA	011-867/ds	14,00			
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
Mepaq PC-Audiomeßsystem					
— Platine inkl. Testsoftware	102-935	64,00			
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			

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
---------	-----------	-------------

Atari-Projekte

Rom-Port-Puffer SMD-Platine	870950dB	16,00
ST-Uhr	041-875	14,50
— GAL		19,00
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
Contronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszillograph PC-Speicherzosilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
— Netzteileplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Home-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
Atari VME Bus		
— Atari VME Bus (2-Platinensatz)		
Atari VME Bus Software		
inkl. 3 PALs	012-907/ds	158,00
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, 1EPROM und Software	033-966/ds	179,00
ST-Messlab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

Sonstige Projekte

PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Modu-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— Bi Step	062-923	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
LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
V-24-Treiber optogetkoppelt	013-940	25,00
Her(t)zflimmer Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
SerMon Monitor für RS-232		
— Platinensatz inkl. EPROM	073/983/oB	150,00
— Pegeltester-Platine einzeln	073/982/oB	25,00
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

Entwicklung

Aktuelle ELRAD-Entwicklungssysteme:

Digitale Signalverarbeitung

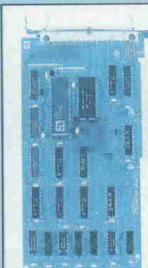


Wellenreiter (ELRAD 2... 5/93) Dank des vollen Speicherbaus, der 0-Wait-Fähigkeit bei 33 MHz und einem Vierlagen-Layout, das auch Ein- und Ausgabe von echten 16-Bit-Daten ermöglicht, ist der Wellenreiter das Board für 56001-Entwicklungen. Komplettes Platinen-Set (Wellenreiter-Hauptplatine, PC-Interface, 6*Filter), zwei EPROMS (68008-Betriebssystem, 56001-Anwendungsprogramme), Oberflächen-Software für PCs inkl. Quellen, Inbetriebnahme-Hilfe

DM 398,-

FUZZY-Logic

Fuzzynierend (ELRAD 5 u. 6/93). Der NLX 230 ist ein spezieller Fuzzy-Mikrocontroller, der bis zu 30 Millionen Entscheidungen pro Sekunde trifft. Eine PC-Steckkarte und die komfortable Software bilden eine effiziente Entwicklungsumgebung, die selbst komplexe Regelungsaufgaben nach den Grundsätzen der Fuzzy-Logik natürlichsprachlich löst. PC-Platine, Fuzzy-Mikrocontroller NLX 230, Programmierte Bausteine (2 GALs), Software (Entwicklungsumgebung), deutsches Handbuch.



DM 268,-

Feldbusse



Interbus-S-Chauffeur (ELRAD 4 u. 5/93). Der 'Chauffeur' koppelt den PC als Master oder Slave an den Interbus-S. Der Teilsatz besteht aus Platine, GAL, Supi-ASIC und Treibersoftware und ermöglicht Entwicklung, Inbetriebnahme und Service an diesem Feldbus.

DM 395,-



Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99). Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8
30625 Hannover
Tel.: 0511/53 72 95
Fax: 0511/5 35 22 00

Wir sind der offizielle HiLo-Distributor für Deutschland, Österreich und die Schweiz. Wir verfügen über ein von HiLo anerkanntes und unterstütztes Servicecenter für alle HiLo-Universal- und EPROM-

Programmierer. Alle Programmierer werden mit original HiLo-Seriennummern, der original HiLo-Software und voller Herstellergarantie ausgeliefert.

ALL-03A

hat sich im Laufe der Jahre zu dem wohl am weitesten verbreiteten Universal-Programmierer in Deutschland entwickelt. Mit dem ALL-03A lassen sich über 2000 verschiedene ICs programmieren. Ein für den ernsthaften Anwender notwendiges und dank des enormen Preis-/Leistungsverhältnisses auch erschwingliches Werkzeug. Der Preis schließt ein deutsches Handbuch, eine GAL-Entwicklungs-Software, einen SW-Monitor und 6 Monate lang kostenlose SW-Updates ein.

1498,- DM

ALL-07

HiLo's neuer Universal-Programmierer. Der ALL-07 benötigt keinen Slotplatz mehr, da er über die LPT-Schnittstelle eines jeden PCs betrieben werden kann. Daher jetzt auch Notebooks-fähig und somit ideal für den Servicebereich, zumal der ALL-07 über ein internes 220-V-Netzteil verfügt. Der ALL-07 programmiert ca. 2000 verschiedene ICs. Der Preis für den ALL-07 schließt die bekannte Entwicklungssoftware CUPL3.1, einen SW-Monitor, ein (engl.) Handbuch und 6 Monate kostenlose Software-Updates ein.

1748,- DM

Natürlich bieten wir Ihnen nicht nur die bekannten HiLo-Programmierer an. Sie finden bei uns auch den in mc 3/93 vorgestellten GAL-Programmierer, den es nur als Bausatz gibt.

SENG

Ein Universal-Programmierer der ganz neuen Art ist der MM/ProTOOL der Firma Seng, die sich schon vor Jahren mit der Entwicklung des mc-Eprommers einen guten Namen gemacht. Anschließbar an den parallelen PC-Port bietet der MM/ProTOOL ganz erheblich mehr, als ein Programmierer. Sein innovatives Konzept, das u. a. auf dem Einsatz eines frei programmierbaren Xilinx-FPGA beruht, veranlaßte die Elrad den MM/ProTOOL ab Heft 4/93 ausführlich vorzustellen. Derzeit lassen sich ca. 600 verschiedene integrierte Schaltungen mit dem MM/ProTOOL programmieren. Darüberhinaus steht Ihnen (dank MM/Bus) das Gerät auch für eigene Test oder Entwicklungsarbeit rund um den Labor-PC zu Verfügung.

MM/ProTOOL

1148,- DM

DATA I/O

Neu in unserem Lieferprogramm sind zwei Universal-Programmierer der ChipLab-Serie, mit denen DATA I/O – bisher als bewährter „high-end“-Hersteller bekannt – erstmals die unteren Preisregionen betrifft. Die beiden vielbeachteten ChipLab-Programmierer haben ganz beachtliche Leistungsmerkmale. So lassen sich schon mit dem ChipLab32, der über eine 32polige Programmierung verfügt, über 1000 verschiedene Bausteine programmieren. Der größere ChipLab48, ausgestattet mit einer 48poligen Fassung, ist noch universeller. Die DATA-I/O-Programmierer werden mit englischem Handbuch ausgeliefert. Das Update ist in den ersten 6 Monaten nach Kauf kostenlos.

ChipLab32

2059,- DM

ChipLab48

3093,- DM

Berlin 030/784055
Hamburg 04154/2828
Braunsch. 0531/79231
Osnabr. 0541/961120
Frankf. 069/5976587
Stuttg. 07154/8160810
München 089/6018020
Leipzig 0341/2130046
Schweiz 064/716944
Österr. 0222/2502127
Niederl. 03408/83839

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Str. 88
32758 Detmold
Tel. 05232/8171
Fax 05232/86197
BBS 05232/85112

IHRE EINTRITTS-KARTE FÜR NEUE STEUER-FUNKTIONEN

OKYDODON

G. Baltzerelektronik und Computer Services GbR
Hauptstraße 43 • 68259 Mannheim
Tel. 0621-79 89 42
Fax 0621-79 26 44

Das modulare Datenfassungs- und Prozeßsteuerungssystem MDP eröffnet Ihrem PC neue, preiswerte Möglichkeiten in der Maß-, Regel- und Anlogesteuerung. Seine platzsparende Basisplatine mit sport Steckblöcken und beliebiger Zugang zu anpassungsfähigen Funktionsmodulen - Zusätzliche Entwicklungslizenzen sind möglich. Überzeugen Sie sich von einer Lösung, die Ihren Anforderungen entspricht.

Universelles 40 MSample Speicheroszilloskop

beim Anschluß an Rechner mit serieller Schnittstelle

- 40 MHz Abstrakte (80 MHz bei 2 Kanälen)
2mV/div - 25V/div Empfangsempfindlichkeit bei 1 MO, 7pF
integrierte Logikanalyse für 8 Signale/AD-Kanal
besondere Triggerereinstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
galvanisch getrennte serielle Schnittstelle (57600 Baud)
nicht abnehmbare Software für ATARI,
MAC oder PC-kompatibel

komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner

umfangreiche Maßwerkdarstellung: Y-Zoom, Drucken,

Zeilenzählung, Zeit-Dekaden usw.

durch gründliche Ausarbeitung jedes Umgebungs integrierbar

- modularer Aufbau (jetzt erweiterbar)

alle von Standardoszilloskopen bekannte Funktionen wie z.B.

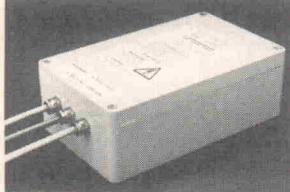
ext. Trigger ext. Takt, Offset

Preise:
1 kanalig incl. Software 1200,- DM
jeder weitere Kanal 600,- DM
jede weitere Software 100,- DM
Tastatur 440,- DM
AkkuPack 220,- DM
Porto und Verpackung 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

Ing. Büro Pohl
Tel./Fax (030) 6213433
Okerstraße 36
12049 Berlin

OSZIFACE



mobil - netz

Automatik- Spannungswandler

Die 220V- Steckdose im Auto !

Sie werden staunen, wie einfach das ist: ein wasserdichter Wandler (26x16x9cm) wird einfach in der Nähe der Autobatterie montiert. Eine patentierte Startautomatik schaltet den Wandler ab etwa 1W Last ein. Der Standbystrom beträgt nur 5mA! Somit können alle Bedienelemente entfallen; der Wandler ist gegen alle Überlastungszustände geschützt. Ausgangskurve Step-wave (Trapez). Leistung 600VA Dauer, 1200VA 10min.

- 12 V oder 24V / 115 oder 230V
- optional Steckdose, Display intern
- Display extern, Tragegriff

Tel. (08282)7974 Fax (08282)7976
Schulstraße 1

briegle
elektronik
D - 86480 Aletshausen



Echtzeit Videodigitizer

- 256 Graustufen in 1/25 Sek.
- 16,7 Mio. Farben bei RGB Standard
- 768 x 576 Pixel - 1:1 Format - Vollbild
- 384 x 288 Pixel - 1:1 Format - Halbbild
- externes Gerät zum Betrieb an serieller oder parallelserielle Schnittstelle
- Bilderaufnahmesoftware für PC
- Speicherung in Tiff- und PCX-Format
- Software für Amiga und Atari in Kürze
- verwendbar als Testbildgenerator

Option: Genlock

- Tiff- und PCX-Grafiken auf Video
- Titelleinblendung in Videoaufnahmen

Bausatz.....ab 398,- DM
Fertigerät.....ab 498,- DM

Metec
GmbH

Speicher Oszilloskop

- 32 MHz Abstrakte
- Clock intern / extern
- 8 KB Speicherfläche
- Trigger intern / extern
- TV Trigger vertikal, horizontal, Zeilenlupe
- externes Gerät zum Betrieb an serieller Schnittstelle
- Meßsoftware für PC
- Software für Amiga und Atari in Kürze

Option:

- zweiter Meßkanal
- 16 bit Logikanalysen

Grundgerät.....698,- DM
incl. zweiten Meßkanal....998,- DM

Hand-Software
Entwicklung

Wiesenweg 45
29328 Müden/Örtze
Tel.: 05053-661
Fax: 05053-659

Das wäre Ihre Anzeige gewesen!

Rufen Sie uns an:

Irmgard Ditgens:

05 11/53 52-164

Werner Wedekind:

05 11/53 52-121

Alles post-zugelassen

Telefonkosten zu hoch ?

Mehr Kontrolle Ihrer Telefonkosten mit einer Telefonanlage zur einfachen Selbstinstallation mit Gebührenabrechnung über PC nach Apparat und nach Amt getrennt, Sperren v. Ferngesprächen für bestimmte Apparate, komfortable Programmierung über PC od. Telef., etc.

Bitte kostenlose Information anfordern

Große Auswahl, faire Preise, 1/4-er Anlage schon ab 198,- DM * Preisänderungen vorbehalten
Friedrich-Ebert-Str. 18, 85521 Ottobrunn, Tel 089/6099971, Fax - 609971

Frequenzzähler

Modell PFM 1300

- Ideal für Service und Labor
- Batterie und Netzbetrieb
- 5 Hz bis 1300 MHz
- 0,0001 mHz Auflösung
- Große 8 Digit-Anzeige
- 81 x 178 x 30 mm
- Gewicht 190 g



Telemeter Electronic GmbH
Posthof 4, 86609 Donauwörth
Telefon (09 06) 7 06 93-0
Telefax 09 06) 2 17 06



MIDI/RS232 - 80C535

Mikro-Controller-Entwicklungs-System

Komfortable Software-Entwicklung für alle 51-er Mikro-Controller auf PC und ATARI

SOFTWARE (für PC oder ATARI)

- + Sehr schneller Makro-Assembler
- + Komfort. Source-Level-Debugger
- + Kommunikation über RS232 (bis 115kBaud) & MIDI (Optokoppler)
- + Shell mit autom. Projektmanager
- + Symbolischer Linker, Binär-Konverter, Disassembler, Editor...
- + Ausführliches Handbuch (100 S.) mit vielen Demos (z. B. Software-Sprach-Synthesizer, LCD-Display, FFT-Spektrum-Analyser, Schrittmotor-Steuerung, Relaiskarte,...)

HARDWARE (Bausatz)

- + 80C535-Mikro-Controller (emuliert viele 51-er, z. B. 8031, 8032, 8751, ...)
- + 32KB RAM, 32KB EPROM
- + 8 A/D-Wandler (bis 10 Bit)
- + On Board: je eine MIDI- und RS232-Schnittstelle
- + Mini-Platine (80x100mm)
- + Komplettbausatz (alle Teile enthalten: ICs mit Sockel, Platine, Montagematerial, gebranntes EPROM, ...)
- + Univers. 51-er Betriebs-System als Sourcecode

SOFTWARE und HARDWARE komplett:

195,- DM

zuz. Versand:
NN: 9.50 DM,
Vorkasse (VR-Scheck): 6.00 DM

Kostenlose Info anfordern!

Wickenhäuser Elektrotechnik • Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter-Str. 144 • 76199 Karlsruhe • Tel. 0721/887964 • Fax & Anrufbeantworter. /886807

PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1x12Bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9-9V, 500nsec. 16x12Bit A/D, 80usec. mit 25-Pin Kabel und Software	
AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1x14Bit D/A, 2usec. 1x14Bit AD, 28usec. unip./bip. 2.5/5/10V mit 25-Pin Kabel und Software	
Relais I/O Karte	DM 299,-
16 Relais 15V/1A out und 16x Photo in.	
8255 Parallel 48 x I/O Karte	DM 82,-
48 x I/O, max 2MHz, 3 x 16Bit Counter, 16 LED	
IEEE 488 Karte mit NEC-7210	DM 348,-
RS 422/485 Dual Karte für AT	DM 159,-
4 x RS 232 für DOS ab	DM 135,-
Mit Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3-4-5-6 auch als 16Bit Karte bis I/O-15 oder mit 16550.	
PC-Disk 128/384/512/1024/4096K ab	DM 119,-
SRAM/EPROM selbstbootfähig	

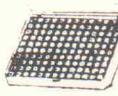
JÜRGEN MERZ
COMPUTER & ELECTRONIC

Lieferprogramm kostenlos.
Anforderungen und
Zweckverkauf vorbehalten.
Lieferung per UPS-Nachnahme
- Verandskosten.

4 9 5 3 6 L i e n e n
Lengericher Str. 21
Telefon 05483 - 1219
Fax 05483 - 1570

SMD-Sortimente

MIRA-SMD-Verpackungscontainer DM 29,95



(227 x 160 x 28 mm)
mit 130 Einzeldöschen (leer)

SMD-Praktikersortiment DM 139,-

mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer
Widerstände 66 Werte 10R-4.7M E12 je 10 St.
Kondensatoren 18 Werte 1pF-470nF E3 je 5 St.
Dioden 5 Typen je 5 St.
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog M 14 verlangen.

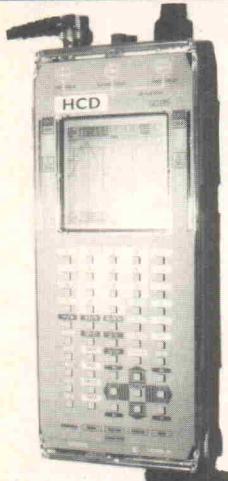
Der SMD-Spezialist

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

MIRA-Electronic

Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR
Beckschlagergasse 9 90403 Nürnberg
Tel.: 09 11/55 59 19 Fax: 09 11/58 13 41

HCD SIGNALCOMPUTER SC01-05



- Digitalspeicheroszilloskop
- Digitalmultimeter
- Frequenzzählern
- Transientenspeicher
- Betriebsartenspeicher
- Signalspeicher
- 2,5nsec-1,3h/Div
- 0,01Volt-20Volt/Div
- Echteffektivwertmessung
- Signalprozessing
- Automatische Signalerkennung
- RS232-Centronics-Schnittstelle
- LCD-Supertwist Grafikdisplay
- Größe 257mmx111mmx48mm
- 12-Monate-Garantie

SC 01 SC 02 SC 04 SC 05

Signalspeicher	9	46	46	14
Bildspeichertiefe	2x128	2x256	2x256	2x2048
Betriebsartenspeicher	1	9 + 1	9 + 1	9 + 1
Parallel-Abtastrate	1 MS / s	20 MS / s	20 MS / s	20 MS / s
Frequenzzählern	7 MHz	7 MHz	7 MHz	9 MHz
DC-Kompensation	Nein	JA	JA	JA
PC-Anbindung	Nein	Nein	JA	JA
Centronics / RS 232 C	Nein	Nein	JA	JA
YT - Schreiber	Nein	Nein	Nein	JA
DM / Stück Netto	1.200,-	1.500,-	2.200,-	2.500,-
DM / Stück inkl. MWSt	1.380,-	1.725,-	2.530,-	2.875,-

Fordern Sie noch heute weitere Unterlagen an.

Ab Preise zzgl. MWSt. • Preis = Verkaufspreis. Lieferung ab DIN 5035. Auftragspreis unverbindlich.



HCD Elektronik Vertrieb
Bugenhagen Straße 4, D - 10551 BERLIN
Telefon: 030/3964307 Fax: 030/3964098

Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch Fernschule Bremen
28339 Bremen

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12

0421 / 49 00 19 (10)

Neu: ddv band 1



Datenlexikon und Vergleichstabelle für Dioden.
5.erweiterte Auflage 93
ISBN 3-88109-055-X
DM 59,-

Fordern Sie unser aktuelles Gesamtverzeichnis an:
ECA Electronic GmbH
Frundsbergstr. 15
80634 München
Fax: 089 - 16 62 31

ECA

NEU!
Version GDS 3.0



Die komplette GAL Entwicklungsobерfläche

- neue, mausgesteuerte SAA-Oberfläche, jetzt in deutsch
- verbessert: Editor Simulation Assembler
- volle Ausnutzung der GALS 16V8, 20V8, 18V10, 22V10, 26V12, 20RA10, auch A, AS und B-Typen
- leicht zu erlernen, integri. Hilfesystem, mit vielen Beispielen, deutsches, ausführliches Handbuch
- für GDS-Prog. ALL-0X und alle Programmiergeräte die JEDEC-Dateien verarbeiten.

GDS 3.0 240,00 DM
incl. 4 zusätzl. Sockel für GDS-Prog.
auch mit Programmiergerät lieferbar,
fragen Sie an

SH-ELEKTRONIK
Marthastr. 8 · 24114 Kiel
Tel. (0431) 66 51 16 · Fax (0431) 66 51 16



ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1

6917024

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Hosenheide 14-15
10967 Berlin
030/6 91 70 24

Postleitbereich 2

balü
electronic

20095 Hamburg
Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -
Tel. 040/33 03 96

24103 Kiel
Schülperbaum 23 - Kontorhaus -
Tel. 04 31/67 78 20

291721

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente HiFi
Computer Modellbau Werkzeug
Meßtechnik Funk Fachliteratur
Homburger Str. 127
22083 Hamburg
040/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel, Antennen, Scanner, Telefone

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119 · 28215 Bremen
Fax (0421) 37 27 14 · Tel. (0421) 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo - Fr 8.30 - 12.30, 14.30 - 17.00
Mittwochs nur vormittags · Sa. 9.30 - 12.30
Bauteile-Katalog DM 7,50 Amateurfunk-Katalog DM 7,50

V-E-T
Elektronik

V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel

Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst
Tel. 0421/17768
Fax 0421/17699

Elektronik-Fachgeschäft

REICHELT
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14
26122 OLDENDURG
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

Postleitbereich 3

1319811

CONRAD
ELECTRONIC
CENTER

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Goseriede 10-12
30159 Hannover
05 11/1 31 98 11

RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
30451 Hannover · Limmerstr. 3-5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

ELSA - ELEKTRONIK

Elektronische Bauteile und Geräte, Entwicklung, Wartung, Groß- und Einzelhandel, Kunststoffgehäuse für die Elektronik, Lernsysteme

N. Craesmeyer, Borchener Str. 16, 33098 Paderborn
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

Berger GmbH
Heeper Str. 184+186
33607 Bielefeld
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Telex: 938 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Armin Hartel
elektronische
Bauteile
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 Tel. 06 41/2 51 77
35398 Giessen

Postleitbereich 4

Brunnenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 41065 Mönchengladbach
Telefon 021 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 41236 Mönchengladbach
Telefon 021 66/42 04 06

Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 20 65/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB

Uerdinger Straße 121 · 47441 Mönchengladbach
Telefon 028 41/3 22 21

238073

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Viehofer Str. 38-52
45127 Essen
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hohen Wall 22
Tel. (02 31) 168 63

Postleitbereich 7

2369821

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Eichstraße 9
70173 Stuttgart
07 11/2 36 98 21

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07 131/6 81 91
74072 Heilbronn

Postleitbereich 8

2904466

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
80331 München
0 89/2 90 44 66

JÄNTSCH-Electronic
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

Postleitbereich 9

Jörlbauer Elektronik
Regensburg, Instr. 23
... immer ein guter Kontakt!

30-111

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Klaus-Conrad-Str. 1
92240 Hirschau
09 22/30 111

Radio - TAUBMANN
Vordere Sternigasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

263280

CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente • HiFi • Computer • Modellbau • Werkzeug • Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Leonhardtstr. 3
90443 Nürnberg
09 11/26 32 80

ADES

analoge & digitale
elektronische Systeme

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von elektronischen Schaltungen

Unsere Stärken sind Ihr Vorsprung

Hardwareentwicklung / Softwareentwicklung
Serienfertigung / Musterbau

Rufen Sie uns an: Tel: 02191/5771, Fax: 02191/5772
ADES GmbH, Dreherstr. 5, D - 42899 Reimscheid

IEEE-Karten



AX-548B: volle IEEE-488-Unterstützung, mit µPD7210. Firmware-ROM unterstützt C, Pascal, Basic, Windows. Karte inkl. Treiber: DM 724,50

PCL-848A: volle IEEE-488-Unterstützung, m. µPD7210. Firmware-ROM unterstützt C, Pascal, Basic. Zusätzlich 16 dig. Ausg. Karte inkl. Treiber: DM 785,00 dito + 2m Kabel: DM 951,00

IEEE-Kabel:
0,5 / 1 / 2 / 4 m Länge:
DM 113,85 / 132,25 / 143,75 / 166,75.
Gratisservice ELR 1/94 anfordern!

Postfach 1133
73601 Schorndorf
Tel.: (0 7181) 6 82 82
Fax: (0 7181) 6 64 50
Dipl.-Ing. Joachim Bitzer

Entwicklung + Produktion

Entwicklung und Herstellung von elektronischen Schaltungen. Wir bieten einen Full Service von der Konzeption über Design und Prototyping bis zur Serienherstellung. Planen Sie Ihre Zukunft mit FUZZY und ZETEC.

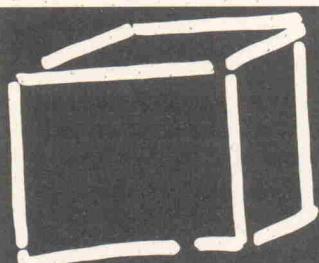
Anruf genügt.

Noch nie war es einfacher, so schnell und gut zu entwickeln und zu regeln. Mit wenigen Bausteinen können Sie jetzt in die neue, kraftsvolle FUZZY-Technologie einsteigen. Planen Sie Ihre Zukunft mit FUZZY und ZETEC.

Wir sind tätig in den Bereichen:
Alarmtechnik, Automaten, Maß- und
Regeltechnik, Antriebstechnik,
Low Power Technik, Akkuladetechnik,
Apparateelektronik, Anzeigetechnik,
Infrarotdatenübertragung

Ganz & Fricke
Ingenieurbüro
Tempowerk 4
21079 Hamburg
Tel.: (0 40) 790 124 30
Fax: (0 40) 790 124 39

STEUERN und REGELN



mit der

FUZZY- BOX

Noch nie war es einfacher, so schnell und gut zu entwickeln und zu regeln. Mit wenigen Bausteinen können Sie jetzt in die neue, kraftsvolle FUZZY-Technologie einsteigen. Planen Sie Ihre Zukunft mit FUZZY und ZETEC.

Die nächsten Termine der Seminarreihe „Praxis der FUZZY-Informations-technik“: 5. - 8. 10. / 9. - 12. 11. / 7. - 10. 12.
- Info-Material anfordern! -

ZeJec GmbH
Zentrum
für FuzzyInformationsTechnik
Emil-Figge-Str. 80 · 44227 Dortmund
Tel.: 02 31 / 974 2378
Fax: 02 31 / 974 2377

Neu: ddv band 2



Datenlexikon und Vergleichstabelle für Dioden.
3.erweiterte Auflage 93
ISBN 3-88109-056-8

DM 49,-

Fordern Sie unser aktuelles Gesamtverzeichnis an:

ECA Electronic GmbH
Fründsbergstr. 15
80634 München
Fax: 089 - 16 62 31

ECA

Ihr Spezialist für Meßtechnik + Elektronik

Fehlen Ihnen Meßgeräte, Netzteile oder Bauelemente? Kein Problem. Aus unserem umfangreichen Katalog bieten wir Ihnen eine Fülle von Artikeln in hochwertiger Qualität:



Unser Lieferprogramm:

- Tisch- und Handmultimeter
- Oszilloskope, Universalzähler
- Funktionsgeneratoren
- Print- und Ringkerntrafos
- Einbau-Meßinstrumente
- Lötgeräte mit Zubehör

- Gehäuse
- Mechanische und optoelektronische Bauteile
- Alarmanlagen
- Audio-/Videogeräte/
- Telefone und und und ...

POP
electronic GmbH

Postfach 22 01 56, 40608 Düsseldorf
Tel. 02 11/2 00 02 33-34
Fax 02 11/2 00 02 54

Xaruba®

Entwicklungs-Tools

Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmierung

Cross-Assembler und Simulatoren

	Eeprom-Emulatoren	Programmiergeräte
MacroAssembler, Simulator/Debugger, Editor, Disass., Terminalprgr. etc.	EMU I 438,00 DM EP III 548,00 DM	8-Bit-Systeme bis 128 KByte, 70ns Centronics, Eeproms bis 8MBit/28-32pol. Sockel, schnelle Programmieralgorithmen, Software, Handbuch, Quikreferez
8051/52-Familie 439,00 DM	RAM, Centronics, Aluminiumgehäuse, eis, eig. Microcontr., div. Formate, 7-16-Bit, 8-16-Bit, 16-32-Bit, 32-64-Bit, 64-128-Bit, 128-256-Bit, 256-512-Bit, 512-1024-Bit, 1024-2048-Bit, 2048-4096-Bit, 4096-8192-Bit, 8192-16384-Bit, 16384-32768-Bit, 32768-65536-Bit, 65536-131072-Bit, 131072-262144-Bit, 262144-524288-Bit, 524288-1048576-Bit, 1048576-2097152-Bit, 2097152-4194304-Bit, 4194304-8388608-Bit, 8388608-16777216-Bit, 16777216-33554432-Bit, 33554432-67108864-Bit, 67108864-134217728-Bit, 134217728-268435456-Bit, 268435456-536870912-Bit, 536870912-1073741824-Bit, 1073741824-2147483648-Bit, 2147483648-4294967296-Bit, 4294967296-8589934592-Bit, 8589934592-17179869184-Bit, 17179869184-34359738368-Bit, 34359738368-68719476736-Bit, 68719476736-137438953472-Bit, 137438953472-274877906944-Bit, 274877906944-549755813888-Bit, 549755813888-1099511627776-Bit, 1099511627776-2199023255552-Bit, 2199023255552-4398046511104-Bit, 4398046511104-8796093022208-Bit, 8796093022208-17592186044416-Bit, 17592186044416-35184372088832-Bit, 35184372088832-70368744177664-Bit, 70368744177664-140737488355328-Bit, 140737488355328-281474976710656-Bit, 281474976710656-562949953421312-Bit, 562949953421312-112589990684264-Bit, 112589990684264-225179981368528-Bit, 225179981368528-450359962737056-Bit, 450359962737056-900719925474112-Bit, 900719925474112-180143985094824-Bit, 180143985094824-360287970189648-Bit, 360287970189648-720575940379296-Bit, 720575940379296-1441151880758592-Bit, 1441151880758592-2882303761517184-Bit, 2882303761517184-5764607523034368-Bit, 5764607523034368-11529215046068336-Bit, 11529215046068336-23058430092136672-Bit, 23058430092136672-46116860184273344-Bit, 46116860184273344-92233720368546688-Bit, 92233720368546688-184467440737093376-Bit, 184467440737093376-368934881474186752-Bit, 368934881474186752-737869762948373504-Bit, 737869762948373504-1475739525896747008-Bit, 1475739525896747008-2951479051793494016-Bit, 2951479051793494016-5902958103586988032-Bit, 5902958103586988032-11805916207173976064-Bit, 11805916207173976064-23611832414347952128-Bit, 23611832414347952128-47223664828695904256-Bit, 47223664828695904256-94447329657391808512-Bit, 94447329657391808512-188894659314783616024-Bit, 188894659314783616024-377789318629567232048-Bit, 377789318629567232048-755578637259134464096-Bit, 755578637259134464096-1511157274518268928192-Bit, 1511157274518268928192-3022314549036537856384-Bit, 3022314549036537856384-6044629098073075712768-Bit, 6044629098073075712768-12089258196146151425536-Bit, 12089258196146151425536-24178516392292302851072-Bit, 24178516392292302851072-48357032784584605602144-Bit, 48357032784584605602144-96714065569169211204288-Bit, 96714065569169211204288-193428131138338422408576-Bit, 193428131138338422408576-386856262276676844817152-Bit, 386856262276676844817152-773712524553353689634304-Bit, 773712524553353689634304-154742504910670737926808-Bit, 154742504910670737926808-309485009821341475853616-Bit, 309485009821341475853616-618970019642682951707232-Bit, 618970019642682951707232-1237940039285365903414464-Bit, 1237940039285365903414464-2475880078570731806828928-Bit, 2475880078570731806828928-4951760157141463613657856-Bit, 4951760157141463613657856-9903520314282927227315712-Bit, 9903520314282927227315712-19807040628565854454631424-Bit, 19807040628565854454631424-3961408125713170890926288-Bit, 3961408125713170890926288-7922816251426341781852576-Bit, 7922816251426341781852576-1584563250285268356370552-Bit, 1584563250285268356370552-3169126500570536712741104-Bit, 3169126500570536712741104-6338253001141073425482208-Bit, 6338253001141073425482208-12676506002282146850964116-Bit, 12676506002282146850964116-25353012004564293701928232-Bit, 25353012004564293701928232-50706024009128587403856464-Bit, 50706024009128587403856464-10141204801825775480771296-Bit, 10141204801825775480771296-20282409603651550961542592-Bit, 20282409603651550961542592-40564819207303101923085184-Bit, 40564819207303101923085184-81129638414606203846170368-Bit, 81129638414606203846170368-162259276829212407692340736-Bit, 162259276829212407692340736-324518553658424815384681472-Bit, 324518553658424815384681472-649037107316849630769362944-Bit, 649037107316849630769362944-129807421463369926153872588-Bit, 129807421463369926153872588-259614842926739852307745176-Bit, 259614842926739852307745176-519229685853479704615490352-Bit, 519229685853479704615490352-1038459371706959409230980704-Bit, 1038459371706959409230980704-2076918743413918818461961408-Bit, 2076918743413918818461961408-4153837486827837636923922816-Bit, 4153837486827837636923922816-8307674973655675273847845632-Bit, 8307674973655675273847845632-16615349947311350547695691264-Bit, 16615349947311350547695691264-33230699894622701095391382528-Bit, 33230699894622701095391382528-66461399789245402190782765056-Bit, 66461399789245402190782765056-132922799578490804381565530112-Bit, 132922799578490804381565530112-265845599156981608763131060224-Bit, 265845599156981608763131060224-531691198313963217526262120448-Bit, 531691198313963217526262120448-1063382396627926435052524240896-Bit, 1063382396627926435052524240896-2126764793255852870105048481792-Bit, 2126764793255852870105048481792-4253529586511705740210096963584-Bit, 4253529586511705740210096963584-8507059173023411480420193927168-Bit, 8507059173023411480420193927168-1701411834604682290840038785336-Bit, 1701411834604682290840038785336-3402823669209364581680077570672-Bit, 3402823669209364581680077570672-6805647338418729163360155151344-Bit, 6805647338418729163360155151344-1361129467683745832672031030288-Bit, 1361129467683745832672031030288-2722258935367491665344062060576-Bit, 2722258935367491665344062060576-5444517870734983330688124121152-Bit, 5444517870734983330688124121152-10889035741469766661376282422304-Bit, 10889035741469766661376282422304-2177807148293953332275256484464-Bit, 2177807148293953332275256484464-4355614296587906664550512968928-Bit, 4355614296587906664550512968928-8711228593175813329101025937856-Bit, 8711228593175813329101025937856-1742245718635162665820205187572-Bit, 1742245718635162665820205187572-3484491437270325331640410375144-Bit, 3484491437270325331640410375144-6968982874540650663280820750288-Bit, 6968982874540650663280820750288-13937965749081301326561641500576-Bit, 13937965749081301326561641500576-27875931498162602653123283001152-Bit, 27875931498162602653123283001152-55751862996325205306246566002304-Bit, 55751862996325205306246566002304-11150372599265401061249132004608-Bit, 11150372599265401061249132004608-22300745198530802122498264009216-Bit, 22300745198530802122498264009216-44601490397061604244996528018432-Bit, 44601490397061604244996528018432-89202980794123208489993056036864-Bit, 89202980794123208489993056036864-17840596158824641697996112073376-Bit, 17840596158824641697996112073376-35681192317649283395992224146752-Bit, 35681192317649283395992224146752-71362384635298566791984448293504-Bit, 71362384635298566791984448293504-14272476927059713393988896587008-Bit, 14272476927059713393988896587008-28544953854119426787977793174016-Bit, 28544953854119426787977793174016-57089857708238853575955586348032-Bit, 57089857708238853575955586348032-11417971541647770715191117268064-Bit, 11417971541647770715191117268064-22835943083295541430382234536128-Bit, 22835943083295541430382234536128-45671886166591082860764469072256-Bit, 45671886166591082860764469072256-91343772333182165721528938144512-Bit, 91343772333182165721528938144512-182687544666364321443057876289024-Bit, 182687544666364321443057876289024-365375089332728642886115752578048-Bit, 365375089332728642886115752578048-730750178665457285772231505156096-Bit, 730750178665457285772231505156096-146150035731094457154465301031216-Bit, 146150035731094457154465301031216-292300071462188914308930602062432-Bit, 292300071462188914308930602062432-58460014292437782861786120412464-Bit, 58460014292437782861786120412464-11692002858865556572357240882488-Bit, 11692002858865556572357240882488-23384005717731113144714481764976-Bit, 23384005717731113144714481764976-46768011435462226289428963529952-Bit, 46768011435462226289428963529952-93536022870924452578857927059904-Bit, 93536022870924452578857927059904-187072045741848905157719854119888-Bit, 187072045741848905157719854119888-37414409148369781031543970823976-Bit, 37414409148369781031543970823976-74828818296739562063087941647952-Bit, 74828818296739562063087941647952-1	

K L E I N A N Z E I G E N

Wir entwickeln umsonst! Sie benötigen spezielle Hardware (nicht nur EDV-spezifisch), scheuen aber die hohen Entwicklungskosten bei externer Auftragsvergabe? Wir können Ihnen ein Konzept unterbreiten, daß Ihnen zu vernünftigen Kosten zu Ihrer Problemlösung verhilft. Ingenieurbüro Keller & Partner, Tel. 09725/6279, Fax: 09725/4280.

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports 1x8Bit Ein, 1x8Bit Aus. 1200-9600 Baud. Preis DM 219,-, (mit Testsoftware für PC, Atari ST). Info kostenlos. Tel. 0461/25255, Fax 0461/75462, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle mit 5½ Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports Aus. 1200-9600 Baud. Preis DM 299,-, (mit Softw. für PC (inkl. Sourcecode)). Info kostenlos. Tel. 0461/25255, Fax 0461/75462, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.

MONACOR-Elektronik Versandkatalog, inkl. Preisliste! Alles von A-Z! 550 Seiten, 2,5 Kilo schwer, über 5000 Artikel! Gegen DM 20,- Schein/Scheck/Briefmarken anfordern bei: **Elektroakustik Stade**, Bremervörder Str. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 04141/82042, Fax: 04141/84432.

Lautsprecherbausätze von Visaton, Mivoc, Audax, Kef, Isophon, Inter Technik, Monacor, McFarlow, Multicel und viele andere mehr finden Sie in unserer **kostenlosen Versandpreisliste!** Sofort anfordern bei: **Elektroakustik Stade**, Bremervörderstr. 5-7, 21682 Stade, Tel.: 04141/82042, Fax: 04141/84432.

BasiControl 8052 mit EC-Bus aus ELRAD 3, 4/92, Display-, Mem.card-Interf., EPROM-Emul. usw. ... vom Entwickler: Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Tel.: 0241/20522, Fax: 0241/408958.

Entwicklungen im Bereich Hard- und Software für µC und PC wahlweise in Assembler oder C von Ihrer Idee/Pflichtenheft bis zur Serienreife. Erfahrung mit CAN-Bus in Verbindung mit µC und PC. Fordern Sie Info über unsere CAN-Produkte an. Tel.: 0751/5 1575 (Fax: 5 1577). Ingenieurbüro heinzler & röck elektronik GbR.

albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die ALPS-Produktlinie: High-Grade-Drehpotentiometer, Schieberpoti, Motorpoti - fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische alphanumerische LCD-Displays ... von einem der größten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

Die albs-Produktlinie: Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

NEU UND EXKLUSIV

• ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER •
• Designed vom Wenderspezialisten BURR-BROWN® - von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt - und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-koppelte Modularei DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-koppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4-BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrerverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweiche • Spezialnetzteile von 40000 uF bis 440000 uF und Einzelkos bis 70000 uF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntransistoren von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu - für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T099-Metall-ICs • Fertigeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierte Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

**albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1
75443 Otisheim • Tel. 07041/2747 • Fax 07041/83850**

albs ALPS

Labornetzgeräte, D-60V, 0-30A, 19" Einschub, 4HE, Welligkeit <1mV RMS, MIL-Spec., Handbuch, Datenblatt frei, Preis: Gebot u. VB. Tel.: 030/7754240.

SPS-DIAG das Programm für **SIMATIC S5** zur Prozeßvisualisierung und Diagnose. 128 o. 255 Meldungen mit Datum + Uhrzeit auf den PC ohne SPS-CP. Nur Anschluß an AG-Schnittstelle. INFO bitte anfordern: SOFTSERVICE, Eschenweg, 32339 Espelkamp, Tel.: 05772/1294, Fax: 05772/29803.

MOPS HC 11 Kosten 250 DM, Festplatte 85 MB und Controller für 450 DM, 2 SIPP-MX9 70ms für je 85 DM. M. Schurer, Tel.: 07422/3308.

***** INDUSTRIESTEUERUNGEN *****
Entwicklungen für die Fertigungssteuerung. Vom Sensor/Autor über den Industriebus zur Steuerung und Visualisierung. Tel.: 02203/67634. Ingenieurbüro D. Nicklaus, Köln.

Elektronische Lasten 50W und 100W 188,50 DM. Eingangsspannung bis 30V, max. Strom 20A, Temperatur-Sicherung, Überspannungsschutz, Leistungsüberwachung, Impulsbetrieb 0-1KHZ, Gehäuse HxWxT 60x230x130mm. Interesse, Infos, Daten an Triebel, PSF 522, 72705 Reutlingen.

Laborauflösung: DVM, Scopes, Schreiber, Netzf. Kalibratoren usw. Liste anf. Tel. Abw. 06209/8197.

Makro-Crossassembler (MS-Dos) für **68HC11** und **65 (C) 02** je DM 89. Demo DM 10, Info kostenlos. Frank Schmidt, Neckarstr. 12, 12053 Berlin.

Entwickler, langjährige Erfahrung mit Hard- und Software auf 80C51 Controllern, sucht freie Mitarbeit oder Entwicklungsaufträge. Tel.: 02173/80229.

EPROM-Programmier-Service 25 DM/27256 (NN/VS) Zuverlässiges brennen Ihrer Programme/Daten in ein EPROM. Diskette und IC's senden an: I. Titze, Max-Planck-Str. 18, 24114 Kiel. Info o. Hilfe zur Hexfileerstellung: 0431/674264.

Suche def. oder gebrauchte **Wärmebildkameras**, Pyrometers, Optiken usw. Tel.: 0521/325433.

Logik-Analysator K100 ION GOULD BIOMATRON. Suche User/Service Manual Kopie oder Original. Tel.: 06047/74114.

***** SSL CAD-Service *****
Pen- und Fotoplots, Farbdrucke bis DIN A3 von HPGL, GERBER, DWG, DXF e-t-c in professioneller Qualität incl. Filmmaterial! Layouterstellung, Datenkonvertierung, DTP. Tel.: 02421/73740.

TEXAS-DSP-Entwicklungskit 188 DM. 0567/2524.

Handbuch- u. Dokuservice! Wir nehmen Ihnen die Gestaltung Ihrer Publikationen u. Handbücher ab, damit Sie sich auf Wichtiges konzentrieren können. DTP-Service, Tel.: 08531/12613.

*** Hard- und Softwareentwicklung ***
Motorola DSP, 8051 Fahr., PIC16CXX, Seiko LCD, Graphic Displays. Fax/Tel.: 02408/81798.

8031 TINYBASIC-Compiler für PC 49,- DM Funkt. für LCD, Strings, mehrzgl. IF, Variablennamen mit 20 Sign. Zeichen, inkl. Assembler, auch 8032, 8052 etc. O. Som, Pf 103203, 45032 Essen.

FRÄSEN STATT ÄTZEN CONTOUR-ein Programm für PC, daß aus Gerber-Daten die Umrisse von Leiterbahnen berechnet. Ausgabe in HPGL und DXF. 398 DM. Info: Boenigk, Ankerstr. 19, D 53757 Sankt Augustin. Tel./Fax: 02241/316870.

Umfangr. Lagerbestand an Electronic-Bauteilen wegen Geschäftsaufgabe zu verkaufen. Tel.: 05105/83618 ab 16 Uhr.

MANGER - Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriestr. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.: 09776/9816, Fax: 7185.

>>> WINSTYLE GRAPHICS - Toolbox V2.0 <<<

Quelltext für grafische Visualisierung unter MS-DOS, für TP 6.0/7.0 und Borland Pascal 7.0 Grafische Oberfläche, dazu Anzeigeelemente der Form Zeigerinstr., Digitalanz., Balkenanze., Binäranz., XY-Schreiber, skalierbare Fenster, Maus- und EMS-Unterstützung, Auflösung bis 800x600/16 und 1280x1024/256. Über 16000 Zeilen Quelltext inkl. Handbuch für 199,- DM. Info/Demo bei Dipl.-Math. B. Drost, Schulstr. 67, 61381 Friedrichsdorf, Tel. & Fax: 06175/604.

DASY PC-Meßprogramm für jede Hardware 149 DM. Prospekt: Tel. od. Fax-Abfrage 0234-682766.

Leiterplattenbestückung. Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. – AS-Elektronik Leiterplattentechnik, Römerstr. 12, 71364 Winnenden, Tel. & Fax: 07195/66012.

**** EPROM-SIMULATOR **** NUR 198,- ****

Simuliert die gängigen EPROMs 27256 u. 27128 u. alle pinkompatiblen. Download über parallele Schnittstelle. Inkl. Software (ASMEDIT: Editor, ermöglicht einbinden von Assemblern) u. Anschlußkabeln. Preis ist inkl. MWSt., PP, NN. Stob & Robotzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 0431/204704.

V24-RS422/485, V24-20mA-Wandler, industriaugl. eigene Netzvers. Auch als Inhousemodem. Fax: 09842/7262, Tel.: 09842/1725.

RS485 Steckkarte ISA-Bus, 2 Schnittst. je 16 Byte FIFO, galv. getr., partylinefähig, Watchdog, 3 Timer, incl. Treibersoftware. Fax: 09842/7262, Tel.: 09842/1725.

Preisgünstige Meßtechnik: HP8754A Network-analyzer 1.3GHZ, HP8756A Networkanalyzer, HP8620C Wobbler Mainframe, HP8622B Einschub, HP8743, HP8503B Testsets, HP435A Powermeter, HP86241A Einschub für 8620C. Preise sowie andere Meßgeräte auf Anfrage. Fa. Lothar Baier, Tel.: 0925/16542, Fax: 0925/17846.

Wiltron 6409 Networkanalyzer, 10MHZ-2000MHZ eingebaute Signalquelle, 8 Marker, hohe Dynamik, IEEE Schnittstelle, direkter Druckeranschluß über Parallelinterface möglich, 2 Meßkanäle, Menüeinblendung sowie Einblendung aller Parameter wie Frequenz, Dämpfung, Verstärkung, Marker usw. Ein Gerät, das keine Wünsche offen läßt. Wegen seiner kompakten Bauweise sehr leicht unterzubringen. Interessiert? Rufen Sie uns an. Der Preis wird Sie erstaunen (< 10000 DM). Fa. Lothar Baier, Tel.: 0925/16542, Fax: 0925/17846.

Wir vermarkten Ihre Ideen. Haben Sie eine Idee oder Entwicklung im Bereich Elektronik. Wir helfen fair bei Realisierung, Fertigung und Vermarktung. Tel.: 040/79012430.

LAYOUT unter WINDOWS mit Autorouter für DM 188,- (Demo: 10,-) anfordern bei: T. Schmitt-Lechner, Kolbenäckerweg 5, 76297 Stutensee.

Universeller Cross-Assembler für Atari TOS. GEM-Oberfläche, Makros, bed. Assemblierung, hierarchische Arithm., Objektcode-Download. Tabellen für Z80/180/8048/8051/6502/6303/6805/6809/HC11 im Lieferumfang, Z280/HC16/80C166/TCLS90(0)/PIC16C5x u. A. auf Anfrage. DM 160+Porto. xDesign Joachim Klein, Süsterfeldstr. 30, 52072 Aachen, Tel. 0241/871610.

8X12 Bit A/D Wandler Sub-D25 f. Centronics incl. komf. Software zur Darstellung u. Archivierung DM 180,-. Eprom-Löscher 6Ep, Timer, 220V, DM 98,-. Tel.: 0211/633574.

Neutrik A1, Portable Audiostest und Service-system, mit Phasenoption + RS232 Schnittstelle. Neueste Software. DM 7000,-. Tel.: 0511/839960.

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. 02208/2818. Info DM 2,-.

Vertriebspartner
in Ihrer Nähe:

München: PTL
089/6018020

Stuttgart: Busse
07154/8160810

Gießen: TCI
0641/66464

und
ELEKTRONIKLADEN
Detmold, 05232/8171
und Vertriebspartner

Tor zur Welt*: EVA900, Erprobungsboard mit Praxisanspruch

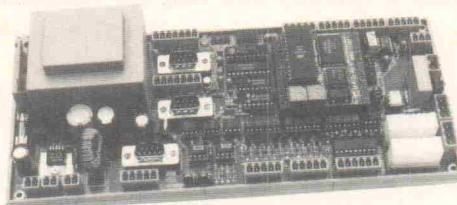
*) Die Artikelserie über den
16-Bit-Mikrocontroller
TMP96C141, bisher in
ELRAD 11 und 12/93

Der Kern:
NET/900 Controllermodul mit
32K RAM, (F)EPROM-Sockel,
ser. EEPROM und Netz-
werkschnittstelle. 230,- DM
Software:
BASIC900, Interpreter mit
Interrupt- und Zeitsteue-
rung. 99,- DM

mCAT, Echtzeitkern mit
BITBUS-Anschluß. 99,- DM

EVA900 Fertigger. 595,- DM
EVA900 TS-Geh. 49,50 DM
NET900NT Basispl. mit
Rasterfeld, Netzteil, RS232
und RS485 89,- DM
RC5-KIT IR-Fernbedienung
und Sensor 79,- DM
7SEG4 4stelliges 7-Segment-
LED-Modul 13mm 45,- DM
PC-BIT2 BITBUS-Master-
karte für PC 630,20 DM

EVA900



EVA900 umgibt NET/900 mit Netzteil, 220V-Relais, 24V-E/A, RS232 und RS485-Treibern, TRIAC, LED-Port usw. Zum Test oder für Ihre vernetzte Anwendung in der Hausleittechnik, bei Transportsteuerungen oder für die Betriebsdatenerfassung.

Alle Preise incl. MwSt. Für unsere Vertriebspartner unverbindl. Preisempfehlung

ELZET 80 Vaalser Str. 148 D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 87 00 231

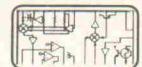
Information + Wissen

HEISE Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
30625 Hannover



Harms Electronic

Bauteile · Bausätze · Halbleiter · Versand



Warenangebot nur auf Katalogdiskette

Format 3 1/2", 720 KB IBM Kom.

- Integrierte Schaltungen

Anforderung kostenfrei

- Japan Halbleiter

Händler. u. Export-Disk nur nach Vorlage d. Gewerbescheins

- SMD Bauteile

Anton-Müller-Str. 7 · 26382 Wilhelmshaven · Tel.: 0 44 21/25 597 · Fax: 0 44 21/28 014

- Transistoren

- Dioden

ADES, Remscheid	99
Ahlers, Moosburg	6
albs-Altronic, Ötisheim	100
ASIX, Ettingen	53
Beta Layout, Hohenstein	6
Bitzer, Schorndorf	6, 99
Brenner, Wittibreut	11
Briegle, Aletshausen	96
CadSoft, Pleiskirchen	7
Christiani GmbH, Konstanz	39
ECA Electronic, München	97, 99
Elektronik Laden, Detmold	95
ELZET 80, Aachen	101
Engelmann & Schrader, Eldingen	99
eMedia, Hannover	2, 95
Fernschule Bremen	97
FG Elektronik, Rüdersdorf	33
Friedrich, Eichenzell	17
Garz & Fricke, Hamburg	99

Die Inserenten

Harms Electronik, Wilhelmshafen	101
HCD, Berlin	97
Hewlett Packard GmbH, Böblingen	19
Hoschar Systemelektronik	13
isel-automation, Eiterfeld	103
Karstein, Birgland	99
MEC, Alsdorf	17
Megalab, Putzbrunn	9, 12
Merz, Lienen	97
Messcomp, Eding	6
Metec GmbH, Faßberg	96
MIRA Electronic, Nürnberg	97
Oktogon, Mannheim	96
Plug-In, Eichenau	15
Pohl, Berlin	96
POP, Erkrath	99
Reichelt, Wilhelmshaven	62, 63
SICAN GmbH, Hannover	6
SH-ELEKTRONIK, Kiel	97
Solo Software, Paderborn	6
Stubben, Kamen-Mether	14
taskit Rechnertechnik, Berlin	6
Telemeter GmbH, Donauwörth	96
Tetratec, Leinfelden	96
TST Electronic, Ottobrunn	96
Ultimate Technology, NL-Naarden	23, 25, 27
Westfalenhalle, Dortmund	75
Wickenhäuser, Karlsruhe	97
Wilke, Aachen	104
Zeck Music, Waldkirch	97
ZeTec, Dortmund	99

Bitte schenken Sie folgender Beilage Ihre Aufmerksamkeit:
IWT Verlag, Vaterstetten.

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 61 04 07, 30604 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404
ELRAD-Mailbox: 05 11/53 52-401

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr. Bitte benutzen Sie die angegebenen Durchwahlnummern.

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)

Leiter Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabrich (cf, -398), Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoll-Beyer (kb, -395), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röbke-Doerr (rō, -397), Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl (st, -396)

Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner (ls, -389),

Carmen Steinisch (cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent)

Gerd Oskar Bausewein, Karer Straße 36, 80333 München,

Telefon: 089/28 66 42-11, Fax: 089/28 66 42-66

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhml, Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Angela Hilberg, Christians Slama, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitte Zurheiden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29,

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 0019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinraus

Anzeigeneitung: Irmgard Dörges (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigenposition: Rita Asberg (-219)

Verlagsbüro Holland: Heise Publishing Company, Postbus 675, NL-5600 AR Eindhoven, Tel.: 00 31/40/46 39 40, Fax: 0031/40/46 61 30

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 47 a, 42113 Wuppertal, Tel.: 02 02/76 00 25, Fax: 02 02/76 29 49

Nielsen III a + IV: Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof 7a, 55624 Rauenau, Tel.: 0 65 44/96 42, Fax: 0 65 44/90 99

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

Anzeigenpreise:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 47 a, 42113 Wuppertal, Tel.: 02 02/76 00 25, Fax: 02 02/76 29 49

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Room D, 17/F, One Capital Place, 18 Luard Road, Wan Chai, Hong Kong, Tel.: 8 52/5 28 57 27.

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65 2 26 11 17, Fax: 0 65-2 21 31 04

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 and 0 08 86-2 7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 15 vom 1. Januar 1993

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Schiller (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (öS 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20). 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 nächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Osterreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 0

Versand und Abonnementverwaltung:

Leserservice ELRAD, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen, Telefon: 0 51 37/8 78-754

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring by PB 313, 1382 jl Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunionen Pabel Moewig KG

D-65044 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sender- 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.

Honorararbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erfreut der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zu Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1993 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Test: Digitale Handmultimeter



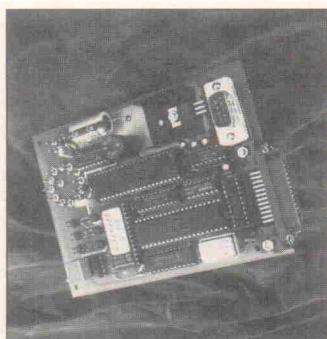
Die meisten Handmultimeter bieten weit mehr als die Standardmessungen Spannung, Strom, Widerstand. Leitfähigkeit, Kapazität, Frequenz, Temperatur aber auch Logikpegel, Impulsbreiten, Tastverhältnisse sind Größen, deren Bestimmung heute durchaus zum Leistungsumfang dieser Multitalente gehören. Gleichermaßen steigen jedoch auch die Anforderungen an die Qualität der Geräte. Ob man als Anwender an die Sonderfunktionen ebenso hohe Ansprüche stellen darf wie an die Standards, untersucht der nächste ELRAD-Test.

Markt: EMV-Meßtechnik

Das EMV-Gesetz der Europäischen Gemeinschaft verpflichtet Hersteller und Importeure, die elektromagnetische Verträglichkeit ihrer Produkte zu gewährleisten. Bis zum 31. Dezember 1995 ersetzt das EMVG das alte Hochfrequenzgeräte-Gesetz. Eine Nichtbeachtung der Normen kann empfindliche Geldbußen nach sich ziehen. Im 'Spannungsfeld' dieser Übergangszeit stehen jetzt fast alle Unternehmen, die irgend-



wie mit Elektronik zu tun haben. Information tut also not. ELRAD präsentiert in einer Marktübersicht die zur EMV-Prüfung benötigten Meßgeräte. Und da sich nicht jede Firma derartiges Equipment leisten kann, kommen auch Dienstleistungen EMV-erfahrener Anbieter zur Sprache.



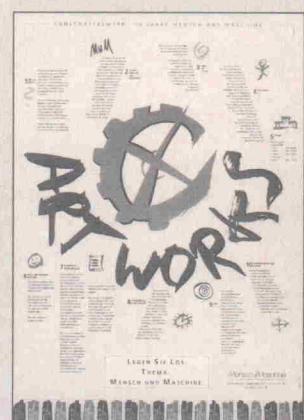
Projekt: 232to488

Da hat man nun einen PC und ein Gerät für den IEEE-488-

Bus, aber alle Kommunikation scheitert an der fehlenden Schnittstelle im Rechner. Für derlei Fälle bietet der Markt einfache Schnittstellenumsetzer, die sich weder um die korrekte Adressierung, geschweige denn um 'Widerworte' des Busteilnehmers kümmern und eigentlich nur für Drucker und Plotter zu gebrauchen sind. 232to488 kann das zwar auch, seine Stärke liegt aber in seinen Controllerqualitäten, das heißt, per RS-232 ist eine komplett Laborautomatisierung mit bis zu 31 Geräten möglich.

Änderungen vorbehalten

Dies & Das



Alle sind Künstler – fast alle

Mitte 1994 wird die Firmengruppe Mensch und Maschine, Anbieter im Bereich CA-Techniken mit Haupt-sitz in Weßling bei München, zehn Jahre alt. Grund zum Feiern und Anlaß für die ArtWorks N94, ein offener Kunstwettbewerb, der sich gemäß obigem Motto an all diejenigen wendet, die sich kreativ mit dem 'mannigfältigen Spannungsfeld von Mensch und Technik mit den Mitteln der Kunst' auseinandersetzen.

Natürlich dürfen die eingereichten Werke weit über das hinausgehen, was sich mit einem Computer darstellen läßt. Ob freie Malerei in Öl, Acryl, Aquarell, ob Grafik, Siebdruck, Graffiti, ob Fotografie, Video, Multimedia oder gar Bildhauerei: erwünscht ist alles, was sich im weitesten Sinne dem Bereich bildende Kunst zuordnen läßt.

Report: Low-Cost-Systeme für die PLD-Entwicklung

Programmierbare Logikbausteine kann man allerorten und relativ preiswert erstehen. Anders verhielt es sich bislang mit der entsprechenden Entwicklungssoftware – doch auch hier ist

EPLD XILINX

PAL Conversion Guide With Xilinx EPLD Data Sheets

August 1993

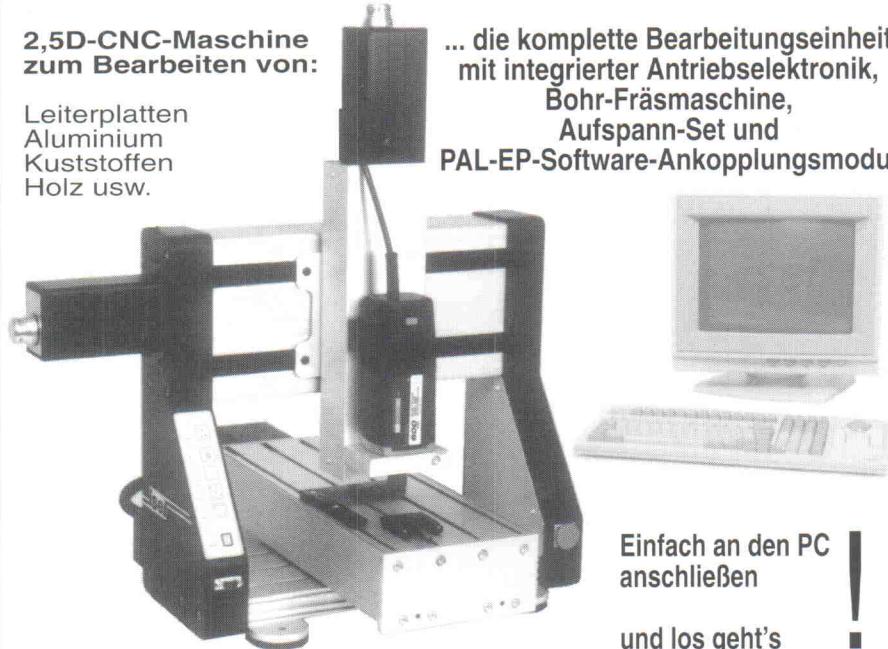
Werkbild XILINX

der Markt in Bewegung. Es gibt inzwischen recht umfangreiche Programmpakete zu günstigen Preisen. Neben baustein-spezifischer Software findet man auch herstellerunabhängige Programme zur Logikentwicklung. Der Marktreport nennt neben den Ein- und Ausgabeformaten auch den Funktionsumfang und die wichtigsten Merkmale dieser Pakete.

isel-EP 1090

**2,5D-CNC-Maschine
zum Bearbeiten von:**

Leiterplatten
Aluminium
Kunststoffen
Holz usw.



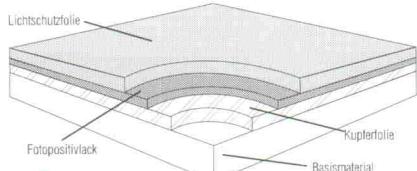
**... die komplette Bearbeitungseinheit
mit integrierter Antriebselektronik,
Bohr-Fräsmaschine,
Aufspann-Set und
PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul**

DM 5690,-

Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

Einfach an den PC
anschließen
! und los geht's

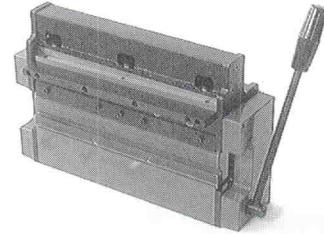
isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial



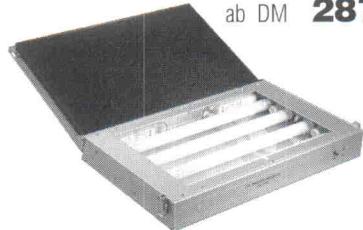
**z. B.:
Eurokarte FR 4 einseitig fotobeschichtet**

100x160 mm DM **2,85**

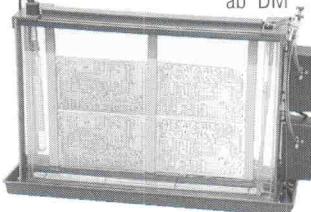
isel-Universal-Bearbeitungsmaschine
schneiden, biegen, stanzen
von Blechen bis 3 mm DM **1978,-**



isel-UV-Belichtungsgeräte ab DM **287,-**



isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte ab DM **190,-**



isel-Verzinnungs- und Lötanlagen

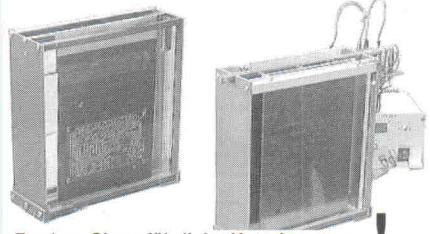
ab DM **521,-**



NEU !

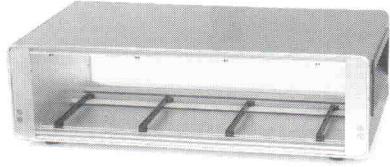
isel-Durchkontaktierungs-Anlage

für doppelseitige Leiterplatten DM **658,-**
bis max. 200x300 mm
bestehend aus: Aktivier- und Galvanisierbehälter
mit Netzteil und Oszillationsvorrichtung



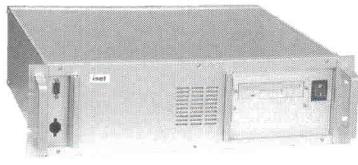
Fordern Sie ausführliche Unterlagen an !

**isel-19"-Einbau und Tischgehäuse 3 HE
ab DM 28,-**



**isel-19"-Einbaugehäuse, 3 HE
für PC mit 200-W-Netzteil
DM 285,-**

**isel-19"-Einbau-PC, 3 HE
mit Standard-PC 386 SX 33 MHz
DM 1389,-**



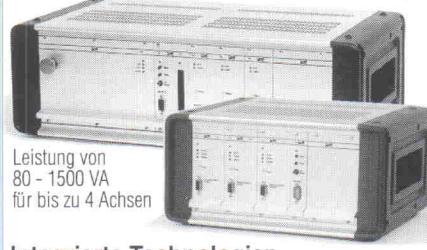
**isel-Industrie-PC-Gehäuse DM 1598,-
mit 14"-VGA-Colormonitor, Trackballtastatur
und 200 W Netzteile**

**isel-Industrie-PC DM 2700,-
mit 14"-VGA-Colormonitor, Trackballtastatur
und Standard-PC 386 SX 33 MHz**

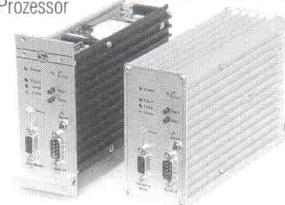


**isel-EPROM-UV-Löschergeräte
ab DM 103,-**

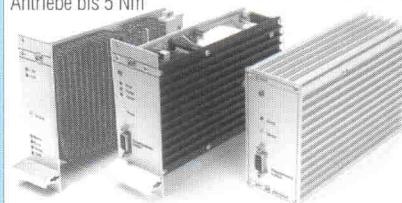
isel-CNC-Controller ab DM 1980,-



**Integrierte Technologien
Schrittmotorsteuerung
44V/3,5A mit Prozessor
und RS 232 ab DM 653,-**



**Schrittmotorleistungskarten
Schrittmotorleistungskarten für
Antriebe bis 5 Nm ab DM 297,-**



**Schrittmotoren
elektronisch kommutierte Motoren
von 0,3 bis 3Nm Abgabe-
leistung ab DM 78,-**



isel-CNC-Rundschaaltische ab DM 448,-

Verlangen Sie unseren Katalog!

iselautomation

Hugo Isert • Im Leiboltzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld



(06672) 898 0 •



(06672) 7575 • Telex 493 150 iseld



iselautomation

Logic-Analyser

Aufzeichnung und Analyse in Digital-Systemen, bis: 400 MHz, 128 Kanäle, 16 KWorte, 1 bzw. 16 Trigger-Level, Pre-Trigger, TTL bzw. wählbare Pegel, PC-Karte, Target-Adapter, PC-Software:

Mhz Kanäle kWorte Pegel DM

50	24	1 k	TTL 875,- / 1006,-
100	24	1 k	TTL 1092,- / 1255,-
60	12,24	16-4	var ...	1890,- / 2173,-
200	8,16,32	16-4	var ...	2480,- / 2852,-
200	16,32,64	16,8,4	" ...	3660,- / 4209,-
200	32,64,128	16,8,4	" ...	6675,- / 7676,-
400	8,16,32	16,8,4	" ...	3660,- / 4209,-
400	16,32,64	16,8,4	" ...	4990,- / 5738,-
400	32,64,128	16,8,4	" ...	9480,- / 10902,-



Assembler

Professionelle MACRO-Cross-Assembler incl. Linker und Library-Manager, für PC-DOS:



S8, Z8, Z80, 1802, 64180, 8048, 8051, 80410/710, 80451, 80515, 83c351, 8085, NSC-800, 8086/88, 8096/8196, 80286, 8400, 6501/02, C-18/19/25, 6301, 6800/2, 8, 6801/3, 6804, 6805, 6809, 68c11, 740, 7000 je 590,- / 678,-	Z8c16, 68000 .. je 876,- / 1007,-
H8, SAM 8 je 708,- / 814,-	PDP-11, MC-14 944,- / 1085,-
Z280, Z8000, 80386, 65sc816, 68020 1180,- / 1357,-	

Speicher-Scope

Noch nie war moderne Oszilloscope-Technik so günstig und leistungsfähig wie heute. Mit den Modellen DataBlue 4000® und DataBlue 6000® stellen sich 2 außergewöhnliche Vertreter einer neuen Meßgeräte-Generation vor. Alle Funktionen der Instrumente sind auf einfache Handhabung und Übersichtlichkeit hin konzipiert. Prozessorsteuerung für alle Funktionen: Messen, Datenaufbereitung, Fernsteuerung und Drucken über RS-232, User-Interface.



Technische Daten:

- RS-232 Schnittstelle (mit Adapter), voll fernsteuerbar
- 20 MHz Sampling Frequenz, 0,2 us...2s/Teil, 5mV ... 20 V/Teil
- 2048 Worte Meßtiefe, 8-Bit, 15 Speicher für Kurvenformen
- Ch-1, Ch-2, add, sub, 2-Kan, Normal, Compressed, Roll-Mode
- batteriegepufferte Echtzeit-Uhr, Cursor-Messungen
- Großer Bildschirm: 100 x 80 mm, Netz- und Batterie-Betrieb

DataBlue 4000® 995,- / 1144,-

50 Mhz

DataBlue 6000®: noch mehr Bandbreite und interessante Zusatzfunktionen, erstklassiges Preis/Leistungs-Verhältnis!

Speicher-Scope: ■ 50 Mhz Sampling-Frequenz,
■ 100 ns...2s/Teil, XY-Darstellung

Multimeter: ■ Autorange, Analog+Digital
■ große Anzeige, 4000 Counts
■ V_{AC} , V_{DC} , A_{AC} , A_{DC} , R, Hz, C

Logic-Analyser: ■ 16-Kanal / 50 Mhz
■ Pegel: TTL, CMOS, -2,5 ... 7,5 V
■ Ext / Int-Trigger, AND / OR Verkn.

DataBlue 6000® 1550,- / 1782,-

Bereitschaftstasche, 2 Probes (100 Mhz) 120,- / 138,-
RS-232 Adapter, Kabel + PC-Software 180,- / 207,-
Graphik-Drucker, RS-232, 110 x 150 x 65 580,- / 677,-
Logic-Analyser Probe (nur DataBlue 6000) 360,- / 414,-

Industrie-Converter

hochisolierende galvanischer Trennung, 2x3 Kanäle, 100% Code- und Protokoll-transparent, bis 115 kBaud, 220 V, Metallgeh.:

IX1: RS-232flRS-232

IX2: RS-232fl20...60 mA

IX3: RS-232flRS-422/423

IX4: RS-232flTTL

IX5: RS-422fl20...60 mA

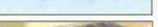
IX6: RS-422flRS-422/23

IX7: RS-422flRS-422/23

..... je

295,-

339,-



19" Alle Converter auch als 19"-Einschubkarten und Tisch-/Schrank-Systeme.

Kleiner, schneller, günstiger ...

werden Designs mit den starken RISC-Prozessoren der 16Cxx Serie. Komplette Entwicklungs-Systeme mit:



- Cross-Assembler
 - In-Circuit-Tester
 - Chip-Programmer PROM + (E)EPROM
 - Prototyping Board, Chip-Satz und deutsches Handbuch
- Entwicklungs-System 16C5x 1990,- / 2288,-
Entwicklungs-System 16C71/84 1990,- / 2288,-
Entwicklungs-System für beide 2550,- / 2932,-

BASIC-Computer ab 28,- / 32,-

ab 1000 St. excl./incl. MwSt.

Die BASIC-Briefmarke® ist ein kompletter 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten was Sie für intelligente Funktionen, Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Regel-Aufgaben benötigen. Programmiert wird die BASIC-Briefmarke® in dem sofort beherrschbaren PBASIC® Dialekt auf dem PC. Die Entwicklungs-Oberfläche enthält alle Funktionen für schnellste Compilation und Programmtests: Screen-Editor, PBASIC®-Compiler, Fehler-Lokalisor, Debug und Downloader. Funktionen für immer wiederkehrende Anwendungen sind bereits als fertige Kommandos integriert. Sleep/Wake-Up Funktionen für niedrigsten Stromverbrauch (10µA). Designs mit BASIC-Briefmarken® werden in einem Bruchteil der sonst üblichen Zeit realisiert, von einer Programm-Änderung bis zur Ausführung im Zielsystem dauert es nur Sekunden. Erstklassige Presse-Beurteilungen, Nominierung zum Produkt des Jahres '93 (EDN), ausführlicher Bericht in ELRAD 10-93 Seite 81...89



Technik:

16 RAM-Variablen, 256 Byte EEPROM (für Programm + EEPROM-Variablen), ca 80..130 BASIC-Zeilen, ca. 2.000 Befehle/s (10.000/s Hi-Speed), PC-Schnittstelle, 8 freie I/O: Seriell, Analog, Digital.

Entwicklungs-System für schnelle Resultate:

- Entwicklungs-Oberfläche für PC (s.o.)
- PBASIC® Cross-Compiler
- 5 Computer "BASIC-Briefmarke®"
- Anschlußkabel / Handbuch
- Design-Beispiele (Soft-/Hard)
- umfangreiche Hardware-Toolkit
- Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", M. Rose, Hüthig-Verlag

Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke

Jetzt mit Buch!

komplett 1590,- / 1828,-

Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke" 72,- / 78,-

1-Platinen-Computer: 1.99 100+ 1000+
BASIC-Briefmarke "A": 44,- / 50,- 35,- / 40,- 28,- / 32,-
BASIC-Briefmarke "B": 66,- / 75,- 56,- / 64,- 48,- / 55,-
BASIC-Briefmarke "C": 240,- / 276,- 188,- / 216,- 149,- / 171,-

8051-Familie

Professioneller In-Circuit-Emulator für die 8051-Familie, außergewöhnliches Preis/Leistungsverhältnis, High Level Language Debug, 16 Breakpoints, 32 kByte Emulations RAM, komfortable Handhabung, Pull-Down Menüs, Funktionstasten, Mausbedienung, komplett mit dt. Handbuch und PC-Software:

PrICE-51 1550,- / 1782,-



Industrie-Programmer

Hochleistungs-Programmer für Entwicklung, Produktion und Service, flexibel und leistungsstark, vorbildlicher Bedienungskomfort, kostenlose Chip-Updates per Disk, Online Help, 12 Monate Garantie, deutsches Handbuch:

SA-20 (9xZIF-40 Univ-Sockel) 1990,- / 2288,-

SA-20/1 (1xZIF-40 Univ-Sockel) ..1590,- / 1828,-

SA-30 (1xZIF-48 Univ-Sockel) 1280,- / 1472,-

Analyser / DataScopes

Reichhaltig ausgestattete, leistungsstarke DataScopes "Made in Germany". Testen: Leitungen, Geräte, Protokolle, Bauraten, Timing... uvm. Einmalig in Preis-/Leistung, Menü-Bedienung, RS-232 + Centronics, Professional: + RS-422/423, RS-485, 20..60 mA, 1000-fach im Einsatz in Entwicklung, Service, EDV, Netz-/Akku, Bereitschafts-Koffer



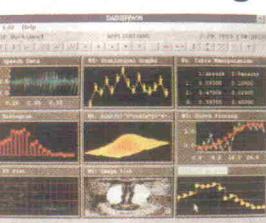
DataBlue 2000 995,- / 1144,-

DataBlue V.3 1260,- / 1449,-

professional 1990,- / 2288,-

Meßdaten-Auswertung

DaDisp - eines der renommiertesten und stärksten Pakete für die komfortable Meßdaten-Auswertung wartet nun auch unter WINDOWS mit Power auf. Zu einem überraschend günstigen Preis. DaDisp ist auch verfügbar für DOS und eine Vielzahl von Workstations. Fordern Sie detaillierte Unterlagen und Demo an!



Wilke Technology

Technology

Wilke Technology GmbH
Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen
Telefon: 0241/15 40 71, Telefax: 0241/15 84 75