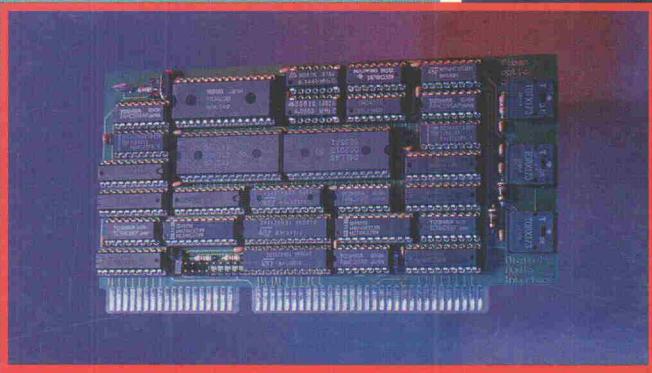


ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

8/94



Projekt: PC-Harddisk-Recorder

Tips für Entwickler

**Operationsverstärker
EM-verträglich
beschalten**

Global Positioning System

**GPS-Markt von
Navigation bis
Blindenhilfe**

Digitale ZF

**DSP-gestütztes
Tuner-Konzept**

Signalprozessor-Projekt:

Adaptive Filter in der Praxis

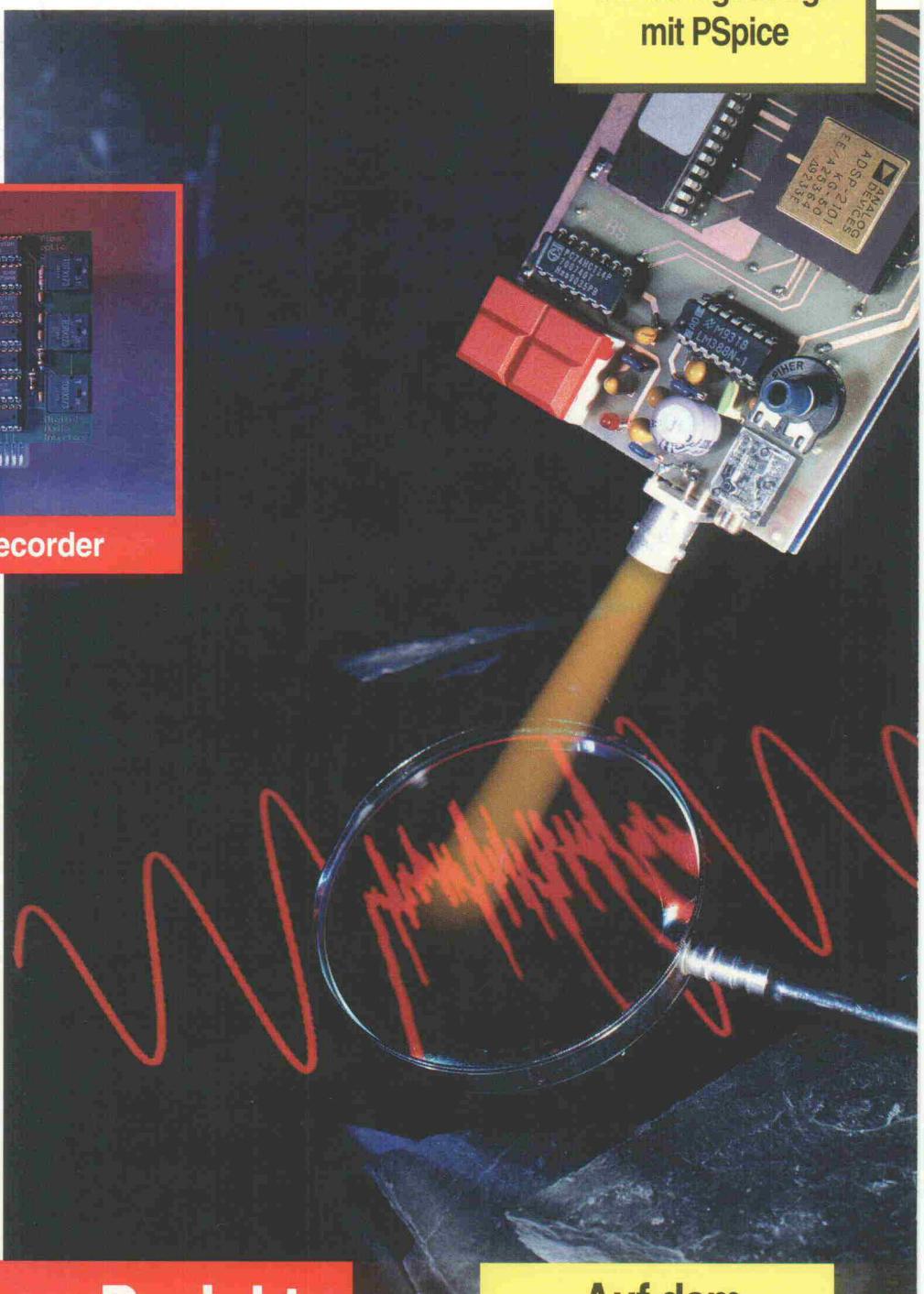
H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- sfr 7,50

hfl 10,- FF 25,-

**Neue Serie
Schaltungsdesign
mit PSpice**



**Auf dem
Prüfstand**

**PC-Steuerungen für
Schrittmotoren**

KNOW-HOW

Vier Computer- und Elektronik-Titel, die zeigen wo es lang geht. Jeden Monat neu.



magazin für
computer
technik

Systemübergreifend und unabhängig:
Tests mit Trennschärfe, fundierte Tips für die Praxis, unentbehrliches Grundlagenwissen für anspruchsvolle Anwender und Entwickler.

GATEWAY

MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

wendet sich an die Anwender von Netzwerk- und Telekommunikationssystemen im professionellen Umfeld.



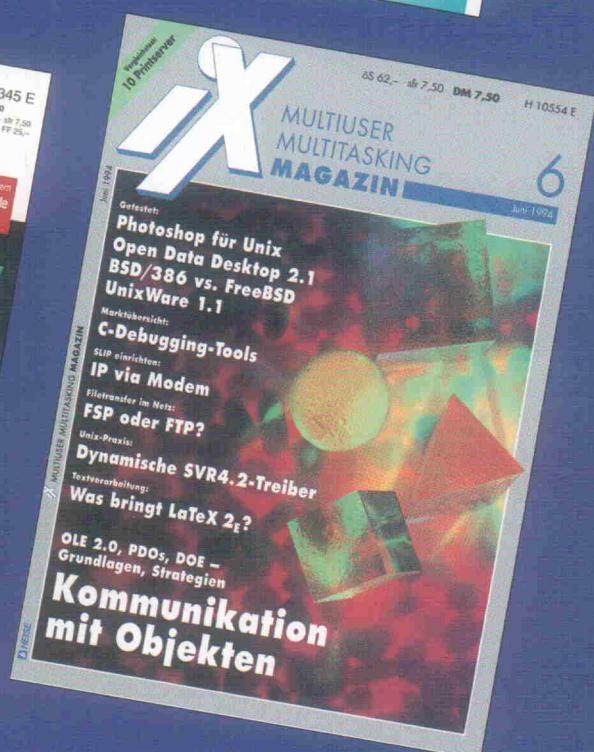
ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Gateway zur Hardware. ELRAD, das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen mit dem konsequenten Praxisbezug – für Entwickler, Anwender und Ausbildung.



Monat für Monat alles über Unix, Netzwerke, Systemintegration und aktuelle Desktop-Betriebssysteme von OS/2 bis Windows NT.



Überall dort, wo es Zeitschriften gibt.

Oder direkt bei:

Verlag Heinz Heise, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover



Nulltarif

Das kryptische Kürzel DGON steht für die 'Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation' – ein Zusammenschluß von Forschern und Anwendern aus den Bereichen Geodäsie, Kartographie, Flugsicherheit, Funk-Meßtechnik und Elektronik mit etwa 400 Mitgliedern republikweit. Auf dem jährlich stattfindenden Kongreß werden Forschungsergebnisse vorgestellt und Kontakte geknüpft, Weichen gestellt und – Trends festgeklapft. Dieses Jahr traf man sich in Dresden – auch um die Bedeutung der neuen Bundesländer für die 'scientific community' zu betonen und hervorzuheben. Wieder lag der deutliche Schwerpunkt der Kongreß-Themen auf dem Global Positioning System (GPS).

Die Gesamtheit der Vorträge gab folgendes Bild:

○ Die unkalkulierbare Politik der Amerikaner mit der künstlichen Verschlechterung der GPS-Genauigkeit (Selective Availability) wird dazu führen, daß die Europäer bis 1999 ein eigenes, weltweit nutzbares Navigationssystem im Weltraum errichten, das primär zivilen Zwecken dienen soll. Die Kosten dafür würden bei Umlage auf den zivilen Luftverkehr und einer veranschlagten Nutzungsdauer von etwa zehn Jahren durch Pfennigbeträge auf jedes verkaufte Flugticket zu finanzieren sein.

○ Der Zugang zu einem Differential-GPS (ein ortsfest installierter GPS-Empfänger mit exakt bekannter Position liefert Korrekturdaten für mobile Empfänger) ist für die Industrie unverzichtbar: Selbst wenn die USA ihren Präzisionscode freigeben würden, reichte die dann zu erzielende Genauigkeit von 20 Metern für viele Anwendungen nicht aus. Mit einem zentralen Langwellensender für die Differenzsignale kann im gesamten Gebiet der Bundesrepublik eine Genauigkeit von 5 Metern erreicht werden. Dieser Sender soll Ende 1995 seinen Betrieb aufnehmen.

○ Ein 'nackter' GPS-Empfänger liefert in bebauter Umgebung keine verlässlichen Ergebnisse, was die Entwickler zwingt, den GPS-Sensor mit Trägheitsplattformen, Laser-Gyros oder anderen Sensoren zu verkoppeln, um Feldstärke-'Löcher' und Reflexionen zu überbrücken. Bei einer zusätzlichen Anbindung an Differential-GPS braucht diese Hardware für Koppelnavigation nicht besonders aufwendig gestaltet sein.

○ Und zum Schluß die gute Nachricht: Gebühren für die Benutzung des Navigationssystems sind nicht durchsetzbar und würden GPS 'erwürgen'. Sandkastenspiele darüber, ob und wenn ja wie man die Nutzer des Systems an den Kosten beteiligen könnte, führten zu keinen realisierbaren Vorschlägen.

Dieser letzte Punkt ist eigentlich ein ermutigendes Beispiel dafür, daß technische Sachkompetenz in der Regel auch zu vernünftigen Ergebnissen führt – was man in Zeiten euro-kratischer Argrarverordnungen nicht jeden Tag erlebt!

Peter Röbke-Doerr

Peter Röbke-Doerr





Projekt

Take five

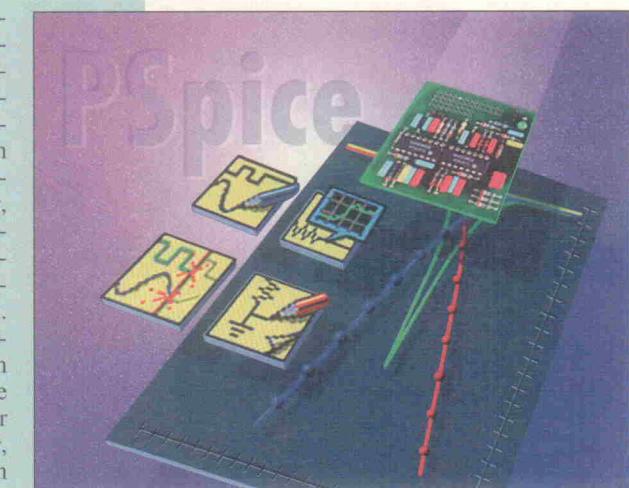
Der Dauerbrenner von Dave Brubeck wäre mit dem hier vorgestellten Hard-Disk-Recorder für den PC sicher schneller einzuspielen gewesen, nämlich wenn aus mehreren 'Takes' (das sind die fehlerfrei eingespielten Teile eines Stücks) das gesamte Werk zusammengesetzt wird – und manchmal sind das eben 'five takes'. Doch genug der Wortspielerei, die Einsteckkarte gestattet das Aufnehmen und Wiedergeben von digitalisierten Audiosignalen über optische Ein- und Ausgänge, und mit einem Windows-Treiber hat man die Schnittstelle zur Wave-Welt.

Seite 48

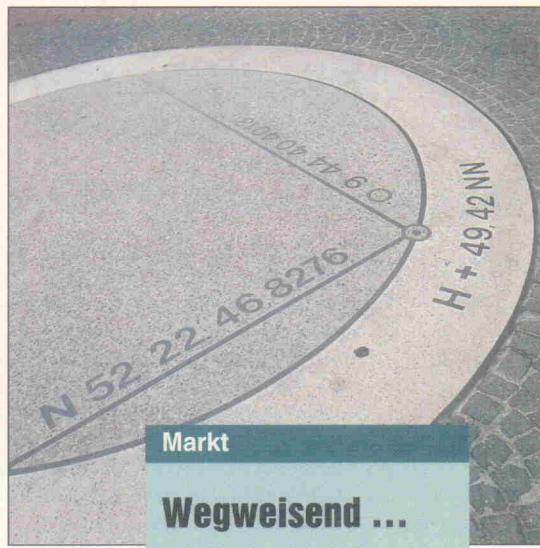
Entwicklung

Schaltungssimulation mit PSpice

Was beim Design von integrierten Schaltungen unverzichtbar ist, genießt vor allem bei der Entwicklung analoger, diskret aufgebauter Schaltungen ein zweispältiges Image. Die einen entwickeln schon seit Jahren ihre Schaltungen nur am Computer, andere trauen einzig und allein gemessenen Größen an einer aufgebauten Hardware, für dritte wiederum ist Simulation ein Buch mit sieben Siegeln. Die neue Artikelserie in ELRAD bietet jedem etwas: Sie bringt die Grundlagen, zeigt auf, was heute mit einfachen Mitteln am PC möglich ist und verrät dem Spice-Kenner viele Tricks aus der Praxis.



Seite 75

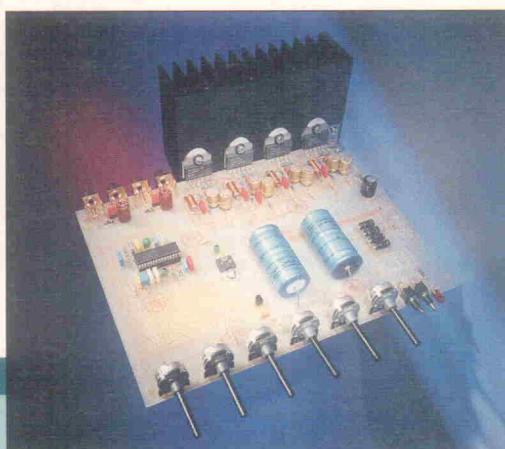


Markt

Wegweisend ...

... im wahrsten Sinne des Wortes ist die Marktübersicht zum Thema Global Positioning System (GPS): Digitale Landkarten, preiswerte Handgeräte und hilfreiche Anwendungen. Eine davon ist ein sogenanntes 'virtuelles akustisches Interface' für Blinde, bei dem in einer Art Übersetzungstabelle kartentypische Merkmale (beispielsweise Häuser oder Telefonzellen) in spezielle Töne und Geräusche gewandelt werden, und mit dem sich Sehbehinderte auch in völlig fremder Umgebung selbstständig orientieren können.

Seite 54



Design Corner

Umzingelt

Surround-Sound ist schon längst keine Domäne der Filmtheater mehr. Den Reiz des 'fülligen' Klangs haben auch die Programmacher einiger Fernsehanstalten entdeckt. Immer öfter werden Filme in Stereo ausgestrahlt, wobei es den Surround-Klang als kostenlose Zugabe gibt. Das Evaluationboard im zweiten Teil der Audioprocessing-Trilogie zeigt, wie man mit nur einem Spezial-IC (NEC μPC1892) sowie vier Endstufen vom Typ LM3876 auch ohne Dolby-Lizenz zu beeindruckenden Raumklängen kommt.

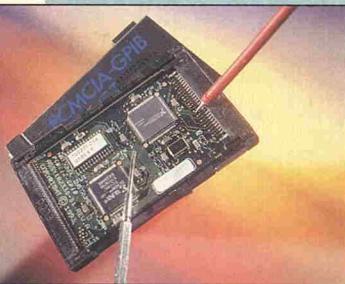
Seite 80

Design Corner

Flachmacher

Letzter Schrei bei Notebooks sind die scheckkartengroßen, aber etwas dickeren PCMCIA-Cards. In dem Format gibt es mittlerweile neben den klassischen Flash-/EEPROM-Speichern auch Fax-Modems, ISDN-Adapter, Festplatten bis über 100 MB und neuerdings auch GPIB-Controller oder analoge und digitale Meßkarten. Als 'Grenzgänger' zwischen PCMCIA-Bus und der Kartenlogik setzt man Adapterchips verschiedener Hersteller ein. Den Z86017 und das Developer-Kit dazu nimmt ELRAD unter die Lupe.

Seite 26

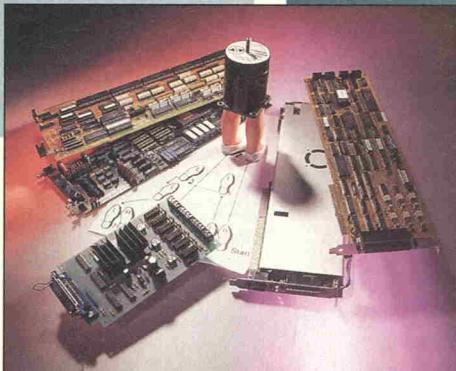


Test

Tanzstunde am PC

Um Schrittmotoren richtig in Schwung zu bringen, gibt es viele Möglichkeiten. Die Steuerung kann zum Beispiel autonom arbeiten oder auch am Feldbus. Wenn jedoch der PC als Tanzlehrer auf direktem Wege ein Stepper-Ballett inszenieren soll, kommen Einstektkarten in Frage. Wieviel Taktgefühl die verschiedenen Systeme aufbieten, lesen Sie auf

Seite 37



Inhalt 8/94

Seite

aktuell

Programmierbare Logik	7
CD-ROM	9
Kommunikationstechnik	10
Firmenschriften und Kataloge	12
Integrierte Halbleiter	14
Meßtechnik	17
Forschung und Entwicklung	20
Messenachbericht iNet	21
VMEbus	23

Test

PreView: Klassenziel erreicht	
Protel Advanced Schematic 2.0/ PCB 2.1	24
Tanzstunde am PC	
5 PC-Schrittmotorsteuerungen im Test	37

Markt

Wegweisend	
GPS-Karten, Handies und Anwendungen	54

Projekt

Spürnase	
Adaptive Filter in der Signalverarbeitung (1): Funktionsprinzip der Adaption	28
Take five	
Hard-Disk-Recording auf dem PC	48
Sparschwein goes Windows	
Low-Cost-IEEE-488-Controller für den PC (2)	85

Entwicklung

Design Corner: Flachmacher	
PCMCIA-Development-Kit für Z86017	26
Störe meine OpAmps nicht	
Auslegung einstrahlsicherer Operationsverstärker-Schaltungen	43
24 fixe Sterne	
Global Positioning System (5): Software für NavCore V	62
Schaltungssimulation mit PSpice	
Teil 1: Grundlagen am Beispiel von passiven LC-Filtern	75
Design Corner: Umzingelt	
Audioprocessing (2): Evaluation-Board für NEC µPC1892 und National LM2876/LM3876	80

Grundlagen

Fit for Fuzzy? (2)	
Preisaufgabe, die zweite	61
DSP-aided Tuning	
Tunerkonzepte für Mehrbandempfänger auf DSP-Basis	71
Die ELRAD-Laborblätter	
Operationsverstärker (3)	90

Rubriken

Editorial	3
Radio und TV: Programmtips	18
Arbeit und Ausbildung	35
Bücher	89
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Fuzzy

Programmierbare Logik

GI/ITG-Workshop: Anwenderprogrammierbare Schaltungen

Peter Schaper



Am 23. und 24. Juni fand in Karlsruhe ein GI/ITG-Workshop zum Thema 'Anwenderprogrammierbare Schaltungen' mit über 200 Teilnehmern statt. Veranstalter war das Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe und die Isdata GmbH, Karlsruhe. Eingeladen waren Hersteller von anwenderprogrammierbaren Schaltungen und Entwicklungswerkzeugen sowie Anwender aus den Bereichen Forschung und Entwicklung.

Der Workshop gliederte sich in drei Teile: Architekturen, Werkzeuge und Anwendungen. Wesentliche Unterschiede zwischen den Architekturen bestehen in der Programmierung (SRAM-Zellen, Antifuses) und der Funktionalität der Logikblöcke (Funktionsgeneratoren, Multiplexer).

Sehr konstruktiv waren die Beiträge zum Thema Werkzeuge. Aufgrund der steigenden Komplexität der Bauteile werden zunehmend Werkzeuge, die bisher ausschließlich dem ASIC-Design vorbehalten waren, auch für die FPGA-Entwicklung interessant. Dies beginnt bereits bei der Schaltungsbeschreibung. Bildete man bisher die Schaltungen durch die Eingabe der Schaltpläne (schematic entry) in ein CAE-System auf die Bausteine ab, so bietet sich hier bei komplexeren Designs die Verwendung einer Hardwarebeschreibungssprache (Verilog, VHDL) an. Liegt die Schaltung derart beschrieben

vor, muß sie mit einem Synthesewerkzeug synthetisiert, das heißt auf Gatterebene abgebildet werden. Die Synthese erfolgt in zwei Schritten: zunächst die technologieunabhängige Synthese, die ein Netzwerk Boolescher Funktionen liefert. Daran schließt das sogenannte Technologie-Mapping an. Erst bei diesem Syntheselauf erfolgt eine Abbildung der Schaltung auf die verwendeten Bausteine.

Hier setzte dann auch die Diskussion ein, da dieser Weg zur Zeit zwei wesentliche Nachteile aufweist. Zum einen sind die verfügbaren Synthesewerkzeuge sehr teuer, zum anderen sind die verwendeten Algorithmen auf die feine Struktur (Granularität) von ASICs optimiert. Damit wird aber bei dem Weg über die Synthese die Schaltung nicht optimal auf die von den FPGAs zur Verfügung gestellten komplexeren Strukturen, beispielsweise Funktionsgeneratoren, abgebildet. Zu diesem Thema wurden auf dem Workshop einige Arbeiten vorgestellt.

Exemplarisch sei hier das im Rahmen eines JESSI-Projektes entwickelte TOS (Technology Oriented Synthesis) vorgestellt. TOS erlaubt zur Zeit ein Technologie-Mapping auf Xilinx- und Actel-FPGAs und liefert sowohl bei der Platzausnutzung als auch bei der Rechenzeit sehr viel bessere Ergebnisse als etablierte Synthesewerkzeuge.

Neben den Bemühungen um eine bessere Synthese stellte

man Arbeiten zur Partitionierung großer Designs auf mehrere FPGAs vor. Die Güte der Partitionierung ist dann von Interesse, wenn komplexe ASIC-Netzlisten auf FPGA-basierten Hardwareemulatoren abzubilden sind. Derzeitig verfügbare Tools erreichen hier maximale Auslastungen von 10...15 % der nominell verfügbaren Gatter.

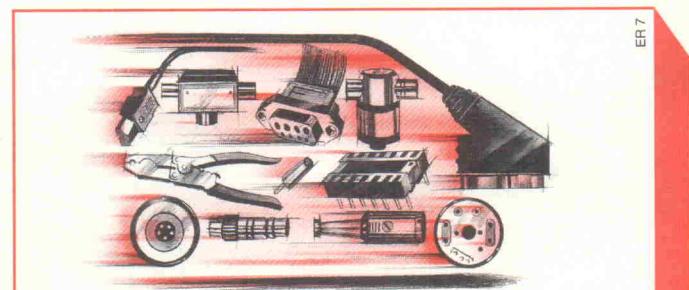
Da komplexe FPGAs relativ teuer sind, ist der Einsatz von FPGAs immer unter wirtschaftlichen Aspekten zu sehen. Es gibt dabei drei Anwendungsfelder: Prototypen, Klein- und Vorserien und Emulationshardware.

Auf dem Workshop wurden verschiedene Realisierungsbeispiele aus der Industrie und der Forschung vorgestellt. Hier zeigte sich, daß sich FPGAs überall dort sinnvoll einsetzen lassen, wo mit einer speziell zugeschnittenen Hardware eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit als mit Software auf Standardmikro- oder Signalprozessoren zu erreichen ist. Dies trifft beispielsweise für den Bereich der Bildvorverarbeitung zu.

Ein weiteres Einsatzgebiet stellt die Logikemulation dar. Verschiedene Hersteller bieten sogenannte Hardwareemulatoren an, die aus einer sehr großen Anzahl von FPGAs bestehen. Die FPGAs nehmen dabei einerseits die Logik auf, andererseits dienen sie als konfigurierbare Verbindungsbausteine (routing chips). In diesen Emulatoren werden ASIC-Netzlisten abgebildet. Über externe Anschlüsse läßt sich der Emulator mit der realen Welt, also mit der Baugruppe, verbinden und emuliert dann das ASIC. Die Emulation erfolgt allerdings nicht in Echtzeit; die applikationsabhängige Grenze liegt bei 5...8 MHz.

Neben der Verifikation des ASIC-Designs erlaubt die Emulation vor allem eine schnelle Entwicklung (rapid prototyping). Als Beispiel sei die von Herrn Tamme, Sican GmbH, Hannover, vorgestellte Entwicklung eines ASIC für ein Multimediaboard angeführt. kb

Peter Schaper ist als Design-Ingenieur in der Abteilung Konzept-Engineering bei der Firma Sican in Hannover tätig.



**SCHNELLER
ALS DER
EINKAUF
ERLAUBT!**



Über 27000 geprüfte Qualitätsprodukte auf Abruf! Bis 18.00 Uhr bestellt, im Normalfall am nächsten Tag bei Ihnen! Mit Express-Versand wird die Zustellung am nächsten Arbeitstag garantiert.

RS ist ISO 9002 zertifiziert

RS RS Components GmbH
Postfach 13 65
64528 Mörfelden-Walldorf

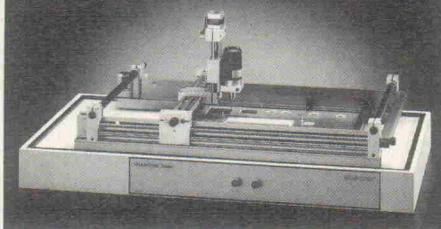
Gleich anrufen! Ihre Bestellung oder Ihr Katalog geht sofort raus! Tel. 06105/401-234

**DIE
PFlichtlektüre
NACH DEM
PFlichtenheft.**

Lesen Sie bitte hier

über 3 Neuheiten in Sachen Prototyping

Bereits 200 verkaufte Maschinen seit der Markteinführung vor einigen Monaten!



DIADRIVE 2000 ist ein Bohr-, Fräsen- und Graviersystem für die rationelle Herstellung von Leiterplatten-Prototypen durch Umriss- bzw. Trennkanal-Fräsen inkl. Bohrbearbeitung.

Das System ist bekannt. Neu ist die gesteuerte Z-Achse, die bei unserer Maschine zusätzlich eingebaut ist - deshalb:

Neuheit Nr. 1 auch Fräsen und Gravieren von Alu- und Kunststoffplatten mit einer und derselben Maschine.

Neuheit Nr. 2 ist die große Bearbeitungsfäche von 350 x 550 mm. Da passt sogar noch eine 19" Frontplatte mit 8 HE drauf!

Neuheit Nr. 3 ist der Preis von unter DM 9.500,- für die komplette Maschine inkl. Schnell-Spindel, 3-Achsen-Steuerung und Basis-Software!

Mutronic®

Festenbachstr. 32 65329 Hohenstein
Tel: 06120-90701-0 ISDN: 90701-8
Mailbox: 6489 Fax: 6487

Beta
LAYOUT
PCB-BROKERAGE



Im **PCB-POOL** ©

teilen Sie Ihre
Kosten für:
- Photoplot
- Bohr-/Fräspogramm
- Verzinnung
- Stopplack ...

Teilnahmebedingung + kostenlose PREVUE Software anfordern!

* doppelseitig, durchkontaktiert, verzinkt
Wir liefern jedes Format und jede Stückzahl!
z.B. auch 1000 Euro's für DM 7,-/Stck.

Innovative Schrittmotortechnik



< Der Umgang mit unseren pro-
fessionelleren Schrittmotoren-Endstu-
fen ist wirklich kinderleicht >

- Endstufen von 12V bis 70V
- dynamischer Mikroschritt-Betrieb, min. 1/128 VS
- serielle, analoge und T/R-Ansteuerung
- stand-alone Positionierendstufen
ab DM 395,-

Weitere Produkte:

- PC-Komplettsteuerungen unter Windows/Echtzeit
- NC-Toolbox für eigene Oberflächen
- Leiterplatten-Konturfräsen mit PROBOARD

Sprechen Sie uns an. Wir beraten Sie gerne.

MOVTEC

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

Programmierbare Logik

Systeminterna

Ein im System programmierbares CPLD mit integrierter JTAG-Testschaltung stellt die Firma AMD mit dem MACH445-15/20YC vor. Als erster einer neuen Bausteinserie lässt sich der MACH445 systemintern mit einer Spannung von 5 V beschreiben und umprogrammieren. Das IC verfügt über 128 Makrozellen, verteilt auf acht PALähnliche Blöcke sowie 64 I/Os und ist über 100 Pins mit der Außenwelt verbunden. Passend zum neuen Baustein ist von der Firma AMD auch ein kostenloses 5-V-Design-Kit verfügbar. Dies umfasst die MACH-PRO-Software inklusive Handbuch, ein Programmierkabel für die Verbindung zwischen Baustein-

board und Parallel-Port des PC, das Datenblatt für den MACH445 sowie Applikations-schriften zur JTAG- und In-Circuit-Programmierung. Ein Board zum sofortigen Austesten ist nicht enthalten – dies muss jeder nach Bedarf selbst zusammenstellen.

Advanced Micro Devices GmbH
Rosenheimer Str. 143b
81671 München
Tel. 0 89/45 05 30
Fax 0 89/40 64 90



Bunte Palette

Mit dem iFX730 und dem iFX760 bietet die Firma Intel zwei neue Bausteine aus der iFX700er Familie an. Der iFX730 verfügt über 30 Makrozellen, die auf 3 konfigurierbare Funktionsblöcke verteilt sind. Jeder

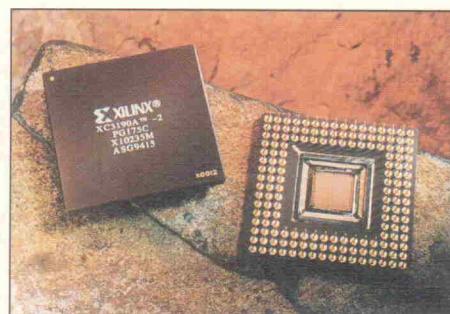


Block kann ähnlich einem 24V10 mit 10 ns Geschwindigkeit oder als SRAM-Block mit 15 ns Verzögerungszeit genutzt werden. Die Kenndaten des iFX760 entsprechen denen des 730, nur stellt dieser 30 weitere Makrozellen zur Verfügung. Beide ICs sind pin-kompatibel zu den bekannten FLEXlogic-CPLDs iFX740 und iFX780, womit ein Wechsel zu dem nächsthöheren Baustein ohne Redesign einer Systemplatine möglich ist. Sie erreichen externe Taktfrequenzen von 80 MHz, besitzen einen Stromsparmodus und benötigen im Betrieb einen Strom von nur 1 mA/MHz.

Intel GmbH
Dornacher Str. 1
85622 Feldkirchen
Tel. 0 89/9 14 3-0
Fax 0 89/9 29 10 30

Noch schneller

Sind bereits die 3100er Bausteine von Xilinx als 'Hochgeschwindigkeits'-FPGAs bekannt, so bietet der Hersteller jetzt mit einer Nachfolgefamilie noch schnellere Versionen an. Erreicht hat man dies durch einen neuen 0,8-µm-CMOS-Prozeß. Die XC3100A-Serie bringt eine Geschwindigkeitsverbesserung bis zu 20 % gegenüber der 'alten' Familie und das bei gleichzeitig reduzierten Preisen. Außerdem verfügen die neuen Chips über mehr Verdrahtungsressourcen und höheren ESD-Schutz – immerhin bis 5000 V. Die XC3100A-Produkte sind pin- und software-kompatibel zur XC3000er und XC3100er Familie, sollten also ohne Redesign ausgetauscht werden können.

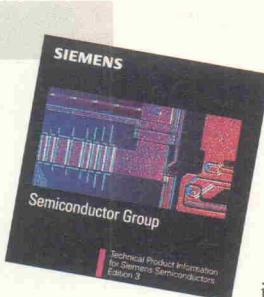


Xilinx GmbH
Dorfstr. 1
85609 Aschheim
Tel. 0 89/9 04 50 24
Fax 0 89/9 04 47 48

CD-ROM

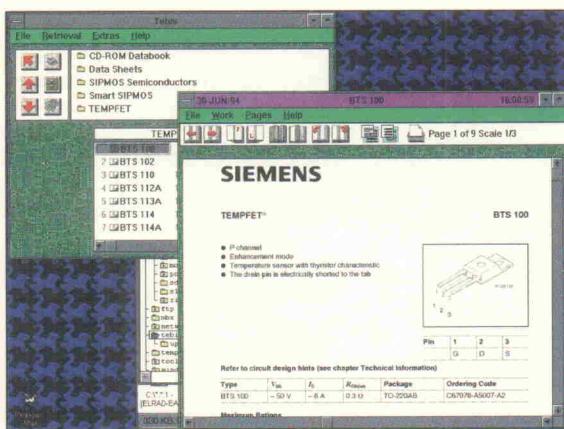
Gediegene Auswahl

Die CD 'Technical Product Information for Siemens Semiconductors' bietet in der mittlerweile vierten Auflage eine breite Übersicht des Siemens-Lieferprogramms im Bereich Halbleiter. Das fängt bei einem Literaturverzeichnis an, geht über Tabellen mit Kenndaten, gezeichnete Auszüge aus Datenbüchern, Anwendungsbeispiele und endet bei Fachaufsätze aus Siemens-Firmenzeitschriften. Außerdem enthält die silberne Scheibe in diversen Unterzeichenissen Spice-Daten, S-Parameter-Files und Gummel-Poon-Beschreibungen.



schreibungen nichtlinearer Parameter für eine Auswahl bipolarer oder GaAs-Transistoren sowie Excel- und Works-Übersichtstabellen zu diskreten und integrierten Halbleitern.

Zur menügesteuerten Abfrage der Informationen liegt auf der CD ein Abfrageprogramm in zwei Versionen für DOS und Windows, wobei letzteres sich etwas komfortabler präsentiert. Zusammen beleben beide Programme inklusive Update-Dateien knapp 4 MB auf der Festplatte des PC. Beim Blättern wird einem das Programm immer wieder die Meldung 'Dieses Datenblatt können Sie telefonisch ... anfordern.' anzeigen, da die CD eben nur eine Auswahl darstellt. Schöner wäre, wenn zumindest die in den Menüs angebotenen Informationen vollständig vorliegen. Die CD erhält man unter der Bestellnummer B192-6641-X3-X-7400 gegen eine Schutzgebühr von 40 DM bei:



Siemens AG
Info-Service
90713 Fürth
09 11/30 01-2 38

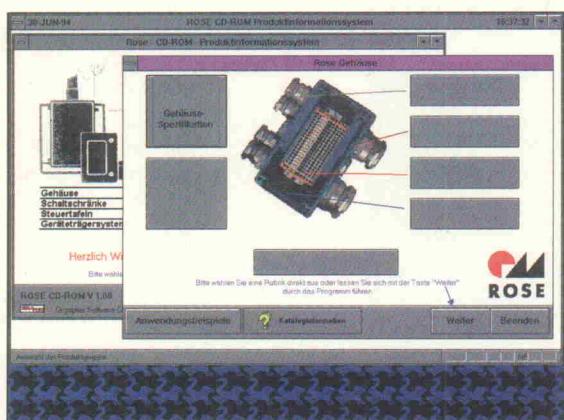
Gut behaust

Hauptzweck dieser CD ist, dem Entwickler ein leistungsfähiges Auswahl- und Bestellwerkzeug an die Hand zu geben, mit dem er interaktiv ein für seine Anwendung passendes Rose-Gehäuse nebst Zubehör und Dienstleistungen finden und bestellen kann. Die Auswahlhilfe arbeitet vollgrafisch unter Windows und führt den Benutzer Schritt für Schritt zur richtigen Behausung. Dabei berücksichtigt das Programm Gehäusetyp, Material, Schutzart, chemische Beständigkeit gegen eine Reihe industriestandardischer Stoffe, Temperaturabhängigkeit und weitere Kriterien. Zusätzlich bietet es für das gewählte Gehäuse Zubehör und



Dienstleistungen wie Kabelverschraubungen inklusive kundenspezifischer Bohrungen, Klemmleisten, Dichtungen, Frontplatten und anderes an.

Neben den Gehäuseinformationen bietet die CD auch einen Fundus von technischen Informationen, angefangen bei Basisinhalten über Farbkürzel, Strombelastbarkeit isolierter Leitungen, Regeln zur Auswahl von Kabelverschraubungen bis hin zu Hinweisen auf Exrichtlinien. Insgesamt orientiert sich das gespeicherte Wissen eher in Richtung Energietechnik, doch kann auch der Elektroniker, der seine Entwicklungen bisweilen industriefest unterbringen muß, daraus schöpfen. Nach der Installation ist die PC-Festplatte gleich um ein gutes Stück voller, das unter Windows laufende Rose-Informationssystem belegt rund 8 MB. Die CD erhält man auf Anforderung gratis bei:



Rose Gehäusetechnik
Postfach 13 62
32439 Porta Westfalica
05 71/50 41-1 13
05 71/50 41-1 59

Variantenreiches top-CAD

Entwickeln Sie Schaltungen mit verschiedenen Ausbaustufen?

Dann brauchen Sie das neue **Variantenkonzzept in top-CAD 7.1**, dem durchgängigen Entwicklungssystem für Stromlaufplanerstellung und Leiterplatten-Layout!

top-CAD 7.1 erlaubt Ihnen 250 verschiedene Bestückungs- und Technologie-Varianten auf einer Basisplatine.

Mit dem neuen Variantenkonzzept erzielen Sie kürzere Entwicklungszeiten, optimierten Einkauf, flexiblere Fertigungssteuerungen und Kostenersparnis.

Fordern Sie die detaillierten Unterlagen an, die wir für Sie vorbereitet haben!

top-CAD Händler

Mensch und Maschine

Erkrath/Düsseldorf, Tel. 02 11/24 10 66
Stuttgart, Tel. 07 11/42 40 62

Hamburg, Tel. 0 40/43 60 96

PRO DESIGN

Ottobrunn, Tel. 0 89/6 09 90 14
Berlin, Tel. 0 30/24 30 31 52

Aachen, Tel. 0 241/87 29 89

PESCHGES VARIOMETER GmbH

Aachen, Tel. 0 2 41/56 30 21

GAUCH + STURM GmbH

Mannheim, Tel. 0 6 21/85 00 40

Wilfried Remmers

Sseetal, Tel. 0 41 05/8 34 00

Schweiz:

NEUKOM & DÖRR AG

Eschlikon,
Tel. 00 41/73/43 20 39

Österreich:

Selb OEG, Bad Vöslau,

Tel. 00 43/22 52/76 09 5



Ron Burrage, fotografiert von M. Leis

SPEA
VIDEO SEVEN

SPEA SOFTWARE AG
Moosstr. 18b · D-82319 Starnberg
Tel. 0 81 51/266-223 · Fax 0 81 51/2 82 43

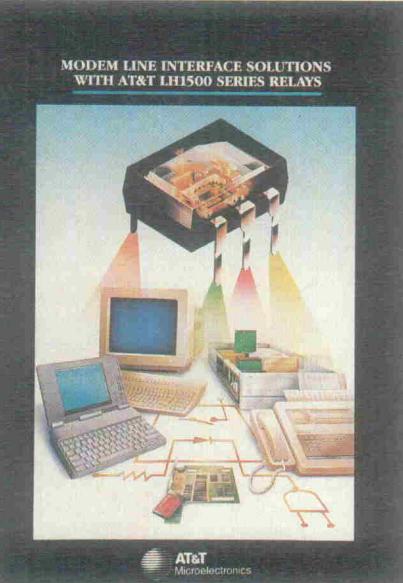
Literatur für Line-Interface

Kostenlos ist jetzt eine zwölfseitige Broschüre von AT&T Microelectronics erhältlich, die ein breites Spektrum von Line-Interface-Schaltungen unter Verwendung der Relais-Serie LH1500 vorstellt – auch bei Berücksichtigung einiger bun-

desrepublikanischer Besonderheiten. Diese Interfaces – im Englischen auch Data Access Arrangement (DAA) genannt – verbinden Sprach- oder Datenübertragungsschaltungen mit Telefonleitungen und werden in Modems, Faxgeräten, Anrufbeantwortern und natürlich auch Telefonen eingesetzt. Die Schalt- und Blockdiagramme zeigen dem Entwickler, wie mit den genannten Relais verschiedene Funktionen aufgebaut werden können, beispielsweise On/Off-Hook-Control, Ring-Detection, Schleifstrom-Erkennung und anderes mehr.

Die Broschüre gibt es auf Anforderung über

Vic Drake
c/o Admail 4 International Ltd.
Greatness Lane
Sevenoaks, Kent, TN14 5BQ
England
00 44/7 32 46 04 24



Telefon-Terror

Was tun, wenn Frau per Telefon wiederholt mit dem sexuellen Abfall dieser Gesellschaft belästigt wird? Eine Fangschaltung der Telekom dauert und kostet, und so richtig funktioniert sie auch nicht immer. Die neue Geheimnummer von der Telekom funktioniert zwar, kostet und dauert aber auch.

Ein pfiffiges Gerät aus dem Vertrieb von Westfalia Technica mit dem Namen 'Cody Man' kostet auch (nämlich DM 198,-), ist aber ab Lager lieferbar und sogar von Laien mit zwei Handgriffen zu installieren. Das postzugelassene Gerät wird zwischen Telefon und TAE-Dose eingesteckt; es fügt der im Telefonbuch veröffentlichten Rufnummer eine – am Gerät selbst mit Drehschaltern einstellbare – vierstellige Geheimnummer hinzu. Diese Ziffernfolge muß vom Anruflenden nach einem Piepton (ähnlich der Eingabe-Aufforderung bei Anrufbeantwortern) per Wähltasten am MFV-(Tonwahl)-Telefon eingegeben werden. Wer in den noch verbliebenen 'rück-



ständigen' Gebieten mit Impulswahl wohnt, kann sich zur Eingabe der Geheimnummer auch mit den kleinen Eingabetastaturen für Fernabfrage bei Anrufbeantwortern behelfen.

Kennt der Anrufer die zusätzliche Ziffernfolge nicht, so wird die Verbindung sofort unterbrochen und der Angerufene merkt von dem Vorgang absolut nichts. Bei Eingabe der richtigen Zahlen gibt der Cody Man ein Klingelsignal von sich und beim Abnehmen des Handapparats kann dann ganz normal telefoniert werden.

Westfalia Technica
Postfach 4269
58093 Hagen
0 23 31/35 50
0 23 31/35 55 30

PIC schaltet PC ein

Eine der sinnvollen Anwendungen des PC im privaten und Small-Business-Bereich ist seine Nutzung als Fax-Gerät, Telefon-Anrufbeantworter oder auch Mailbox. Problematisch dabei ist jedoch die Tatsache, daß der Rechner hier eigentlich 24 Stunden am Tag laufen müßte – was erstens den Stromverbrauch, zweitens den Lärmpegel und drittens den Verschleiß erhöhen würde. Deshalb sind schon früher Geräte entwickelt worden, die zwischen Modem und Rechner in die RS-232-Leitung eingeschleift ständig auf ein 'Ring'-Signal warten und erst bei Vorhandensein eines solchen die Netzspannung für den Computer freigeben; Voraussetzung dazu ist natürlich ein ständig eingeschaltetes Modem. Je nach Aufwand bei diesen Schaltungen gerieten Bedienungskomfort, Funktion und Betriebssicherheit mehr oder weniger akzeptabel. Eine Neuentwicklung der Firma Woerltronics aus Cadolzburg verspricht nun die ultimative Lö-

sung des Problems – interessanterweise auf Basis eines PIC 16C54RC (8-Bit-Controller mit 'Einweg'-EPROM OTP). In der Grundkonfiguration und im Betriebsmodus wird die Ring-Leitung dauernd überwacht und bei Vorhandensein

des Signals die Schuko-Steckdose über ein 10-A-Relais eingeschaltet. Sofern per Batch-Datei ein Terminalprogramm oder eine Fax-Applikation angemeldet ist, startet dieses und der Anruflende kann seine Meldung auf der Festplatte abladen.



Nach drei Minuten Ruhe auf den RX- oder TX-Adern schaltet dann der Rechner wieder ab.

Zusätzlich zu diesen Normalfunktionen gibt es allerdings viele Sonderfunktionen, die mit der beigefügten Software zu steuern sind: Beispielsweise können die Zeiten, in denen der Computer Daten annimmt, beliebig eingestellt oder gesperrt werden, es sind pro Wochentag mehrere Zeiten einstellbar. Dies eröffnet die Möglichkeit, die Schaltbox per Rechner zu programmieren und sie anschließend als Timer zu benutzen – und zwar ohne daß der Rechner eingeschaltet ist! Alle Betriebszustände werden über Leuchtdioden an die Außenwelt signalisiert.

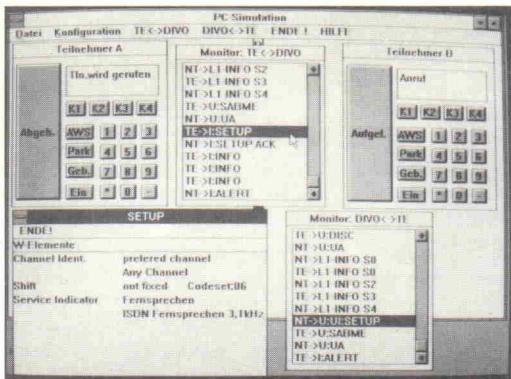
Der empfohlene Verkaufspreis des Geräts liegt bei DM 229,-. Weitere Informationen durch

Wörlein GmbH & Co
Gewerbestraße 12
90556 Cadolzburg
0 91 03/9 04
0 91 03/80 53

ISDN-Simulator

Der ISDN-Dienst der Telekom eröffnet im Kommunikationsbereich viele neue Möglichkeiten; er stellt aber auch an Installations- und Service-Personal höhere Anforderungen. Einen leichten Einstieg will das ISDN-Lernsystem der Festo Didactic hier bieten.

Ein Teil dieses Systems ist die PC-Simulations-Software; sie erlaubt folgende Möglichkeiten: Anhand eines nachgebildeten Telefonanrufs wird die Verbindung zwischen zwei ISDN-Telefonen dargestellt und ein zuschaltbarer Monitor



macht die Protokolldaten auf dem Bildschirm sichtbar. Die integrierten Übungen umfassen das Einschalten des Monitors, die Veränderung der Endgeräte-

Auswahlziffer, den Auf- und Abbau der Telefonverbindung sowie das Ein- und Ausstecken des Telefons. Die Protokolldaten können in Klartext oder im Hex-Format dargestellt werden, und ein

Kanal-Protokolls kennen. Ein von Festo Didactic empfohlenes zusätzliches Arbeitsbuch ermöglicht das systematische Bearbeiten der Lerninhalte, die in die Kapitel ISDN-Grundlagen, Installationstechnik und Protokolltechnik aufgeteilt sind. Außerdem enthält das Buch Übungsaufgaben, einen Lösungsteil und eine technische Dokumentation. Weitere Informationen:

Festo Didactic
Rechbergstraße 3
73770 Denkendorf
07 11/3 46 70
07 11/3 46 73 18

SMD-Hybrid

Unter der Bezeichnung P3000 ist von Etal ein neuer SMD-Hybrid-Baustein erhältlich, der zum einen die Impedanz der Telefonleitung an die Elektronik anpaßt – beispielsweise bei Modems, Faxgeräten oder Anruferantwortern – und zum anderen für eine ausreichende Rückhör-Dämpfung und das Aufsplitten der ankommenden Zweidrahtleitung in je einen Rx- und einen Tx-Zweig sorgt. Als weitere Besonderheit wird vom Distributor auf die verstärkte Isolationsspannung von 3,8 kV und die Zertifizierung nach EN41003/EN60950 hingewiesen. Wegen der guten Übertragungs-Charakteristik des Bausteins ist er besonders für V.32bis- und V.fast-Anwendungen geeignet. Weitere Informationen:

Unitronic
Postfach 350252
40444 Düsseldorf
02 11/9 51 10
02 11/9 51 11 11



EAGLE 3.0
Schaltplan - Layout - Autorouter

*Jetzt mit
32-Bit-Power.*

*Zu
Low-cost-Preisen
wie bisher.*

*Neu:
- Polygone füllen
- Copper Pouring
und mehr!*

Demopaket mit Original-Handbuch	25,30
Layout-Editor	851,00
mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konverterprogrammen	
Schaltplan-Modul	1085,60
Autorouter-Modul	1085,60
Versand DM 9,20 (Ausland DM 25,-)	
Hotline kostenlos	
Holen Sie sich die Demo per Modem (08635/994, Param.: 8, N, 1, 14400 Bd)	



*EAGLE hat schon in
der Vergangenheit
bewiesen, daß erstklassige
CAD-Software für Schaltplanerstellung
und Platinen-Layout weder
umständlich zu bedienen noch teuer sein*

*muß. Deshalb ist EAGLE mit Abstand das
beliebteste Elektronik-CAD-Paket in Deutschland.*

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

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

*Lassen Sie sich von
unserer voll
funktionsfähigen
Demo überzeugen.*

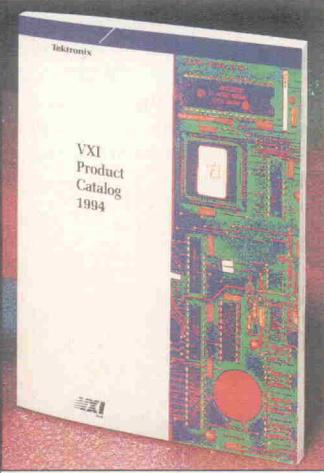
CadSoft

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

Firmenschriften und Kataloge

Applikationsbericht und VXI-Produkte

aktuell



Unter der Bezeichnung 'Spectrum Analyzer Fundamentals' beschreibt ein neuer Applikationsbericht von Tektronix, wie man praktische Messungen mit einem Spektrumanalysator durchführt.

Durch den Bericht wird nicht nur Hintergrundinformationen zur Spektralanalyse, sondern beschäftigt sich auch mit der Interpretation des Frequenzspektrums, mit den Hauptbedienelementen eines Spektrumanalysators sowie mit elementaren Meßtechniken.

Vom gleichen Anbieter stammt der neue VXI-Produktkatalog, der auf über 200 Seiten mehr als 100 VXI-Produkte – davon allein 31 neue – vorstellt. Die Druckschrift wendet sich auch an Ingenieure aus den Bereichen Avionics, Automotive, Telecom und medizinische Elektronik.

Tektronix GmbH
Colonia Allee 11
51067 Köln
02 21/9 69 69-0
02 21/9 69 69-3 62

Automatisierungstechnik mit PCs

Advantech stellt seinen neuen Katalog über Automatisierungstechnik auf PC-Basis vor. Die Angebotspalette umfaßt Workstations, Rackmount-PCs, Single Board Computer, Solid State Disks sowie das entsprechende Zubehör. Neben zahlreichen Abbildungen enthält der englischsprachige Katalog die wichtigsten technischen Daten der angebotenen Geräte.

Advantech Europa GmbH (Zi.-Nr. 611)
Willi-Becker-Allee 11
40227 Düsseldorf
02 11/78 18 23
02 11/78 18 39



Komponenten und Geräte

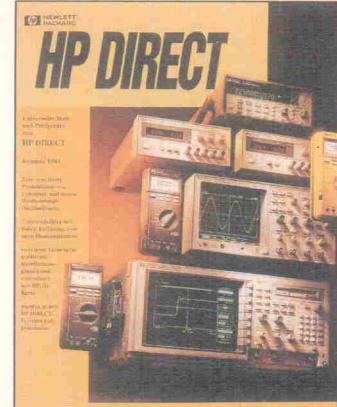


Im neuen Design präsentieren sich die Produktkataloge von Schukat electronic. Das Trio besteht aus dem blauen 'Bauteile'-, dem grünen 'Halbleiter'- und dem roten 'Komponenten- und Geräte'-Katalog. Vom Halbleiter übers Meßgerät bis zum Computerboard findet der professionelle Anwender auf 600 Seiten mehr als 8000 aktive und passive elektronische und mechanische Bauelemente.

Schukat electronic Vertriebs GmbH
Krischerstraße 27
40789 Monheim
021 73/39 66-0
021 73/39 66-81

Meßtechnik direkt

Die Neuauflage des HP-Direct-Katalogs ist soeben erschienen. Auf 36 Seiten beschreibt das Druckwerk universelle Meß- und Prüfgeräte, unter ihnen auch etliche Neuheiten wie beispielsweise die digitalen Handmultimeter der Serie HP 97 A sowie die Counter HP 53131 und HP 53132, die sich durch einen Frequenzbereich bis 225 MHz, einen optionalen Kanal mit einem Frequenzbereich von 3 GHz und eine Meßrate von bis zu 200 Messungen pro Sekunde auszeichnen.



Hewlett-Packard
HP Direct
Schickardstraße 2
71034 Böblingen
0 70 31/14-63 33
0 70 31/14-63 36

Meßtechnik mit Notebooks

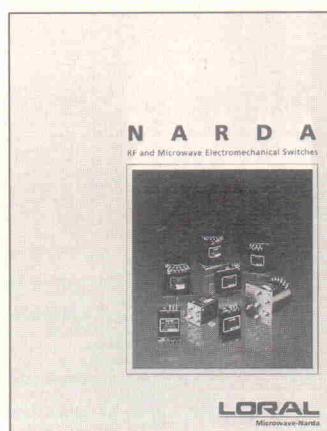
Der druckfrische Katalog 1994 von IOtech stellt neue Hardware- und Software-Produkte vor, wobei das Spektrum Geräte für die Meßtechnik mit Notebooks, IEEE-488-Meßgeräten, IEC-Bus-Konvertern und Controllern umfaßt. Er beschreibt Komponenten für den Anschluß von IEC-Bus-Geräten an PC, Mac, Workstations von HP, DEC und Sun, an Ethernet und Arcnet sowie Konverter von seriellen, parallelen oder SCSI-Interfaces auf IEEE-488-Bus. Zudem offeriert die Druckschrift eine reichhaltige Palette von IEEE-488-Meßgeräten, A/D- und D/A-Wandlern, Filtern, Multiplexern, Temperaturmeßgeräten und digitalen E/A-Geräten mit IEEE-488-Schnittstelle. Softwarepakete für die Bussteuerung und Meßwert erfassung runden das Programm ab. Der 152 Seiten



starke Katalog ist vom Exklusivdistributor für IOtech-Erzeugnisse Spectra Computersysteme erhältlich.

Spectra Computersysteme GmbH
Karlsruher Straße 11
70771 Echterdingen
071 11/79 80 37
071 11/79 35 69

Elektromechanische Hf-Schalter

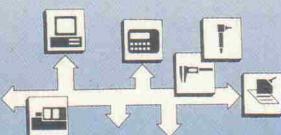


plete Palette elektromechanischer Mikrowellenschalter darstellt. Er enthält die vollständigen Spezifikationen der von Narda lagermäßig gehaltenen Standardtypen sowie der Normaltypen. Spezialschalter und Sonderanfertigungen sind in einem speziellen Kapitel zusammengefaßt. Die beiden neuen Verzeichnisse des Katalogs erleichtern dabei das Auffinden des jeweils geeigneten Schalters. Interessenten können die Druckschrift von Transtech beziehen.

Transtech Hochfrequenz GmbH
Fischeräcker 2
74223 Flein
0 71 31/5 93-0
0 71 31/5 93-1 93

Anbieterverzeichnis DIN-Meßbus

Anbieter-Verzeichnis '94



Anwendervereinigung "DIN-Meßbus" e.V. (ADM)

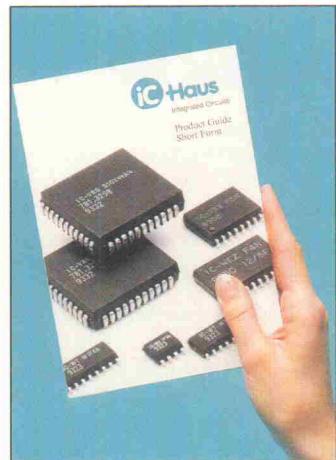
Die Anwendervereinigung DIN-Meßbus e.V. (ADM) hat erstmals ein umfangreiches Anbieterverzeichnis herausgegeben.

Neben einer allgemeinen Beschreibung der wichtigsten Merkmale und Anwendungsbereiche des DIN-Meßbus enthält es eine in 20 Produktgruppen untergliederte Übersicht mit den jeweiligen Anbietern. Die Produktpalette der über 50 Anbieter reicht von Masteranschaltungen über Protokollchips, Steuerungen, Sensoren, Meßgeräte, BDE-Systeme, Softwaretreiber, Visualisierungen und Gateways bis hin zu Projektierungs-, Entwicklungs- und Schulungsangeboten. Das Anbieterverzeichnis ist auf Anfrage von der ADM zu beziehen.

Anwendervereinigung DIN-Meßbus e.V.
Universität Hannover
Appelstraße 9A
30167 Hannover
☎ 0511/762-4673
📠 0511/762-3917

Industrietechnik-ICs

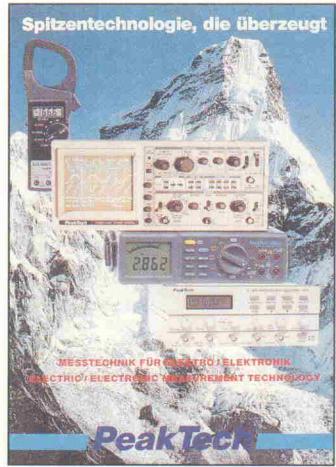
Der 'Shortform Product Guide' von iC-Haus beschreibt insgesamt 17 Standard-ICs dieses Anbieters, davon allein neun Opto-ICs. So beschäftigt sich die Übersicht beispielsweise mit Leistungstreibern, Schaltwählern für das 24-V-Industriennetz sowie Bausteinen für die µP-Peripherie; das neueste Produkt ist ein integrierter Laserdioden-Treiber. Ein Schwerpunkt im Produktspektrum bilden Encoder-ICs für den Einsatz in Längen- und Winkelmeßsystemen, auch mit integrierten Sensoren. Der Shortform-Katalog nennt die wesentlichen Eigenschaften sowohl der Bausteine als auch der verfügbaren Demoboards.



iC-Haus GmbH
Am Kuemmerling 18
55294 Bodenheim
☎ 6135/9292-0
📠 06135/9292-192

Meßgeräte

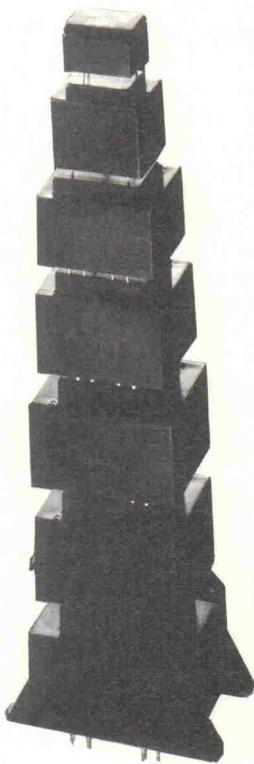
Unter dem Warenzeichen PeakTech vertreibt Heinz-Günter Lau meßtechnische Geräte namhafter asiatischer Hersteller. Die neue 40seitige Druckschrift informiert unter anderem über analoge Echtzeit-Oszilloskope, digitale Speicher-Oszilloskope mit RS-232-C-Schnittstelle und Bildschirmanzeige, Audio- und Wobbel-Funktionsgeneratoren, Frequenzzähler, digitale Zangenmeßgeräte sowie Isolations- und Erdungsmesser und nennt alle technischen Daten dieser Geräte. Zu den PeakTech-Vertreibspartnern des Hauses Lau gehören Firmen in Österreich, Ungarn, in der Slowakei und in der Schweiz.



Heinz-Günter Lau GmbH
Kornkamp 32
22926 Ahrensburg
☎ 041/024/2343
📠 041/024/3416

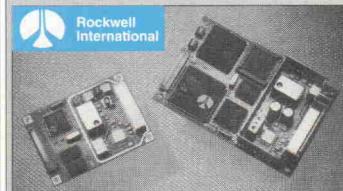
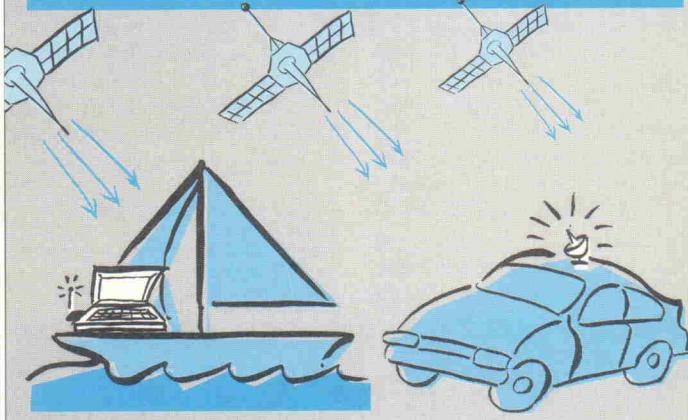
vergossene Elektronik-Netz-Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 5000 Volt
- nach VDE 0551

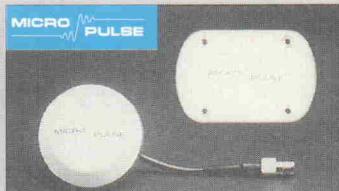


Lieferung nur an Fachhandel und Industrie

GPS · MODULE · KARTEN · ANTENNEN



MicroTracker · NavCore · NavCard



GPS Antennen

UNITRONIC®

Elektronische Bauelemente
Geräte · Systeme · Peripherie

Hauptsitz, 40472 Düsseldorf, Mündelheimer Weg 9, Tel.: 0211/9511-0, Fax: 0211/9511-111
VK-Büro Berlin, 13585 Berlin, Eiswerderstr. 18/Geb. 129, Tel.: 030/3362054
VK-Büro Nord, 31785 Hameln, Kaiserstr. 59, Tel.: 0515/870710
VK-Büro West, 58730 Fröndenberg, Burland 3, Tel.: 02378/4874
VK-Büro Mitte, 61203 Reichelsheim, Goethestraße 42a, Tel.: 06035/90010-0
VK-Büro Südwest, 70794 Filderstadt, Echterdinger Str. 111, Tel.: 0711/704011
VK-Büro Ost, 07551 Gera, Am Schafgraben 8, Tel.: 0365/73004-0

Distributör
für Rockwell
MicroPulse

Integrierte Halbleiter

24-V-Schnittstelle

Eine Kombination von Logik und Leistung stellt die bidirektionale Interface-Schaltung iC-VR der Firma iC-Haus dar. Der Baustein enthält Steuerlogik, einen achtfachen Low-Side-Treiber und 8 digitale Eingänge mit programmierbarem Filter. Ein wählbarer Pulldown-Strom stellt eingangsseitig definierte Pegel her und dient als Vorstrom für Schalterkontakte. Die Endstufen treiben beliebige Lasten (Lampen, lange Kabel, Relais) mit einem Dauerstrom von 100 mA (bei Pulsbetrieb 500 mA). Zusätzlich zu den integrierten Freilaufdioden schützt eine Übertemperatur- und

Unterspannungsabschaltung den Chip vor Unbill. Auf der Logikseite nimmt der iC-VR 8 Bit breite Busdaten mit maximal 12 MHz an. Die Programmierung der Parameter wie Blinkfrequenz, Filterzeiten, Pulldown-Strömen und anderes erfolgt über vier Register. Lieferbar ist der Baustein im 28poligen DIP-Gehäuse oder für Oberflächenmontage als PLCC44.

iC-Haus GmbH
Am Kuemmerling 18
55294 Bodenheim
☎ 0 61 35/92 92-0
📠 0 61 35/92 92-1 92

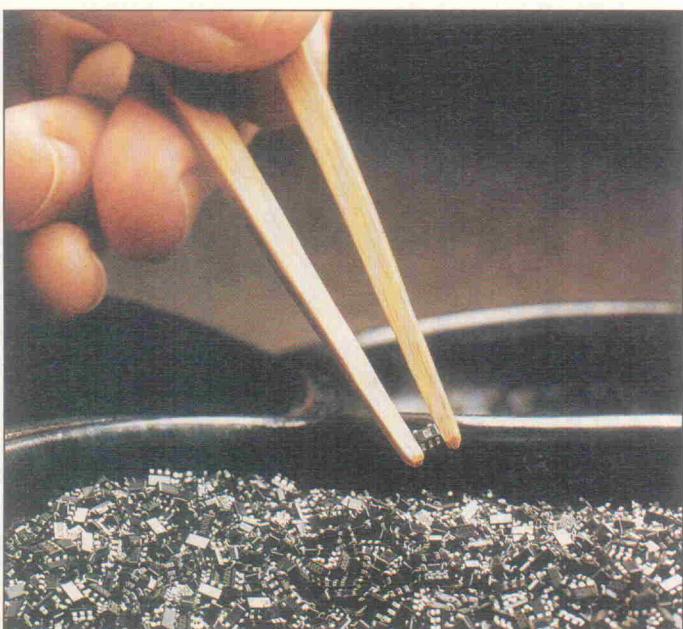


Uncle Ben

Etwa reiskorn groß präsentiert sich das erste Mitglied einer neuen OP-Familie von National Semiconductor. Der LMC7101 funktioniert mit einer Betriebsspannung zwischen 3 V und 15 V (technische Daten garantiert bei 3 V, 5 V und 15 V), liefert das Ausgangssignal 'rail-to-rail' und verbraucht lediglich 0,5 mA bei 5 V. Sein typischer Klimmfaktor liegt bei 0,01 % und das Verstärkungs-Bandbreite-Produkt beträgt 1 MHz. Da der

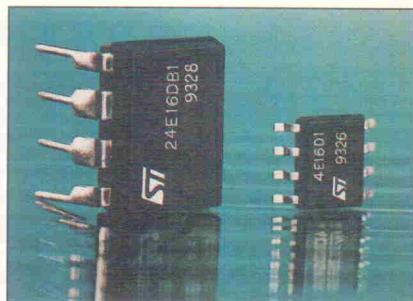
Baustein bei einer Grundfläche von $3,05 \times 3 \text{ mm}^2$ nur knapp 1,5 mm dick ist und im fünfpoligen SOT23-Gehäuse daher kommt, eignet er sich auch für Anwendungen in PCMCIA-III-Karten. Alternativ liefert National den Chip aber auch in der gewohnten DIP-8-Verpackung.

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



I²C erweitert

SGS-Thomson führt das erste Produkt einer neuen Reihe serieller EEPROMs ein, das die 16-K-Adressegrenze des I²C-Bus sprengt. Der 16-KBit-Speicher ST24E16D verwendet wie die angekündigten 32-K- und 64-K-Varianten das Extended-I²C-Protokoll (XI²C), das mittels eines zweiten Bytes das Adressfeld von 11 auf 19 Bit erweitert. Die damit ansprechbaren 512 KByte dürften für die nächste Zukunft ausreichen. Dank der XI²C-Implementierung sind die Bausteine kompatibel zu normalen I²C-Chips. Maximal acht der neuen ICs können mit den Standard-Typen in einem Bussegment koexistieren. Zusätzlich zum erweiterten Adressbereich hob der Hersteller die maximale Busgeschwindigkeit



auf 400 KBit/s an und verbesserte die Rauschunterdrückung wie auch die Ausgangspuffer. SGS garantiert eine minimale Dauerhaltbarkeit des Bausteins für eine Million Löschenzyklen. Da der Chip auf Niederspannungsbetrieb ausgelegt ist, kann er ab 2 V gelesen und ab 2,5 V neu beschrieben werden.

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

Crystaline ADU

Im Vertrieb der Firma Atlantik Elektronik befinden sich jetzt zwei neue CMOS-ADCs von Crystal. Die Typen CS 5504 und CS 5509 verfügen über Differenzeingänge und liefern am seriellen Ausgang ein 20- beziehungsweise 16bittiges Wandlungsergebnis. Die Umsetzer arbeiten nach dem Delta-Sigma-Verfahren, welches preiswerte Wandler mit bis zu 100 Messungen pro Sekunde ermöglicht. Integrierte digitale Filter sorgen für eine Störunterdrückung von 120 dB bei 50 Hz oder 60 Hz. Weiter enthalten die Bausteine eine Selbstkalibrierleinheit, die jederzeit und

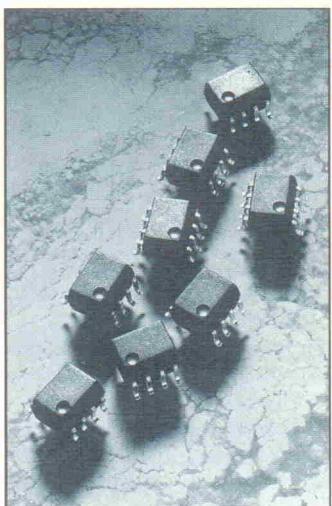
bei jeder Temperatur einen minimalen Offset und kleinstmöglichen Meßbereichsfehler garantieren soll. Der Hersteller sichert für den gesamten Betriebsbereich von -40 °C bis +85 °C zu, daß keine Missing Codes auftreten. Dank der niedrigen Leistungsaufnahme von 1,5 mW eignen sich die Wandler besonders für batteriebetriebene Anwendungen. Die Chips stehen in 20poligen PDIP- und SOIC-Gehäusen zur Verfügung.

Atlantik Elektronik GmbH
Fraunhoferstr. 11a
82152 Planegg
☎ 0 89/85 70 00-0
📠 0 89/8 57 37 02

Kompakte Koppler

HP stellt die neue zweikanalige Optokoppler-Familie HCPL-0530/0630/0730 vor, die für Anwendungen, bei denen die Plattenfläche eine entscheidende Größe ist, entwickelt wurde. Im SOIC-8-Gehäuse brauchen sie nur ein Drittel der Fläche vergleichbarer DIP-8-Typen. Typische Einsatzfälle sind isolierte Line-Receiver, PLC-I/O, A/D- und D/A-Wandler, Schaltnetzteile und Ersatz von Pulstransformatoren. Nähere Informationen zu den Kompakt-Kopplern gibt:

Hewlett-Packard GmbH
Hewlett-Packard-Str.
61352 Bad Homburg
☎ 0 61 72/16-17 67



Warum immer hinterherlaufen?

ELRAD gibts auch im Abo. Bequem und preiswert.

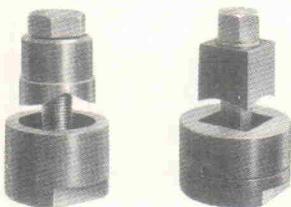
Nutzen Sie die Abo-Bestellkarte in der Heftmitte.

ELRAD

NDM

REKORDLOCHER · STUFENBOHRER
ABKANTPRESSE · ZYLINDERSÄGEN

REKORDLOCHER



Stanzt Material bis 3 mm Dicke. Sämtliche Größen für Pg 9 bis Pg 48, ferner rund von Ø 10–100 mm und quadratisch von 15 bis 100 mm einzeln je 1 mm. Sub-D-Locher.

NEU! Auch mit Hydraulik lieferbar!

ABKANTPRESSE

NRB 600 Breite: 600 mm
NRB 1000 Breite: 1000 mm

NEU



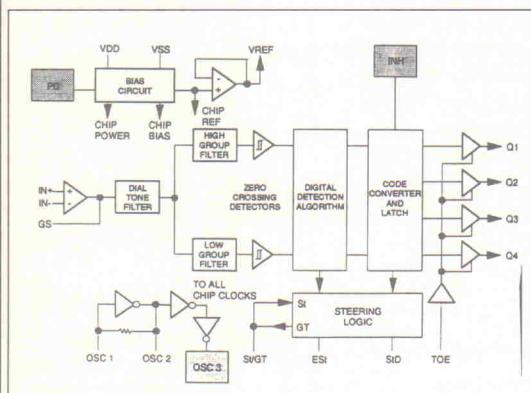
Stahlblech bis 1 mm
Alublech bis 2 mm

NIEDREKORD WERKZEUGE

80687 München
Landsberger Str. 356
Telefon 0 89/580 80 74
Fax 56 17 08

Integrierte Halbleiter

Wählerische Töne



Im Vertrieb des Hauses DEMA Electronic findet sich jetzt die 20-Pin-TSSOP-Ausführung des DTMF-Auswerts CM88L70-TSI. Er arbeitet mit einer Versorgungsspannung von 2,7 V bis 3,6 V, nimmt dabei 18 mW auf und braucht im Ruhezustand lediglich 5 µA. Damit eignet sich der Baustein nach Angaben des Distributors be-

sonders für mobile Telefone, Rufanlagen oder Anwendungen in PCMCIA-Karten. Der CM88L70 erkennt 16 DTMF-Frequenzpaare über Bandsperrfilter sowie einen digitalen Decoder und gibt das Ergebnis als 4-Bit-Code parallel aus. Außerdem kann man die Ton-Erkennungszeiten an die länderspezifischen Anforderungen anpassen. Außer im TSSOP-Gehäuse ist der Chip des Herstellers California

Micro Devices (CMD) auch in den Varianten Plastik-DIP, SOIC (beide 18polig) und PLCC (20 Pins) verfügbar. Muster des Bauteils sind erhältlich bei:

DEMA Electronic GmbH
Türkenstr. 11
80333 München
0 89/28 60 37
0 89/28 35 09

Serie 64

Von Xicor gibt es seit kurzem das serielle 64-KBit-EEPROM X24645, welches intern zu 8 K × 8 Bit organisiert ist. Der Baustein arbeitet mit einer Versorgungsspannung bis hinunter zu 1,8 V und verbraucht im Stand-by-Betrieb nur 1 µA. Außerdem bietet er mit der Blocklock-Funktion einen effizienten Softwareschutz gegen unberechtigte Schreibzugriffe. Dank der standardmäßigen Zweidraht-Schnittstelle kommt das IC im 8poligen Plastik-DIP oder 150-mil-SOIC-Gehäuse daher. Typische Applikationen sieht Xicor bei mobilen Telefonen, PDAs (Personal Digital Assistants), Rufempfängern oder Laptops. Da das Zugriffsprotokoll eine Erweiterung der 16-K-Vorgänger darstellt, kann man leicht Speicheraufbauten vornehmen oder in Schaltungen, die auf vier 16-K-Chips aufbauen, diese durch einen 64-K-Baustein ersetzen.

XICOR GmbH
Bretonischer Ring 15
85630 Grasbrunn
0 89/46 10 08-0
0 89/4 60 54 72

16-MBit-Blitz

Den 28F016SV, einen neuen Flash-Baustein mit 16 MBit Kapazität, kündigt Intel an. Der 28F016SV ist der erste Flash-Speicher, der mit der sogenannten SmartVoltage-Technik arbeitet: Diese ermöglicht Lesevorgänge bei 3,3 V oder 5 V und Schreibzugriffe bei 5 V oder 12 V. Der Vorteil unterschiedlicher Spannungen liegt neben der Anwendbarkeit in Low-Voltage-Systemen wie PCMCIA-Flash-Karten in der Auswahlmöglichkeit zwischen schnellem Zugriff (bei hoher Stromaufnahme/hoher Spannung) oder stromsparender Arbeitsweise (bei langsamem Zu-

griff/niedriger Spannung). Zukünftige SmartVoltage-Chips sollen dann beim Lesen auch mit 2,7 V auskommen. Ab Ende 1994 will Intel auch die 2-MBit- und 4-MBit-Boot-Block-Flash-Typen als SmartVoltage-Ausführung liefern. Das Speicherarray des 28F016SV ist in 32 unabhängig voneinander löschenbare 64-KByte-Blöcke eingeteilt, so daß man den Baustein ähnlich wie eine Festplatte nutzen kann. Nach Angaben des Herstellers kann man bei Verwendung der 'Flash-Media'-Managementsoftware jeden Block eine Million Mal löschen und neu beschreiben. Der Chip

ist zu 16 oder 8 Bit konfigurierbar, ein Lesezugriff geschieht in 70 ns, das Schreiben braucht 2,4 ms. Zwei SRAM-Page-Buffer von 256 Byte und eine dreistufige Befehls-Pipeline sorgen für eine Steigerung der Schreib- und Lesegeschwindigkeiten. Muster des neuen Flash-Speichers im 56-Pin-TSOP-Gehäuse stehen jetzt zur Verfügung, Volumenstückzahlen sollen im vierten Quartal 1994 erhältlich sein.

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

Spannungsdetektiv

Die SOIC-Version des Über/Unterspannungsdetektors ICL7665SA von Harris ist jetzt ab Lager verfügbar. Der Chip besteht im wesentlichen aus einer Band-Gap-Referenz und zwei Komparatoren. Externe Widerstands-Spannungsteiler legen für letztere die Schaltpunkte exakt fest. Bei Bedarf kann man über zwei zusätzliche Widerstände eine Hysterese

einstellen, um Fehlalarme zu vermeiden. Die maximale Stromaufnahme liegt für den Temperaturbereich von -25...+85 °C bei maximal 10 µA. Ausgangsseitig kann der ICL7665 per Open-Drain 20 mA schalten, was zur Ansteuerung von LED ausreicht. Die Temperaturabhängigkeit der Schaltschwelle beträgt 100 ppm/°C, bereits eine Ände-

lung der Eingangsspannung von 100 µV läßt die Komparatoren ansprechen. Neben der SOIC-Ausführung bietet Harris den Schaltkreis auch im 8-Pin-Mini-DIP und Cerdip-Gehäuse an.

Harris Semiconductor GmbH
Putzbrunner Str. 69
81739 München
0 89/6 38 13-0
0 89/6 38 13-1 49

Rundum abgesichert

Das neue 3 1/2stellige Handmultimeter 3255 von HIOKI bietet fünf Meßfunktionen und entspricht voll den Sicherheitsvorschriften IEC 348 und IEC 1001-01. So können Spannungen (AC/DC) von 320 mV bis 600 V mit einer Genauigkeit von $0,5\% \pm 4$ Digits (DC) gemessen werden. Dabei verträgt das Gerät Spannungsspitzen bis 5,55 kV. Die Elektronik ist in einem robusten, staub- und spritzwassergeschützten Gehäuse untergebracht. Warnsignale bei nicht korrekt angeschlossenen Steckern oder bei falscher Bereichseinstellung machen rechtzeitig auf eventuelle Fehlbedienung aufmerksam. Zusätzlich schützen ein eingebauter Strombegrenzungswiderstand von 10Ω , eine 1-A-Sicherung mit einer Abschaltkapazität von



100 kA sowie spezielle Sicherheitsmeßleitungen sowohl die Meßelektronik als auch den Benutzer vor Schäden. Der Preis beträgt 406 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

ASM Automation-Sensorik-Meßtechnik
Von-Stauffenberg-Str. 25
82008 Unterhaching
☎ 0 89/611-30 26
📠 0 89/611-15 23

Energieverschwender aufgespürt

Bei der Qualitätsbeurteilung moderner Elektronik treten Umweltaspekte immer mehr in den Vordergrund. So haben beispielsweise viele Computer oder Monitore Stromsparmaßnahmen eingebaut, um die Aufnahmefähigkeit vor allem im Stand-by-Betrieb so gering wie möglich zu halten. Aber dennoch gibt es noch viele Geräte wie beispielsweise Fernseher oder Videorecorder, die im Betriebszustand viel Energie verbrauchen und damit auch hohe Stromkosten produzieren. Um derartigen Verbrauchern

auf die Schliche zu kommen, bedarf es eines Meßgeräts, das sowohl Wirk- wie auch Blindleistungen bestimmen kann.

Hier bietet Protronix, vertreten durch den Distributor Dynatrade, mit dem Digital-Wattmeter 1201 eine Lösung zur Messung der Leistung an. Das Instrument zeigt in drei festen Meßbereichen beziehungsweise im Autorangebetrieb die Wirkleistung im Bereich 20...2000 W FS an. Gleichzeitig kann über Strom- und Spannungsmessung auch der $\cos\varphi$ und damit die Blindleistung ermittelt werden. Das Gerät lässt sich sowohl portabel als auch fest installiert nutzen. Sein Preis beträgt 1472 D-Mark inklusive Mehrwertsteuer.



Dynatrade Electronic GmbH
Schimmelbuschstr. 25
40699 Erkrath
☎ 0 21 04/3 11 47
📠 0 21 04/3 57 90

Hochgenaue Handmultimeter

Hewlett-Packard bietet mit den Modellen HP971A...HP974A eine Reihe von vier neuen

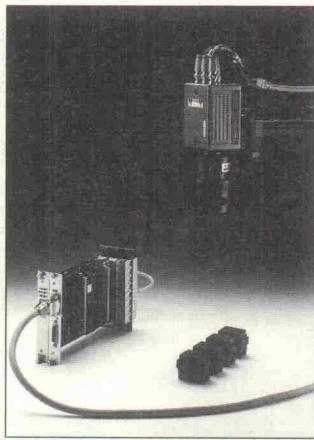


Handmultimetern an. Während die ersten drei eine Genauigkeit von $0,1\% \dots 0,3\%$ aufweisen, hat das HP974A eine Grundgenauigkeit von $0,05\%$ entsprechend einem Ziffernummernfang von 49999. Aber nicht nur durch hohe Auflösung zeichnet sich diese Serie aus, sondern auch durch ihre Ausstattung. Die Multimeter der HP970-Familie

enthalten alle Grundfunktionen zur Messung von Gleich- und Wechselspannungen, Gleich- und Wechselströmen, Widerstand, Frequenz sowie zum Durchgangs- und Dioden-Test. Ebenfalls gemeinsam ist ein mechanischer Sicherheits-Kabelverschluß, der das versehentliche Anschließen von Meßleitungen an die Strommeßeingänge verhindert. Zusätzlich zur Hauptanzeige und der analogen Balkenanzeige können beim HP972A und HP973A zwei Meßwerte gleichzeitig – zum Beispiel Spannung und Frequenz – abgelesen werden. Die

Modelle HP973A und 974A ermöglichen sowohl echte Effektivwertmessungen als auch Messung von AC + DC. Damit lassen sich fast alle Spannungsformen exakt bestimmen. Hewlett-Packard gibt auf die HP970-Familie eine Garantie von drei Jahren, die Preise liegen im Bereich zwischen 423 D-Mark und 805 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

Hewlett-Packard GmbH
HP Direkt
Schickardstr. 1
71034 Böblingen
☎ 0 70 31/14-63 33
📠 0 70 31/14-63 36



...zum Thema Qualitätssicherung

QUALITeT

Zu wissen wie man Qualität schreibt genügt nicht.

Unsere Systeme
erhöhen Ihren
Qualitätsstandard.

hema
Röntgenstr. 31
Ansprechpartner:
Tel. 07361/94 95-0

**Bildverarbeitung
mit Parallelrechnern**

73431 Aalen
Ulrich Dumschat
Fax 07361/94 95-45

Schnell, flexibel,
im Schichtbetrieb,
konstant und zuverlässig.

hema
SYSTEMKNOWHOW

Programmtips

Auswahl Naturwissenschaft und Technik
für die Zeit vom 22. Juli bis 25. August



Werkbild: CirclePoint 40723 Hilden

Am 30. Juli startet auf 3sat eine neue Sendereihe über Datenfernübertragung.

Juli

Sonntag, 17. 7.

TV WDR Fernsehen 12.00 Uhr

Computerclub: Magazin mit aktuellen Beiträgen aus der Rechner-Welt.

Donnerstag, 21. 7.

TV ZDF 21.15 Uhr

'WISO': Tips für Computeranwender; heute mit einem Software-Special.

Freitag, 22. 7.

TV S2 Kultur 10.00 Uhr

S2 Eckpunkt: Schauen, erschauern, berechnen – die moderne Wissenschaft und unser Weltbild. Von Sabine Freudenberg.

TV ORB 14.30 Uhr

Ist das Klima in Gefahr? Experten im Streitgespräch auf der 3. Deutschen Klimatagung in Potsdam. (Wdh. vom 18. 5.)

Montag, 25. 7.

TV 3sat 19.30 Uhr

3sat Wissenschaft: (Wdh. 26. 7. 13.45 Uhr)

TV 3sat 19.30 Uhr

Neues ... die ComputerShow, diesmal mit Buchärgernissen, Tops & Flops, der Spielecke,

Sendereihe startet mit der Datenfernübertragung. (Wdh. 1. 8. 10.30 Uhr)

TV N3 17.00 Uhr

Prisma-Magazin: Leitung und Moderation: Wolfgang Buck

R WDR 5 17.30 Uhr

Forum West: Das Salz der Erde – Chlorchemie ade?

August

Montag, 1. 8.

TV 3sat 19.30 Uhr

Best of HITEC. (Wdh. 2. 8. 13.45 Uhr)

TV N3 22.15 Uhr

Prisma: Wunder nach Plan.

Dienstag, 2. 8.

TV SF DRS 17.15 Uhr

Schlips 'Computer-Freaks'.

Donnerstag, 4. 8.

TV N3 15.30 Uhr

'Eine Maschine verändert die Welt': Computer für jedermann.

Freitag, 5. 8.

TV 3sat 14.15 Uhr

Quarks & Co: Heute zu dem Thema 'Der Kosmos und wir'.

TV 3sat 15.25 Uhr

Globus

Samstag, 6. 8.

TV 3sat 13.10 Uhr

Mittendrin: Das Meer als Wiege des Lebens.

TV ZDF 15.35 Uhr

Computer Träume (Electric Dreams): amerik.-engl. Spielfilm von 1984. Regie: Steve Barron. Mit Lenny von Dohlen, Virgina Madsen.

Montag, 8. 8.

TV NDR 4 15.00 Uhr

Club Online: mit aktuellen Themen aus der Computerwelt.

TV 3sat 19.30 Uhr

3sat Wissenschaft: Die ARD präsentiert für 3sat Neuheiten aus Technik und Forschung.

Dienstag, 9. 8.

TV N3

22.15 Uhr

Prisma: Kinder des Kosmos: Die Sterne, das Leben – und wie alles zusammenhängt.

Donnerstag, 11. 8.

TV N3

16.15 Uhr

Eine Maschine verändert die Welt (3): Computer für alle – eine neue Kultur.

Sonntag, 14. 8.

TV 3sat

19.30 Uhr

Neues ... Die Computershow.

TV Bayer.Fernsehen 17.05 Uhr

Computer-Treff: Software für zu Hause.

Montag, 15. 8.

TV 3sat

10.30 Uhr

Neues ... Der Anwenderkurs.

Dienstag, 16. 8.

TV N3

22.15 Uhr

Prisma: Die Köche der Ursuppe – Rezepte zur Entstehung des Lebens.

Donnerstag, 18. 8.

TV N3

16.15 Uhr

Eine Maschine verändert die Welt: Künstliche Intelligenz – zu schwer für Computer?

Samstag, 20. 8.

TV 3sat

10.30 Uhr

Neues ... Der Anwenderkurs. (Wdh 22. 8. 10.30 Uhr)

Dienstag, 23. 8.

TV 3sat

13.45 Uhr

3sat Wissenschaft (Wdh.)

TV ARD

21.30 Uhr

Globus: Der NDR präsentiert das Magazin zu Themen aus Forschung und Technik.

Mittwoch, 24. 8.

TV 3sat

20.15 Uhr

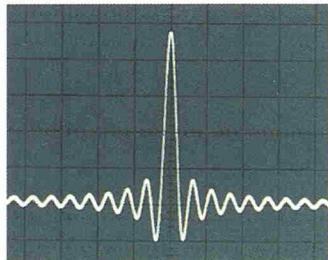
Naturkatastrophen: Schäden ohne Grenzen. Film von H. Bäsemann und Fritz Strohecker.

täglich ...

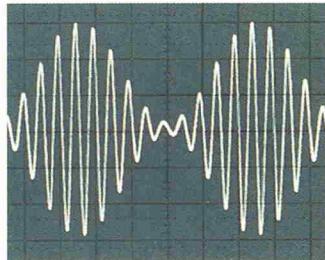
R Deutschlandfunk Montag bis Freitag von 16.35 bis 17.00 Uhr, Samstag bis Sonntag von 16.30 bis 17.00 Uhr

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

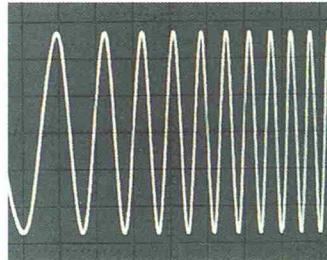
Von unserem Funktionsgenerator können Sie viel erwarten.



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



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



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

Nur keinen hohen Preis.



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

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

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

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

Rufen Sie HP DIRECT an.
Deutschland:
Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36
Österreich:
Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05

Schweiz:
Tel. 01/735-72 00, Fax 735-72 90
Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

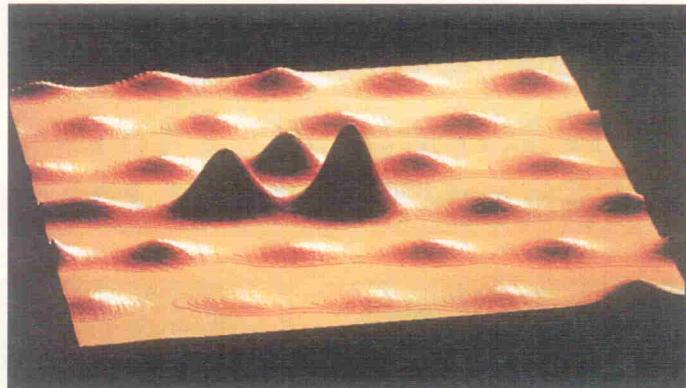
hp **HEWLETT®
PACKARD**

Kleiner geht's nimmer

Große Erfindungen werden eher zufällig gemacht. So auch die Entdeckung atomarer Schalter, mit denen eine schier unglaubliche Datenmenge auf kleinster Fläche gespeichert werden kann. Bei der Untersuchung des Halbleitermaterials Wolframdiselinid im Rastertunnelmikroskop stießen Prof. Harald Fuchs und Dr. Thomas Schimmel versehentlich mit der Abtastnadel eine kleine Mulde in die Oberfläche des Werkstoffs. Sie stellten fest, daß diese atomare Vertiefung keine Veränderung in der Struktur des Gesamtgefüges hervorrief. Weitere Versuche führten dann zu der Erkenntnis, daß sich nicht nur Täler, sondern auch Hügel erzeugen lassen, ohne die gleichmäßige Anordnung

der Atome zu beeinflussen. Dazu muß lediglich eine elektrische Spannung zwischen Tastnadeln und Probenoberfläche gelegt werden. Diese saugt das Material atomgroß heraus. Anschließend läßt es sich sogar wieder flachdrücken, ohne die Probe zu beschädigen.

Da Computer sich bekanntlich mit zwei Signalen – nämlich Null und Eins – begnügen, um Informationen zu verarbeiten, reichen Hügel und Ebene aus, um diese binären Anforderungen zu erfüllen. Soll ein Bit gesetzt werden, 'zieht' ein Schreibkopf einen Hügel aus dem Wolframdiselinid. Zum Rücksetzen reicht ein mechanischer Druck auf den so erzeugten Hügel aus. Die Speicherfähig-



keit der atomaren Berg-und-Tal-Bahn liegt bis zu einer Million Mal höher als bei der herkömmlichen Technik. Um eine solche Datenmenge allerdings in einem überschaubaren Zeitraum speichern zu können, müßten laut Prof. Fuchs Tausende von Schreib- und Leseköpfen gleichzeitig arbeiten.

Ersten praktischen Einsatz werden die atomaren Schaltelemente in einem ganz anderen Be-

reich erhalten: Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig möchte die Atomhügel als Endpunkte eines neuen Längenmaßstabs benutzen. Dieser würde den extremen Genauigkeitsanforderungen künftiger Mikro- und Nanotechnologien gerecht.

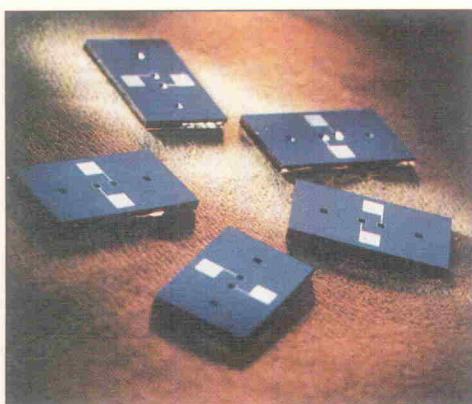
Philip-Morris-Stiftung
Fallstr. 40
81369 München
☎ 0 89-72 47-0
📠 0 89-72 47-12 27

Auf den Geschmack gekommen

Biosensoren im Bereich der Mikrosystemtechnik zur Stofferkennung einzusetzen, ist bislang gescheitert, weil die materialerkennenden Substanzen nicht dauerhaft auf Chip-Oberflächen haften blieben. Bis Prof. Meinhard Kroll aus Steinfurt auf die Idee kam, die Membranen nicht auf dem Chip, sondern in ihm zu integrieren. Er nahm sich dazu die menschliche Zunge zum Vorbild. So wie sich die natürlichen Geschmacksnerven geschützt im Mundraum befinden, deponierte er die künstlichen Geschmacksnerven in kleinen geätzten Hohlräumen in der Oberfläche eines wenige Quadratmillimeter großen Chips. Die so gestalteten sensiblen Meßfühler können bislang einige Dutzend Stoffe aufspüren. Strömt beispielsweise eine Flüssigkeit über das

Sensorplättchen, kann es diese gleichzeitig auf unterschiedliche Verunreinigungskonzentrationen untersuchen. Damit rückt das chemische Labor auf dem Chip in greifbare Nähe. Zumal der massenproduktionstaugliche Sensor in der Zukunft für rund 1 D-Mark zu haben sein soll.

Aber auch in der Medizintechnik soll der Mikrosensor künftig gute Dienste leisten: aufgrund seiner kleinen Abmessungen könnten Diabetiker mit ihm ihren Blutzuckerspiegel kontinuierlich überwachen. Sie brauchten dazu nur ein kleines Meßgerät bei sich tragen – wieder ein Schritt näher zum Traum von der Nanotechnologie, in der selbst das Meßgerät überflüssig ist und die Sensoren statt dessen in den Blutbahnen selbstständig ihre Arbeit verrichten.



Philip-Morris-Stiftung
Fallstr. 40
81369 München
☎ 0 89-72 47-0
📠 0 89-72 47-12 27

Fühlbar besser

Computerarbeit über einen längeren Zeitraum beansprucht den Sehapparat des Menschen ganz erheblich. Zudem ist durch erhöhte Darstellungsichten die Verarbeitungskapazität für visuelle Wahrnehmungen nahezu ausgereizt. Am Institut für Arbeitswissenschaften der Technischen Universität Berlin wurde deshalb ein neues Eingabegerät entwickelt, das Entlastung bringen soll. Die Ingenieure benutzten einen Trackball und erweiterten ihn zu dem sogenannten 'Traceball'. Dieser vereint Ein- und Ausgabemedium miteinander und stellt so den direkten Zusammenhang zwischen Aktion und Reaktion her. Kontextspezifische Bereiche wie Buttons oder Eingabefelder aber auch Grafikelemente wie Linien oder Punkte werden über die Rollkugel durch das Ansprechen des Kraft- und Bewegungssinns erfährtbar gemacht. Es stehen zwei Varianten der Informationsausgabe zur Verfügung. Die Kugel des Traceball kann angehoben oder abgebremst werden, wobei sich beide Reaktionen getrennt einsetzen lassen.

In der Praxis sieht das Ganze folgendermaßen aus: Erreicht man mit dem durch den Traceball gesteuerten Cursor ein flächiges Bildelement – beispielsweise einen Button – hebt

sich die Rollkugel an. Der Bediener kann also erfahren, daß das Feld erreicht ist und braucht sich nicht nur auf seine Augen zu verlassen. Muß der Cursor genau auf einen Punkt oder eine Linie positioniert werden, kann das Abbremsen der Kugel bei Erreichen einen Stoppsignalisieren. Auch hier werden die Sehnerven stark entlastet.

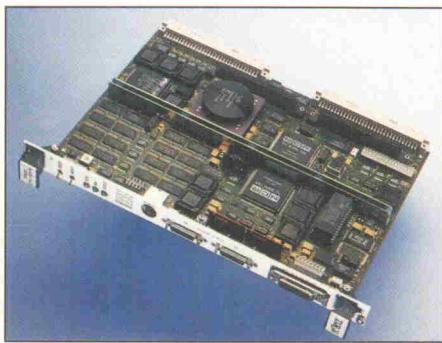
An einem CAD-Arbeitsplatz erlaubt der Traceball durch das Verknüpfen der Hub- und Stopbewegung mit funktionalen Kriterien eine schnellere Orientierung in komplexen Strukturen. Spricht die Rollkugel nur auf ausgewählte Körper an, beispielsweise auf den Zylinderkopf in einem Motorblock, muß man sich damit nicht mehr ausschließlich auf visuelle Darstellungen wie Farbe oder Form verlassen. Für sehbehinderte Personen bietet sich der Traceball natürlich ebenfalls an. Bei der Benutzung grafischer Oberflächen können sie von dem neuen, sensomotorischen Eingabegerät wesentlich profitieren.

Technische Universität Berlin
Institut für Arbeitswissenschaften
Prof. Dr. Klaus Timpe
Sekr. RO 1-4
Rohrdamm 20-22
13629 Berlin
☎ 0 30-38 00 6-1 24
📠 0 30-38 00 6-1 23

Messenachbericht

Full Force

Im Rahmen der Echtzeit '94 stellte Force Computers die neue SPARC-CPU-5CE für den VME-Bus vor. Sie basiert auf einem mit 85 MHz getakteten microSPARC-II-Prozessor und leistet 64 SPECint92 beziehungsweise 54,6 SPECfp92. Der Hauptspeicher besteht aus



16 oder 32 MByte DRAM und ist als Shared-Memory organisiert. Dadurch können CPU, VME-Bus und die Schnittstellen quasi gleichzeitig auf das RAM zugreifen. Zusätzlich zur VME-Schnittstelle bietet das Doppel-Euro-Board auch zwei SBus-Steckplätze. Auf der

CPU-5CE laufen die Betriebssysteme Solaris 1.x und 2.x wie auch VxWorks 5.x und künftig über Drittanbieter auch LynxOS.

Force Computers GmbH
Prof.-Messerschmidt-Str. 1
85579 Neubiberg
0 89/6 08 14-0
0 89/6 09 77 93

Null-Sechzig

Der Geschäftsbereich Computersysteme des Hauses Motorola nahm die Messe zum Anlaß, das auf dem 32-Bit-Prozessor 68060 basierende VME-Board MVME177 vorzustellen. Es liefert eine RISC-ähnliche Leistung von 80 MIPS (Dhrystone 1.1) bei 50 MHz Takt. Dies entspricht etwa dem Dreifachen des Vorgängermodells mit 68040-CPU. Nach Angaben von Motorola kommt die Steigerung dank Kombination der aktuellen 68000-Technologie mit 8-KByte-Onchip-Cache, MMU, FPU und einer vollständigen Implementierung der 32-Bit-Master/Slave-VME-Schnittstelle zustande. Weiterhin unterstützt das Board die VME-

Bus-D64-Spezifikation für Hochleistungs-DMA. Dazu kommen Merkmale wie Onboard-Ethernet-Interface und eine 8-Bit-SCSI-2-Schnittstelle, beides mit 32-Bit-Local-Bus-DMA. Den Speicherbausatz kann man per Mezzanine-Modulen bis zu 256 MB Shared-DRAM hochtreiben. Zur Sicherung von Betriebsdaten enthält das Board optional bis zu 128 KByte batteriegepufferte SRAMs.

Motorola GmbH
GB Computersysteme
Nagelweg 39
20097 Hamburg
0 40/23 62 04-0
0 40/23 62 04-49

Perlen

Neue Wege beim Vertrieb beschreitet die Firma Werum. Sie bietet ihr Pearl90-System jetzt auch als Shareware-Produkt unter Linux an. Das Paket enthält für die Programmiersprache Pearl90 einen Compiler, Runtime-System, Debugger, Benutzerhandbuch für Unix und Syntaxbeschreibung als ASCII-Daten. Voraussetzung für den Einsatz ist ein Linux-System ab 0.99p14, GNU-Emacs Version 19.19 oder 19.21 sowie X Windows. Besonderheiten der GNU-Umgebung sind beispielsweise per Tastenkombination einfügbare Pearl-Konstrukte

oder Abkürzungen, sogenannte Abbreviations, die EMACS automatisch ergänzt. Die Shareware-Version darf man kostenlos ausprobieren, aber nicht für kommerzielle Zwecke benutzen oder kopieren. Sie liegt auf dem FTP-Server der Universität der Bundeswehr in München (ftp.unibw-muenchen.de, Verzeichnis /pub/linux/pearl90). Weitere Auskünfte zu Pearl90 gibt es bei:

Werum GmbH
Erbstorfer Landstr. 14
21337 Lüneburg
0 41 31/89 00-0
0 41 31/89 00-20

iNet/Echtzeit 94

Vom 14. bis 16. Juni 1994 fand in Hamburg die diesjährige iNet/Echtzeit statt. Rund 80 Aussteller zeigten ihre

Produkte rund um Feldbusse, Prozeßrechner und Echtzeitbetriebssysteme. Ein publikumswirksames Highlight bildete der Programmierwettbewerb, dazu mehr im Kasten. Die Resonanz auf den Messestandort Hamburg, den Veranstalter und Ausstellerbeirat als 'Experiment' zur Erkundung neuer Märkte sehen, war am ersten Tag erwartungsgemäß gering, verbesserte sich aber an den Folgetagen. Die Messe wird im nächsten Jahr vom 20. bis 22. Juni 95 wie gewohnt in Karlsruhe stattfinden.

Echt
Zeit
'94

iNet
'94

Forth vorn

Die Aufgabe des diesjährigen Echtzeitprogrammierwettbewerbs mutet trotz des Titels 'Pusteblume' maritim an. Kein Wunder, kommen doch die Gewinner des Vorjahres – die traditionell den nächsten Wettbewerb auszurichten haben – aus Kiel. Mittels geeigneter Ansteuerung mit vier Ventilatoren soll ein Schiff den Radarmast in der Mitte des 'Meeres' (blaue Fläche, siehe Bild 1) dreimal umrunden, wobei der steuernde Rechner dank der auf einem rotierenden Ausleger montierten Lichtschranke die Position des Schiffchens feststellen kann. Daß diese Aufgabe nicht ganz ohne Tücken ist, stellte sich bei den ersten Stapelläufen heraus: Neben ungleichmäßigem Lauf der Radarausleger wie auch der Ventilatoren machte vor allem der Seegang (Unebenheit der Bespannung und Reibung) das Verhalten der Schiffe unvorhersehbar. Doch trotz dieser Widrigkeiten erreichte das Team Woitzel/Schütz aus Rostock den ersten Platz.

box: 0 89/8 71 45 48) gern kostenlos Auskunft. Weiter steht ein Mail-Server (fpc-archiv@pizzicato.deceiver.org) am Institut für Informatik der Universität Kiel, der auf eine kurze EMail mit dem Betreff 'Hilfe' oder 'Help' Informationen zu F-PC (Forth für PC) gibt.



Bild 1. Die Konstruktion der 'Segel' war den Teilnehmern freigestellt, bisweilen mußte auch eine Visitenkarte dafür herhalten.



Bild 2. Dr.-Ing. Woitzel und Dipl.-Ing. Schütz aus Rostock belegten den ersten Platz beim Programmierwettbewerb.

Platz	Team	Hardware	Software
1	Woitzel/Schütz	PC & µC-Board	comFORTH für Windows
2	Jäger/Kraus	PC & ADWIN-8	Testpoint/AD-Basic
3	Plewe/Staben	Pentium-PC	F-PC-Forth
4	Schweigstall	486/33, EISA Logikanalysator	Turbo-Pascal
5	Heinle/Wagner/Steinhauser	486/33	C++
>5	Klingelnberg	PC-AT	FORTH
	Malitka/Heitsch/Schmid	PC & IX-Eva-Board	IX-Development-System
	Gebhardt/Elzmann	Force-CPU30, VME	C++, VxWorks, HP-UX
	Holst/Michalak/Burger	80486, A/D-Karte	Echtzeitprozeß-System DRYN
	Keinki/Krause/Pippig	80C537-Board	Cross-Assembler

3 FÜR 2 TESTEN SIE JETZT!

3 Ausgaben für 16,- DM



Schnupperangebot: Ja, senden Sie mir die nächsten drei Ausgaben **GATEWAY** für 16,- DM. Wenn mich das Test-Abo überzeugt, brauche ich nichts weiter zu tun; ich bekomme **GATEWAY** weiterhin jeden Monat per Post und bezahle 72,- DM (Inland), 86,50 DM (Ausland). Vorzugspreis für Schüler/Studenten 63,- DM (gegen Nachweis). Übrigens: **GATEWAY**-Abos kann man jederzeit zur übernächsten Ausgabe kündigen – mit Geld-zurück-Garantie. Möchte ich **GATEWAY** nicht regelmäßig weiterbeziehen, gebe ich spätestens 10 Tage nach Erhalt der 3. Ausgabe Nachricht. Damit ist alles erledigt.

Datum/ Unterschrift

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/ Unterschrift

Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

Anschrift (bitte in Druckbuchstaben):

Name/Vorname

Straße/Postfach

PLZ/Ort



Verlag Heinz Heise
Helstorfer Str. 7
30625 Hannover

Oder faxen Sie uns
0511/5352 - 289

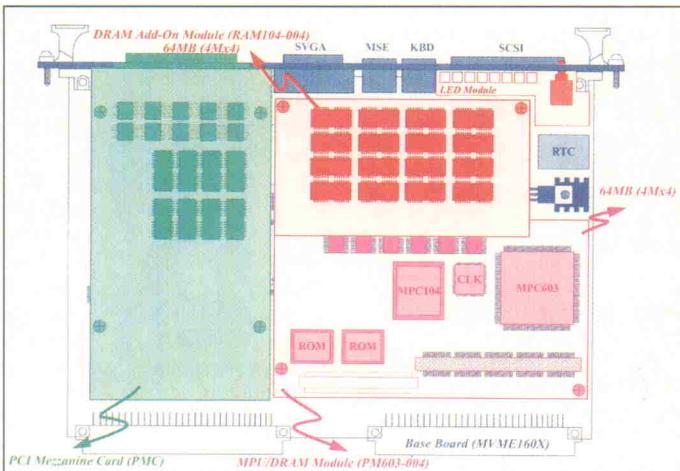
VMbus

Neue Heimat

Die PowerPC-Familie hat ein neues Domizil gefunden. Motorola, bisher lediglich ein Lieferant der schnellen Prozessorserie, stellte auf der 'Echtzeit' in Hamburg ein VMEbus-Board für die CPUs MPC 603 und MPC 604 vor. Das modulare Design erlaubt den Austausch von Prozessor- sowie Speichermodulen mit 8...128 MByte DRAM. Zusätzlich nimmt der integrierte PCI-Bus, der als lokaler Bus Prozessor- und Speichereinheit verbindet, eine PCI-Mezzanine-Karte gemäß IEEE P1386.1 huckepack auf. So lassen sich Netzwerk- oder Grafikfunktionen erweitern. Das Basisboard unterstützt bereits Ethernet, 16-Bit-SCSI-2, Super-VGA-Auflösung, Maus- und Tastaturanschluß, IEEE-1248-Parallelport, vier serielle Ports

sowie das VME64-Interface. Ohne Software wäre jedoch auch der schnellste Prozessor wertlos. Mehrere Anbieter haben bereits Portierungen ihrer Echtzeitbetriebssysteme angekündigt: Integrated Systems (pSOS+), Lynx Real-Time-Systems (LynxOS), Microtec Research (VRTX), Microware System Corporation (OS-9), Wind River Systems (VxWorks) und IEP (RTOS-UH). Motorola selbst portiert die Echtzeitumgebung VMEexec. Die Boards sollen im Herbst 1994 zu Preisen zwischen 7000 (mit MPC603 und 8 MByte RAM) und 9000 DM (mit MPC604 und 8 MByte RAM) verfügbar sein. Bleibt abzuwarten, ob sich die Auslieferung genauso verzögert, wie bereits beim MVME167 mit dem 68040-Prozessor geschehen.

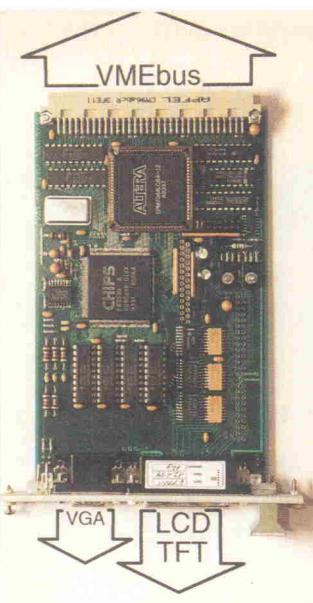
Motorola GmbH
Geschäftsbereich Computersysteme
Nagelsweg 39
20097 Hamburg
☎ 0 40/23 62 04-00
fax 0 40/23 62 04-49



Gute Karten

Wer Chipkarten nach PCMCIA 2.0/JEIDA 4.1-Standard mit 68poligem Steckverbinder auch in VMEbus-Systemen einsetzen will, kann auf zwei Adapterkarten der Firma EKF zurückgreifen. Mit Ausnahme der Frontplatte sind die Modelle 78380-Memcard (3HE) und 68380-Memcard (6HE) identisch: Bis zu 64 MByte lassen sich in den A24-Adreßraum des VMEbus einblenden (1024 Seiten zu je 64 KByte). Speicher- karten bis 8 MByte Kapazität sind auch linear adressierbar. Als Programmierspannungen stehen +12 V und +5 V zur Verfügung. Der Adapter bietet auch eine Batteriespannungüberwachung und unterstützt interruptfähige

I/O-Karten. Dank eines komplett gepufferten Chipkarten-Interfaces und einer LED-Anzeige kann man die Karten im Betrieb stecken und ziehen. Die Adapterkarte kostet 990 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Ein OS-9-



Flache Schirme

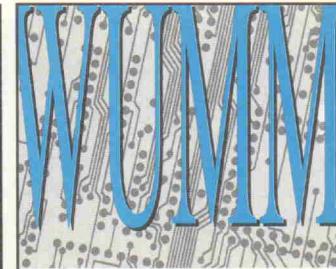
Aus der Schweiz kommt eine VMEbus-Karte zur Ansteuerung von Flachbildschirmen. VFPC1 (VMEbus Flat Panel Controller) unterstützt LC-Displays in STN- und TFT-Technik zum Beispiel von Hitachi, Kyocera, Matsushita, Sanyo, Sharp oder Toshiba. Auch Plasma-, Elektrolumineszenz- und herkömmliche Analogbildschirme finden Anschluß. Der VGA-kompatible Videocontroller 65530 von Chips erzeugt frei programmierbare Auflösungen bis zu 1024 x 768 Punkten (typ. 640 x 480 bei 8 Bit/Pixel). Weiterhin besteht die Möglichkeit, den Analogmonitor simultan mit dem LC-Display zu betreiben. Der Preis für den Flat-Panel-Controller beträgt 1500 sFr.

Ingenieurbüro Thimm Elektronik
Rorschacherstr. 279d
CH-9016 St. Gallen
☎ 00 41 (0) 71/35 65 26
fax 00 41 (0) 71/35 64 96



Treiber gehört zum Lieferumfang.

EKF-Elektronik GmbH
Philipp-Reis-Str. 4
59065 Hamm
☎ 0 23 81/68 90-0
fax 0 23 81/68 90-90



Neu DOSPack
= Schaltungsentwurf
+ Leiterplatten-Layout
+ Autorouter
für nur DM 1.495,-
bringt die **EAGLE 2.6**
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 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 1024 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-Lizenz1.495 DM
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

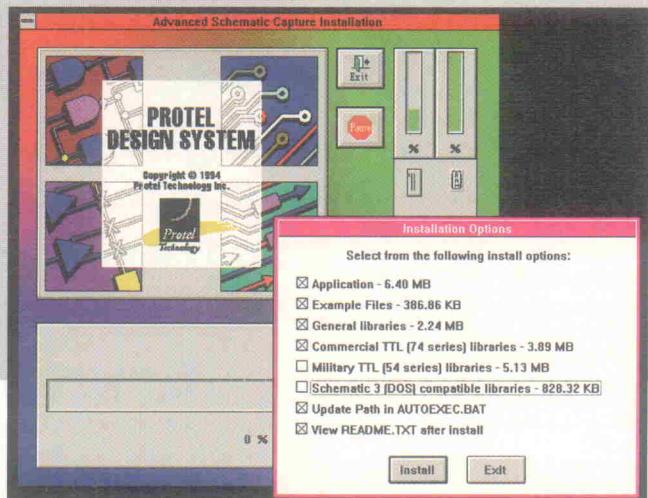
(Alle Preise verstehen sich bei Voraussicht (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)

ASIX
TECHNOLOGY GMBH
Postfach 142 · 76255 Ehingen
Telefon 07243/3 10 48 · Telefax 07243/3 00 80
Bestellannahme zum Nulltarif:
0130-84 66 88

Klassenziel erreicht

Protel Advanced Schematic 2.0/Advanced PCB 2.1 für Windows

Preview



Matthias Carstens

Die Liste der neuen Features liest sich wie eine Runderneuerung des ganzen Programms. Und tatsächlich: Mit der Version 2.0 wartet Protel nicht nur mit einem um viele nützliche Erweiterungen angereicherten Schaltplanzeichner auf, sondern hat auch die Leistungsfähigkeit des kompletten Paketes wesentlich verbessert.

Die erste Frage beim Testen einer neuen Update-Version gilt natürlich immer den bereits bekannten Bugs. Haben die Entwickler die Fehler wirklich behoben? Hier hat Protel ganze Arbeit geleistet. Gerade der vielgescholtene Schaltplanzeichner [1] glänzt durch eine komplekte Überarbeitung. Aufälligster Punkt sind neue Druckroutinen. Sie lassen sich von Sonderwünschen wie Skalierung, Format und virtuellem Drucker (Winfax) nicht mehr aus dem Tritt bringen und sind auch im Benutzerdialog verbessert. In Sachen Dokumentation steht jetzt endlich die Windows-Zwischenablage zur Verfügung. Beliebige Schaltplan-

ausschnitte können beispielsweise direkt in Microsoft Word eingefügt werden. Der gern benutzte Begriff 'DTP-Quality' ist dank des Zugriffs auf alle vorhandenen True-Type-Fonts Realität. Und schließlich lassen sich selbsterstellte Arbeitsblätter als Vorlage abspeichern.

Vor und zurück

Von einer funktionierenden Backannotation war Protel noch beim letzten Test weit entfernt [2]. In der neuen Version entpuppt sie sich nun als voll funktionsfähig. Damit kann die fertige Platine nach mehreren Kriterien neu durchnumeriert werden, die Ände-

rungen erfährt der Schaltplanzeichner über ein Daten-File mit Endung *.was (Bild 1, 2). Ebenso problemlos arbeitet auch die Forward-Annotation. Sie wurde mit einer kleinen Schaltung getestet. Änderungen der Bauteilwerte, Anschlüsse oder Hinzufügen/Entfernen erledigt das PCB tadellos.

Die Kommunikation zwischen SCH und PCB beim 'Cross-Probing' arbeitet nun in beide Richtungen (Bild 3). Gerade für Überprüfungen der For-/Back-annotation ist dies ein praktisches Hilfsmittel. Wer also im PCB ein Bauteil anklickt, bekommt dieses sofort im Schematic markiert/präsentiert und umgekehrt.

Was die Bildschirmausgabe betrifft, waren Vergleiche in Erinnerung des im letzten Test verwendeten Rechners nicht möglich. Auf einem 486 DX2/50 mit Vesa-Localbus-Grafikkarte war sowohl normales als auch beschleunigtes Scrollen sowie Autopanning problemlos möglich.

Protel bietet generell umfangreiche Dialogboxen mit zahlreichen Möglichkeiten. Ein Beispiel ist die universale Part-Box, welche per Doppelklick auf das Bauteil erscheint. Dank umfassender und Wildcard-gestützter Eingabefelder gibt es wohl keine Situation, in der mehrere gleichgeartete Bauteile einzeln per Hand geändert werden müssen.

Symbole in den umfangreichen Bibliotheken schnell zu finden, war bisher recht mühselig. 'Find Component', neu im Menü 'Library', durchsucht beliebige Pfade, ja ganze Festplat-

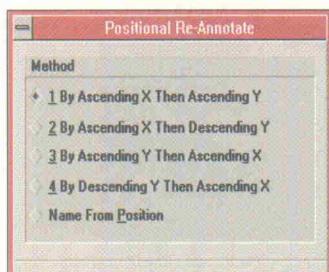


Bild 1. Verschiedene Optionen zur Neunumerierung einer Platine.

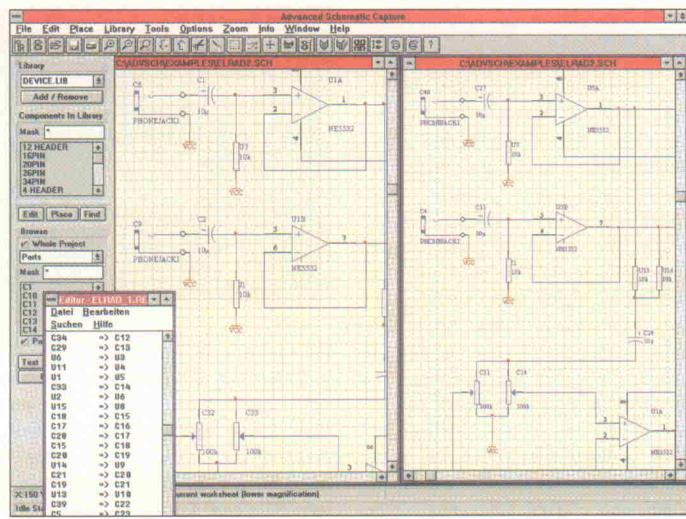
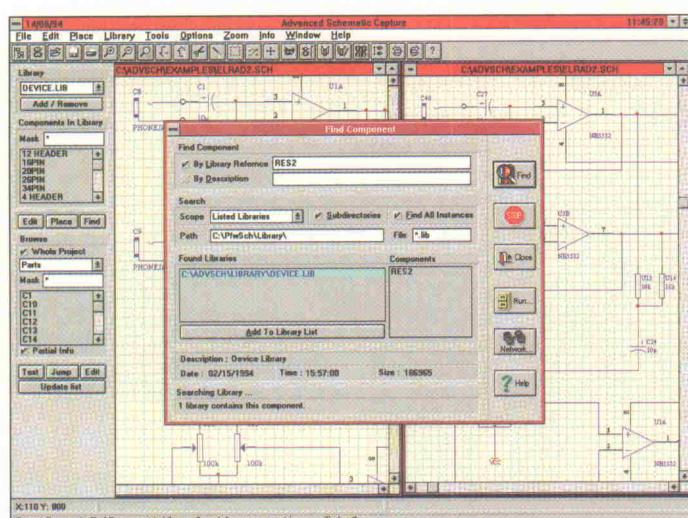
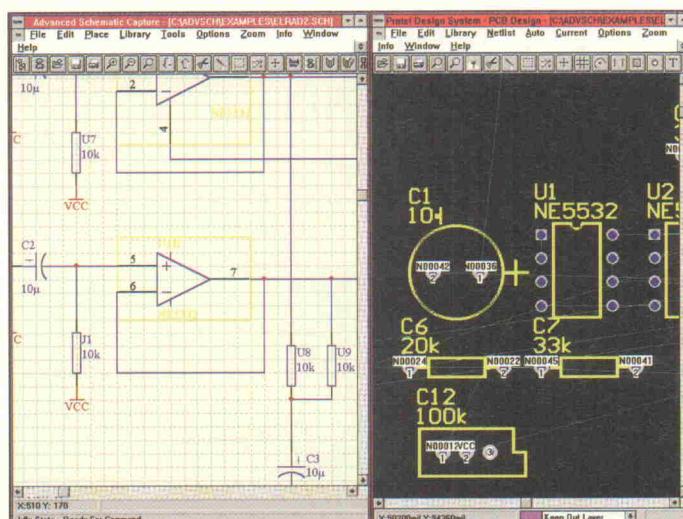


Bild 2. Mit der Backannotation hat Protel nun keine Probleme mehr.

Bild 3.'Cross-Probing', eines der schönsten Features unter Windows. Man klickt auf ein Bauteil im PCB und im Schaltplanfenster erscheint das entsprechende Pendant.

Bild 4. 'Find Component' ermöglicht nervenschonendes Suchen der Bauteile in allen Bibliotheken.



ten in wenigen Sekunden nach Bibliotheken, die das gewünschte Bauteil enthalten und listet das Ergebnis zum Sofortzugriff auf (Bild 4).

Neu ist ein Electrical Grid. Zwar kann es Fehlverbindungen bei der Schaltplaneingabe auch nicht gänzlich verhindern, aber zumindest erheblich reduzieren. Dieses Feature macht sich allerdings trotz verbesserter Darstellung bewegter Symbole kaum bemerkbar. Anschlüsse sind während der Platzierung in ihrer Länge praktisch immer noch nicht zu erkennen.

Oben, unten und diagonal

Konturloses Autorouten [3], zur Zeit in aller Munde, soll Protel-Kunden nicht vorenthalten bleiben. Tatsächlich dürfte Advanced PCB das erste Win-Programm mit konsequenter und gelungener Portierung der Bedienung und Konfiguration des Specctra-Routers sein.

Dazu zählt nicht nur die selbstverständliche Schaffung diverser Dialogboxen (Bild 5), sondern auch die Möglichkeit, wichtige Parameter bereits im Schematic definieren zu können. Identische Vorgaben sind auch im PCB möglich. Die Vorteile des 'Shape Based Routing' setzen aber auch eine größere Brieftasche voraus, die mit 6195 D-Mark (zzgl. MwSt.) für den SP4 zusätzlich gefüllt sein muß.

Wer sorgfältig und gewissenhaft mit Schematic und PCB arbeitet, dürfte eigentlich nie in die Lage kommen, Airwires nachträglich editieren zu müssen. Aber die Praxis sieht eben doch anders aus. Daher haben die Entwickler nun entsprechende Möglichkeiten in das Programm eingebaut. Vorhandene Netze können ergänzt, neue geschaffen und alte gelöscht werden, natürlich alles per Maus.

Am PCB sind rein äußerlich nicht viele Veränderungen erkennbar. Aber auch hier sind

Projekt-Dateien archiviert, muß man sich keine Sorgen mehr um die zu ladenden Libraries machen. Zum anderen lassen sich ebenfalls per einfachem Mausklick alle Gehäuse einer Bibliothek auf einen Schlag platzieren. Damit steht einem Ausdruck des kompletten Bibliotheksinhalts nichts im Wege.

Fazit

Insgesamt darf dem CAD-Paket eine hervorragende Funktionalität, professionelle Features und durchgängige Bedienung bescheinigt werden und das zu einem Preis ab 5295 D-Mark (zzgl. MwSt.) aufwärts. Distributor Hoschar aus Karlsruhe liefert dazu ein deutschsprachiges Handbuch. Autor Martin Santen erklärt darin leicht verständlich die Arbeitsweise mit dem Programm und gibt wichtige Tips für Anfänger und Fortgeschrittene. Das Buch beschreibt bereits die Version 2.0, die englischsprachigen Originalhandbücher dürften daher nur selten Anwendung finden. pen

Literatur

- [1] Matthias Carstens, Peter Nonhoff, Reiseprüfung, Protel für Windows: Advanced Schematic Version 1.0, ELRAD 3/93, S. 24
- [2] Matthias Carstens, Reiseprüfung II, Protel für Windows: 32 Bit-PCB-Design Version 1.5, ELRAD 8/93, S. 32
- [3] Matthias Carstens, California Dream, ECAD: Konturenbasierter Autorouter, Specctra SP2 Version 1.1, ELRAD 4/94, S. 24

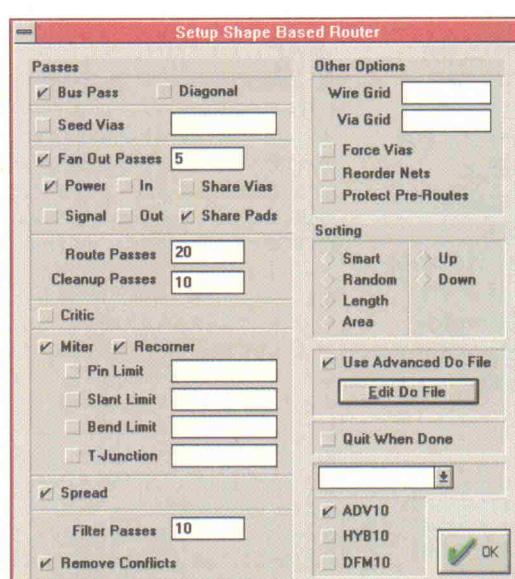


Bild 5. Eine Windows-gerechte Einbindung des Specctra-Routers geschieht über mehrere Dialogboxen. Zusätzlich lassen sich in Schematic und PCB direkt Eigenschaften vorbestimmen.

Flachmacher

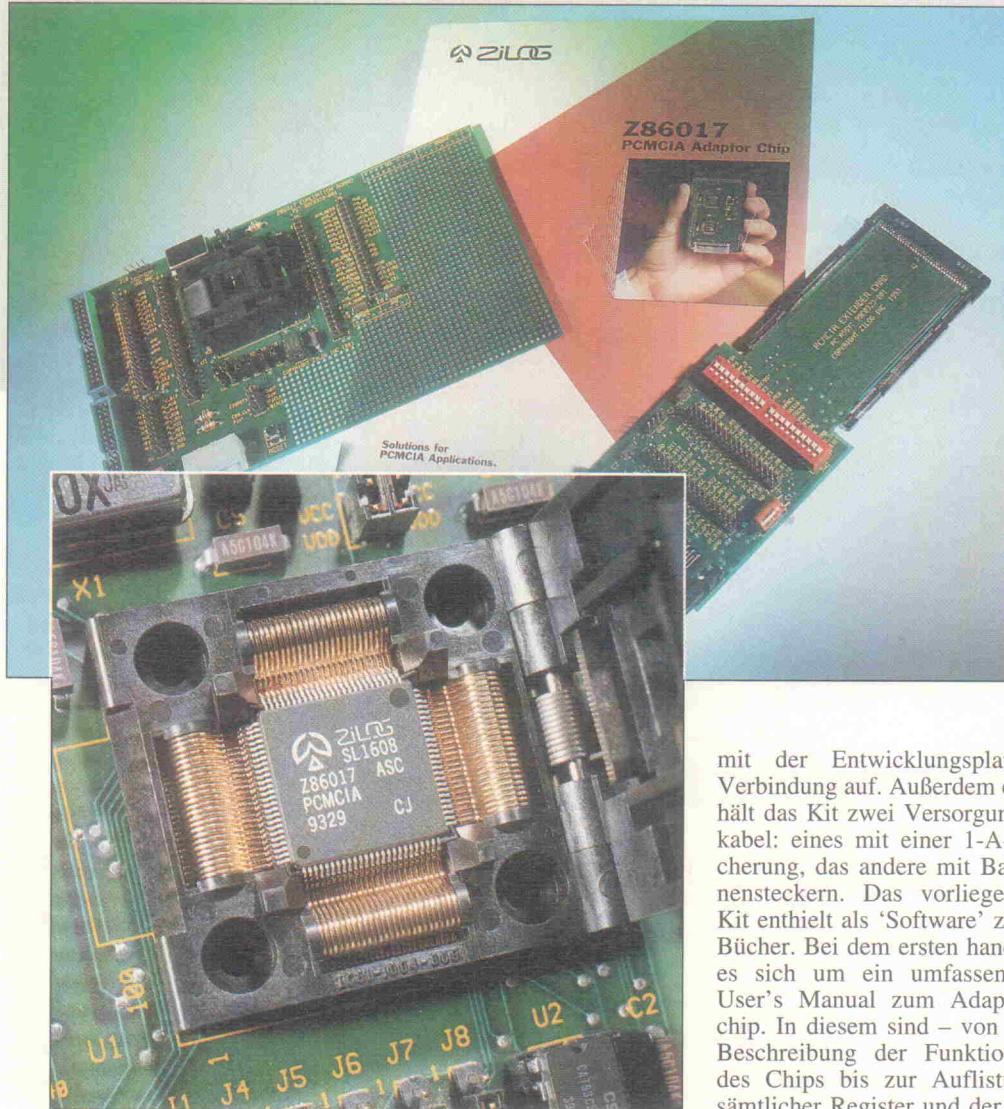
PCMCIA-Development-Kit für Z86017

Design Corner

Jörg Lehmann

Die Tischrechner schrumpfen zu Notebooks und die frühstücksbrettgroßen AT-Boards zu PCMCIA-'Scheckkarten'. So langsam geht der Boom bei diesen Flachmännern los. Nach den mittlerweile allgegenwärtigen Speicherkarten findet man auf dem Markt jetzt auch Subminiatursfestplatten bis über 100 MB, Fax-Modems, ISDN-Adapter oder GPIB-Controller. Auch erste analoge Meßkarten tauchen auf. Den Übergang zwischen Kartenlogik und PCMCIA-Bus übernehmen dabei Interface-Chips verschiedener Hersteller. ELRAD hat sich einen nebst Developers-Kit zur Begutachtung beschafft.

Dipl.-Ing. Jörg Lehmann studierte Elektrotechnik an der Universität Hannover und ist jetzt im Institut für Schienenfahrzeuge für die Meßtechnik zuständig.



Nahezu jeder Notebook-Hersteller bietet in seinem Programm eine zunehmende Zahl von Modellen mit einem oder zwei PCMCIA-Slots an. Diese stellen neben den seriellen und parallelen oftmals die einzigen herstellerübergreifend genormten Schnittstellen mit einem 16 Bit breiten Daten- und 26 Bit breiten Adressbus dar. In der PCMCIA-Version 1.0 war das Interface ursprünglich nur für den Betrieb mit Speicher-karten vorgesehen. In der Ausgabe 2.0 kamen Normierungen hinzu, die auch die Verwen-dung von I/O-Karten erlauben. Somit können Memory-Karten mit unterschiedlichen Speicher-

technologien angeschlossen werden. Außerdem ist der Be-trieb verschiedener Peripherie-geräte, vom Modem bis zur Festplatte, möglich. Was liegt also näher, als diese Schnittstellen auch für eigene Entwick-lungen zu nutzen.

Das PCMCIA-Development-Kit der Firma Zilog ermöglicht, mit geringem Aufwand Interfa-ce-Entwicklungen normgerecht durchzuführen. Zum Lieferum-fang des Kits gehört neben der Entwicklungsplatine noch eine Extender-Karte, die in einen PCMCIA-Slot eingesteckt wird. Sie nimmt über zwei ebenfalls mitgelieferte 34polige Kabel

mit der Entwicklungsplatine Verbindung auf. Außerdem ent-hält das Kit zwei Versorgungs-kabel: eines mit einer 1-A-Sicherung, das andere mit Bana-nensteckern. Das vorliegende Kit enthielt als 'Software' zwei Bücher. Bei dem ersten handelt es sich um ein umfassendes User's Manual zum Adapter-chip. In diesem sind – von der Beschreibung der Funktionen des Chips bis zur Auflistung sämtlicher Register und der Ti-ming-Diagramme – alle not-wendigen Informationen enthal-ten. Bei dem zweiten Band han-delt es sich um eine 20seitige Kurzbeschreibung des Entwick-lungskits. Knapp, aber ausrei-chend gibt sie Überblick über den Aufbau und Anschluß. Alle Stiftleisten, DIP-Schalter- und Jumperfunktionen werden darin beschrieben. Außerdem sind Schalt- und Bestückungs-pläne für die Hauptplatine und die PCMCIA-Adapterkarten enthalten.

Den Kern des Kits stellt die Hauptplatine dar, auf der unter anderem der PCMCIA-Adapter-chip Z86017 in einem aufwen-digen 100poligen VQFP-Experi-mentiersockel untergebracht ist. Über zwei 50polige Stiftlei-

Der Grenzgänger

Der Z86017 der Firma Zilog wurde ursprünglich zum Betrieb von Festplatten an einer PCMCIA-Schnittstelle entwickelt. Seine Ausstattung macht ihn jedoch zu einem universell einsetzbaren Adapterchip, wobei er sich für jede Art von Speicher und Peripherie konfigurieren lässt. Der Z86017 unterstützt alle PCMCIA-Adressierungsarten, also Speicher-, Attributspeicher- sowie I/O-Adressierung und verfügt über alle in der Release 2.0 geforderten Konfigurationsregister. Dazu kommt ein 256 Byte großer Attributspeicher onchip.

Nach dem Einschalten befindet sich der Chip zunächst im Speichermodus und gibt an den Hostrechner Busy auf den RDY//BSY-Pin aus. Der Zustand des sogenannten EE-Masterpins entscheidet, auf welche Weise die Konfigurationsregister und der Attributspeicher geladen werden. Im Mastermodus liest der Chip die Daten aus einem externen EEPROM. Dazu verfügt der Z86017 über einen integrierten EEPROM-Sequenzer, Kontrollregister sowie eine serielle Schnittstelle mit der notwendigen Steuerlogik (SPI-Control).

Im Slave-Modus werden die Register und der Attributspeicher über eine geeignete Hardware geladen. Dazu muß der Chip mit einem passenden Strobe-Signal versorgt werden. Zuerst sendet die Hardware ein Adressbyte, das folgende Byte enthält den Befehl (in diesem Fall 'Schreiben') und im dritten Byte stehen schließlich die Daten. Zum Schreiben oder Lesen des Attributspeichers verfügt der Z86017 über ein Adressregister, das nach jedem Zugriff auf diesen Speicherbereich automatisch erhöht wird.

Der Baustein bietet zusätzlich die Möglichkeit, das EEPROM über das PCMCIA-Interface zu programmieren. Dazu besitzt er je ein Adress-, Daten- und Command-Register. Der Befehlssatz umfaßt je einen Befehl zum Schreiben, Lesen und Löschen sowie zur Aktivierung beziehungsweise Aufhebung eines Schreibschutzes.

Der Z86017 verfügt über vier unabhängige Fenster, mit denen die Peripherie als Memory-Mapped-I/O in den PCMCIA-Adressraum abgebildet werden kann. Das Fenster 0 ist dem Betrieb von ATA/IDE-Festplatten vorbehalten. Die

Fenster 1 bis 3 sind allgemein verwendbar. Sie verfügen über jeweils vier Register, in denen die Basisadresse sowie der Adressraum der jeweiligen Einheit, beispielsweise Tastatur-Controller oder Parallelschnittstelle, stehen. In den Registern sind außerdem Informationen über die angeschlossenen Einheiten enthalten, beispielsweise, ob es sich um Speicher oder

I/Os handelt. Wichtig ist, daß in jedem Fenster die Anzahl von Wait-States angegeben werden kann. Dies erlaubt unterschiedlich schnellen Einheiten, sich optimal den Bus zu teilen. Alle Fensterregister können wie die PCMCIA-Register und der Attributspeicher über das EEPROM oder über die serielle Schnittstelle geladen werden.

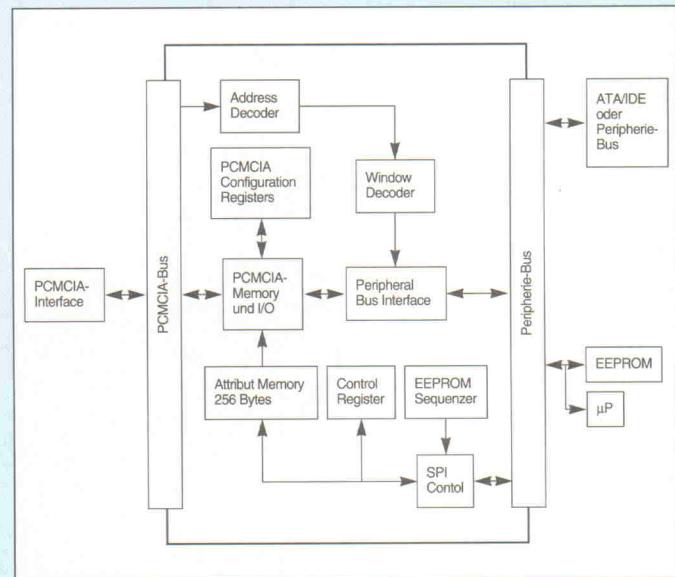


Bild 1. Blockschaltbild Z86017.

sten sind alle Signale des Chips zugänglich. Ein Lochrasterfeld bietet ausreichend Platz für eigene Ergänzungen.

Zum Betrieb benötigt das Board eine Gleichspannung zwischen 3 V und 5,5 V. Normalerweise stellt der PCMCIA-Slot diese Spannung bereit, aber das Kit erlaubt ebenso, eine externe Spannungsquelle direkt an die Entwicklungsplatine anzuschließen. Ein Jumper entscheidet dabei, woher der 'Saft' kommt. Eine weitere Steckbrücke, über die der Strom fließt, ermöglicht eine einfache Messung des Stromverbrauchs.

Generell muß man beachten, daß der Stromverbrauch einer PCMCIA-Karte gemäß Spezifikation unter 1 A liegt, wenn er über die PCMCIA-Host-Schnittstelle gedeckt wird und zur Release 2.0 kompatibel sein soll.

Der Adapterchip Z86017 unterstützt verschiedene Betriebsarten, den PCMCIA-Modus und den ATA-Durchgangsmodus.

In der Betriebsart PCMCIA können über die Entwicklungsplatine neben eigenen Entwicklungen auch Peripheriegeräte gemäß ATA (AT-Attachment, Protokoll der IDE-Schnittstelle bei Festplatten) betrieben werden. Dazu wird die Entwicklungsplatine über die Extender-Karte mit einer PCMCIA-Schnittstelle verbunden.

Auf der Extender-Karte können mit zwei 10poligen DIP-Schaltern bestimmte Signale des PCMCIA-Busses gezielt unterbrochen werden. Der Anschluß eines ATA-Peripheriegeräts an die Entwicklungsplatine erfolgt dabei über drei Stiftleisten. Dagegen verbindet man im ATA-Durchgangsmodus die Entwicklungsplatine über ein 40poliges Kabel direkt mit dem AT-Bus.

Die PCMCIA-Ausgabe 2.0 sieht vor, daß jede PCMCIA-Karte Register besitzt, aus denen der Hostrechner Informationen zum Beispiel über Kartenart, Eigenschaften und ähnliches entneh-

men kann. Der Z86017 stellt Register und Attributspeicher zur Verfügung (siehe Kasten), die beim Einschalten der Versorgungsspannung auf bestimmte Anfangszustände gesetzt werden. Das Setzen der Anfangszustände kann auf zwei Arten erfolgen: Zum einen können sie aus einem 256 Byte großen EEPROM übernommen werden,

wobei das EEPROM ebenso wie der zum sequentiellen Auslesen notwendige 20-MHz-Oszillator auf der Hauptplatine untergebracht und im Lieferumfang enthalten ist. Zum anderen kann man die Zustände über eine serielle Schnittstelle direkt setzen. Welches Verfahren beim Einschalten oder beim Betätigen des Reset-Tasters zur Anwendung kommt, entscheidet ein Jumper.

Als sehr komfortabel erweist sich die Möglichkeit, das EEPROM über die PCMCIA-Schnittstelle zu programmieren. Zilog will demnächst ein PC-Programm anbieten, mit dem der PCMCIA-Hostprozessor trans-

parent gemacht und das EEPROM direkt beschrieben werden kann. In Vorbereitung sind unter anderem Programme für PC-PCMCIA-Hosts, die auf dem Intel 82365SL PCIC und dem Hostprozessor von databook basieren. Ein Programmbeispiel liegt dem Set als Listing bei.

Insgesamt bietet das Entwicklungskit alles, was zur schnellen und PCMCIA-gerechten Realisierung auf der Kartenseite benötigt wird. Es ist zu hoffen, daß die Utilities zur Programmierung des EEPROMS bald und für möglichst viele verschiedene Hostprozessoren zur Verfügung stehen. Das Kit vertritt beispielsweise Future-Electronics (85774 Unterföhring, Tel. 0 89/95 71 95-0) zum Preis von DM 870,- (zzgl. MwSt.) unter der Bezeichnung Z8601700ZC0. Der PCMCIA-Chip Z86017 selbst ist beim gleichen Distributor in 100er Stückzahlen für DM 19,- erhältlich. ea

Spürnase

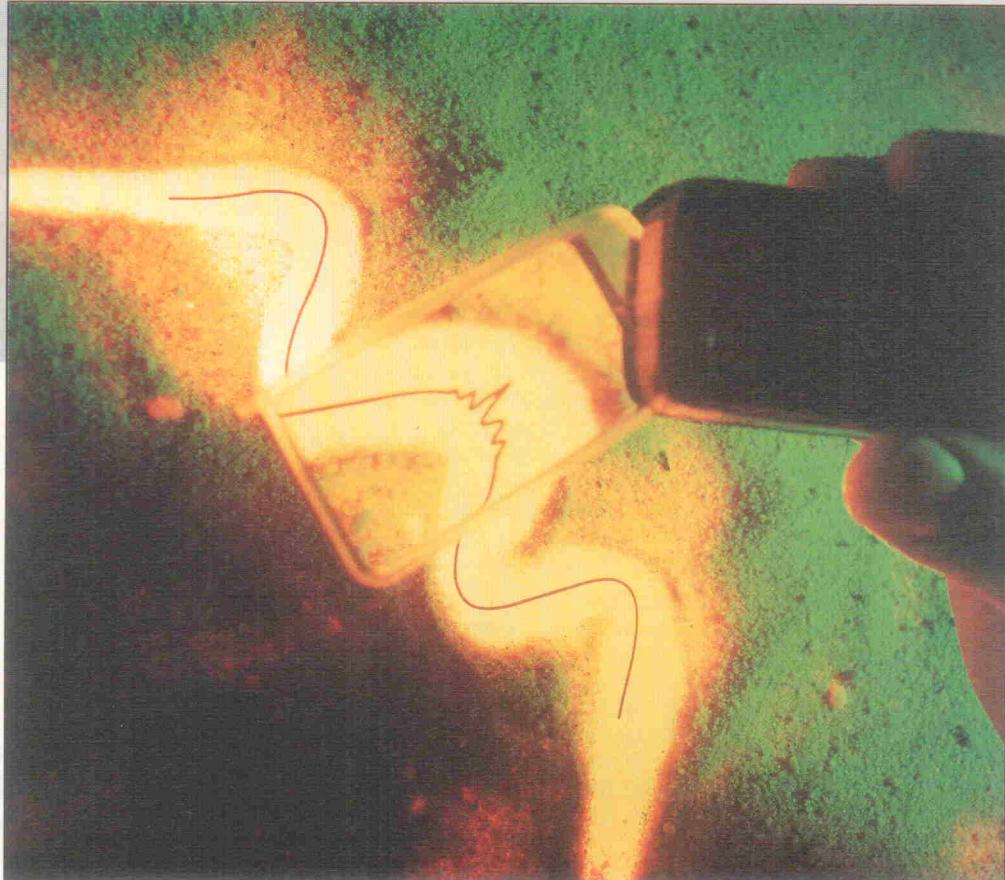
Adaptive Filter in der Signalverarbeitung, Teil 1: Funktionsprinzip der Adaption

Projekt

Prof. Dr. B. Wirnitzer
Chr. Schönig
W. Seipp

Das Radio läuft, die Musik ist gut. Nur ist da wieder dieses störende Pfeifen – ein klarer Fall für ein adaptives Filter. Damit lassen sich zum Beispiel Störgeräusche beim Empfang von Lang-, Mittel- und Kurzwellensendern von der Sprache oder Musik trennen. Und das, obwohl das Pfeifen seine Frequenz laufend ändert. Als Eingangssignal wird dazu nur das gestörte Signal benötigt, der Ausgang liefert zeitgleich das ungestörte Signal.

Bernhard Wirnitzer wechselte nach siebenjähriger Industrietätigkeit an die FHT Mannheim und ist dort seit 1991 Professor für die Lehrgebiete digitale Signalverarbeitung und Signalprozessoren. Christian Schönig arbeitet an der FHT Mannheim als Assistent im Fachbereich Nachrichtentechnik. Wolfram Seipp ist nach selbständiger Tätigkeit im Bereich der digitalen Audiotechnik seit kurzem am physikalischen Institut der Universität Heidelberg tätig.



Adaptive Filter werden heute erfolgreich für die automatische Echounterdrückung bei der Übertragung von Telefongesprächen oder bei Modems mit hoher Baudrate eingesetzt. Ebenso kommen sie in der Schwingungsanalyse zum Einsatz, hier typischerweise in der Motoren- und Fahrzeugentwicklung. In der Medizintechnik ermöglicht die Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen die Unterscheidung des EKG-Signals eines Kindes von dem wesentlich stärkeren EKG-Signal der Mutter. Oder aber – in einem ganz anderen Anwendungsfeld – benutzt man sie, um einen Sprecher aus einem Gewirr von Hintergrundgesprächen herauszufiltern. Im Rahmen einer Entstörung werden normalerweise Hoch-, Tief- oder Bandpässe genutzt, um die entsprechenden Frequenzen herauszufiltern. Dafür

muß die gesuchte Frequenz bekannt und über der Zeit konstant sein. Oder aber die Filterkoeffizienten müssen immer wieder nachgeregelt werden. Außerdem wird bei dieser Art des Herausfilters immer auch das Nutzsignal der entsprechenden Frequenz beseitigt. Anders beim adaptiven Filter: die Filterkoeffizienten stellen sich selbstständig auf den Störer ein, womit das Filter auch bei sich ändernder Störfrequenz dem Rauschsignal folgen kann. Dabei bleibt das Nutzsignal von der Filterung unbeeinflußt. Wie das funktioniert, welche Theorie dahintersteckt und wie sich alles in die Praxis umsetzen lässt, ist Thema dieser Artikelserie.

Der erste Beitrag beschreibt das Funktionsprinzip eines adaptiven Filters. Hier wird sowohl der theoretische Hintergrund erläutert, als auch an einem Bei-

spiel eine einfache adaptive Filterung durchgeführt. Im zweiten Teil soll ein Algorithmus für den Adoptionsvorgang gezeigt werden und der letzte Beitrag komplettiert das Ganze mit der Beschreibung einer preiswerten, platzsparenden Hardware-Realisierung mit dem digitalen Signalprozessor ADSP-2101/05 von Analog Devices.

Anpfiff

Um das Funktionsprinzip eines adaptiven Filters zu erläutern, sei hier zunächst ein stark vereinfachter Fall angenommen. Als ungestörtes Sprachsignal $s(t)$ dient ein Ausschnitt aus einer Radiosendung. Bild 1a zeigt das Signal $s(t)$ mit zugehörigem Spektrogramm. Im Spektrogramm (Bild 1a, unten) kann man die Verteilung der im Signal vorhandenen Frequenzen über der Zeit erkennen.

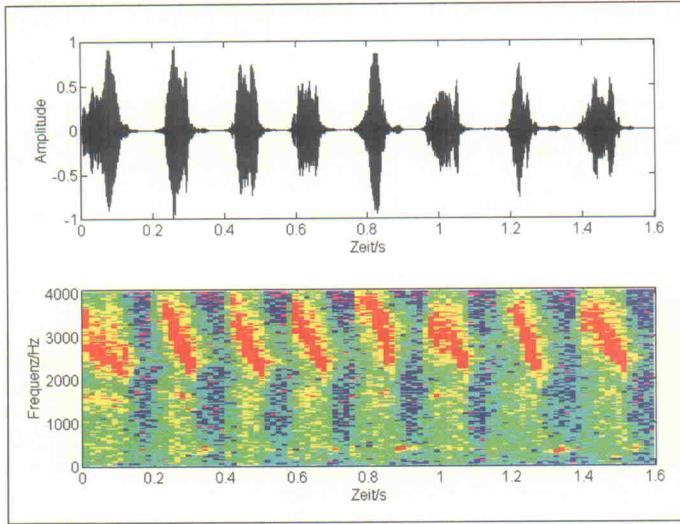


Bild 1a. Ungestörtes Sprachsignal (oben) mit Spektrogramm (unten), aufgetragen über der Zeit. Die Farbgebung der Frequenzspektren ist im Kasten 'Die dritte Dimension' auf Seite 30 erläutert.

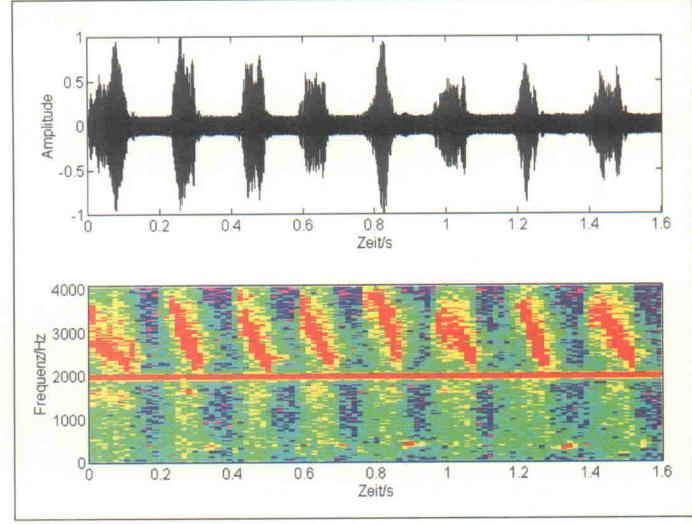


Bild 1b. Sprachsignal, gestört durch eine additive Sinuswelle mit zeitlich konstanter Frequenz. Im Spektrogramm erkennt man an der durchgängigen roten Linie, daß die Störung bei 2 kHz liegt.

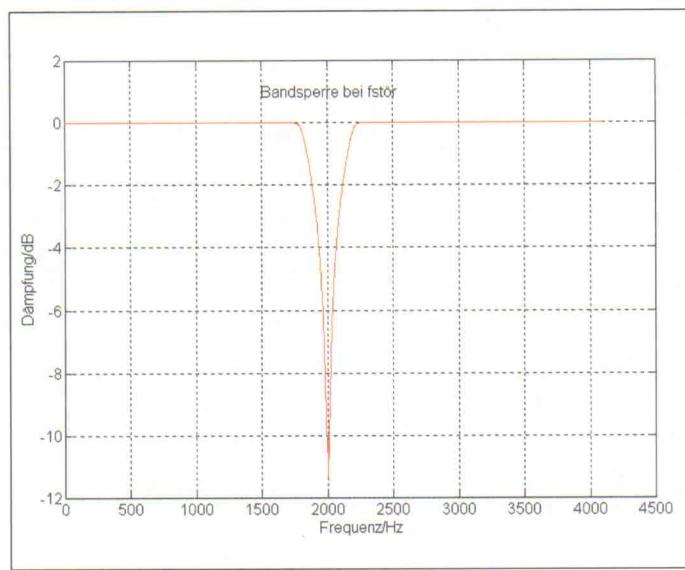


Bild 1c. Dämpfungskurve einer einfachen Bandsperre zur Filterung des gestörten Signals.

Dem Sprachsignal $s(t)$ in Bild 1b oben ist ein sinusförmiger Pfeifton mit einer bekannten, zeitlich konstanten Frequenz $f_{\text{stör}}$ als Störung überlagert. Die Zusammenhänge werden im Frequenzbereich deutlich: der Pfeifton, im Leistungsdichtespektrum als Störspitzen vorhanden, zeigt sich im unteren Spektrogramm als waagerechte Linie.

Die einfachste Art der Störunterdrückung stellt hier eine Bandsperre bei der Frequenz $f_{\text{stör}}$ dar. Bild 1c verdeutlicht den Dämpfungsverlauf einer solchen Bandsperre. Hat das Sprachsignal keinen Frequenzgehalt bei der Störfrequenz, so wird es ohne jede Verfälschung restauriert. Hat es jedoch selbst Frequenzen bei $f_{\text{stör}}$, werden

diese ebenfalls aus dem Sprachsignal herausgefiltert. Dies ist in der Praxis vom Zuhörer allerdings kaum wahrnehmbar.

Bild 1d zeigt das Zeitsignal mit herausgefilterter periodischer Störung. Im unteren Spektrogramm ist zu erkennen, daß das so gewonnene Signal bei der Störfrequenz und im Bereich des Dämpfungsverlaufs der Bandsperre keine oder stark verringerte Anteile besitzt. Die vorher waagerechte Linie ist sozusagen durch ein 'Loch' im Frequenzbereich ersetzt worden. Wie sich zeigen wird, löst ein adaptives Filter dieses Problem der Frequenzauslösung mit Hilfe einer kontinuierlichen Fehlerminimierung.

Die für das adaptive Filter benötigte Bandsperre läßt sich

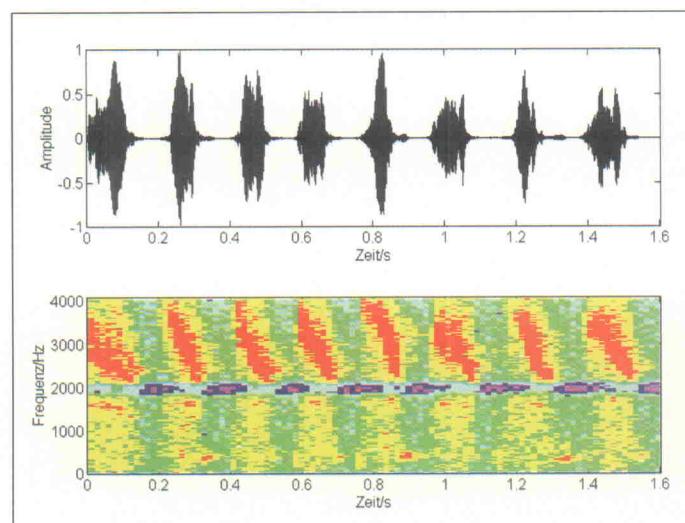


Bild 1d. Nach dem Filtern mit einer Bandsperre fallen die Signalanteile im Sperrbereich um 2 kHz fast komplett heraus.

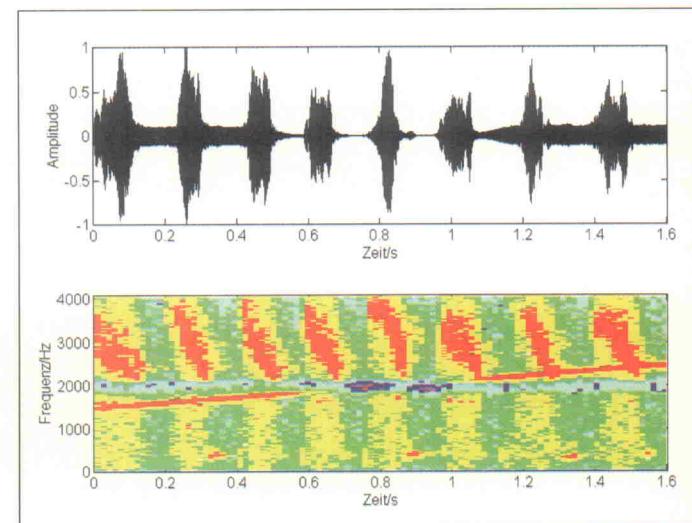


Bild 1e. Filtert man ein Signal mit zeitlich variabler Störung mit einer konstanten Bandsperre, werden nur die Störanteile bei der Sperrfrequenz 2 kHz eliminiert.

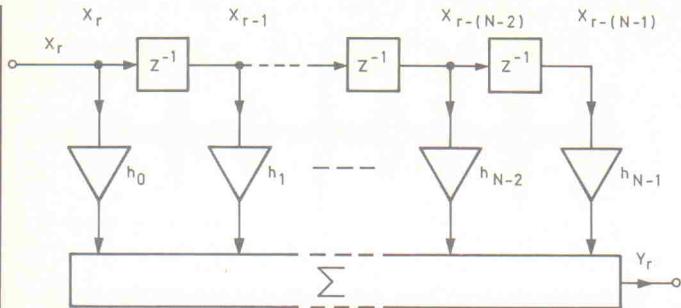


Bild 2. Der Signalaufplan für ein digitales FIR-Filter enthält N-1 Verzögerungseinheiten.

durch ein analoges oder digitales Filter realisieren. Bild 2 zeigt das verwendete digitale FIR-Filter (Finite Impulse Response), das aus Multiplikatoren, Verzögerungen und einem Addierer aufgebaut ist. Es realisiert folgende Verarbeitung:

$$y_r = \sum_{i=0}^{N-1} h_i \cdot x_{r-i} \quad (1)$$

wobei

$y_r = y(t = r \cdot \Delta)$
das Ausgangssignal zur Zeit $t = r \cdot \Delta$, mit Abtastabstand Δ ist,

h_i die Filterkoeffizienten bezeichnet,

x_{r-i} das um i Abtastabstände verzögerte Eingangssignal ist und

N die Zahl der Filterkoeffizienten angibt.

Der Frequenzgang des Filters wird durch die Koeffizienten h_i bestimmt, die sich wiederum mit bekannten Filterdesigntechniken berechnen lassen [1]. Da adaptive Filter die Filterkoeffizienten selbstlernend bestimmen, müssen die klassischen Entwurfsmethoden hier nicht näher erläutert werden. Es genügt zu wissen, daß die Filterqualität mit der Anzahl der Koeffizienten steigt, mehr Koeffizienten also zu verbesserter Flankensteilheit und geringerer

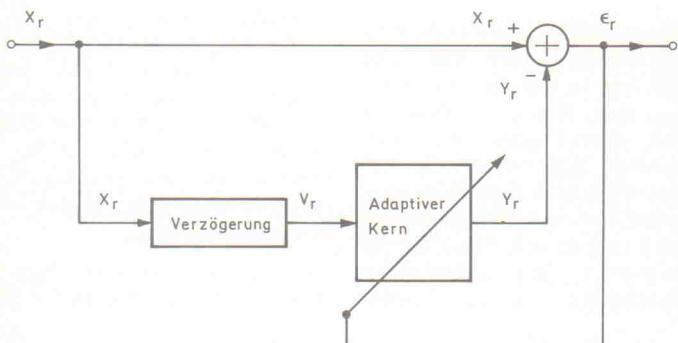


Bild 3a. Das Blockdiagramm eines adaptiven Filters. Es besteht aus einer Signalverzweigung, einem Verzögerungsknoten, dem adaptiven Kern und einer Differenzbildung.

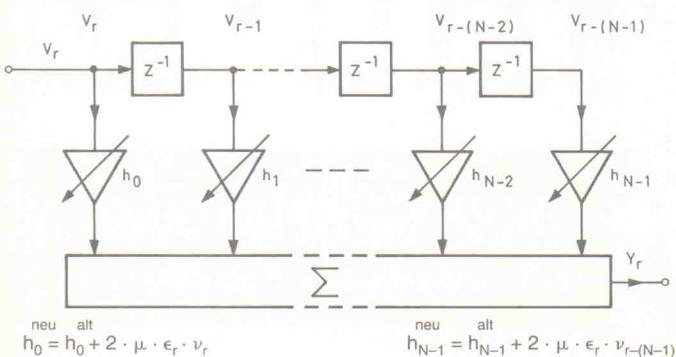


Bild 3b. Im adaptiven Kern des Filters steckt ein FIR-Filter. Die aktuellen Filterkoeffizienten $h_0^{\text{neu}} \dots h_{N-1}^{\text{neu}}$ berechnen sich aus dem Differenzsignal ϵ_r und den 'alten' Koeffizienten.

Störungen im Durchlaß- und Sperrbereich führen.

Gezwitscher

Um die prinzipiellen Vorteile eines adaptiven Filters gegenüber der Wirkung einer in der Frequenz konstanten Bandsperre zu verdeutlichen, wird das Signal mit einer zeitlich variablen Störung beaufschlagt. Am Signalverlauf nach der Filterung mit der Bandsperre (Bild 1e) erkennt man, daß die frequenzinstabile Störung im Zeitverlauf und damit auch im Spektrogramm nur für eine bestimmte Zeit eliminiert wird. Nämlich genau dann, wenn die aktuelle Störfrequenz in den Sperrbereich der Bandsperre fällt. Ein adaptives Filter beseitigt diesen

Nachteil, indem es seine Koeffizienten selbstständig auf die sich ändernde Frequenz abgleicht.

Es verwendet dazu folgenden Trick: Das Eingangssignal wird in 2 Kanäle aufgespalten, der obere Kanal enthält das Eingangssignal, der untere Kanal filtert eine verzögerte Version des Eingangssignals (Bild 3a). Die Lernregel für das Filter ist einfach:

Ändere die Filterkoeffizienten so lange, bis die Differenz zwischen ungefiltertem Eingangssignal und gefiltertem Signal im quadratischen Mittel minimal wird:

$$\epsilon_r^2 \rightarrow \text{Minimum}$$

Zum besseren Verständnis einige Erläuterungen:

Die dritte Dimension

Die Bilder 1a, 1b, 1d und 1e zeigen zweidimensional das Frequenzspektrum der Signale, aufgetragen über der Zeit. Die dritte Dimension – hier die Amplitude – ist in den Bildern mit Hilfe der Farbgebung dargestellt. 'Je roter desto höher' könnte die Kurzbeschreibung des Ganzen sein:

Im oberen Ausschnitt der genannten Bilder ist jeweils die Amplitude des Zeitsignals über der Zeit aufgetragen. Dieser Darstellung kann man nicht entnehmen, aus welchen Frequenzanteilen das Signal zu einem bestimmten Zeitpunkt besteht. Dieser Sachverhalt läßt sich jeweils aus dem unteren Ausschnitt herauslesen. Dort ist das Frequenzspektrum der Signale zu bestimmten Zeitpunkten aufgetragen und zusätzlich durch die Farbgebung auch die zugehörige Amplitude (bei der entsprechenden Frequenz) erkennbar. Je mehr die Signalannteile ins Rot hineingehen, umso höher ist die Amplitude an dieser Stelle.

Ein Beispiel aus Bild 1e soll das verdeutlichen: Zum Zählzeitpunkt 0,3 s hat das Nutzsignal im Frequenzband 2200...3200 Hz hohe Amplitudanteile (tiefer Rotton). Das Störsignal hat zu diesem Zeit-

punkt seine maximalen Amplituden zwischen 1600...1700 Hz (ebenfalls tiefrot). Um die Sperrfrequenz 2000 Hz herum zeigt die Farbgebung mit cyan bis blau an, daß in diesem Bereich – entsprechend der niedrigen Amplituden – nur geringe Signale anteile vorhanden sind. In den restlichen Frequenzbändern, also etwa oberhalb 3200 Hz und unterhalb 1600 Hz liegen zwar ebenfalls Signale anteile. Diese haben jedoch kleinere Amplituden, zu erkennen an der gelb bis grünen Farbgebung. Bezieht man das alles auf den oberen Bildausschnitt, erhält man in der Überlagerung der jeweils zu einem Signal gehörenden Amplituden ein großes Nutzsignal zum Zeitpunkt 0,3 s und eine entsprechend kleinere Gesamtamplitude des Störsignals zum selben Zeitpunkt.

Die untenstehende Farbskala zeigt die zugehörige Farbpalette: Ein satter Rotton stellt die Höchstwerte dar. Je weniger Rotanteile enthalten sind, umso blauer also die Farbe wird, desto niedriger ist die entsprechende Amplitude. Lila zeigt hier das Minimum an – bei der Deutung der Farbaufnahmen nicht mit Rot zu verwechseln.



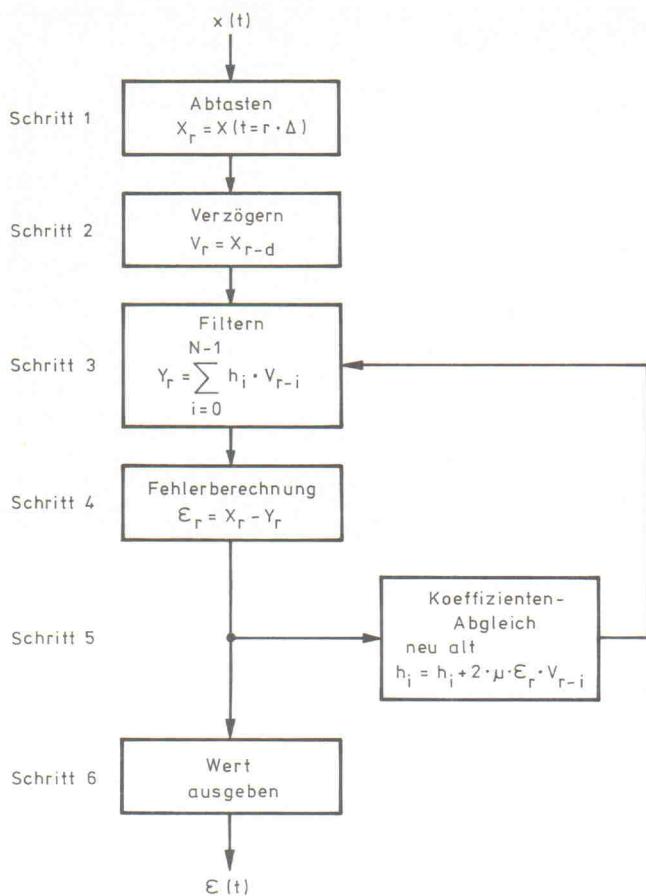


Bild 4. Ablaufplan eines adaptiven (FIR-)Filters. Zwischen der Signalabtastung und der Signalausgabe liegen die vier 'adaptiven' Schritte: Verzögern, Filtern, Fehler berechnen und Koeffizienten abgleichen.

1. In der Lernregel wird gefordert, daß die Differenz minimal wird, nicht Null!

2. Die Störung ist ein vorhersehbares Signal, das sein Spektrum von einem Zeitpunkt zum nächsten nicht wesentlich ändert. Das Nutzsignal Sprache dagegen erscheint im Vergleich zum Störsignal als unvorhersehbar und weist von einem Zeitpunkt zum nächsten wesentlich geringere Ähnlichkeiten auf.

Diesen Sachverhalt verdeutlicht auch das Spektrogramm in Bild 1b: Das störende Pfeifen ist eine Konstante parallel zur Zeitachse, die Sprache zeigt sich als schnell veränderliches, statistisches Muster. Störspektrum und Sprachspektrum ändern sich also mit unterschiedlichen Zeitkonstanten. Da sich das adaptive Filter nur auf ein vorhersehbares Signal einstellen und nur diese Anteile herausfiltern kann, bleibt das Nutzsignal selbst von der Filterung unbeeinflußt. Deshalb hat der automatische Koeffizientenabgleich Erfolg – und funktioniert auch,

falls die Störleistung die Sprachleistung um ein Mehrfaches übersteigt.

Eine Filterabtastung verläuft folgendermaßen: Das Eingangssignal x_r , bestehend aus Nutz- und Störanteil, wird auf den Eingang des Filters gegeben (Bild 3a). Im unteren Zweig durchläuft es eine Verzögerungseinheit, gelangt anschließend auf ein FIR-Filter (im Bild 3a der adaptive Kern) und von dort zur Addierstufe. Der obere Zweig des Gesamtfilters leitet das Eingangssignal direkt auf diese Stufe.

Die Differenz zwischen dem verzögerten, gefilterten und dem ungefilterten Nutzanteil ergibt am Ausgang des Filters das ursprüngliche Nutzsignal und ein eventuell auftretendes Echo. Zieht man den verzögerten, gefilterten Störanteil vom ungefilterten Störanteil ab, wird diese Differenz umso geringer, je erfolgreicher die Filterung im adaptiven Kern (FIR-Filter) ist. Man erreicht dies beispielsweise durch eine definierte Phasenverschiebung des Signals. Der adaptive Kern gibt dann einen

Störanteil y_r aus, der mit dem ursprünglichen Störanteil im Eingangssignal x_r in Phase ist und sich bei einer Differenzbildung im Zeitbereich zu Null ergänzt.

Das Differenzsignal ϵ_r zwischen dem ungefilterten Eingangssignal x_r und dem verzögerten, gefilterten Signal y_r schließlich erreicht genau dann ein Minimum, wenn die Filterung vor und nach dem Verzögerungszeitraum gleich erfolgreich war, die Filterkoeffizienten also unverändert bleiben ($h_i^{alt} = h_i^{neu}$). Auf diese Weise bleibt in der Gesamtdifferenz am Ausgang des Filters nur das Nutzsignal übrig.

Das adaptive Filter in Bild 3a zeigt im unteren Signalzweig die für seine Funktion wichtige Verzögerungseinheit. Sie liefert ein um d Tastabstände verzögertes Eingangssignal v_r für den adaptiven Kern mit

$$v_r = x_{r-d}$$

Die Verzögerung muß so gewählt werden, daß der Sprachsignalanteil im oberen und unteren Zweig unkorreliert ist oder, mit anderen Worten, keine systematische Ähnlichkeit mehr besteht. Ohne diese Verzögerung würde das Filter auch den Sprachanteil wegadaptieren und er wäre damit null. Für die Verarbeitung von Sprachsignalen liegt eine praktikable Verzögerungszeit bei 1 ms.

Bild 3b zeigt den adaptiven Kern des Filters. Jedesmal, wenn ein neuer Signalwert abgetastet wird, werden alle Koeffizienten h_i des FIR-Filters nach folgender Formel abgeglichen (die mathematische Herleitung erfolgt im nächsten Abschnitt):

$$h_i^{neu} = h_i^{alt} + 2 \cdot \mu \cdot \epsilon_r \cdot v_{r-i} \quad (2)$$

wobei

h_i^{alt} der i-te Filterkoeffizient vor dem Abgleich,

h_i^{neu} der i-te Filterkoeffizient nach dem Abgleich,

μ die Schrittweite

ϵ_r die Differenz zwischen gefiltertem und ungefiltertem Signal und

v_{r-i} das Eingangssignal, i Abtastabstände vor dem aktuellen Abgleich bezeichnen.

Die Schrittweite μ liegt dabei im Bereich

$$0 < \mu < \frac{1}{N \cdot P} \quad (3)$$

mit

$$P = \frac{1}{M} \cdot \sum_t x_t^2 \quad (4)$$

als mittlere Signalleistung (siehe [2], S. 99 ff.). Schrittweiten über dem oberen Grenzwert führen zu instabilem Verhalten. Je kleiner die Schrittweite gewählt wird, desto genauer wird die Adaption, aber umso langsamer folgt das Filter Frequenzänderungen des Störsignals. Ein praktikabler Wert liegt bei

$$\mu = \frac{1}{20} \cdot \frac{1}{N \cdot P}$$

Verpfiffen

Bild 4 zeigt zusammenfassend, was in einem adaptiven FIR-Filter abläuft. Die überraschend einfache Rechenvorschrift für den Koeffizientenabgleich h_i im vorletzten Block folgt aus der Forderung nach einer Minimierung des quadratischen Fehlers. Dies zeigt die nachfolgende, kurze Herleitung.

Ausgehend von der Differenz zwischen gefiltertem und ungefiltertem Signal

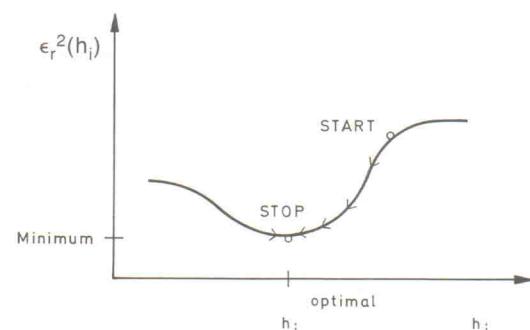


Bild 5. Die Abhängigkeit des quadratischen Fehlers $\epsilon_r^2(h_i)$ von den Filterkoeffizienten h_i . Der Abgleich der Filterkoeffizienten wird mit dem Gradientenabstiegsverfahren durchgeführt. Mit Erreichen des Fehlerminimums sind die optimalen Koeffizienten gefunden.

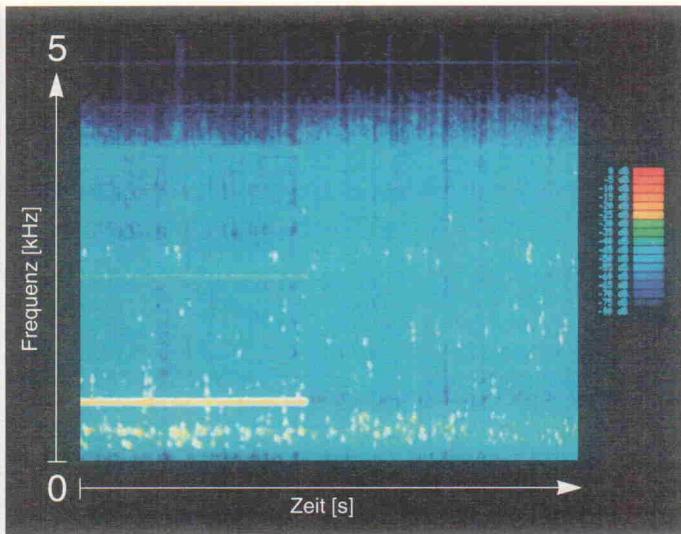


Bild 6a. Das Spektrogramm eines Sprachsignals, gestört durch einen Pfeifton konstanter Frequenz mit Obertönen vor (linke Hälfte) und nach der Filterung (rechte Hälfte).

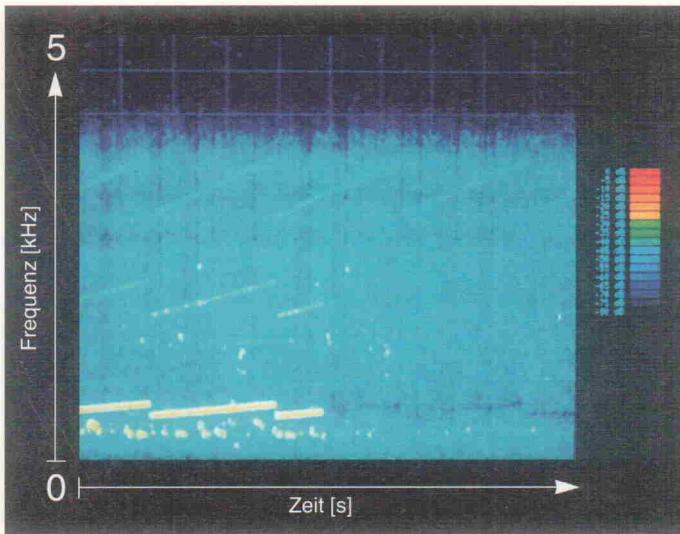


Bild 6b. Das Spektrogramm eines Sprachsignals, gestört durch einen Pfeifton variabler Frequenz mit Obertönen vor (linke Hälfte) und nach der Filterung (rechte Hälfte).

$$\epsilon_r = x_r - y_r$$

wird im weiteren das quadrierte Differenzsignal verwendet. Es hängt von allen Filterkoeffizienten h_i ab.

$$\epsilon_r^2 = \epsilon_r^2(h_0, h_1, \dots, h_{N-1})$$

Bild 5 zeigt prinzipiell die Abhängigkeit des quadratischen Fehlers

$$\epsilon_r^2(h_i)$$

von einem einzigen Filterkoeffizienten h_i . Der Abgleich jedes einzelnen Koeffizienten h_i erfolgt nun nach einem Gradientenabstiegsverfahren

$$h_i^{neu} = h_i^{alt} - \mu \cdot \frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} \quad (5)$$

wobei μ die Schrittweite des Abgleichs ist. Nach jedem neuen Signalabtastwert werden alle Filterkoeffizienten h_i neu abgeglichen. Ist das Optimum erreicht, so gilt

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} = 0 \text{ und damit } h_i^{neu} = h_i^{alt}$$

Es bleibt die Berechnung von

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i}$$

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} = 2 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{d\epsilon_r}{dh_i}$$

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} = 2 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{d}{dh_i} \left(x_r - \sum_{i=0}^{N-1} h_i \cdot v_{r-i} \right)$$

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} = 2 \cdot \epsilon_r \cdot (-v_{r-i})$$

$$\frac{d\epsilon_r^2}{dh_i} = -2 \cdot \epsilon_r \cdot v_{r-i}$$

Mit Gleichung (5) folgt daraus direkt die gesuchte Abgleichvorschrift:

$$h_i^{neu} = h_i^{alt} + 2 \cdot \mu \cdot \epsilon_r \cdot v_{r-i} \quad (6)$$

Pfeifkonzert

Die Bilder 6a und 6b zeigen die Anwendung eines adaptiven Filters, das nach Gleichung (2) und Gleichung (4) arbeitet. Es wurden zwei verschiedene Störungen plus Nutzsignal bearbeitet:

1. Pfeifton als periodische, zeitlich konstante Störung mit Oberwellen (Bild 6a)

2. Pfeifton als periodische, sich in der Frequenz ändernde Störung mit Oberwellen (Bild 6b)

Das adaptive Filter wird erst in der Mitte der Spektrogramme aktiv, links sieht man also das gestörte und rechts das gefilterte Nutzsignal. Bei beiden Störungssignalarten wird die Grundschwingung und damit der leistungsmäßig stärkste Störanteil optimal entfernt, ohne daß Anteile aus dem Nutzsignal herausfallen. Aus dem Signalgemisch mit konstanter Störfrequenz können auch die Oberwellen herausgefiltert werden. Bei der frequenzvariablen Störung kann das Filter die Oberschwingungen dämpfen. Dies sieht man besonders deutlich

gleich nach Aktivierung des Filters. Die Höhe der Dämpfung und damit die Qualität der Filterung ist direkt von der Geschwindigkeit der Störfrequenzänderung abhängig. Bei langsamem Ändern wird die Qualität immer besser, insbesondere was die Dämpfung der Oberwellen betrifft.

Pausenpfiff

Die Grundlagen zu adaptiven Filtern sind bis hierher weitestgehend dargelegt. Die folgenden zwei Teile dieser Serie befassen sich daher mit der Hardware: Im nächsten Artikel geht es um das Innere des ADSP-2101, das Herzstück der Filterplatine. Es soll gezeigt werden, wie die graue Theorie in der Praxis in einen digitalen Signalprozessor umgesetzt wurde. Der abschließende dritte Teil befaßt sich mit dem Board selbst (Bild 7). Hier kann man nachvollziehen, wie das adaptive Filter tatsächlich realisiert wurde.

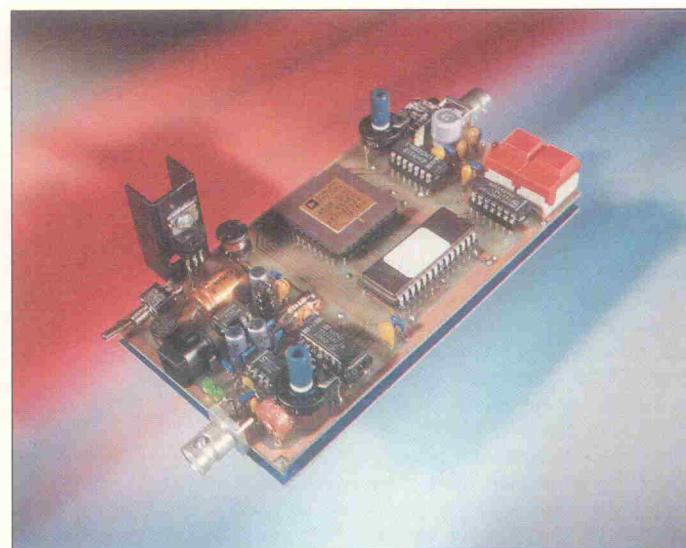


Bild 7. Der Hardware-Aufbau des adaptiven Filters mit dem ADSP-2101 von Analog Devices. Der Programmcode im EPROM steht zur Inbetriebnahme bereit und erlaubt die Realisierung von bis zu acht verschiedenen Anwendungen.

Literatur

- [1] Gängige Filterdesignsoftware
MATLAB, The MathWorks Inc.; FDS for SPW, Cadence-Comdisco; DFDP, Atlanta Signal Processors Inc.; Hypersignal-Plus, Hyperception; Filter Design & Analysis, Momentum Data System; DigFilt, Franzis Verlag

- [2] B. Widrow, S. Stearns, Adaptive Signal Processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1985

3

Alles über

Mikrocontroller
Sensorik/Aktorik

PC-Meßtechnik
Bauelemente

Labormeßtechnik
Elektronikgrundlagen



H 5345 E
DM 7,50
SFR 7,50
CHF 10,- FF 25,-

= 15,- DM

Sie sparen 7,50 DM

Testangebot:
Ja, senden

Sie mir die nächsten
3 Ausgaben **ELRAD** zum
Preis von 15,- DM. Wenn mich
das Test-Angebot überzeugt, brau-
che ich nichts weiter zu tun; ich bekomme
ELRAD weiterhin jeden Monat per Post und
bezahle 79,20 DM (Inland), 86,40 DM (Ausland).
Vorzugspreis für Schüler/Studenten 69,- DM (gegen
Nachweis). Übrigens: **ELRAD**-Abos kann man jederzeit zur
übernächsten Ausgabe kündigen – mit **Geld-zurück-Garantie**.
Möchte ich **ELRAD** nicht regelmäßig weiterziehen, gebe ich
spätestens 10 Tage nach Erhalt der 3. Ausgabe Nachricht.
Damit ist alles erledigt.

Datum/ Unterschrift

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen
beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und
bestätige dies durch meine zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/ Unterschrift

Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind.

1018

Anschrift:

Name/Vorname _____

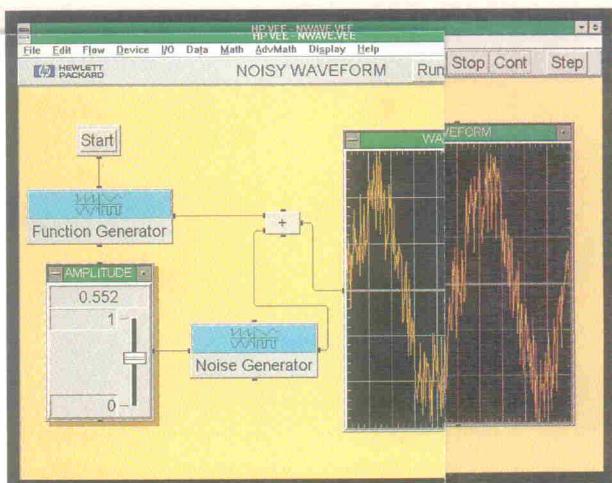
Straße/Postfach _____

PLZ/Ort _____

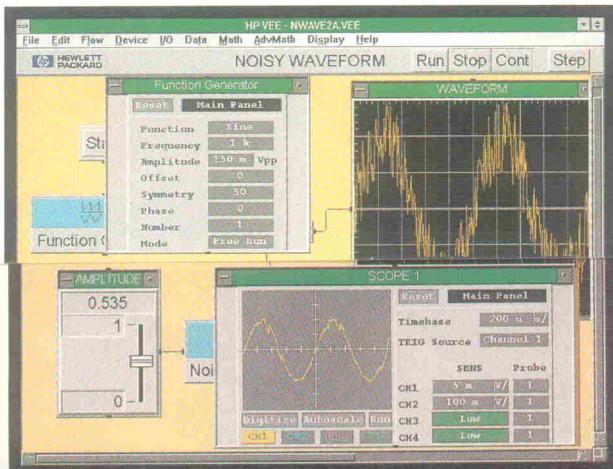


Verlag Heinz Heise
Helstorfer Straße 7
30625 Hannover
Fax: 0511/ 5352 289

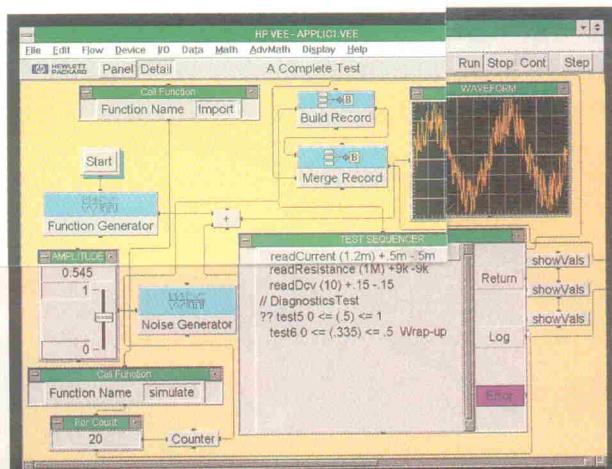
Die HP VEE Testsoftware. Die gute Vee in Sachen Meßtechnik.



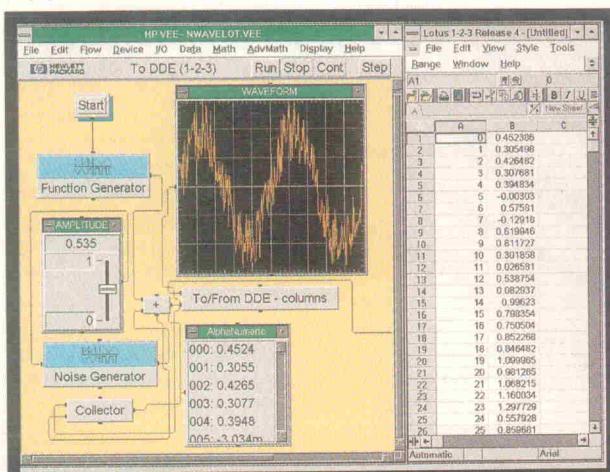
Einfache, intuitive Benutzeroberfläche.



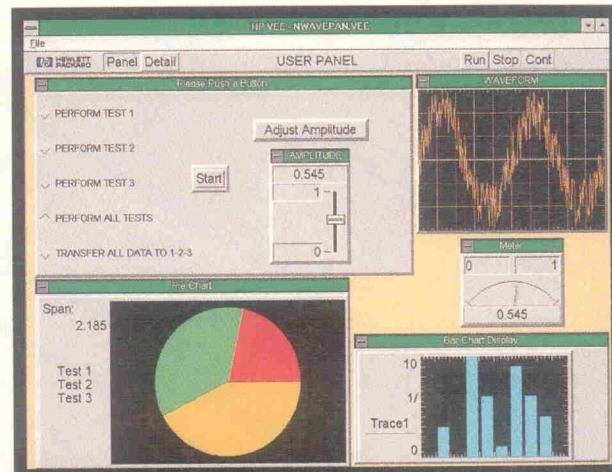
Vielzahl an Treibern sowie direkte Ein-/Ausgabe für die Meßgerätesteuerung.



Integrierte Testsequenzen selbst für komplexe Aufgaben.



Windows®- und UNIX®-Kompatibilität.



Unkompliziertes Erstellen individueller Testprogramme.

Mit der bedienerfreundlichen Testsoftware HP VEE sind Sie in der Lage, selbst komplizierte Meßaufgaben in kürzester Zeit zu lösen.

So können Sie in Zukunft schneller und produktiver arbeiten. Informieren Sie sich jetzt.

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.

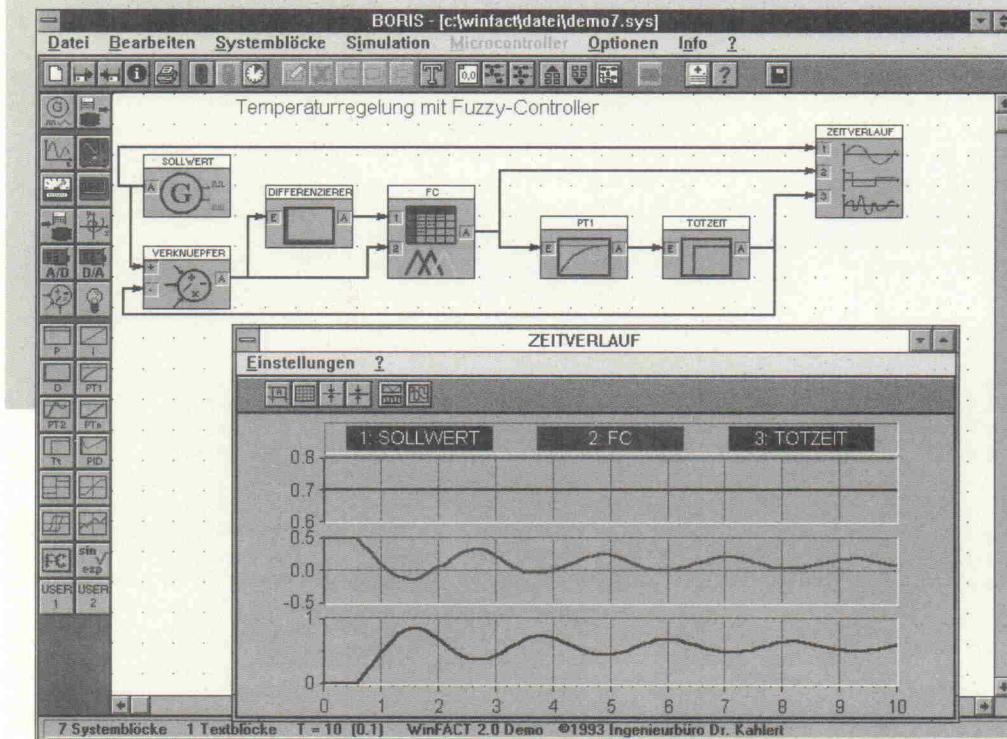
Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corp. UNIX® ist ein eingetragenes Warenzeichen der X/Open Company Ltd.



**HEWLETT®
PACKARD**

Normal bis Fuzzy

Software-Baukasten für die Meß- und Regelungssimulation



Entwurf, Analyse und Synthese von Regelungen sind Themen in etlichen technischen Ausbildungsgängen. Aktuelle Software für die Simulation entsprechender Systeme sollte zur Standardausrüstung in Schulen und anderen Bildungseinrichtungen zählen. WinFACT, ein modulares Programmkonzept auf Basis von PC und MS-Windows, simuliert neben rein konventionellen Regelmechanismen auch Fuzzy- und Hybridsysteme.

Mit den 'Windows Fuzzy And Control Tools' – kurz WinFACT genannt – bietet das Ingenieurbüro Kahlert aus Hamm eine Programmsammlung für die Erstellung, Simulation, Synthese und Analyse von Regelkreisen und Steuerungen sowie zur Erfassung und -verarbeitung von Meßdaten an. Das bislang vor allem von Schulungseinrichtungen eingesetzte Paket besteht im wesentlichen aus acht unabhängig voneinander ausführbaren Modulen:

Kernstück des Ganzen ist ein Programm, daß als EXE-File unter dem Namen BORIS zu finden ist – was für 'Block-orientiertes Simulationssystem' steht. Mit dieser Anwendung lassen sich sowohl konventio-

nelle Regelglieder als auch Fuzzy-Logik- oder Fuzzy-Control-Elemente in Form grafischer Funktions-, Anzeige und Eingabeblocks zu einem Regelkreis zusammensetzen (Bild oben). Wenn eine Anordnung fehlerfrei erstellt ist, kann der Verlauf von Ein- und Ausgangsgrößen des Regelkreises simuliert werden.

An Funktionsblöcken stehen hier unter anderem Standardglieder für lineare Regelungen (PT_1 , PT_2 ...), Übertragungsglieder höherer Ordnung, nichtlineare frei definierbare Kennlinien, mathematische Funktionen sowie diverse lineare und nichtlineare Reglerkomponenten zur Auswahl. Dazu kommen Logikelemente, Statistikfunk-

tionen und diverse Ausgabeeinheiten wie virtuelle digitale und analoge Anzeigegeräte, x/t-Kurven, Balkendiagramme und ähnliches. Ein- und Ausgangsgrößen lassen sich auch als Wertverlauf per Dateizugriff einlesen beziehungsweise abspeichern. Zudem stehen Schnittstellen zu anderen Windows-Anwendungen wie MS-Excel zur Verfügung. Der Anwender kann weiterhin eigene Funktionsblöcke (als Windows-DLL) definieren.

Die Anbindung an reale Prozesse, also an Sensorik, Aktoren oder sonstige Hardware außerhalb des Rechners, unterstützt WinFACT zum einen durch die Ansprache von Mikrocontroller-Schaltungen per RS-232-Interface (68HC11 oder 80C537) und zum anderen über AD/DA-Slotkarten für den PC. Hiermit aufgenommene Größen kann der Anwender direkt in den am Rechner erstellten Regelkreis aufnehmen. Auch lassen sich so Echtzeitapplikationen realisieren. Mit einem externen Controller-Board läßt sich zum Beispiel eine intelligente Regler-Hardware – einbinden, wobei die Pro-

grammierung des Controllers aus der WinFACT-Anwendung heraus erfolgt. Eine Einarbeitung in die Controller-Hardware ist somit nicht erforderlich.

Das Programm IDA unterstützt die Identifikation linearer Regelungssysteme. Analysen linearer Systeme anhand von Sprungantworten, Bode-Diagrammen, der Pol-Nullstellen-Verteilung sowie Nyquist-Ortskurven und Wurzelortskurven gestattet ein weiteres Software-Modul namens LISA (Bild 1). Schließlich bietet das Modul RESI diverse Möglichkeiten zur Synthese einschleifiger Regelkreise sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich.

Fuzzy-Ausbau

Bei der Zusammenstellung einer Regelung gestattet das Kernmodul BORIS die Einbindung von Fuzzy-Controllern in Form statischer Funktionsblöcke. Die individuelle Definition von Fuzzy-Elementen erfolgt mit Hilfe einer sogenannten 'Fuzzy-Shell'. Unter dem irreführenden Namen FLOP gestattet dieses separate Programm dem Anwender speziell die Gestaltung und den Test von Fuzzy-Controllern durch Hilfsmittel wie einen 'Regelbasis-Editor' sowie Ein-/Ausgangsgrößen-Diagramme (Bild 2). Auch hier kann man das Verhalten anhand der Simulation bewerten. Ebenso wie BORIS gestattet auch FLOP die Zusammenarbeit mit externer Hardware um beispielsweise reale Meßdaten und Eingangsgrößen auswerten zu können.

Als Erweiterung zu FLOP bietet sich der C-Quellcodegenerator FALCO an. Dieser verarbeitet die mit der Shell erstellten Fuzzy-Elemente zu kompletten ANSI-C-Programmen. Speziell für die Realisation von PID-Reglern bietet sich das Programm FuzzyPID an, das den Entwurf und die Simulation einschleifiger Fuzzy-Regelkreise und -PID-Regler ermöglicht. Schließlich rundet das Modul INGO den WinFACT-Reigen ab. Es gestattet die grafische Aufbereitung von Wertverläufen, Meß- und Simulationsdaten.

Als Rechnersystem setzt WinFACT einen IBM-kompatiblen PC mit 80286-CPU und 2 MByte RAM, Festplatte, Maus und MS-Windows ab Version 3.0 voraus. Besonders für Simulationen sind der Ein-

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Technische Akademie Wuppertal e.V.
Hubertusallee 18
42097 Wuppertal

15. + 16. 09. 94
Sem.-Nr.: 811225124
Elektrische Antriebe
Gebühr: DM 945,-
Ort: Nürnberg

21. – 23. 09. 94
Sem.-Nr.: 511255124
Meßtechnik-Praktikum mit dem PC
Gebühr: DM 1140,-

22. + 23. 09. 94
Sem.-Nr.: 811225114
Drehzahlgesteuerte und -geregelte Drehstromantriebe
Gebühr: DM 990,-

17. 10. 94
Sem.-Nr.: 511255154/G
Auswahl und Einführung eines Lokalen Netzwerkes (LAN)
Gebühr: DM 570,-

17. 10. 94
Sem.-Nr.: 511245104/G
Elektromagnetische Verträglichkeit
Gebühr: DM 465,-

19. 10. 94
Sem.-Nr.: 511255144/G
Lokale Netzwerke (LAN): Ethernet
Gebühr: DM 495,-

Technische Akademie Esslingen
Postfach 1265
73748 Ostfildern

09. 09. 94
Sem.-Nr.: 18468/74.0306
Introduction to Digital Communication Systems and Techniques
Gebühr: DM 710,-

14. 09. 94
Sem.-Nr.: 18502/70.0199
Kalibrierung von Meßmitteln in der Qualitätssicherung
Gebühr: DM 470,-

14. – 16. 09. 94
Sem.-Nr.: 18504.1/98.0400
Serielle Kommunikation im unteren Feldbusbereich, Teil I + II
Gebühr: DM 970,-

14. – 16. 09. 94
Sem.-Nr.: 18505/74.0290
Datennetz-Diagnose-Praktikum
Gebühr: DM 1150,-

19. + 20. 09. 94
Sem.-Nr.: 18525/70.0201
Qualität und Zuverlässigkeit elektronischer Bauelemente und Geräte
Gebühr: DM 680,-

19. + 20. 09. 94
Sem.-Nr.: 18519/74.0291
Lokale Netzwerke, Teil A
Gebühr: DM 730,-

21. – 23. 09. 94
Sem.-Nr.: 18545/73.0459

Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik
Gebühr: sFr 1250,-
Ort: Sarnen

26. + 27. 09. 94
Sem.-Nr.: 18571/71.0396
Design, Spezifikation und Beschaffung von Leiterplatten
Gebühr: DM 720,-

27. + 28. 09. 94
Sem.-Nr.: 18582/74.0295
Feldbusysteme
Gebühr: DM 880,-

29. + 30. 09. 94
Sem.-Nr.: 18605/43.0153
IEC-Bus-Steuerung
Gebühr: DM 785,-

29. + 30. 09. 94
Sem.-Nr.: 18603/45.0239
Prozeßleittechnik
Gebühr: DM 1100,-

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

06. 09. 94
Sem.-Nr.: S-30-704-032-4
DQS-Zertifizierung
Mitglieder: DM 1350,-
Nichtmitglieder: DM 1480,-

19. 09. 94
Sem.-Nr.: 30-716-032-4
Die Umsetzung der Norm DIN ISO 9001/9004
Mitglieder: DM 795,-
Nichtmitglieder: DM 845,-

20. 09. 94 S
Sem.-Nr.: 30-723-091-4
Umweltschutz-Handbuch
Mitglieder: DM 795,-
Nichtmitglieder: DM 845,-

19. 10. 94
Sem.-Nr.: 10-815-032-4
Software-Qualitäts-managementsysteme nach der DIN ISO 9000
Mitglieder: DM 720,-
Nichtmitglieder: DM 780,-

satz eines 3- oder 486ers sowie ein größerer RAM-Ausbau empfehlenswert. Für die Zusammenstellung von Prozessen und Simulationsmodellen stehen Erweiterungen in Form von Funktionsblock-Bibliotheken zur Verfügung. Bei Bedarf sind Programmteile auch als Quellcode erhältlich.

Durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und die konsequent modulare Struktur ist WinFACT sicherlich nicht nur für den Ausbildungsbereich in-

teressant. Das Konzept einzelner, getrennt lauffähiger Programme erlaubt es dem Interessenten unter anderem, die Software seinen individuellen Bedürfnissen entsprechend in Teilen zu erwerben. Auch gibt es die einzelnen Module mit leicht eingeschränktem Funktionsumfang zugunsten des Verkaufspreises. So ist eine Studentenlizenz, mit entsprechend modifizierter Leistung aber inklusive aller WinFACT-Module bereits für 95 DM erhältlich. Eine vergleichbare Version

speziell für Bildungseinrichtungen kostet etwa 750 DM.

Für den 'Normalverbraucher' liegen die Preise einzelner Module ohne Leistungseinschränkung zwischen 250 DM und 980 DM; eine Komplettversion kostet dann beispielsweise 2450 DM. Für Bibliotheken zur Erweiterung der gebotenen Funktionsblöcke sind derzeit 390 DM zu zahlen (alle Preise zzgl. MwSt.). Inhaber älterer WinFACT-Versionen (1.0, 1.1 oder 2.0) erhalten spezielle Up-

date-Konditionen beim Erwerb der aktuellsten Ausgabe. Weitere Module, etwa zur automatischen Regleroptimierung, sind in Vorbereitung. Eine Demo-Version von WinFACT ist kostenfrei – auch über die ELRAD-Mailbox (Telefon: 0 51 1 / 53 52-4 01) – zu beziehen.

Ingenieurbüro Dr. Kahlert
Werler Straße 91
59063 Hamm
Tel.: 0 23 81/58 04 19
Fax: 0 23 81/58 05 13

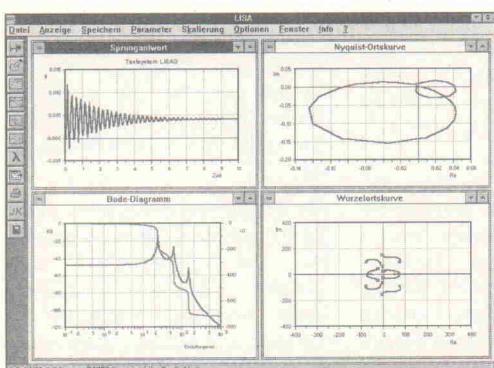


Bild 1. LISA bietet wichtige Analysen eines Regelungssystems als Grafik an.

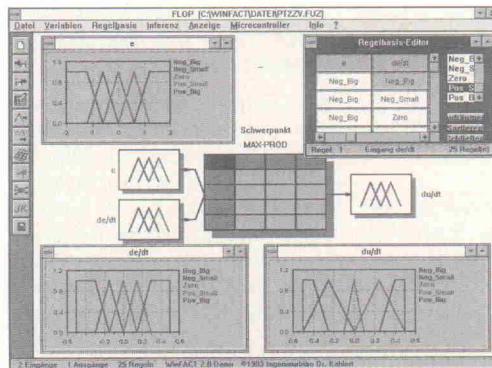


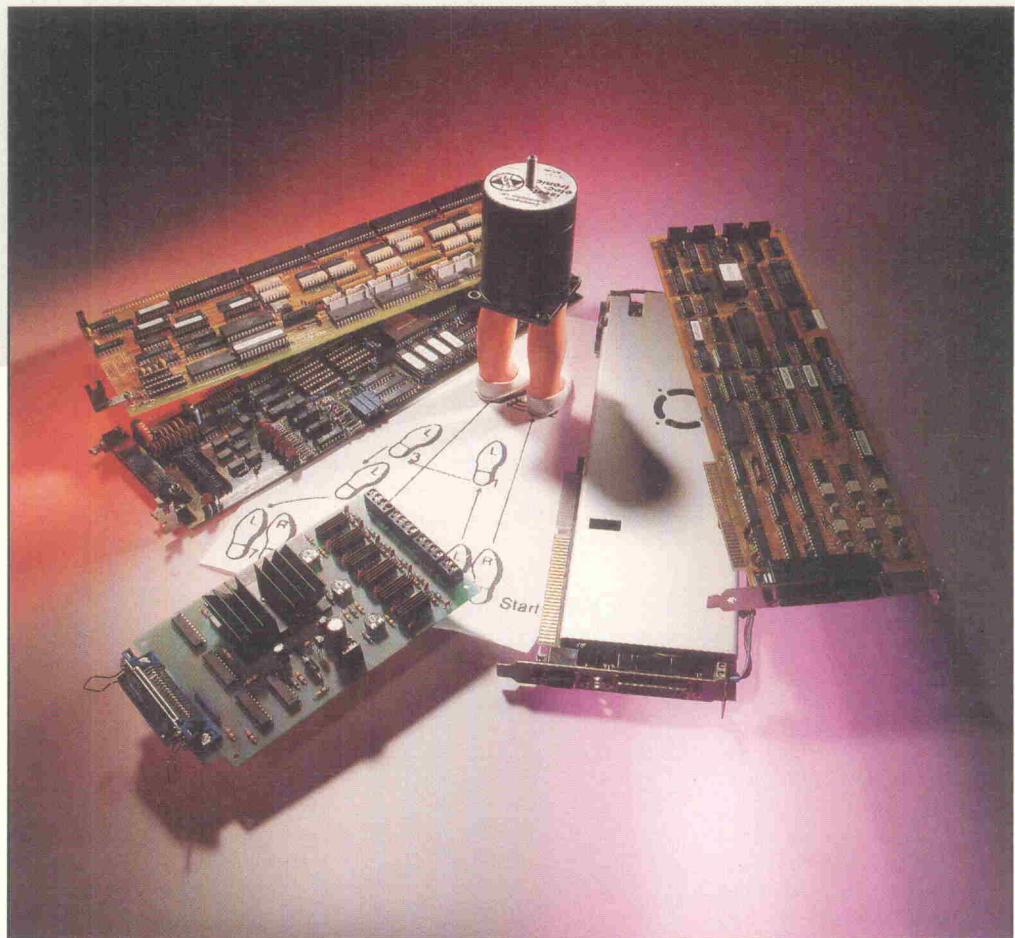
Bild 2. Kein FLOP – die gleichnamige Fuzzy-Entwicklungsoberfläche von WinFACT

Tanzstunde am PC

Fünf PC-Schrittmotorsteuerungen im Test

Dipl.-Ing.
Tomas Kalender

Innig verbunden tanzen die Schrittmotoren auf dem Plottertisch Tango. Unter fachkundiger Anleitung und Aufsicht einer PC-Karte entwickeln sich spielerisch elegante Bewegungen. Aber welche Steuerung bringt Ihren Steppern die Wechselschritte am besten nahe?



Test

Schrittmotoren haben sich in Antriebssystemen mit kleiner Leistung und mittleren Genauigkeits- und Dynamikanforderungen durchgesetzt. Im Vergleich zu Servomotoren arbeiten sie nicht im geschlossenen Regelkreis und brauchen daher keine teure Sensorik und entsprechende Auswerteelektronik. Neben einem günstigen Preis profitiert man schon bei der Inbetriebnahme von der Einfachheit der Schrittmotorsysteme: Mögliche Probleme mit der Stabilität der Lage- beziehungsweise Drehzahlregelung und die oft zeitraubende Suche nach optimalen Reglerparametern bei Servosystemen entfallen hier vollständig.

Hat man sich einmal für den Einsatz von Schrittmotoren entschieden, ergeben sich häufig

Fragen bezüglich der Auswahl konkreter Steuerungskomponenten. Der Markt bietet eine Vielzahl kompletter Steuerungen sowie einzelner Baugruppen, und es kann schon Schwierigkeiten bereiten, das richtige System aus dem reichhaltigen Angebot auszuwählen. Aufgrund der großen Anzahl der auf dem Markt verfügbaren Geräte mußte für diesen Test eine Vorauswahl getroffen werden. Die Entscheidung fiel zugunsten von PC-Einsteckkarten, die meist schon aus räumlichen Gründen nicht alle Funktionen einer kompletten Schrittmotorsteuerung abdecken können. Trotz oder vielleicht gerade wegen dieser Einschränkung ist es erstaunlich, wie unterschiedlich die Konzepte der einzelnen Hersteller in der Praxis ausfallen.

Um einen Schrittmotor zum Laufen zu bringen, braucht es erst einmal etwas Steuerungs- und Leistungselektronik. Die Ansteuerung eines Schrittmotors läßt sich grob in drei Funktionsblöcke aufteilen [1]:

- Impulsgenerator (Prozeßsteuerung)
- Schrittfolge-Logik (auch Sequenzer oder Phasengenerator genannt)
- Leistungsteil

Der *Impulsgenerator* ist verantwortlich für die Erzeugung von Impulsen, die den einzelnen Motorschritten entsprechen. Aus der Frequenzgenauigkeit des Impulsgenerators folgt die Drehzahlgenauigkeit des Schrittmotors (von mechanischen Einflüssen abgesehen). So ergibt sich auch einer der Vorteile von

Tomas Kalender arbeitet am Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen der Universität Hannover. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt im Bereich elektromechanische Antriebe und Steuerungen.

Schrittmotoren: Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln und ohne jegliche Sensorik lässt sich im Mittel eine quarzgenaue Drehzahl erzeugen.

Im Gleichtakt

Wegen der Massenträgheit des Rotors und der angetriebenen Mechanik kann sich die Motordrehzahl nicht sprunghaft ändern. Nimmt man keine Rücksicht auf das begrenzte Beschleunigungs- beziehungsweise Bremsvermögen eines Schrittmotors, kann es zu Positionierungsfehlern kommen. Der Impulsgenerator hat daher auch die wichtige Aufgabe, sprunghafte Frequenzänderungen durch fließende Übergänge zu ersetzen. Am häufigsten kommt eine konstante Beschleunigung zum Einsatz, die zu dem typisch rampenförmigen Drehzahlverlauf führt.

Damit ein Schrittmotor überhaupt erst einmal 'schreiten' kann, müssen seine Wicklungen (auch Phasen genannt) magnetische Felder unterschiedlicher Polarität in einer speziellen Reihenfolge erzeugen. Diese Phasenfortschaltung lässt sich entweder hardwaremäßig durch ein einfaches Schaltwerk oder auch per Software realisieren. Aufgrund der induktiven Last (die Phasen eines Schrittmotors sind nichts anderes als Spulen) sollte ein gutes Leistungsteil mit geregeltem Ausgangstrom – also als eine Stromquelle – arbeiten, damit der Phasenstrom und somit das magnetische Feld bei der Phasenfortschaltung schnell aufgebaut wird.

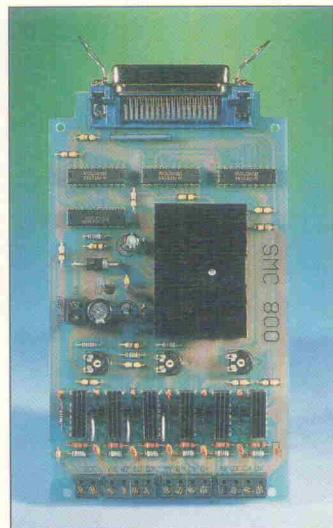
Wer führt?

Zur Realisierung von Schrittmotorsteuerungen auf PC-Basis gehen die Hersteller grundverschiedene Wege, die sich in bezug auf die Nutzung der PC-Ressourcen deutlich unterscheiden. Die erste Gruppe von Steuerungen könnte man als 'autonome Steuerungen' bezeichnen. Sie sind mit einem eigenen Prozessor ausgestattet und erledigen ihre Arbeit weitestgehend parallel zur CPU des PC. Sie verfügen über einen Programmspeicher für komplexe Bewegungsabläufe. Sehr häufig ist auch eine koordinierte Bewegung mehrerer Achsen (Interpolation) vorgesehen. Steuerungen dieser Art beschränken sich auf der Ausgangsseite in der Regel auf die

Generierung von Steuerimpulsen, die dann ein externes Logik- und Leistungsteil weiterverarbeiten muss.

Die zweite Gruppe von PC-basierten Steuerungen spannt den Rechner bei den benötigten Berechnungen voll ein. Die gelieferte Hardware besteht dann meistens nur aus dem Leistungsteil, das nach den Vorgaben des PC Ströme in die einzelnen Motorphasen schaltet. Der Wortsrechner scheidet daher für die Bearbeitung anderer Aufgaben während einer Schrittmotorbewegung aus. Eine genaue Einstellung der Schrittfrequenz kann beispielsweise durch Anpassung der Timer-Frequenz realisiert werden. Es muss aber bedacht werden, daß die korrekte Funktion einer solchen Ansteuerung – insbesondere bei höheren Schrittfrequenzen – wegen anderer Interrupts oder beispielsweise auch wegen des Write-Behind-Modus eines Festplatten-Cache nicht gewährleistet ist.

Emis SMC-800



Das Schrittmotorsteuermodul SMC-800 von Emis fällt etwas aus dem Rahmen dieses Tests, weil es als externe Karte über die Centronics-Schnittstelle am PC Anschluß findet. Angesichts des niedrigen Preises und des einfachen Aufbaus jedoch forderte diese Karte geradezu zum Test heraus. Auf der SMC-800 befinden sich Leistungsverstärker für drei kleine Schrittmotoren, der Phasenstrom beträgt maximal 500 mA, mit einem zusätzlichen Lüfter an den Kühlkörpern sind 800 mA erlaubt. Die gesamte Steuerungslogik, das heißt, sowohl die

Rampengenerierung als auch die Phasenfortschaltung, muß der PC per Software erledigen.

Die mitgelieferten und leider viel zu sporadisch kommentierten Quelltexte in Turbo Pascal und C erlauben eine gekoppelte Bewegung von zwei oder drei Schrittmotoren. Streng genommen stehen für den Aufbau eines Programms nur die Funktionen 'Referenzfahrt' und 'Vektorbewegung' zur Verfügung. Letztere Funktion führt eine koordinierte Bewegung von zwei oder drei Schrittmotoren aus, die zum Beispiel bei einem Plotter zum Zeichnen einer Geraden führt. Start- und Endgeschwindigkeit sind als Zahlen vorzugeben, die zunächst einmal nichts mit der Schrittfrequenz, sondern mit einer Verzögerung zwischen zwei Schritten zu tun haben. Die Startgeschwindigkeit wird beispielsweise durch den Inhalt einer LongInt-Variablen gesteuert, wobei größere Werte dieser Variablen eine kleinere Startgeschwindigkeit bewirken. Die Steilheit der Rampe wird durch eine Byte-Variable vorgegeben; die Beschleunigung ist somit in 255 Stufen einstellbar. Bereits die in der mitgelieferten Software voreingestellten Werte (Startgeschwindigkeit: 259, Endgeschwindigkeit: 30, Steilheit: 2) verraten, daß die gewünschte Schrittfrequenz vom Rechnertyp abhängt und durch Ausprobieren zu ermitteln ist. Die mitgelieferte Dokumentation ist knapp, für die Inbetriebnahme aber voll ausreichend.

Will man die einzelnen Schrittmotoren unabhängig voneinander bewegen oder die Steilheit der Start- und Bremsrampe unterschiedlich festlegen, fällt schon einiges an Programmierarbeit an. Da die Signale der Centronics-Schnittstelle im Handbuch beschrieben sind und alle Programme im Quelltext vorliegen, können sowohl kleinere als auch größere Anpassungen an die jeweilige Aufgabe vorgenommen werden. So ist beispielsweise nur der Datentyp zu verändern, um den zulässigen Verfahrbereich auf 2^{32} zu erhöhen. Für 149,- DM ist zu dieser Karte ein Umsetzerprogramm erhältlich, das Plotdateien im HPGL-Format auf die Steuerung ausgeben kann. So lassen sich Bewegungsabläufe einfach mittels eines CAD-Programms erzeugen. Angesichts des geringen Preises und der beschränkten Leistungsfähigkeit (Se-

dürfte die Karte vor allem für einfache Anwendungen zum Einsatz kommen.

ISEL MPK-3



Die Microstep-Power-Karte MPK-3 von Isel-Automation ist auf den ersten Blick eine etwas ungewöhnliche PC-Einsteckkarte: Über die ganze Belebungssseite der langen PC-Karte versperrt ein Alu-Kühlblech (auf dem Foto ohne Kühlblech) den Blick auf die Elektronik. Das lässt ahnen, daß hier eine gute Portion Leistungselektronik untergebracht ist. Und in der Tat, die MPK-3 von Isel ist nichts anderes als eine Leistungsstufe zur Ansteuerung von bis zu drei Schrittmotoren. Im Unterschied zu allen anderen Karten in diesem Test wird die MPK-3 von Haus aus mit einer Länge von 345 mm geliefert, also 5 mm mehr als im Normalfall. Um die Karte in verschiedene PC-Gehäuse einzubauen zu können, besitzt die MPK-3 eine Sollbruchstelle bei 340 mm. Leider ist ein Sicherungselement aber so nah an der Bruchstelle platziert, daß es beim Einstecken der Führungsschiene im Weg steht. Der Hersteller verzichtet in Zukunft auf die Bestückung dieser zusätzlichen Sicherung, um Platzproblemen aus dem Weg zu gehen.

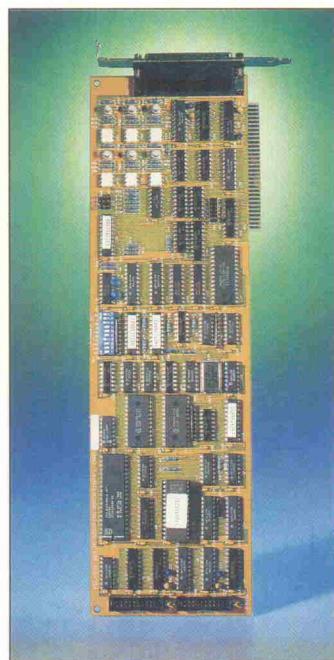
Von der Funktion her ähnelt die MPK-3 der bereits beschriebenen SMC-800, indem die ganze Bewegungssteuerung und die Schrittfolge logik (Se-

quenzer) softwaremäßig auf dem PC zu realisieren ist. Im Vergleich zu der SMC-800 lassen sich die Strangstrome aber nicht nur ein- und ausschalten, sondern in insgesamt 255 Stufen im Bereich $\pm 2,5$ A digital vorgeben. Diese Art der Ansteuerung ermöglicht einen Mikroschrittbetrieb mit nahezu ruckfreier Motorbewegung. Die Spannungsversorgung für die Leistungstreiber muß ein externes Netzteil bereitstellen. Dazu bietet Isel ein Netzteil mit Ringkerntrofo an, das sich auch in den PC integrieren läßt. Die CPU des PC kann die Einstektkarte MPK-3 wesentlich schneller als die externe SMC-800 ansprechen. Eine schnelle Reaktion ist aber auch unbedingt erforderlich, weil im Mikroschrittbetrieb die einzelnen Phasenströme bei einer bestimmten Motordrehzahl wesentlich häufiger verändert werden müssen als im Standardbetrieb (Vollschrift, Halbschrift).

Ein Motor wird in Bewegung gesetzt, indem ein Stromverstärker jede der zwei Motorphasen ansteuert. Um drei zweiphasige Schrittmotoren anzusteuern, enthält die MPK-3 sechs unabhängige Stromverstärker. Ein 8-Bit-Wert repräsentiert den Betrag des Stroms. Die Einprägung der beiden Phasenströme für einen Motor erfolgt durch Ausgabe der 8-Bit-Werte auf zwei definierte Port-Adressen. Mit Kenntnis der elementaren Zusammenhänge in einem Schrittmotor läßt sich sehr schnell eine simple Steuerung programmieren. Dieser Weg dürfte für viele Kunden im Augenblick auch der einzige gangbare sein, denn die mitgelieferte Software ist ausschließlich auf BASIC-Programmierung ausgerichtet. Zur Einbindung in Visual-BASIC-Programme unter DOS befinden sich auch in Microsoft C geschriebene *.obj-Dateien im Lieferumfang. Die zur Verfügung gestellten Funktionen bieten insbesondere die Möglichkeit, den System-Timer-Interrupt (auf 08h) für eine definierte Erzeugung der Schrittfrequenz zu nutzen. Funktionen zur koordinierten Bewegung mehrerer Achsen bietet die Software nicht. Leider werden weder die C-Quelltexte noch die Header-Dateien mitgeliefert, wodurch die Verwendung in anderen Programmiersprachen wie C oder Turbo Pascal deutlich erschwert wird.

Das mitgelieferte Handbuch ist nicht sehr ausführlich, reicht aber auf jeden Fall aus, die Funktionsweise der Karte zu verstehen. Die Softwarebeschreibung macht – ähnlich wie die Software selbst – einen eher improvisierten Eindruck. Angesichts der sehr dürftigen Softwareunterstützung (Abhilfe ist von Isel erst für Herbst '94 zugesagt) dürfte das Anwendungsfeld – wie auch bei der SMC-800 – vor allem im Low-End-Bereich liegen.

Advantech PCL-838



Die autonome Schrittmotorsteuerung PCL-838 von Advantech (im Vertrieb von Spectra) ist als 8-Bit-Einstektkarte realisiert. Autonom bedeutet, daß die Steuerung parallel zum PC Bewegungsprofile abfahren kann, ohne dafür die CPU des PC in Anspruch zu nehmen. Die Funktion der Karte beschränkt sich auf die Generierung der Schrittmpulse, die ein externes Leistungsteil empfängt und weiterverarbeitet. Eine koordinierte Bewegung der drei Achsen läßt sich mit Einschränkungen realisieren. Ein direkter Befehl für die lineare Interpolation ist zwar nicht vorgesehen, mit ein wenig Geschick können aber die Schrittfrequenz sowie die Beschleunigung der einzelnen Achsen so einander angepaßt werden, daß eine synchronisierte Bewegung möglich ist. Die drei vorhandenen Not-Aus/Eingänge wirken getrennt auf jede Achse. In mehrachsigen Systemen sind sie daher unbe-

dingt parallel zu schalten. Endschalter werden nicht unterstützt, bei Bedarf können die Not-Aus-/Eingänge mit gewissen Einschränkungen diese Funktion erfüllen.

Die Programmierung der Karte ist angesichts des übersichtlich gegliederten Handbuchs und des einfachen Befehlssatzes (insgesamt 41 Befehle) als problemlos zu bezeichnen. Positiv fällt die Möglichkeit auf, Beschleunigungs- und Bremsrampen auf unterschiedliche Weise festzulegen. So ist es beispielsweise möglich, sowohl die Zeit als auch die Strecke (das heißt die Schrittzahl) eines Beschleunigungsvorgangs vorzugeben. Die tatsächliche Steilheit der Rampe wird aus diesen Angaben sowie aus der Start- und Endgeschwindigkeit automatisch ermittelt. So erhöht beispielsweise das Befehlspaar

SET 1; CW; T(0, 1000, 3);

SET 1; CW; T(1000, 0, 1);

die Schrittfrequenz der ersten Achse innerhalb von 3 s kontinuierlich bis auf 1000 Hz und fährt sie anschließend in einer Sekunde wieder runter. 'CW' beziehungsweise 'CCW' gibt die Drehrichtung vor. Der PC führt die Berechnung der Bewegungsprofile bei der Ausgabe des Befehls durch und bildet diese in seinem Speicher ab. Erst der 'Transfer'-Befehl überträgt das Bewegungsprofil, das auch aus mehreren Beschleunigungs- und Bremsphasen bestehen kann, in das Dual-ported-RAM der Karte.

Die Ansteuerung der Karte von einer Hochsprache aus ist problemlos möglich; dank mitgelieferter Programmbeispiele in Turbo-Pascal, C, Quick-BASIC und MS-Assembler. Die Kommunikation mit der Karte erfolgt jedoch nicht direkt, sondern über einen Treiber, der als speicherresidentes Programm per Softwareinterrupt ansprechbar ist. Dieser Treiber liegt als EXE-Datei bei. Für Anwender ohne Programmiererfahrung besteht die Möglichkeit, mehrere Befehle in einer ASCII-Datei abzulegen und von einem Interpreter nach und nach an die Steuerung schicken zu lassen. Auf diese Weise sind auch komplexe Programme ausführbar.

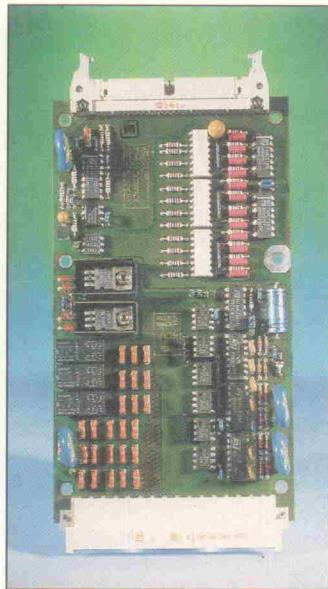
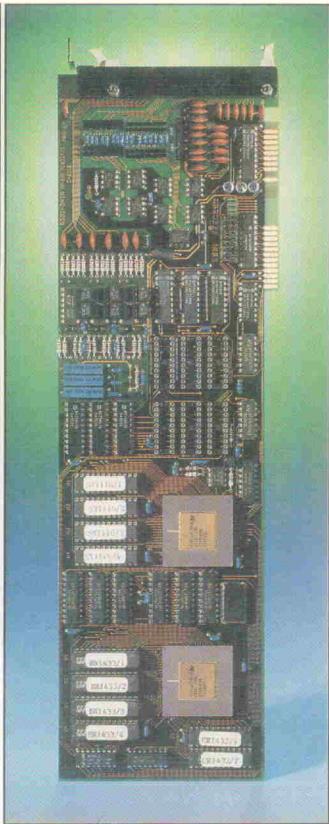
Das Handbuch in englischer Sprache ist übersichtlich gegliedert und enthält alle wichtigen Informationen, die zu einer rei-

bungslosen Inbetriebnahme erforderlich sind. Positiv fällt auf, daß zahlreiche Beispiele zu den einzelnen Befehlen in insgesamt vier Programmiersprachen vorhanden sind. Allerdings gibt es zur Dokumentation auch einige negative Anmerkungen: Bereits beim Studium des verfügbaren Prospektmaterials und des Handbuchs wird der Anwender gleich mit drei unterschiedlichen Angaben zur maximalen Schrittzahl pro Befehl konfrontiert (2^{16} , 2^{24} , 2^{32} Schritte). Auch die maximale Schrittfrequenz ist im Prospekt mit 7 kHz und im Handbuch mit 10 kHz angegeben.

In vielen Anwendungen ist es von Nachteil, daß die aktuelle Schrittzahl nur im Stillstand abgefragt werden kann. Eine Online-Anzeige der aktuellen Winkelstellung auf dem Bildschirm ist somit nicht realisierbar. Es fällt ebenfalls negativ auf, daß bei mehreren Befehlen der zulässige Zahlenbereich der Argumente nicht klar spezifiziert ist. Genausowenig wird dies bei den mitgelieferten Programmen beachtet, so daß Zahlenangaben außerhalb eines bestimmten Bereichs zu Fehlern oder sogar Abstürzen führen können. Abgesehen von diesen Schwachstellen ist die PCL-838 aufgrund der einfachen und gut dokumentierten Programmierung für viele Anwendungen sehr interessant. Das Hauptanwendungsgebiet dürfte im Laborbereich liegen.

Addi-Data Addipos PA 820

Die Addipos PA 820 von Addi-Data ist eine PC-Einstektkarte zur Steuerung von drei Bewegungssachsen. Ähnlich wie die PCL-838 handelt es sich um eine autonome Steuerung, die parallel zum PC die Impulse für ein externes Leistungsteil generiert. Im Vergleich zu den anderen Karten in diesem Test erhält der Kunde mit der PA 820 eine geradezu verbüffende Menge an Dokumentation: In einem DIN-A4-Ordner wartet ein Stapel Papier von zirka 30 mm Höhe darauf, studiert zu werden. Bei genauerem Hinsehen erkennt man jedoch, daß das Handbuch in Wirklichkeit Informationen zu zwei unterschiedlichen Steuerungen enthält: Auf einer Hardwareplattform, die auf zwei Signalprozessoren basiert, lassen sich nämlich sowohl eine Schrittmot



Addipos PA 820: Die externe Interfacekarte im Euro-Format sorgt für die galvanische Trennung der Ein- und Ausgangssignale.

torsteuerung als auch eine Positioniersteuerung mit Servos realisieren. Der Unterschied besteht lediglich in unterschiedlicher Firmware. Bei der Dokumentation hat man sich leider für ein gemeinsames Handbuch für beide Versionen entschieden. Die 'Leidtragenden' sind vor allem die Käufer einer Schrittmotorsteuerung, für die ein Großteil des sehr umfangreichen Datenbuchs belanglos und eine schnelle Orientierung schwierig ist.

Das sehr fortschrittliche Board basiert auf zwei Signalprozessoren. Die Aufgabe des ersten Prozessors ist die Bahngenerierung, wozu zum Beispiel die Berechnung der Beschleunigungsrampen oder die koordinierte Bewegung mehrerer Achsen (lineare und zirkuläre Interpolation) gehören. Der zweite Prozessor übernimmt in einem Servosystem die Funktion eines digitalen PID-Reglers. Für die Schrittmotorsteuerung generiert er die Schrittmimpulse. Bei der Vorgabe einer Zielposition fällt auf, daß diese nicht etwa der Anzahl zu generierender Schrittmimpulse entspricht, sondern in 1/256-Teilen eines Pulses programmiert werden muß. Sollen zum Beispiel am Ausgang zur Ansteuerung des Leistungsteils insgesamt 1000 Impulse ausgegeben werden, muß ein Sollweg von 256 000 programmiert wer-

den. Es stellt sich natürlich die Frage nach dem Zweck dieser Vorgehensweise, denn der an sich mögliche Positionierbereich von 2^{32} schrumpft dadurch auf 2^{24} Schritte (beziehungsweise Weginkremente bei Servosystemen). Ähnliche Skalierungsfaktoren tauchen auch bei der Vorgabe von Geschwindigkeit und Beschleunigung auf. Eine mögliche Erklärung könnte daher sein, daß durch diese Skalierungen die Integer-Arithmetik des Prozessors zur Arbeit mit Festkommazahlen (Auflösung: 1/256) umfunktioniert wird. Es handelt sich um eine Standardvorgehensweise bei der Realisierung rekursiver digitaler Filter mit Integer-Prozessoren. Bei einem PID-Regler ist dieser Aufwand aber nicht notwendig, die Nachteile (beschränkte Wertebereiche für die Drehzahl und die Position) überwiegen die Vorteile. Im Unterschied zu der PCL-838 von Spectra ist es mit der PA 820 nicht möglich, die Steigung der Beschleunigungs- und Abbremsrampen während einer Verfahrsequenz zu ändern.

In der mitgelieferten Software sind Quelltexte in Microsoft-C und Turbo C enthalten, die sich in eigene Programme integrieren lassen. Die Beispieldateien sind übersichtlich aufgebaut. Leider konfrontiert Addi-Data den Anwender einer

Schrittmotorsteuerung auch hier mit vielen Informationen, die nur für Servosteuerungen von Bedeutung sind. Neben den Quelltexten befindet sich zusätzlich ein Inbetriebnahmeprogramm im Lieferumfang, das unter anderem auch Bewegungsprogramme im ASCII-Format interpretieren kann. Sehr nützlich ist hier die Option eines Syntaxchecks vor der eigentlichen Programmausführung.

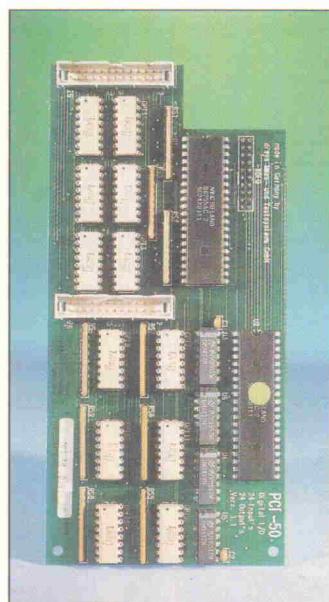
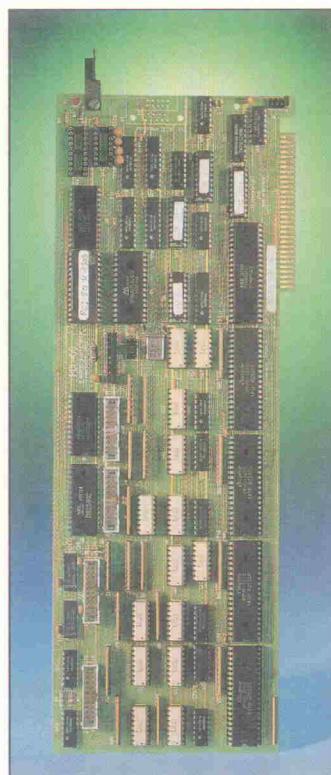
Die hier kritisierte Durchdringung der Informationen zu der Schritt- und der Servomotorversion der PA 820 kann sich aber zu einem entscheidenden Vorteil und einem Kaufargument für diese Karte wandeln: Sollten beispielsweise in einer Anwendung je nach der geforderten Dynamik mal Schrittmotoren und mal Servos zum Einsatz kommen, kann man sich kaum eine bessere Lösung als die PA 820 vorstellen. Einmal entwickelte Software kann mit geringen Änderungen für beide Karten eingesetzt werden. Reine Schrittmotoranwender müssen dafür aber – zumindest bei dem gegenwärtigen Stand der Dokumentation – einen deutlichen Mehraufwand bei der Einarbeitung einkalkulieren.

Disys PCI-50

Obwohl es der Name suggeriert, hat die PCI-50 nichts mit dem modernen PCI-Bus zu tun. Im

Gegenteil: Die 8-Bit-Karte ist wahrscheinlich das am längsten auf dem Markt befindliche Produkt dieses Tests. Die Fähigkeiten (und auch einige Probleme) dieser Karte wurden bereits in [1] beschrieben. Gleich vorweg sei erwähnt, daß die damals erkannten Schwierigkeiten bei der aktuellen Kartenversion nicht mehr auftreten. Ähnlich wie die Spectra PCL-838 und die Addi-Data PA 820 könnte die PCI-50 als 'programmierbarer Impulsgeber' bezeichnet werden, an den sich ein externes Leistungsteil anschließen läßt. Die PCI-50 steuert bis zu vier Achsen an. Zusätzlich zu dem Signalpaar Schrittmimpulse und Drehrichtung stellt sie auch Signale zur Ansteuerung einzelner Schrittmotorphasen bereit. Der auf der Karte integrierte Sequenzer unterstützt jedoch nur Schrittmotoren mit drei bis fünf Phasen, die am meisten verbreiteten Zwei-Phasen-Motoren sind nicht berücksichtigt.

Die PCI-50 kann als einzige Karte im Test selbständig Bewegungsprogramme ausführen. Diese können zum Beispiel auch bedingte Sprünge oder einfache Berechnungen enthalten. Standardmäßig kann der Anwender nur von einer binär-orientierten Low-Level-Programmierung Gebrauch machen, die sich an dem karteneigenen Betriebssystem und den verwendeten Achs-Controllern orientiert. Im Lieferumfang ist



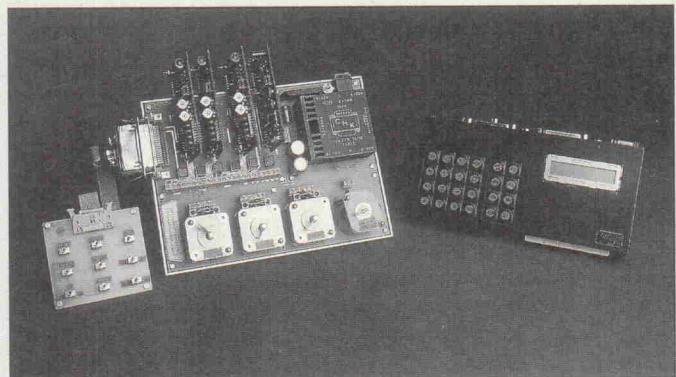
Die Interfacekarte mit den zwei 8255-Portbausteinen läßt sich auf der PCI 50 befestigen und stellt dann optoentkoppelt 24 Ein- und Ausgänge zur Verfügung.

Ausbildung Schritt für Schritt

Am Schulzentrum Utbremen in Bremen entstand in mehrjähriger Entwicklung ein Schrittmotorsteuersystem, das zwar vorrangig für Ausbildungszwecke gedacht ist, aber auch semiprofessionellen Ansprüchen standhält. Ausgehend von den Projekten ModuStep und ModuDrive (ELRAD 6 und 10/92) entwickelte der Berufsschullehrer Gerd Evers eine dreieinhalbachsige Schrittmotorsteuerung, bestehend aus Leistungsteil und Steuerrechner, die in der Lage ist, nach kurzer Einrichtung selbstständig Plotdaten im HPGL- oder Sieb&Meyer-Format abzuarbeiten. So kann man die Steuerung einerseits für einen Selbstbau-Plotter wie auch für Bohr- und Fräsarbeiten an Platinen verwenden.

Das Leistungsteil nimmt drei ModuStep-Platinen auf, die sich um die Ansteuerung der Schrittmotoren für X/Y/Z-Achsen kümmern. Zusätzlich findet ein ModuDrive-Board Platz, das einen durchlaufenden Antrieb für Bohren und Fräsen steuert. Mit Hilfe einer kleinen Schalterbank oder über die Druckerschnittstelle eines PC kann man die Leistungseinheit zu den ersten Schritten überreden. Die Platine des Leistungsteils ist so ausgelegt, daß man sie bei Bedarf aufzutrennen kann: Netzteil und Motorsteckplätze können separat untergebracht werden. Die Motoren nehmen eigentlich auch nur auf der Platine Platz, wenn man die Anlage zu Demozwecken aufbaut.

Spannend wird das Ganze, sobald der auf einem 6502 basierende Steuerrechner VPCS (Versatile Process Control System) ins Spiel kommt. An diesem kann man entweder kurze Programme und Befehle über die Tastatur eingeben oder ihn via serieller Schnittstelle mit einem PC verbinden, von dem dann komplexe Bohr-Fräs-Programme kommen. Andererseits eignet sich der VPCS



dank des eingebauten Monitors auch als universelles Mikrocontrollersystem, auf dem man im Zusammenspiel mit einem PC eigene Applikationen entwickeln und testen kann. Der VPCS ist inklusive Tastatur und LC-Display recht kompakt auf zwei Platinen untergebracht, kommt aber ohne oberflächenmontierte oder Spezialbauteile aus, so daß der Aufbau keine Probleme bereiten sollte.

Das System wird aufgrund reger Nachfrage anderer Schulen mittlerweile in Kleinserie produziert, auf Anfrage gibt der Entwickler Unterlagen zum Nachbau heraus.

Gerd Evers
Matthias-Claudius-Weg 26
27753 Delmenhorst
☎ 0 42 21/5 14 37

ea

KENNEN SIE DIE?

UNSERE NEUHEITEN. JETZT SEHEN VIELE ANDERE GERÄTE ALT AUS.

IONEX

Unsere 3-stufige Falle für Metalle sollte heutzutage in keiner Leiterplattenfertigung fehlen! Filtration, Ionenaustausch und Neutralisation garantieren die Einhaltung der Grenzwerte für Schwermetalle im Abwasser. Das gereinigte Wasser kann in den Spülkreislauf der Ätzmaschine zurückgeführt werden.



SPLASH

Bei unserer neuen doppelseitigen Laborätzmaschine haben wir ein innovatives Konzept verwirklicht. Sie ätzt im Sprühverfahren und ermöglicht sauberes und spülwasserarmes Arbeiten. Robuste Bauweise und Bedienungskomfort lassen dabei keine Wünsche offen. Thermostatische Heizungsregelung, Überhitzungsschutz und ein elektronischer Timer lassen jedes "Aquarium" alt aussehen.

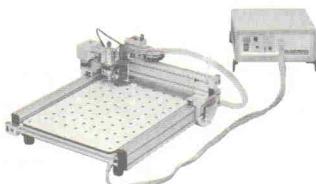


Bungard Elektronik · Rilke Straße 1 · 51570 Windeck

Tel. (0 22 92) 50 36 · Fax (0 22 92) 61 75

CNC-BOHRMASCHINE BUNGARD CCD

Diese Maschine ist das Multitalent in unserem Programm. Sie ist komplett ausgestattet und einfach zu bedienen. Eine Bohrleistung von 18.000 Löchern/h und eine breite Anwendungspalette machen sie universell einsetzbar. Die Software gehört genauso zum Lieferumfang wie Schnellfrequenzspindel, Steuereinheit und Staubabsaugung. Nutzformat: 325x495 mm Optionen: Dosiern, automatischer Werkzeugwechsel, Isolationsfräsen.



InstantCAM VORSPRUNG PROGRAMMIERT

Sie entwerfen Ihre Leiterplatten mit einem CAD-System, und wollen einen Prototyp oder eine Kleinserie in Ätztechnik oder durch Isolationsfräsen produzieren?

Kein Problem! Unsere CAM-Software liest Gerber-, HP/GL, Bohr- und Fräsimdateien. Einzelne Elemente oder ganze Lagen lassen sich drehen, spiegeln, verschieben oder editieren. In InstantCAM ist ein vollständiges Isolationsfrässprogramm integriert. Es berücksichtigt die Breite des Gravierstichels und kann auch kupferfreie Flächen erzeugen.

Mit InstantCAM wissen Sie vorher, daß das Ergebnis stimmt. InstantCAM läuft unter DOS auf AT-kompatiblen Computern. InstantCAM optimiert Ihren Weg zur Leiterplatte - verpassen Sie den Anschluß nicht!

BUNGARD
BEZ

Ihr Weg zur Leiterplatte...

Schrittmotorsteuerungen für den PC

Test

Karte	SMC 800	MPK-3	PCL-838	PA 820	PCI-50
Hersteller	Emis GmbH	isel-Automation	Advantech Europe GmbH	ADDI-DATA GmbH	Disys GmbH
Straße	Zur Drehscheibe 4	Postfach 60	Willi-Becker-Allee 11	Daimlerstr. 2	Auf der Grefenfurth 1-3
Ort	92637 Weiden	36130 Eiterfeld	40227 Düsseldorf	77815 Bühl	51503 Rösrath
Tel.	09 61/3 20 40	0 66 72/8 98-0	02 11/78 18 23	0 72 23/2 70 27	0 22 05/8 40 19
Fax	09 61/3 14 94	0 66 72/75 75	02 11/78 18 39	0 72 23/3 03 20	0 22 05/8 52 44
Vertrieb			Spectra		
Straße			Karlsruher Str. 11		
Ort			70771 Leinfelden-E.		
Tel.			07 11/79 80 37		
Fax.			07 11/79 35 69		
Prozeßsteuerung/ Impulsgenerator	Software, PC	Software, PC	Hardware, Karte	Hardware, Karte	Hardware, Karte
Sequenzer	Software, PC	Software, PC	—	—	—
Leistungsteil	Max. 0,5 A, mit Lüfter max. 0,8 A	Max. 2,0 A, Mikroschritt	—	—	—
Anschluß max. Anzahl Achsen	Centronics 3	16 Bit, ISA 3	8 Bit, ISA 3	8 Bit, ISA 3 ¹	8 Bit, ISA 4
Linear- Interpolation	ja	—	—	ja	—
Zirkular- Interpolation	—	—	—	ja	—
Schrittzähler	±15 Bit, siehe Text	siehe Text	24 Bit	±23 Bit	±23 Bit
Schrittfolge	Abhängig vom PC	Abhängig vom PC	1 Hz...10 kHz	10,3 Hz...66,5 kHz	392 Hz...10 kHz
Frequenz-Auflösung	Abhängig vom PC	Abhängig vom PC	1 Hz	0,32...2,03 Hz, s. Text	255 Stufen
Rampe	siehe Text	siehe Text	linear	linear	linear
Programmspeicher	—	— ²	— ²	—	ja
Not-/Aus	—	—	ja	ja	ja
Endschalter	ja ³	3	—	ja	ja
Digitale Inputs	—	3 Referenzschalter	24	0...6 ⁴	24
Digitale Outputs	—	1	24	5	24
Hochsprachen- Schnittstelle	Turbo-Pascal, Turbo-C	BASIC; C	Turbo-Pascal, Microsoft-C, Assembler, Quick-BASIC	Microsoft-C, Turbo-C	Turbo-Pascal, Assembler
Preis inkl. MwSt	179,- DM (HPGL-Konverter 149,-)	573,- DM	1127,- DM	2700,- DM (3000,- mit Zirkularinterpolation)	3450,-...4370,- DM für 1...4 Achsen (Abgabe nur an Kunden mit Bedarf > 10 Stück/Jahr)

¹ Laut Hersteller Betrieb und Interpolation mit mehreren Karten/Achsen möglich

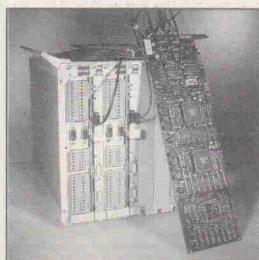
² Verfahrprofile mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen können abgespeichert und selbständig abgefahrene werden

³ Nur ein einziger Referenzschalter möglich

⁴ Drei von den insgesamt 6 Inputs können als Stop-Signale und weitere drei zur Erkennung der Nullage eingesetzt werden

Nachzügler

Das Steuerungssystem PS 840 von Addi-Data liegt technologisch zwar im Spitzenspiel, ist aber für diesen Artikel zu spät in der Redaktion eingetroffen. Die Karte bringt Transputerpower in den PC und steuert mit ein bis drei Inmos T805 zwei bis sechs Achsen. Zusätzlich benötigt die Karte spezielle externe Module, welche die Steuerbefehle für die Schrittmotoren weiterverarbeiten. Diese intelligenten Leistungsteile (19-Zoll-Einschub) mit einem Embedded-Controller sind über Lichtwellenleiter galvanisch von der Transputerkarte getrennt und bedienen je zwei Achsen. Pro Achse stehen acht digitale Ein- und neun digitale Ausgänge sowie ein Impulseingang mit 32 Bit Auflösung für Inkremental-Encoder und ein 12-Bit-A/D-Wandler zur Verfügung. Das System PS 840 ist kaskadierbar; so lässt sich ein Multiachs-System mit bis zu 18 Achsen aufbauen. Die Software unterstützt diesen Multiachs-Betrieb und kann außer Linear- und Kreisinterpolation auch Helixinterpolationen abfahren. Soviel geballte High-Tech hat jedoch auch ihren Preis: Je nach Ausführung schlägt dieses System mit 2800 bis 6600 DM zu Buche.



auch eine Turbo-Pascal-Schnittstelle enthalten, mit deren Hilfe man die einzelnen (hexadezimal kodierten) Befehle an die Karte senden kann. Gegen Aufpreis (1200 DM) ist ein Übersetzer erhältlich, der Bewegungsprogramme von einer Pascal-ähnlichen Hochsprache in den binären Zwischencode der Karte transformiert.

Fazit

Im Unterschied zu einer Schrittmotorsteuerung als Stand-alone-Gerät kann der Anwender mit einer PC-Einsteckkarte generell größeren Einfluss auf den Bewegungsablauf nehmen. Der PC kann beispielsweise zusätzliche Berechnungen ausführen, Sensoren abfragen oder Tastatureingaben auswerten. Die Datenverbin-

dung über den PC-Bus erlaubt dabei prinzipiell schnellere Eingriffe in den Bewegungsablauf als es zum Beispiel über die serielle Schnittstelle möglich wäre. Diese Vorteile kommen aber erst dann richtig zum Tragen, wenn man die speziellen Eigenschaften der Karten durch eigene Programme nutzen kann. Möchte man auf die Entwicklung eigener Programme für den PC möglichst verzichten und sich voll nur auf die Bewegungsprogrammierung konzentrieren, ist die Steuerung in Form einer Einsteckkarte nicht unbedingt die beste Wahl. cf

Literatur

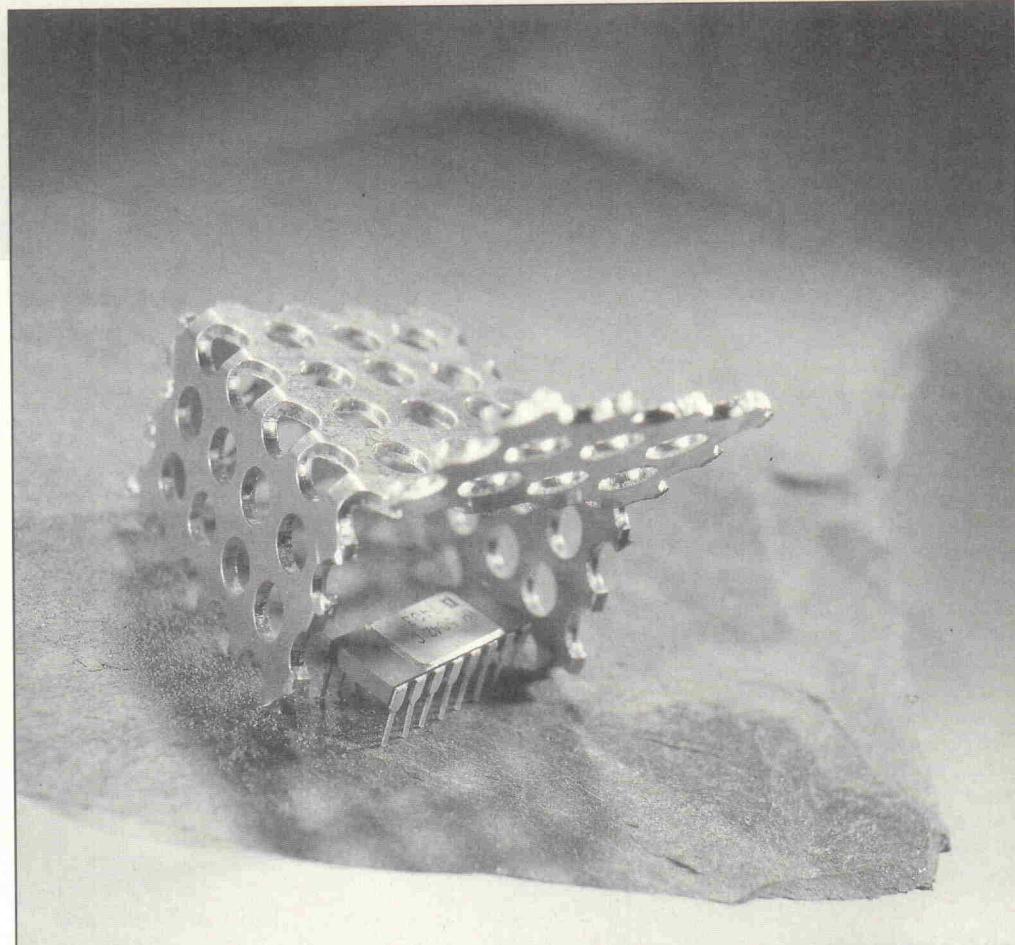
[1] T. Kalender, Wechselschritt, Grundlagen der Schrittmotorantriebe, ELRAD 8/91, S. 34 ff.

Störe meine OpAmps nicht

Auslegung einstrahlsicherer Operationsverstärker-Schaltungen

**Ussama Margieh
Roland Paul**

Ursprünglich wollten Sie ja eine saubere Verstärkerschaltung aufbauen. Aber jetzt arbeitet der verfluchte Operationsverstärker als Rundfunkempfänger. Die Eingangsleitungen bilden eine prima Rahmenantenne, die mit der Eingangskapazität des OpAmps ungewollt einen Parallelschwingkreis hervorbringt. Was Sie dagegen tun können? Erst lesen, dann löten.



Grundlagen

Operationsverstärker können am Eingang eingekoppelte HF-Signale, die weit über der spezifizierten Arbeitsfrequenz liegen, gleichrichten und verstärkt an den Ausgang als Offsetgleichspannung weitergeben. Solche Fehlspannungen beeinträchtigen die Funktion der Schaltung und führen im Extremfall zur Zerstörung der eingesetzten Bauteile. Außerdem fordern demnächst die Gesetze zur elektromagnetischen Verträglichkeit, daß elektronische oder elektrische Einrichtung in ihrer elektromagnetischen Umgebung einerseits bestimmungsgemäß funktionieren müssen und andererseits diese Umgebung nicht unzulässig beeinflus-

sen. Nach dem neuen EMV-Gesetz, das ab 1. 1. 1996 in der Europäischen Union in Kraft tritt, muß jedes Elektronikgerät, das auf den Markt gebracht wird, nicht nur die Grenzwerte der Störaussendung (Emission), sondern auch die der Störfestigkeit (Suszeptibilität) einhalten.

Die eigentliche Aufgabe einer Verstärkerstufe mit OPV besteht darin, analoge und in der Regel schwache Signale, wie sie beispielsweise von Sensoren stammen, zu verstärken. Die Frequenz solcher Sensorsignale liegt im Bereich von mehreren kHz bis einigen MHz. Nun könnte man denken, daß Elektronik, die in diesem Bereich ar-

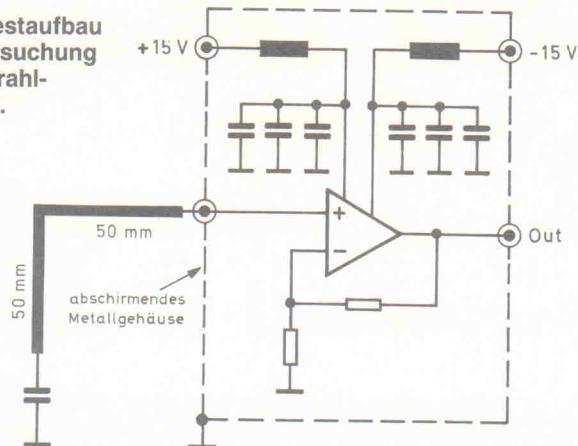
beitet, von Störungen im VHF/UHF-Bereich kaum oder gar nicht beeinflußt wird. Dem ist leider nicht so.

Störsender

Dazu kann man eine einfache Verstärkerstufe wie in Bild 1 betrachten: Ein nichtinvertierender Verstärker, an dessen (+)-Eingang eine Leiterbahn angeschlossen ist. Diese Anordnung wird mit Hilfe einer Sendeantenne im Abstand von 50 cm und einer Leistung von +30 dBm (1 Watt) im Bereich von 160 MHz bis 1 GHz bestrahlt. Um zu gewährleisten, daß die Leistung nur über die Leiterbahn einkoppelt, wurde

Dipl.-Ing. Margieh ist auf dem Gebiet der Hochfrequenz tätig und beschäftigt sich seit mehr als drei Jahren mit EMV-Problemlösungen, insbesondere unter Einsatz von HF-CAD-Programmen. Dipl.-Ing. (FH) Paul diplomierte im Herbst 1993 an der FH Fürtwangen. Während seines Studiums beschäftigte er sich mit Hochfrequenztechnik und EMV-Problemen.

Bild 1. Testaufbau zur Untersuchung der Einstrahlfestigkeit.



der OPV mit seiner Peripheriebeschaltung in ein abschirmendes Metallgehäuse eingebaut und seine Betriebsspannungsversorgung zusätzlich durch einen EMV-Filter breitbandig bis 1 GHz entkoppelt. Dessen gemessene Einfügungsdämpfung ist in Bild 2 dargestellt. Die Zuführung der Versorgungsspannungen erfolgte über abgeschirmte Koaxleitungen direkt ans Gehäuse. Die Leiterbahn stellt in erster Näherung bei Wellenlängen, die viel größer als ihre physischen Abmessungen sind, eine Induktivität dar, die wie eine Rahmenantenne wirkt. Andererseits bildet der OPV-Eingang eine Ersatzschaltung, bestehend aus einem parallelen RC-Glied. Die ganze Anordnung bildet somit einen Parallel-Resonanzkreis, der bei einer bestimmten Frequenz in Resonanz gerät und damit dem eingestrahlten elektromagnetischen Feld seine maximale Energie entzieht.

Kleine Ursache, große Wirkung

Bild 3 zeigt den Verlauf der Ausgangsoffsetspannung über die Frequenz für einen OPV des Typs LM 358. Wie man dem Diagramm entnehmen kann, entsteht bei einer Frequenz von zirka 250 MHz eine Spannung von 13,8 V (!) bei einem eingestellten Verstärkungsfaktor von $v = 2$. Aber wie kann bei einem OPV, dessen Transitfrequenz bei zirka 1 MHz liegt, ein solch imposanter Effekt zustande kommen? Die Erklärung findet sich in der Eingangsstufe des OPV. Jeder OPV enthält in seinem Eingang eine Differenzstufe bestehend aus einem Transistorpaar, das sich bei eingekoppeltem HF-Signal wie ein 'Detektorempfänger' verhält: Es

richtet aufgrund der vorhandenen PN-Übergänge die HF gleich und gibt sie als Gleichspannung verstärkt an seinen Ausgang weiter.

Die Höhe der Offset-Spannung hängt wesentlich von zwei Faktoren ab: Zum einen von der eingestrahlten Leistung und zum anderen vom eingestellten Verstärkungsfaktor. Da solche Störleistungen von +30 dBm tatsächlich in der Praxis kaum vorkommen, wurde die Messung für den gleichen OPV mit verminderter eingestrahlter HF-Leistung von +5 dBm (was einer absoluten Leistung von zirka 3 mW entspricht), aber mit erhöhtem Verstärkungsfaktor von $v = 100$

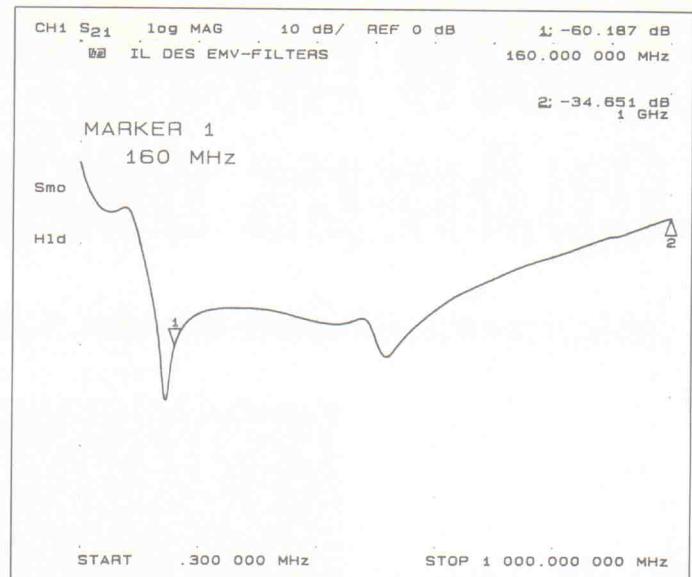


Bild 2. Einfügungsdämpfung des EMV-Filters.

durchgeführt. Dabei zeigte sich hier eine Offset-Spannung von ungefähr 10 V. Bezogen auf den Eingang bedeutet dies eine gleichgerichtete Spannung von 100 mV. Solche Leistungsdichten sind heute durchaus zu erwarten, weshalb man die Problematik von HF-Einstrahlung in Operationsverstärkerschaltungen ernst nehmen sollte. Man denke nur an Mobiltelefone, die eine Sendeleistung von 2 bis 15 Watt besitzen.

Da nun die Zusammenhänge für solche Effekte bekannt sind, gestalten sich die Gegenmaßnahmen recht einfach. Wie eingangs gesehen, bildet der OPV zusammen mit der Rahmenantenne einen Parallelschwingkreis. Die Resonanzüberhöhung lässt sich durch Verkleinerung der Kreisgüte erniedrigen; hier durch Einfügen eines 100 Ω Vorwiderstandes am (+)-Eingang realisiert. Das Ergebnis dieser ersten Maßnahme zeigt Bild 4. Schon fällt die Ausgangsspannung von 13,8 V (siehe Bild 3) auf 60 mV ab. Diese Maßnahme bringt somit eine Verbesserung von 47 dB gegenüber dem Aufbau ohne jegliche Schutzmaßnahme.

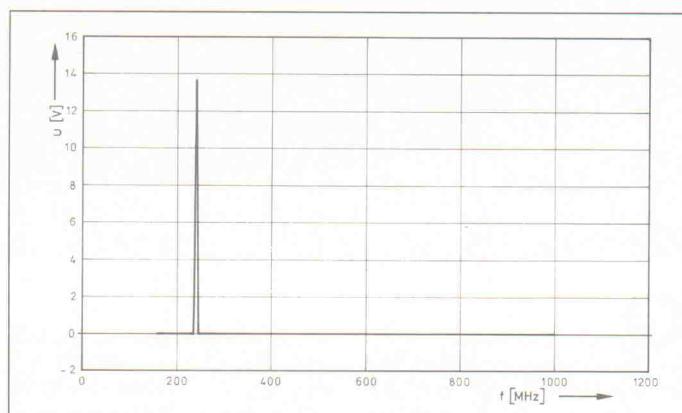


Bild 3. Ausgangsoffsetspannung des OPV LM 358 ohne Schutzmaßnahmen.

Antennen kappen

Eine weitere Gegenmaßnahme lässt sich aus der Formel der abgestrahlten Leistung einer Rahmenantenne ableiten wie sie in Bild 5 angegeben ist. Aus dieser Formel erkennt man, daß die ab-

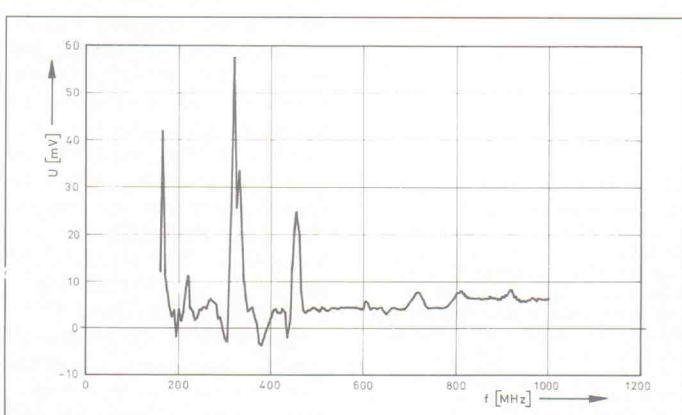


Bild 4. Ausgangsoffsetspannung mit Schutzmaßnahme 'Vorwiderstand'.

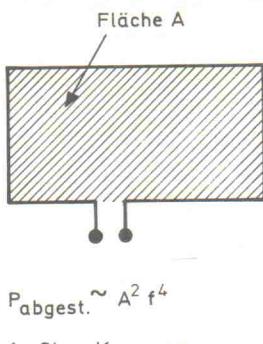


Bild 5. Prinzipieller Aufbau einer Rahmenantenne (Stromschleife).

beziehungsweise eingestrahlte Leistung direkt proportional der von der Rahmenantenne umschlossenen Fläche ist. Bild 6 zeigt den Spannungsverlauf für einen Aufbau mit verkürzter Antenne ($50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$) und der dementsprechend um den Faktor 5 verkleinerten Fläche. Die Wirksamkeit einer solchen Maßnahme ist klar erkennbar.

Weiterhin wurde ein Aufbau getestet, bei dem der OPV als invertierender Verstärker arbeitete. Bild 7 zeigt das Ergebnis der Messungen ohne Schutzmaßnahmen. Hieraus erkennt man, daß der invertierende Verstärker im Vergleich zu einem nichtinvertierenden störsicherer gegen HF-Einstrahlung ist. Der Grund hierfür liegt einfach in dem bereits existierenden Vorwiderstand, der zur Einstellung des Verstärkungsfaktors dient.

FET ist nett

Ferner wurden OPV untersucht, die im Gegensatz zum LM 358 in FET-Technologie aufgebaut sind. Bild 8 zeigt den Spannungsverlauf einer solchen OPV-Schaltung mit dem Typ TLO81. Vergleicht man dieses Bild mit Bild 3, so erkennt man, daß OPV mit bipolarer Technik erheblich empfindlicher auf Störungen reagieren als solche in FET-Ausführung. Die Ursache hierfür liegt in den unterschiedlichen Übertragungskenn-

linien von Bipolar- und FET-Transistoren. Bei Bipolar-Transistoren ist die Abhängigkeit des Kollektorstromes von der steuernden Basis-Emitter-Eingangsspannung exponentiell und demnach nichtlinearer als bei einem FET-Transistor, bei dem die Kennlinie quadratisch verläuft.

Zusammenfassend lassen sich also folgende Maßnahmen festhalten, die OPV vor HF-Einstrahlung schützen:

- Bei nichtinvertierenden Verstärkern einen kleinen Vorwiderstand in der Größenordnung von 100Ω vorschalten.
- Nach Möglichkeit invertierende Schaltung eines OPV verwenden.
- Den kleinstmöglichen Verstärkungsfaktor wählen.
- Bevorzugt OPV in Feldeffekt-Technologie verwenden.
- Signalleitungen und deren Rückführung möglichst kurz und auf engstem Raum parallel zueinander führen. Dies bewirkt eine Verringerung der für die Ab- beziehungsweise Einstrahlung wirksamen Fläche.

Anhand der hier vorgestellten Untersuchungen über die Auswirkung von HF-Störeinstrahlung in elektronische Schaltungen, läßt sich erkennen, welche zentrale Bedeutung der EMV zukommt. Da heute und in Zukunft die Nutzung der Hochfrequenzbänder immer intensiver

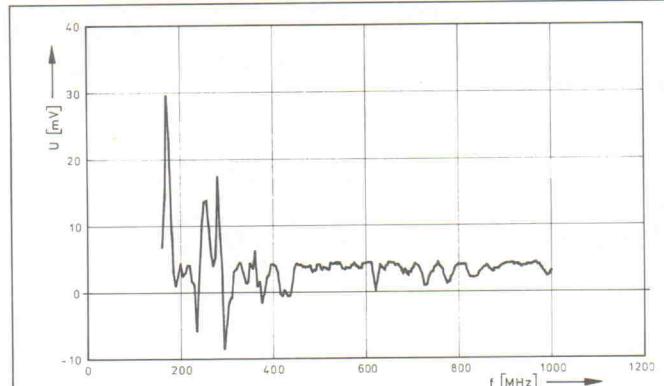


Bild 6. Erfolg der Schutzmaßnahme mit verkürzter Antenne.

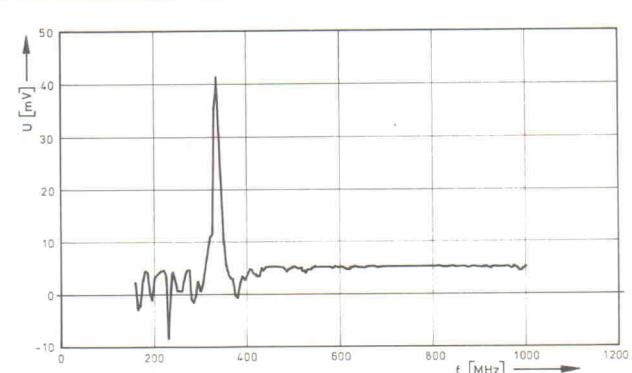


Bild 7. Ausgangsoffsetspannung des invertierenden Verstärkers ohne Schutzmaßnahmen.

vorangetrieben wird und die Empfindlichkeit der Bauteile gegenüber HF-Einstrahlung gestiegen ist, kann man nur jedem Entwickler von Leiterplatten empfehlen, die EMV-Aspekte zu berücksichtigen und in

einem frühen Entwicklungsstadium einfließen zu lassen. Tut er dies nicht, so ist im Hinblick auf die EMV-Gesetzgebung ein Redesign unerlässlich. Für den Hersteller bedeutet dies verteuerte Gesamtentwicklungskosten und eine verzögerte Markteinführung seines Produktes, was den Verlust von Marktanteilen nach sich ziehen kann.

cf

Literatur

- [1] Georg Durcansky, *EMV-gerechtes Gerätedesign*, Franzis Verlag, München 1992
- [2] Clayton R. Paul: *Introduction to Electromagnetic Compatibility*, John Wiley & Sons Inc., 1992
- [3] EMV-gerecht entwickeln: 'Elektronik-plus' Designpraxis Heft 5/93, Franzis Verlag, München

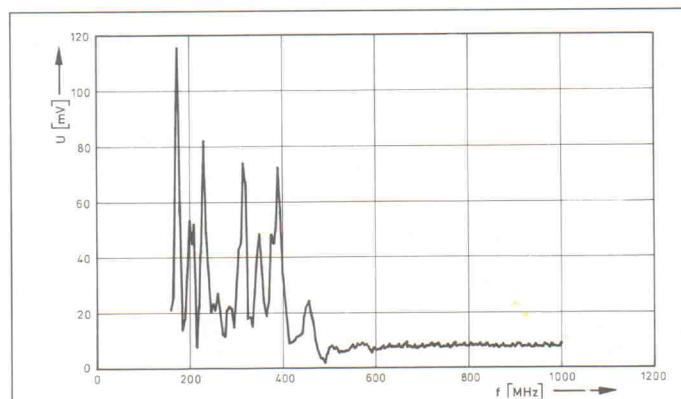


Bild 8. Ausgangsoffsetspannung des TLO81 (FET).



Der interessanteste Katalog für Elektronik-Entwickler

Alles über: ► Schaltungsentwurf ► Simulation ► Logikdesign ► Layout ► Autorouter ► ...

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH
Postfach 2928 • 76016 Karlsruhe
Telefax 07 21/37 72 41

Rufen Sie noch heute an und verlangen Sie Ihr persönliches GRATIS-Exemplar!
07 21/37 70 44

Japan-Halbleiter

SA	SC	uPC	TA
473	1.11	2824	2.22 4940
562	0.57	2837	10.19 5750
608	0.31	2876	0.43 1182
673	0.37	2898	8.93 1225
733	0.46	2901	0.88 1230
798	0.94	2921	12.61 1237
817	0.91	2922	13.16 1241
872	0.37	3039	2.37 1242
933	0.53	3040	4.14 1270
949	0.81	3117	1.51 1274
965	1.06	3150	3.68 1288
966	0.86	3152	6.00 1378
968	1.87	3181	3.88 1394
970	0.46	3182	4.49 1488
984	0.53	3199	2.98 1490
998	0.88	3225	0.98 4558
999	0.46	3263	8.93 5265
1000	0.35	3279	0.77 5265
1011	1.51	3280	6.96 5265
1012	2.22	3281	7.67 5265
1013	1.11	3298	1.66 5515
1015	0.27	3306	4.94 5521
1016	0.45	3309	2.72 6551
1020	0.71	3310	3.03 6610
1085	0.75	3311	0.51 6650
1095	27.70	3318	7.97 7112
1106	7.36	3330	0.86 7117
1123	0.70	3335	1.36 7148
1124	0.75	3338	1.66 7149
1145	0.72	3400	0.35 7161
1186	7.57	3419	1.01 7171
1264	4.14	3420	1.31 7178
1265	4.59	3421	1.61 8207
1301	5.84	3423	1.01 8210
1302	5.85	3457	3.73 8211
1306	1.60	3459	5.90 8212
1370	0.81	3460	6.46 8213
1491	6.00	3461	7.72 8214
1625	1.30	3467	0.79 8215
SB		3482	8.47 8216
		3486	7.16 8217
		3495	0.52 8218
647	0.55	3502	1.41 8219
649	1.30	3519	8.68 8220
688	3.05	3552	16.09 8221
754	3.45	3679	7.87 8222
755	5.50	3688	17.35 8223
772	0.75	3795	4.49 8224
774	0.52	3807	1.21 8225
861	1.45	3854	5.90 8226
892	0.56	3855	7.36 8227
897	7.00	3856	7.57 8228
1010	0.98	3888	12.10 8229
1243	1.60	3886	19.22 8230
SC		3907	7.92 8231
		3944	2.42 8232
458	0.47	4138	10.05 8233
536	0.15	4237	12.16 8234
828	0.25	4242	6.86 8235
945	0.20	SD	5.35 8236
1061	2.17		8237
1213	0.24	313	0.91 8238
1307	14.53	400	0.43 8239
1317	0.43	424	7.82 8240
1318	0.38	438	0.75 8241
1364	0.77	467	0.86 8242
1383	0.65	468	0.55 8243
1384	0.63	471	0.67 8244
1400	1.05	551	9.08 8245
1413	3.43	555	11.10 8246
1674	0.34	600	1.21 8247
1675	0.30	636	0.43 8248
1678	2.22	667	0.74 8249
1685	0.46	669	1.11 8250
1730	0.39	716	3.03 8251
1740	0.18	718	2.98 8252
1775	0.45	756	0.95 8253
1815	0.23	774	0.80 8254
1841	0.56	820	8.42 8255
1846	0.44	880	1.21 8256
1904	1.77	965	0.99 8257
1923	0.38	1047	4.64 8258
1947	10.90	1062	2.42 8259
1959	1.41	1065	5.25 8260
1969	5.90	1138	1.55 8261
1971	6.76	1148	4.39 8262
2001	0.55	1163	4.94 8263
2021	0.46	1207	0.56 8264
2029	5.60	1266	1.41 8265
2053	1.77	1273	2.72 8266
2078	2.02	1275	1.97 8267
2086	0.43	1279	11.65 8268
2120	0.37	1292	1.31 8269
2166	2.90	1311	2.47 8270
2229	0.59	1397	4.44 8271
2230	0.90	1398	5.75 8272
2235	0.80	1402	6.15 8273
2236	0.62	1425	10.04 8274
2238	1.71	1426	5.04 8275
2240	0.47	1427	6.05 8276
2259	1.51	1431	7.77 8277
2274	0.59	1432	14.22 8278
2312	8.52	1433	17.00 8279
2314	1.01	1497	6.90 8280
2320	0.32	1541	7.18 8281
2335	5.04	1548	12.91 8282
2344	1.56	1554	10.59 8283
2362	0.72	1555	8.32 8284
2383	0.86	1571	6.20 8285
2440	6.71	1577	10.24 8286
2482	1.82	1609	1.31 8287
2547	0.77	1650	4.09 8288
2564	25.90	1651	5.90 8289
2570A	0.87	1669	4.74 8290
2577	4.74	1710	8.68 8291
2579	6.46	1739	9.18 8292
2581	7.46	1877	4.74 8293
2591	1.92	1878	5.15 8294
2603	0.32	1911	10.74 8295
2608	16.75	1913	1.77 8296
2625	9.18	2125	13.97 8297
2631	0.73	S	STR
2632	0.81	2S	STR
2634	0.66	2S	STR
2655	0.73	50	16.70
2668	0.59	2055A	3.28
2705	0.79	2530A	1.92
2785	0.38	2SK	2801
2810	10.84	135	16.70

Japan-Halbleiter

473	1.11	2824	2.22 4940	2.85	7205AP	2.82
562	0.57	2837	10.19 5750	8.75	7217AP	4.30
608	0.31	2876	0.43 1182	8.75	7222AP	3.23
673	0.37	2898	8.93 1225	5.00	7227P	5.45
733	0.46	2901	0.88 1230	5.50	7230P	3.23
798	0.94	2921	12.61 1237	3.20	7232P	3.98
817	0.91	2922	13.16 1241	3.05	7233P	4.19
872	0.37	3039	2.37 1242	3.05	7240AP	5.35
933	0.53	3040	4.14 1270	6.25	7250BP	7.92
949	0.81	3117	1.51 1274	7.95	7270P	4.24
965	1.06	3150	3.68 1288	9.30	7271P	4.89
966	0.86	3152	6.00 1378	2.90	7274P	4.94
968	1.87	3181	3.88 1394	3.45	7280P	6.05
970	0.46	3182	4.49 1488	5.85	7281P	5.90
984	0.53	3199	2.98 1490	5.45	7282P	5.20
998	0.88	3225	0.98 4558	1.11	7283P	5.09
999	0.46	3263	8.93 5265	7288P	5.50	
1000	0.35	3279	0.77 5265	7299P	5.30	
1011	1.51	3280	6.96 5265	7310P	2.87	
1012	2.22	3281	7.67 5265	7317P	2.02	
1013	1.11	3298	1.66 5515	7343AP	1.82	
1015	0.27	3306	4.94 5521	7358AP	1.77	
1016	0.45	3309	2.72 6551	7609P	5.65	
1020	0.71	3310	3.03 6610	7628P	3.23	
1085	0.75	3311	0.51 6650	7640AP	2.57	
1095	27.70	3318	7.97 7112	7668BP	3.23	
1106	7.36	3330	0.86 7117	7680P	7.92	
1123	0.70	3335	1.36 7148	7698AP	15.13	
1124	0.75	3338	1.66 7149	7769P	3.43	
1145	0.72	3400	0.35 7161	7600AH	7.62	
1186	7.57	3419	1.01 7171	9.08	8205AH	8.68
1264	4.14	3420	1.31 7178	5.15	8207P	15.19
1265	4.59	3421	1.61 8210	5.35	8210AH	8.62
1301	5.84	3423	1.01 8212	2.67	9109BP	15.50
1302	5.85	3457	3.73 8213	3.73	9153AP	6.86

Crimpzange

für RG 58 / 59 + 62

BNC-Crimp-Stecker

- Stecker:
 - UG 88U-C58 1.35
 - UG 88U-C59 1.15
 - UG 88U-C62 1.40

Einbaubuchse:

- UG 1094U-C58 2.75
- UG 1094U-C62 2.75

• Abschlußstecker:

- UG 88/55 W 1.45
- UG 88/75 W 1.40
- UG 88/93 W 1.50

• Knickschutzzüle:

- BNCT-58 0.20
- BNCT-62/59 0.20

• Crimpzange

DM 39.00

Kein Rabatt möglich

Preisstand bei Eproms steigend

Bestellnummer:

27C64-150 5.40

27C64-200 5.30

27C128-150 6.20

27C256-120 6.55

27C256-150 6.50

27C512-150 6.95

27C1001-120 11.95

Bestellnummer:

41256-80 3.85

41256-100 3.75

511000-70 11.90

514256-70 12.90

Bestellnummer:

6264-100 4.15

62256-100 8.05

628128-70 25.40

Bestellnummer:

6164BK-20 6.95

61256K-20 14.50

61416K-20 5.80

Bestellnummer:

256Kx1 3.85

256Kx1 3.75

1Mx1 11.90

256Kx4 12.90

Bestellnummer:

AK 401 2m 3.45

AK 450 3m 4.00

AK 402 5m 6.40

AK 403 7m 9.00

AK 404 2m 3.45

AK 405 5m 6.40

AK 406 7m 9.10

AK 407 2m 3.45

AK 409 7m 9.15

Bestellnummer:

Take five

Harddisk-Recording auf dem PC

Projekt

Martin Kirst, Uwe Kirst

Mit gängigen Soundkarten kann man zwar kurze Musiksignale auf der Festplatte speichern – wenn man so will auch eine Art von Harddisk-Recording. Aber erst eine 'echte' Digitaltonschmittstelle in Verbindung mit hochwertigen AD/DA-Umsetzern kann den PC zu einer Stereo-Aufnahmemaschine machen, wie sie aus der digitalen Studiowelt mit professioneller Qualität, aber auch ebenso professionellen Preisen bekannt ist. Das hier vorgestellte Projekt zeigt, mit wie wenig Aufwand HD-Recording möglich ist und geht insbesondere auf den Betrieb unter Windows ein.

Die Autoren beschäftigen sich schon geraume Zeit mit der Speicherung von analogen Daten auf Rechnersystemen; Martin Kirst leistet gerade seinen Ersatzdienst und bereitet sich auf den Studiengang Elektrotechnik in Braunschweig vor. Uwe Kirst studiert an der Uni Kiel Physik.



Obwohl Soundkarten mit 44,1 kHz Abtastfrequenz bei einer Auflösung von 16 Bit eigentlich die Voraussetzungen für CD-Qualität bieten sollten, wird diese häufig durch 'Abmagerungskuren' an Filter und Wandler stark verringert; die hohen anfallenden Datenmengen von 10 MB/Minute scheinen dann nicht mehr gerechtfertigt. Andererseits könnte man auf die gesamte Analogsektion verzichten, wenn sowieso in irgendwelchen beteiligten HiFi-Geräten gute AD/DA-Wandler vorhanden sind. Oft sind diese sogar schon mit einem digitalen Interface ausgestattet, so daß bei der Verbindung verschiedener Geräte die mehrfache Umsetzung von analog in digital und umgekehrt entfallen kann.

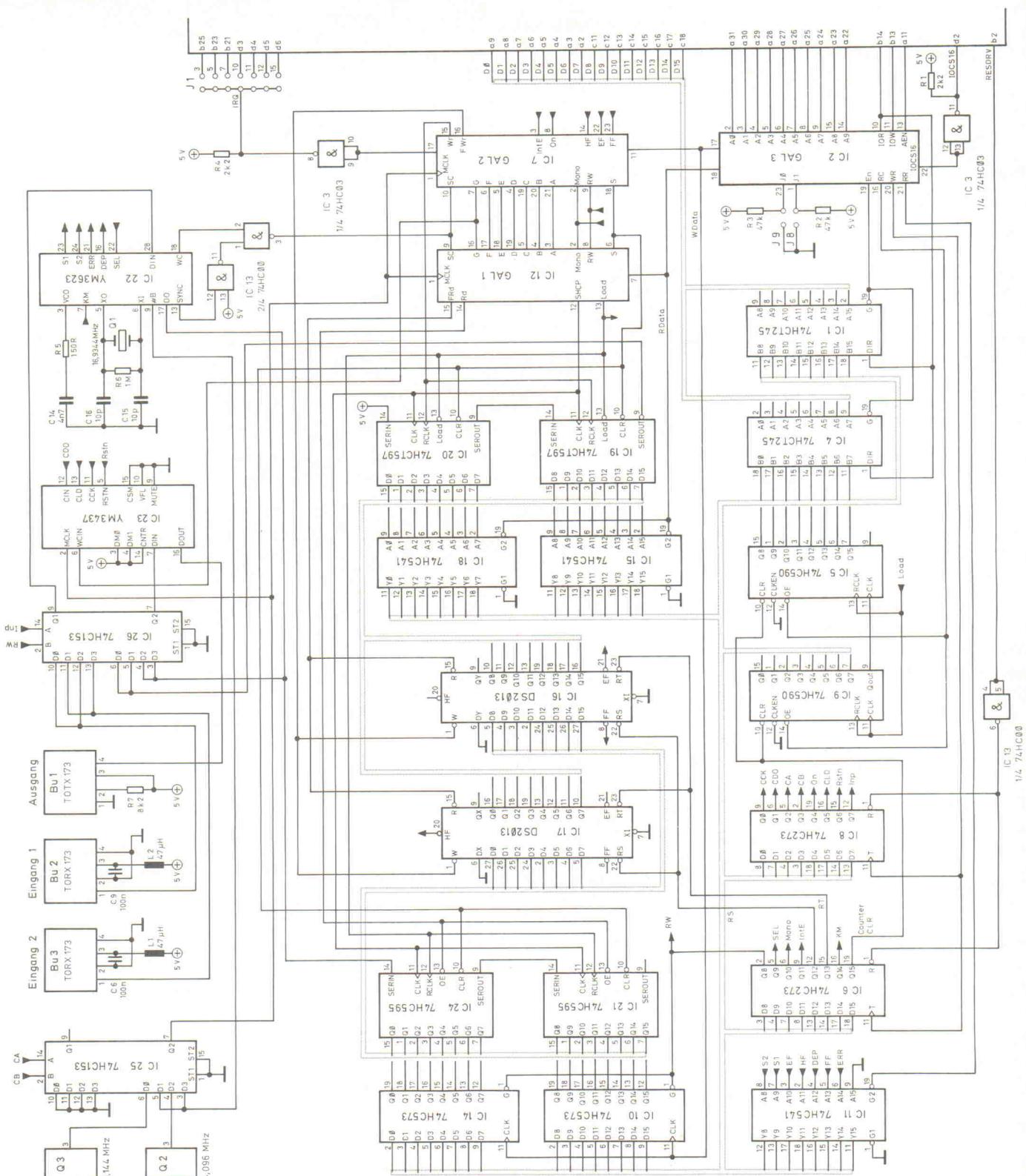
Mit dem hier vorgestellten Digital-Audio-Interface werden

Audiodaten von CD, DAT, DSR, DCC und MD digital ohne Verluste in den PC eingespeist. Der Computer kann entweder direkt über die AD/DA-Konverter eines anderen Geräts (z. B. DAT/DCC-Recorder, DA-Wandler [1]) aufnehmen und abspielen oder Audiodaten auf ein externes Medium überspielen. Die Karte stattet den PC mit optischen Ein- und Ausgängen nach dem IEC-958-Standard aus. Unter Konsumgeräten sind diese Schnittstellen heute am häufigsten vertreten.

Etwas Historie

Für die digitale Audioübertragung existieren verschiedene Standards. Eines der ursprünglichen Formate basierte auf der internen seriellen Busstruktur des Sony PCM-F1-Digital-

Audioprozessors. Es bestand aus drei Signalen: einer Datenleitung, Bit- und Worttakt. Ein anderes frühes Format war SDIF-2 (Sony Digital InterFace), das ebenfalls über drei Anschlüsse verfügte: getrennte Datenleitungen für linken und rechten Kanal sowie Worttakt. Das SDIF-2-Format kommt den aktuellen Digital-Audioschnittstellen schon näher, weil es 32 Bit pro Wort mit Kontroll- und Anwenderdaten enthält. Nach SDIF-2 waren S/PDIF (Sony/Philips Digital InterFace) und die AES/EBU-Spezifikation das wichtigste Format. Das AES/EBU-Format wurde für den professionellen Einsatz entwickelt und als Typ I oder 'Broadcast' bezeichnet, das S/PDIF-Format erhielt die Bezeichnung Typ II oder 'Consumer'. 1989 gab die 'International Electrotechnical Commis-



sion den gleichen Standard als IEC-958 Digital-Audio-Interface-Spezifikation mit einigen Erläuterungen heraus. Aktualisierungen des IEC-958-Standards enthielten das SCMS-Protokoll [5] (Serial Copy Management System).

S/PDIF-Schnittstellen ermöglichen die serielle Übertragung von Audioinformationen zwi-

schen einem Sender und einem Empfänger. Die Daten sind biphasenkodiert und enthalten neben den Abtastwerten Kontroll- und Anwenderinformationen, Bits zur Fehlerbehandlung und spezielle Biphasencodes – als Preamble bezeichnet – zur Synchronisation. Mit jedem Audio-Sample wird ein sogenanntes Channel Status Bit übertragen. Die Kanalstatus-

bits, zusammengefaßt in einer Blockstruktur, geben unter anderem Auskunft über die Abtastfrequenz, die Art des sendenden Geräts und den Kopierschutz. Eine genauere Beschreibung der Schnittstelle ist in [2] nachzulesen. Die hier vorgestellte PC-Karte unterstützt die drei möglichen Abtastfrequenzen 32 kHz, 44,1 kHz und 48 kHz. Zu beachten ist, daß bei

Bild 1. Die angeschlossene (digitale) Audioquelle bestimmt die Sampling-Frequenz, mit der die Karte Daten auf die Platte schaufelt: 32 kHz, 44,1 kHz oder 48 kHz.

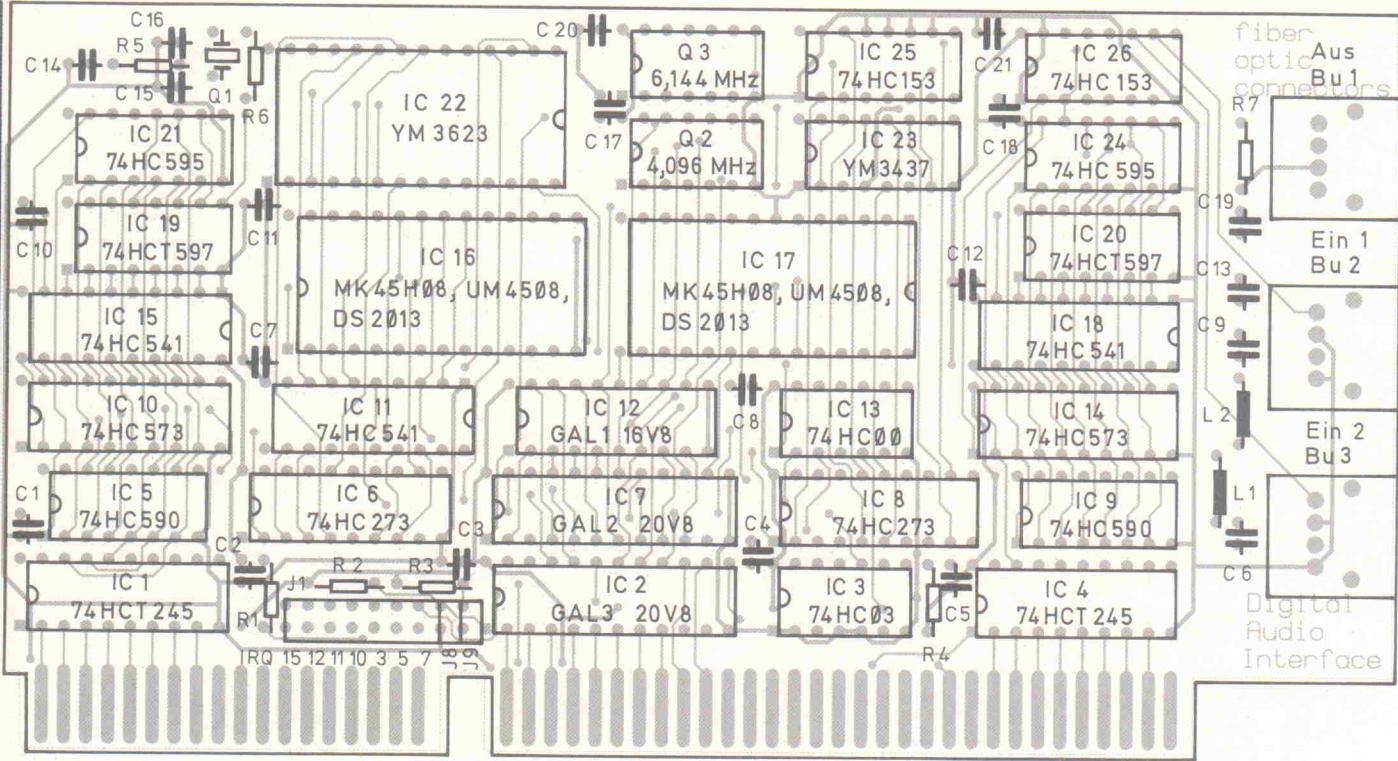


Bild 2. Bei der Bestückung der Karte sollte besonders auf die nicht immer gleiche 'Nasenpolarität' der ICs geachtet werden.

einer Aufnahme die Frequenz vom angeschlossenen Gerät bestimmt wird. Beispielsweise arbeitet ein CD-Spieler mit Digitalausgang immer mit 44.1 kHz.

Damit sich die Interface-Karte in Verbindung mit beliebiger Software nutzen läßt, sind zwei Treiber für alle Windows-Versionen erhältlich: der erste für Windows 3.1, Win32s, WfW, Windows 4.0; der zweite für Windows NT. Wenn Interesse besteht, läßt sich der NT-Treiberquelltext auch auf Alpha- und MIPS-Rechnern kompilieren. Die Windows-Installation erfolgt wie gewohnt unter 'Hauptgruppe/Systemsteuerung/Treiber'. Die in der Setup-Box gewählte I/O-Adresse und Interruptleitung muß mit den auf der Karte gesteckten Jumpern übereinstimmen. Mit einem Jumper lassen sich folgende IRQ-Signale einstellen (J1-J7): 15, 12, 11, 10, 3, 5, 7. Jumper J8 und J9 wählen eine von vier Basisadressen aus: 210h (J8 und J9 nicht gesteckt), 220h (J9 geschlossen), 230h (J8 geschlossen), 240h (J8 und J9 geschlossen).

sen). Steckt nur J1, arbeitet die Karte mit den Default-Werten des Treibers (210h, IRQ15).

Es lässt sich ohne weiteres eine herkömmliche Soundkarte zusätzlich einbauen, falls man auf Synthesizer und MIDI-Fähigkeiten nicht verzichten möchte. Wenn mehrere Waveform-Devices existieren, können sie anhand ihrer Produktnamen unterschieden werden. Selbstverständlich lassen sich auch Windows-System-Sounds abspielen, die mit bestimmten Ereignissen verknüpft sind. Wave-Dateien, deren Format hardwaremäßig nicht unterstützt wird (nicht 16 Bit Mono/Stereo, 32/44,1/48 kHz), wandelt der Microsoft-Compression-Manager von Windows NT automatisch um. Dies geschieht, indem einzelne Samples vervielfacht oder von 8 auf 16 Bit erweitert werden.

Zum Abspielen langer Wave-Dateien ist der Media-Player aus dem Windows-Zubehör, der auch im Hintergrund neben anderer Software laufen kann, bestens geeignet. Stereo-Harddisk-Recording-Programme bieten umfangreiche Tools zum digitalen Bearbeiten von Audiodaten: Schneiden, Kopieren, Einfügen, Mixer, Equalizer, Crossfade und anderes. Auch professionelle Anwendungen wie CD-Mastering oder das Produzieren von Jingles sind möglich, wenn auf Mehrspur-Harddisk-Recording verzichtet werden kann. Sehr rechenstarke

Systeme, wie beispielsweise ein Alpha-PC unter Windows NT, ließen aufwendige Echtzeit-Signalverarbeitung ohne zusätzliche DSP-Hardware zu (Digital-Filter, softwaremäßiges Abspielen von MPEG-Dateien).

Im Gegensatz zum Sound-Recorder von Windows, der eine Sample-Datei immer komplett im RAM erwartet, greift andere Musiksoftware während einer Aufnahme/Wiedergabe meist blockweise auf die Festplatte zu. Dies sollte nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen, um Ton-aussetzer zu vermeiden. In der Regel ist es auch einem einfachen PC möglich, unterbrechungsfreie Aufnahmen zu garantieren. Werden mehrere Programme gleichzeitig ausgeführt, muß sich ein Harddisk-Recording-Programm eventuell die Festplatte mit anderer Software teilen. Bei einem schnellen PC unter Windows NT, der mit der hier vorgestellten Audiokarte ausgerüstet ist, führen weder Festplatten- noch Diskettenzugriffe parallel laufender Anwendungen zu Ton-aussetzern. Auch das Laden neuer Programme während einer Aufnahme bereitet keine Probleme. Wie sicher das kontinuierliche Abspielen langer Musikstücke ist, legt ein Programm zum Teil selbst fest. Datenblöcke, die es dem Treiber zur Verfügung stellt, bilden eine Warteschlange (Queue). Wenn die Festplatte kurzzeitig

blockiert ist, stauen sich Audiodaten im Speicher auf. Die Anzahl und Größe der Blöcke bestimmen die Bufferwirkung.

Software

Wer eigene Anwendungen programmieren möchte, sollte davon absehen, die Hardware direkt anzusteuern, und statt dessen die entsprechenden Windows-API-Funktionen benutzen. Windows NT verbietet es grundsätzlich, die Hardware anzusprechen. Aber auch unter Windows 3.1 ist davon abzuraten, da kein VxD-Treiber existiert, der unerlaubte Hardware-Zugriffe abfangen könnte. Ein einfaches Aufnahmeprogramm auf der Treiberdiskette zeigt die Verwendung von Windows-Audiofunktionen. Per Kommandozeile werden Dateiname und Format übergeben. Ein Beispiel: Der Befehl 'record.exe test.wav 48 s' startet eine Aufnahme mit dem Namen test.wav mit 48 kHz Samplingfrequenz in Stereo. Ein Druck auf die linke Maustaste startet die Aufnahme. Ein Druck auf die rechte Maustaste beendet das Programm. Zur Entwicklung lassen sich dank des standardisierten Windows-Multimedia-APIs die gängigen Programmiersprachen (wie Borland Pascal, Turbo C, Microsoft C) verwenden. In Turbo Pascal ist es zum Beispiel erforderlich, die Unit 'mmsystem.tpu' einzubinden. Zumindest in der TP-Version

Stückliste

Widerstände	
R1, 4	2,2k
R2, 3	47k
R5	150R
R6	1M
R7	8,2k
Kondensatoren	
C1-13, 17-21	100n
C14	4,7n
C15, 16	10p
Halbleiter	
IC1, 4	74HCT245
IC2	GAL20V8-25 'GAL3'
IC3	74HC03
IC5, 9	74HC590
IC6, 8	74HC273
IC7	GAL20V8-25 'GAL2'
IC10, 14	74HC573
IC11, 15, 18	74HC541
IC12	GAL16V8-25 'GAL1'
IC13	74HC00
IC16, 17	MK4508 N-65 oder UM4508 oder DS2013-65
IC19, 20	74HCT597
IC21, 24	74HC595
C22	YM3623
IC23	YM3437
IC25, 26	74HC153
Sonstiges	
Q1	Quarz 16,9344 MHz
Q2	Quarzoszillator 4,096 MHz im DIL-Gehäuse
Q3	Quarzoszillator 6,144 MHz im DIL-Gehäuse
BU1	TOTX173 oder TOTX193
BU2, 3	TORX173 oder TORX193
L1, 2	47 µH Filter
J1	Stiftleiste, 2 x 9pol.
IC-Fassungen	
4 Stck. 14pol.	
9 Stck. 16pol.	
10 Stck. 20pol.	
2 Stck. 24pol., schmal	
3 Stck. 28pol.	

1.5 hat sich in der Unit jedoch ein folgenschwerer Fehler eingeschlichen: Statt eines Handles wird bei einigen Funktionsdeklarationen ein Zeiger auf das Handle erwartet. Nur bei 'waveOutOpen' und 'waveInOpen', muß tatsächlich ein Zeiger übergeben werden. Da der Quelltext zum Lieferumfang gehört, läßt sich dieser Fehler jedoch korrigieren. Beim Kompilieren mit MSC ist darauf zu achten, daß in dem Makefile die Datei mm-system.lib (für Windows bzw. winmm.lib für NT) mit angegeben wird.

Beim Zugriff auf den Treiber unterscheidet man Low-Level- und High-Level-(MCI)Audio-

funktionen. Die MCI-Aufrufe erlauben es, mit wenigen Befehlen (MCIOpen, MCISendCommand) eine Wave-Datei abzuspielen, besitzen jedoch die Einschränkung, nicht in eine Datei sampeln zu können. Deshalb soll an dieser Stelle nur auf die Low-Level-Funktionen eingegangen werden. Die verschiedenen installierten Soundkarten (genauer: logische Geräte) sind von 0 bis N-1 durchnumeriert. Die Anweisung 'waveInGetNumDevices' beziehungsweise 'waveOutGetNumDevices' ermittelt die Anzahl N der angeschlossenen Geräte. Mit der Funktion 'waveInGetCaps' oder 'waveOutGetCaps' lassen sich Informationen zu den einzelnen Geräten abrufen. Dies sind Flags (dwFormats), die darauf hinweisen, daß das Gerät einige standardisierte Abtastraten (44 kHz, 22 kHz und 11 kHz) in den Formaten 8, 16 Bit und Mono oder Stereo unterstützt. Die hier vorgestellte Karte läßt sich anhand des Strings 'Digital Audio Interface' identifizieren. Eine Schwäche in einigen kommerziellen Programmen ist die, daß neben den Standardabtastraten keine zusätzlichen Frequenzen angeboten werden, die zwar vom Gerät unterstützt werden, sich jedoch nicht mit Hilfe der Flags repräsentieren lassen.

Bei korrekter Programmierung versucht man mit Hilfe der Funktionen 'waveOutOpen' oder 'waveInOpen', ein Gerät mit einer beliebigen Abtastrate zu öffnen. Der Rückgabewert zeigt an, ob dieser Vorgang erfolgreich war, oder ob das betreffende Format nicht unterstützt wird. Die Karte kann neben 44,1 kHz die für Digital-Audio wichtigen Frequenzen 32 kHz (DSR) und 48 kHz (DAT) verarbeiten; 'waveOutOpen' beziehungsweise 'waveInOpen' liefert einen Zeiger auf ein Handle zurück, das ähnlich wie ein Handle bei Dateioperationen zu verwenden ist. Alle weiteren Funktionen benötigen diese Kennung. Nach dem Öffnen stellt man dem Treiber Datenblöcke zur Verfügung, die zuvor mit der Funktion 'waveInPrepareHeader' oder 'waveOutPrepareHeader' bearbeitet sind. Die Speicherblöcke müssen mit 'GlobalLock' als nicht verschiebbar gekennzeichnet werden, weil Windows sie sonst bei Speichermangel auslagern würde. Bei einer Eingabe werden Datenblöcke mit 'wave-

InAddBuffer' bereitgestellt, für die Ausgabe wird die Funktion 'waveOutWrite' bemüht. Während die Wiedergabe mit dem ersten übergebenen Block sofort startet, wird die Aufnahme erst nach dem Aufruf von 'waveInStart' in Gang gesetzt. Über gibt man gleich mehrere Datenblöcke, so erhöht sich die Bufferwirkung. Denn kommt das Programm einmal kurzzeitig mit dem Schreiben auf die Festplatte in Verzug, kann die Interruptroutine weiterhin Blöcke füllen. Damit die Daten nicht auslaufen, muß kontinuierlich für Nachschub gesorgt werden. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das Programm über die Fertigstellung eines Blocks zu informieren: Callback-Funktionen und Windows-Messages. Die Callback-Funktion unterliegt jedoch einigen Einschränkungen: Sie darf keine SystemCalls (außer PostMessage), insbesondere keine File-Funktionen, verwenden, weil sie von der Interruptroutine direkt aufgerufen wird. Die MM_WIM_DATA- oder MM_WOM_DONE-Message ist in dieser Hinsicht flexibler. Die Fensterprozedur eines Windows-Programms reagiert auf derartige Messages wie auf andere Ereignisse (z. B. Mausklicks).

Für die Datenübertragung zwischen Computer und Audiokarte sind von Microsoft DMA- oder PIO-Transfer vorgesehen. Übliche Soundkarten arbeiten fast immer mit DMA-Übertragung. Der DMA-Controller wird dabei auf Einzelbytemodus und Autoinitialisierung eingestellt. Bei der Wiedergabe liest die Hardware die Samples einzeln aus dem Speicher des Computers. Die Audiodaten werden dann in einen zweiteilten DMA-Buffer kopiert. Die eine Hälfte wird zum Abspielen vorbereitet, während die andere gerade ausgegeben wird. Ist das Ende des DMA-Buffers erreicht, springt der Positionszeiger automatisch an den Anfang. Jeweils nach dem Abspielen einer Hälfte erzeugt die Hardware einen Interrupt, um den Treiber neue Daten kopieren zu lassen.

Das Audio-Interface dagegen benutzt nicht den DMA-Controller, sondern läßt die Daten per CPU übertragen. Dies bietet einige Vorteile: Die Datenübertragung belastet den Rechner etwas weniger als bei einer 16-Bit-DMA-Übertragung und das Umkopieren der Daten in

Treiber

Wie im Text erwähnt, gibt es für die Karte passende Treiber inklusive der Source-Codes. Die Dateien befinden sich in einem gepackten File in der ELRAD-Mailbox (Tel. 05 11-53 52-404) und können von dort abgeholt werden. Bis jetzt gibt es Treiber für Windows 3.1 und Windows NT. In der gleichen Datei liegen die GAL-Gleichungen und dazu passende JEDEC-Files zum Brennen der GALs.

einen DMA-Buffer kann entfallen. Statt dessen werden sie direkt in einen nun notwendigen Speicher der Hardware geschrieben. Dieser zusätzliche Aufwand ist sinnvoll, weil ein DMA-Transfer durch andere Busmaster, zum Beispiel durch einen Adaptec-SCSI-Controller, verzögert oder blockiert werden kann. Beim Abspielen über Digitaltonschmittstellen macht sich jedoch schon ein einzelner falscher oder fehlerhafter Sample als unangenehmer 'Knackser' bemerkbar. Durch einen Zwischenspeicher, der Unterbrechungen des Datenflusses verhindert – in Verbindung mit programmierten Ein- und Ausgabe –, werden Hardwarekonflikte vermieden. Einige ältere PCI-Motherboards beantworten eine 16-Bit-DMA-Übertragung sogar mit einem Systemabsturz.

Zwischen Eingang und Ausgang

Zwei 8 K · 9-FIFOs bilden den 16 Bit breiten Zwischenspeicher der Interface-Karte, der für beide Datenrichtungen verwendet wird. Der Datenbus des PC, den zwei bidirektionale Bustreiber (IC1, 4) schützen, kann über Latches (IC10, 14) mit den Eingängen der Speicher verschaltet werden. Die Datenausgänge der FIFOs gelangen über zwei Treiber (IC15, 18) zum PC-Bus. Ein Ausgang (BU1) und zwei optische Eingänge (BU2, 3) stehen für die Verbindung mit anderen Geräten zur Verfügung. Die optische Datenübertragung ist auch über größere Entfernung unempfindlich gegen Störungen. Für die notwendige galvanische Entkopplung sind keine Übertrager mehr erforderlich.

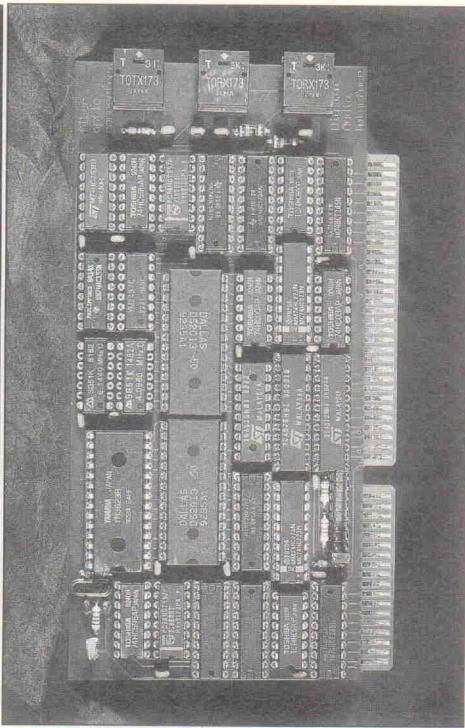
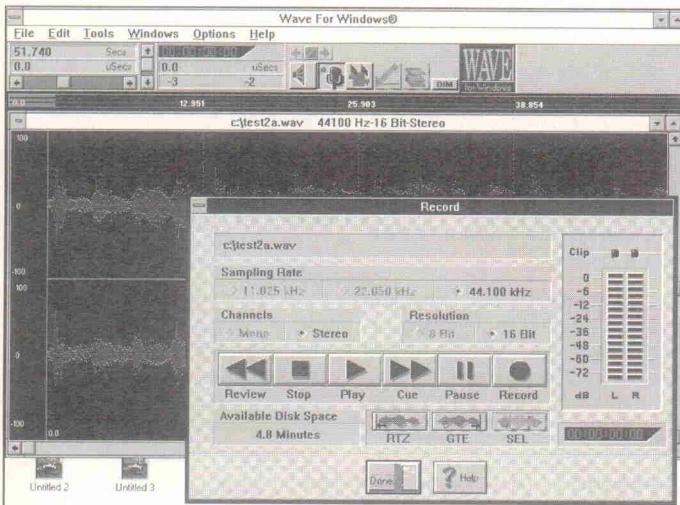


Bild 3. Trotz des relativ hohen Füllfaktors der Platine ist der Aufbau handwerklich einfach.

derlich, die bei koaxialen Verbindungen üblich sind. Als Schnittstellenbausteine kommen der Digital-Interface-Receiver (DIR) YM3623 und der Transmitter (DIT) YM3437 von Yamaha zum Einsatz. Der Empfänger demoduliert die seriellen Daten und trennt die Steuerinformationen (Präambel, V-, U-, C-, P-Bit) von den Abtastwerten. Die Audiodaten gelangen über ein 16 Bit breites Schieberegister (IC21, 24) mit serielllem Eingang und parallelen Ausgängen zu den FIFOs. Ein weiteres Schieberegister (IC19, 20) sorgt beim Abspielen für die Umsetzung der parallelen Daten an den Ausgängen der Speicher in einen seriellen Datenstrom, der über einen Multiplexer (IC26) den Eingang des DIT erreicht. Ist die Schaltung auf Aufnah-

mebetrieb eingestellt, verbindet der Multiplexer den Eingang des Senders mit dem Ausgang des Empfängers, so daß die aufzunehmende Musik hörbar ist. Die Kanalstatusinformation, die Auskunft über die Art des angeschlossenen Geräts gibt, wird beim Digitaldurchgang nicht übernommen, sondern vom Windows-Treiber neu gesetzt. Werden über Mikrofonverstärker und DAT-Recorder eigene Aufnahmen gemacht, kann nämlich die Beschränkung störend sein, daß nur vom Originalband digitale Kopien angefertigt werden dürfen. Hier ersetzt die Karte im Digitaldurchgangbetrieb einen Kopierschutzdecoder, weil der Windows-Treiber eine Kopiersperre unberücksichtigt läßt, die sich aus Kategoricode, Copy-Bit und



Generationskennzeichen eventuell ergibt.

Ein 16-Bit-Register (IC6, 8) steuert sämtliche Funktionen der Schaltung. Die internen Register des DIT, in denen auch die Kanalstatusdaten gespeichert sind, programmiert der Treiber über die Leitungen 'CCK', 'CDO', 'CLD', 'Rstn' (Takt, Daten, Load, Reset). 'Inp' ist mit einem Multiplexer verbunden, der einen der beiden optischen Eingänge auswählt. Die Richtung einer Datenübertragung, die mit 'On' gestartet wird, bestimmt 'RW'. Liegt 'Mono' auf High-Pegel, werden nur Daten des linken Kanals aufgezeichnet, oder aber – bei Wiedergabe das gleiche Sample über beide Kanäle ausgegeben. Zur Freigabe der Interrupt-Leitung dient 'IntE'. Die Reset- und Retransmit-Eingänge der FIFOs steuern 'RS' und 'RT'. 'CA' und 'CB' entscheiden über die Abtastfrequenz: 48 kHz, 44,1 kHz, 32 kHz oder PLL-Modus. Mit 'KM' schaltet der Treiber den Empfänger zwischen VCO- und Quarzmodus um. Während einer Aufnahme erzeugt ein spannungsgesteuerter Oszillator den Systemtakt. Den 44,1-kHz-Takt für die Wiedergabe liefert der 16,9344-MHz-Quarz des Empfängers YM3623. Die beiden anderen benötigten Frequenzen stammen von zwei Quarzoszillatoren. Damit man die Abtastfrequenz eines am Eingang angeschlossenen Geräts an 'S1' und 'S2' abfragen kann, liegt das SEL-Bit, das mit dem gleichnamigen Signal des DIR verbunden ist, normalerweise auf High-Pegel. Mit Hilfe von zwei 590er-Zählern, die mit 'CounterCLR' zurückgesetzt werden, kann der Windows-Treiber die exakte Position innerhalb einer Sample-Datei berechnen. Ein 8-Bit-Bustreiber (IC11) schaltet bei einem Lesezugriff aufs Steuerregister einige Leitungen auf das High-Byte des PC-Bus, die Aufschluß über den Zustand der FIFOs (z. B. das Empty-Flag) und des Empfängers geben.

GAL 3 arbeitet als Adressdecoder: Über zwei Jumper können vier verschiedene Basisadressen ausgewählt werden. Folgende 16-Bit-I/O-Zugriffe sind zulässig: Daten schreiben, Daten lesen, Register schreiben, Register lesen, Zähler lesen. Der Ausgang 'IOCS16' geht auf 'High', sobald eine gültige Adresse anliegt. GAL 1 und 2 enthalten eine Ablaufsteuerung, die Takt- und Steuersignale für die Schieberegister und FIFOs liefert. Wenn die FIFOs die Halbvollmarke überschreiten oder bei einer Ausgabe die Speicher leerlaufen sind, erzeugt GAL 2 einen Interrupt. Mit einem Jumper wird die IRQ-Leitung eingestellt. Am Eingang 'SC' von GAL 1 und 2 sorgt bei einer Eingabe ein kurzer Synchronisationsimpuls für den Gleichlauf von Empfänger und Ablaufsteuerung. Der Impuls entsteht durch Verknüpfung des Sync- und WC-Signals des YM3623 mit Hilfe von zwei Nand-Gattern.

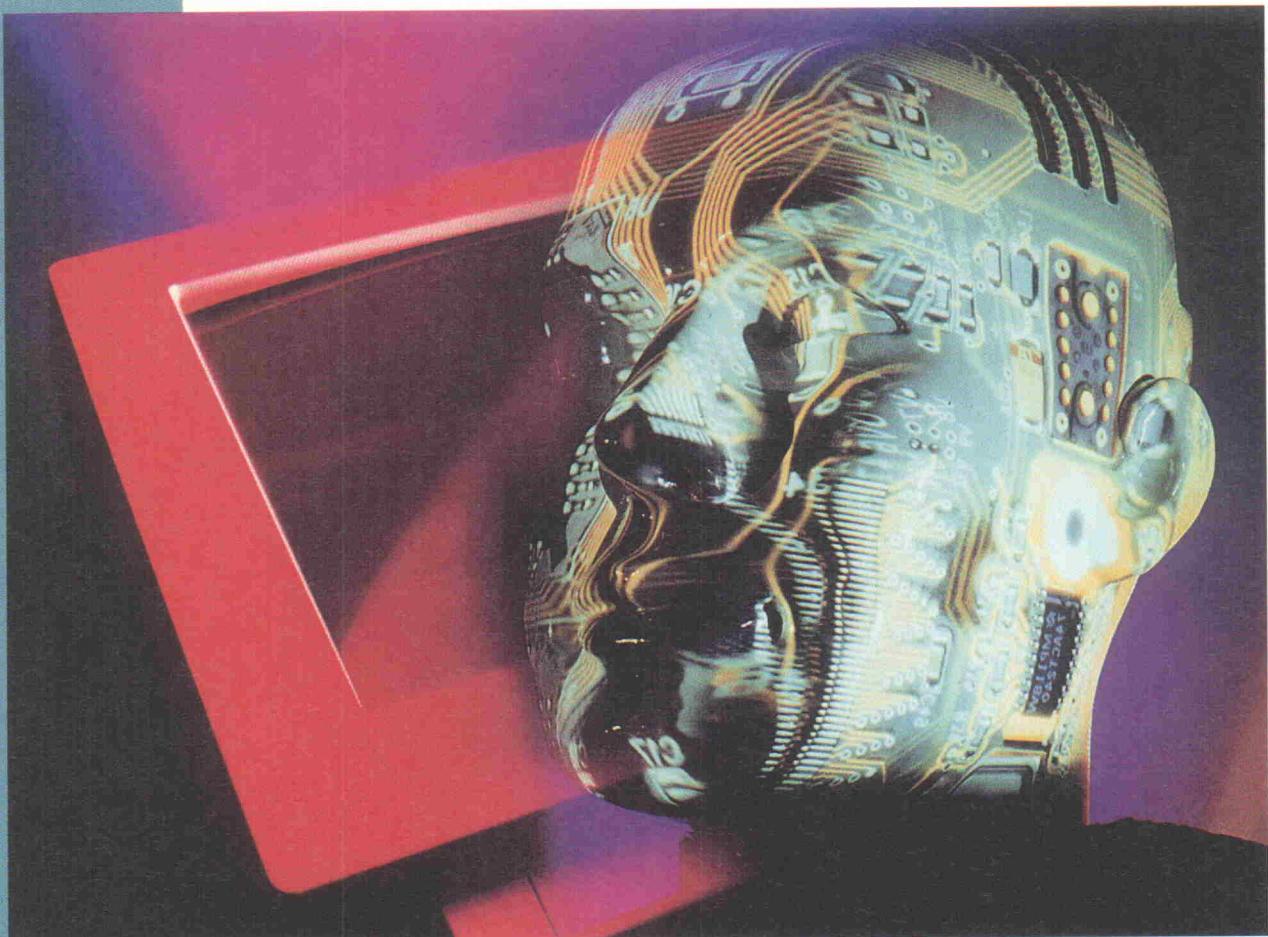
Praxis

Beim Aufbau der Schaltung ist besonders auf richtiges Einsetzen der ICs zu achten, weil deren Markierungen nicht alle in dieselbe Richtung weisen. Vor dem Einlöten der optischen Anschlußbuchsen sollte man prüfen, ob diese durch die Öffnungen im PC-Gehäuse passen. Lichteiterverbindungen von Toshiba sind oft um ein Vielfaches preiswerter als optische Kabel aus dem HiFi-Geschäft und bereiten wegen der geringen Abmessungen der Stecker keine Probleme beim Anschließen an den PC. roe

Literatur

- [1] ELRAD 4/92, 'Browne Ware'
- [2] ELRAD 9/92, 'Digitale Audiodaten-Schnittstelle'
- [3] 'YM3623B Digital Audio Interface Receiver (DIR)', Yamaha Datenblatt: Catalog No.: LSI-2136233, 1991, 11
- [4] 'YM3437 Digital Audio Interface Transmitter (DIT2)', Yamaha Datenblatt: Catalog No.: LSI-2134372, 1992, 2
- [5] SCMS AES paper, C. W. Sanchez, Crystal Semiconductor
- [6] Datenblätter zu DS2009, DS2010, DS2011, DS2012, DS2013, Dallas Semiconductor

Fundiertes Know-how in Sachen Computertechnik



Jeden
Monat neu
bei Ihrem
Zeitschriften-
händler.



- professionelle Soft- und Hardwarekonzepte
- systemübergreifend und unabhängig
- Tests mit Trennschärfe
- erprobte Tips für die Praxis und unentbehrliches Grundlagenwissen für anspruchsvolle Anwender und Entwickler
- seit 10 Jahren führend im Markt der Computertitel



Verlag Heinz Heise, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover

Wegweisend

GPS: Digitale Karten, Handies und Anwendungsbeispiele

Markt

Peter Röbke-Doerr

Der 'richtige' Weg von A nach B ist das wesentliche Ziel aller Bemühungen beim Einsatz des in den letzten Heften vorgestellten Global Positioning System (GPS). Allerdings ruhte der Blick bislang ausschließlich auf der Hardware: Die hier vorgestellten elektronischen Land-, See- und Luftkarten dagegen sind die eigentlich normale Schnittstelle zwischen Elektronik und Auge und schlagen den Bogen vom nackten Sensor zum Benutzer. Außerdem werden in diesem Beitrag vier preiswerte Handies näher betrachtet. Einige beispielhafte Entwicklungen mit einem GPS-Sensor schließlich sollen das Auge für die mit dem System machbaren Problemlösungen schärfen.

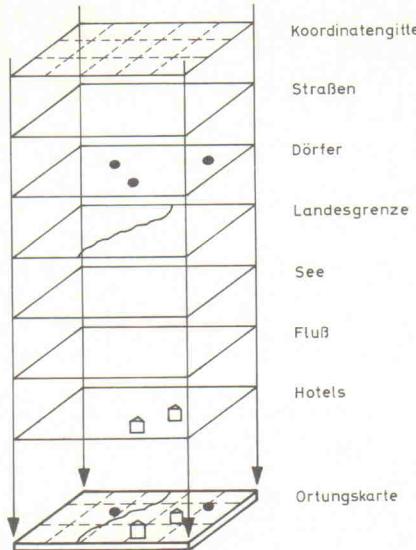


Schon seit Jahrhunderten benutzen Menschen Landkarten, wenn sie vor dem Problem stehen, ihre momentane Position zu bestimmen und einen Weg von A nach B vorauszuplanen. Landkarten sind aber Bilder – verkleinerte Abbildungen der Wirklichkeit, früher in Birkenrinde geschnitten oder in Stein gehauen, heute entweder auf Papier gedruckt oder als digitale Daten auf einem Massenspeicher abgelegt. Bilder haben den Vorteil, unser Vorstellungsvermögen mit leicht zu verarbeitenden Daten zu versorgen: Man stelle sich vor, jemand sagt: 'Ich befinde mich auf 52 Grad, 22 Minuten nördlicher Breite und 9 Grad, 44 Minuten östlicher Länge', oder etwa: 'Ich bin in Hannover'. Welche Information ist anschaulicher?

Genau dieses Problem haben alle Entwickler von GPS-Komponenten, denn der Empfänger liefert, wenn man die diversen Konversionsformate (siehe Seite 64) in den Griff bekommen hat, nur die nackten und wenig anschaulichen Längen- und Breitengrad-Angaben. Mit deren Anzeige und einigen Hilfsfunktionen kann zwar das Problem der grafischen Karten darstellung umgangen werden – und in einigen Anwendungen ist das sogar sinnvoll –, aber so eine richtig schöne Papierkarte ist es eben nicht. Bis auf den – man möchte fast sagen genialen – Zwittertyp der digitalen Positionsdarstellung per LCD-Fadenkreuz auf einer auf Papier gedruckten Karte (Beispiel von Teldix/Bosch) ist daher die digitale Karte mit PC und Bildschirm das Mittel der Wahl.

Diese gibt es nun in zwei verschiedenen Erscheinungsformen: Pixelkarten und Vektor-karten. Erstere haben den im Moment wichtigen Vorteil, sowohl billig als auch schnell herstellbar zu sein und dem Auge und den Gewohnheiten des Benutzers gut zu entsprechen, weisen aber auch eine erkleckliche Menge von Nachteilen auf. Pixelkarten sind in der Regel gescannte und als Grafikdatei abgelegte Papierkarten, die aufgrund ihrer Herstellungsweise gleiche oder schlimmere Ungenauigkeiten aufweisen als die Mutterkarten, die Unmengen von Speicherplatz verbrauchen (jedes Pixel zählt), und die nur ein sehr beschränktes Zoomen in die Karte hinein ermöglichen; bei gescannten Pixelkarten handelt es sich also im Prinzip um den Autoatlas in anderer

Bild 1. Vektorkarten können aus mehreren Ebenen aufgebaut werden.



Form. Zur Verdeutlichung: Wenn man sich beispielsweise die Shell-Karte des Münchener Landkreises mit einer Lupe betrachtet, sieht man im Stadtgebiet eben auch nur die Rasterpunkte und nicht etwa einzelne Straßen!

Die Herstellung von Pixelkarten ist recht einfach: Mit einem Scanner wird die auf Papier gedruckte Straßenkarte in Bildpunkte zerlegt und gespeichert. Ein unsichtbar unterlegtes Gitternetz stellt dann die Verbindung zum Koordinatenetz der Erde her. Ohne weitere Maßnahmen ist hier natürlich eine Suche nach Orten oder gar ganzen Fahrtrouten unmöglich, denn der Rechner kennt ja nur Pixel und Gitterlinien; die Verknüpfung von ASCII-Zeichen in einer besonderen Ortsnamen-Datei mit bestimmten Koordinaten ist natürlich ein gangbarer Weg – wie er ja auch in jedem Autoatlas beschritten wird –, geht aber eigentlich an den prinzipiellen Möglichkeiten einer digitalen Karte geradewegs vorbei.

Zu nutzen sind solche Vorteile nur mit den sogenannten Vektorkarten, deren Herstellung zwar wesentlich aufwendiger ist, da auf einem Digitalisierungstablett quasi eine Papierkarte 'nachgezeichnet' werden muß – mit allen Straßen, Telefonzellen und Radwegen, dafür kann man aber beispielsweise die Karte in mehrere Ebenen auflösen: Straßenebene, Namensebene, Radwegebene und andere. Und mit diesen Vektordaten kann der Computer dann 'artgerecht' umgehen: Suchen, Schieben und Vergleichen. Die praktische Auswirkung beim

Rückfahrt schließen das aus), sondern es sind schlicht die eben erwähnten Fehler beim Digitalisieren. Mit sehr viel mehr Aufwand könnte man zwar das gerade Stück der Straße der wirklich vorhandenen Kurve annähern, aber die Kosten solcher genauen Karten steigen natürlich auch.

Ein anderes wichtiges Problem digitaler Karten ist der Speicherplatz. Wenn man einmal Pixelkarten mit Vektorkarten vergleicht (was einigermaßen schwierig ist, da sowohl Maßstab als auch Detailtreue von Karte zu Karte schwanken), so kann man doch erkennen, daß bezeichnenderweise eine Pixelkarte meist auf CD geliefert wird und eine Vektorkarte auf Diskette. Als Größenvergleich mag gelten, daß eine Übersichtskarte der Bundesrepublik als Pixelkarte bis zu 40 MB 'frisst', während sich die Vektorkarte mit allerlei zusätzlichen Features mit 5–10 MB zufriedengibt. Schon in naher Zukunft

miteinander kombiniert: Die Pixelkarte ist die sozusagen 'oben' liegende Ebene der Vektorkarte und beim Hineinzoomen in Details wird einfach auf eine andere Ebene mit einer anderen Pixelkarte und anderem Maßstab umgeschaltet; beispielsweise von einer regionalen Straßenkarte auf ein Meßtischblatt. Solche Karten sind aber immer Einzellösungen für ganz bestimmte Probleme und werden meist nur an einen Anwender verkauft.

Nach dieser langen Einleitung kann man sich nun den real existierenden Karten zuwenden und erlebt dabei den ersten Schock: Es gibt zwar eine ganze Reihe von Anbietern für digitale Karten – selbst Aral-Tankstellen haben eine CD-ROM im Zusatzangebot – aber wenn man eine halbwegs bezahlbare und selbst installierbare Karte mit GPS-Schnittstelle jetzt haben möchte (und nicht irgendwann demnächst, weil die Schnittstelle zwar schon an-

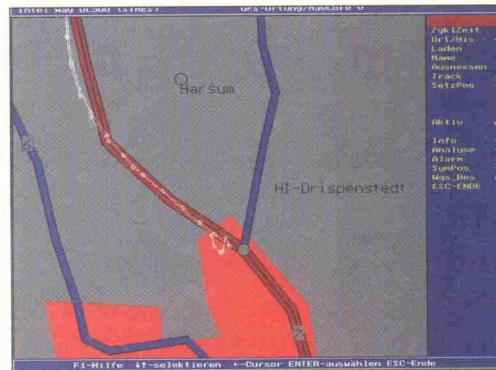


Bild 2. Durch die hohe Auflösung wird deutlich, daß nicht die Ortung, sondern die Karte selbst für das zeitweilige 'Abbiegen' von der Fahrbahn verantwortlich ist.

wird dieses Problem zwar keines mehr sein, weil Silizium-Speicher zunehmend im Preis verfällt, doch das hilft bei aktuellen Entwicklungen noch nicht recht weiter.

Digitale Karten in professionellen Anwendungen (beispielsweise Speditionen, wo Preis und Speicherbedarf nicht die entscheidende Rolle spielen), haben Pixel- und Vektorkarten

gekündigt ist, aber noch nicht läuft), so bleiben eigentlich nur zwei Anbieter übrig; Cardy und Interway. Alle anderen Kartenproduzenten haben wohl durchweg die Marktlücke erkannt, stecken jedoch noch in der Entwicklung. Von Map&Guide beispielsweise kann der Entwickler ein Development Kit erhalten, um die Anbindung der Kartensoftware an den GPS-Empfänger selbst zu programm-

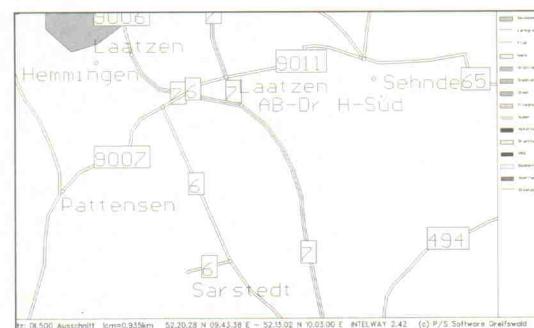


Bild 3.
Solch ein Ausdruck geht zwar schnell, enthält aber auch nur die nötigsten Informationen.

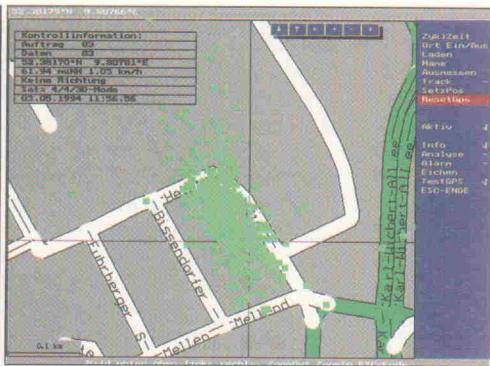


Bild 4. 'Trefferbild' des stationären Empfängers im Verlagsgebäude bei eingeschalteter S/A-Funktion (Interway).

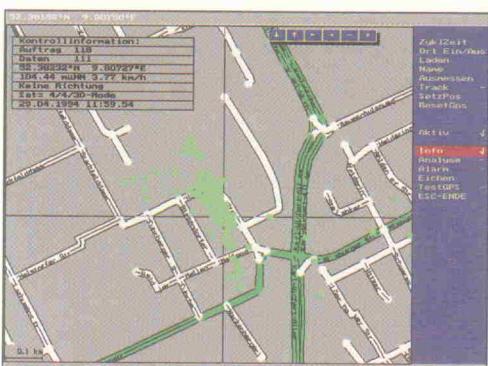


Bild 5. 'Trefferbild' bei vermutlich zeitweilig ausgeschalteter S/A-Funktion (Interway).

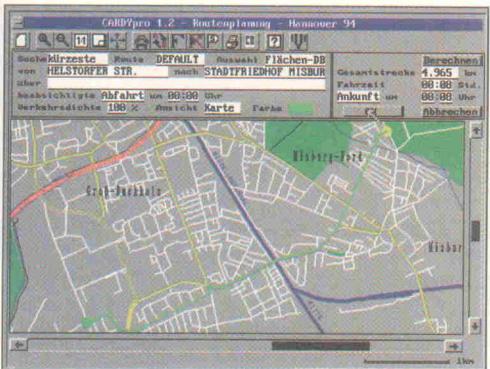


Bild 6. Cardy mit Eingabemaske und Darstellung zum Suchen einer bestimmten Fahrtroute.

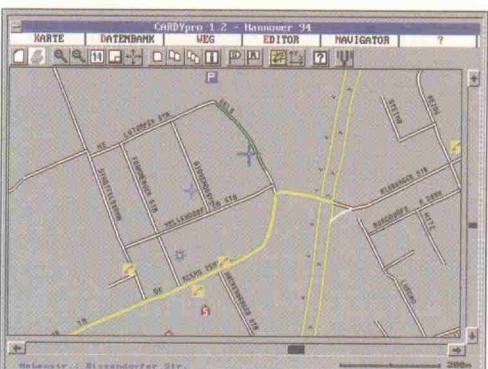


Bild 7. Mit der Snap-Funktion rastet der Ortungspunkt immer auf einer vorhandenen Straße ein und markiert die zurückgelegte Wegstrecke (Cardy).

mieren; an fertigen Treibern für verschiedene Empfänger wird dort gearbeitet.

Interway

Diese von einer kleinen und agilen Greifswalder Firma angebotene Software ist eigentlich ein Programm zum Herstellen von Karten und nur ein Teil davon dient der Darstellung der Karte auf dem Bildschirm. Der Display-Teil und eine Übersichtskarte der Bundesrepublik im Maßstab 1:200 000 soll als Paket zu einem Preis von 400,- DM über P/S-Software in Greifswald verkauft werden. Als Datenbasis für die Vektorkarte benutzt Interway auch digitale Straßendaten von Bosch/Blaupunkt, paßt sie aber für ihre Zwecke entsprechend an. Die Software kann unter Windows gestartet werden, verfügt jedoch nicht über die typischen Windows-Klappmenüs, sondern eine eigene, in mehreren Ebenen gestapelte Bedienungsleiste rechts am Kartenumrand. Die Installation des auf Disketten oder – je nach Kartensortiment – auch auf CD-ROM gelieferten Programms geht ohne Schwierigkeiten. Loibenswerterweise werden CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT bei der Installation nicht verändert. Hardware-Voraussetzungen: Das Programm verlangt nach einem Coprozessor, die Geduld des Benutzers nach einem möglichst schnellen

486er. Bei einem 386er mit müder Festplatte ist es nämlich durchaus möglich, bei starker Vergrößerung des Kartenausschnitts und 100 km/Std. auf der Autobahn die dargestellte Wegstrecke schneller zu durchfahren als der Rechner einen neuen Bildschirminhalt aufzubauen kann – dieser Effekt hat aber natürlich nichts mit dem Programm selbst zu tun.

Die Bedienung ist trotz der Schachtelmenüs einfach und selbsterklärend; das Handbuch wurde erst benötigt, als der Zugriff auf Straßennamen und Datenbank anfänglich nicht so recht klappte. Sehr schön gelöst ist das GPS-Informationsfenster, in dem fortwährend der aktuelle Wahrheitsgehalt des Ortungspunktes nachgeprüft werden kann. Diese Markierung der aktuellen Position wird nicht im Bildmittelpunkt gehalten, sondern wandert mit der gefahrenen Strecke langsam zum Rand; kurz

vorher holt sich der Rechner die anschließende Kartenseite in den Speicher und baut das Bild komplett neu auf. Eine permanente Aufzeichnung jeder Positionsbestimmung in einer Datei gestattet das spätere Ansehen und Ausdrucken der gefahrenen Strecke. Solche Ausdrucke erhält man zwar sehr schnell, sie sind aber recht gewöhnungsbedürftig (Bild 3) und man sollte statt dessen Screenshots anfertigen, falls eine Dokumentation der Fahrstrecke nötig ist. Übrigens sind auch alle im Beitrag gezeigten Bildschirmfotos auf diesem Weg entstanden.

Durch die Herkunft von Interway aus der kartographischen und nicht aus der automobilistischen Ecke sind die Routen- und Suchfunktionen sowie die Entfernungsaufgaben nicht ganz so auf die Bedürfnisse der Autofahrer zugeschnitten, wie man dies bei Konkurrenzprodukten gewohnt ist.

In den vorangegangenen Beiträgen ist immer viel von der Selective-Availability-Politik der Amerikaner die Rede gewesen; um hier einmal eine bildliche Vorstellung davon zu vermitteln, haben wir über mehrere Stunden mit der Interway-Karte die Position des Verlagsgebäudes (in der Karte an der Position des Fadenkreuzes) aufgezeichnet (Bild 4). Aus dem Trefferbild ist sehr schön zu sehen, wie in Nord-Süd-Richtung doch heftige 'Schwankungen' der Oberfläche stattgefunden haben müssen. Als Vergleich mag Bild 5 dienen, das einige Tage früher aufgezeichnet wurde und bei dem die S/A-Funktion offensichtlich außer Betrieb war: Hier sind mehr Meßpunkte (wie aus dem Infofenster hervorgeht) auf eine sehr viel kleinere Fläche konzentriert.

Cardy

Dieses im Haus Ziegler Instruments entwickelte und vertriebene Programm ist ebenfalls ein Vektorkarten-Programm und inzwischen mehr als ein Jahr auf dem Markt. Es läßt sich von Windows aus starten und verlangt zur Installation einen Dongle am Druckerport. Die Benutzeroberfläche ist mit Klapp-Menüs versehen. Bei der ersten Installation sollte man sich an die Pfadvorgaben halten – auf Anhieb funktionierte bei unserer Test-Installation nur das Default-Laufwerk C.



Bild 8. Der Ortungspunkt bei Cardy ohne Snap-Funktion.

Cardy ist speziell auf automobile Benutzer zugeschnitten, verfügt dementsprechend auch über umfangreiche und leicht zu bedienende Such- und Wegoptimierungsfunktionen (Bild 6); alle Menüs sind auch mit Tastaturkürzeln erreichbar. Um den Bildschirm nicht zu überfrachten, sind einzelne Ebenen (beispielsweise Hotels oder Telefonzellen) der Darstellung bequem ausblendbar. Allerdings fiel störend auf, daß nach jeder kleinen Änderung der gesamte Bildschirm neu aufgebaut wird, und das dauert...

Der Mauszeiger verwandelt sich im Bereich der eigentlichen Karte in ein Fadenkreuz für Markierungsfunktionen. Im Bereich der Bedienungsleiste wird aus dem Kreuz wieder brav ein Pfeil. Sobald nun die GPS-Funktion aktiv ist, scheinen jedoch Kreuz und Pfeil ein Eigenleben zu führen. Nur wenn man die Maus ganz langsam führt, kann der Weg auf dem Schirm verfolgt und auf eine bestimmte Position in der Bedieneleiste gezielt werden. Sobald dann ein Menü heruntergeklappt ist, reagiert die Maus wieder normal. Scheinbar gibt es zwischen Maus- und GPS-Daten ein Multiplex-Problem, das bei aktiver Ortung zum zeitweiligen 'Wegtreten' der Maus führt. Abhilfe schafft hier das Aufklappen der Menüs mit Tastaturkürzeln, aber sehr elegant schaut das Ganze halt nicht aus.

Speziell bei unserer Erprobung von Cardy mit mehreren verschiedenen GPS-Empfängern fiel die leichte Einbindung der verschiedenen GPS-Treiber auf – für uns zwar ein nützliches und angenehmes Feature, aber in der Regel wird der typische Cardy-Anwender nur selten über mehrere unterschiedliche Empfänger verfügen. Wenig durchsichtig fanden wir die Signalisierung des GPS-Status: Kein Treiber installiert: Icon farblos, Treiber installiert: Icon braun, Akquisitionsmodus: Icon gelb, drei oder vier Satelliten getrackt: Icon grün. Bei Gesprächen auf der DGON in Dresden konnte man erfahren, daß sich hier beim nächsten Update auch noch etwas in Richtung Informationsfenster verändern soll.

Das Beste an Cardy ist allerdings die Snap-Funktion für Straßen, mit der man den GPS-Ortungspunkt zwingen kann, immer hübsch auf einer Straße

entlangzuwandern (Bilder 7 und 8) und nicht irgendwo in der Landschaft herumstreunend entweder die Amerikaner mit ihrer Selective Availability oder die Bediener des Digitalisierungs-Tabletts bei Cardy bloßzustellen. Allerdings hat auch dieser nützliche Trick seine Grenzen: Wenn im eng bebauten Stadtgebiet die Straßen eng beieinanderliegen, kann der Ortungspunkt auch schon mal genau auf der falschen Straße einrasten.

Komplettlösung

Auf der CeBIT '94 konnte bei Dornier bestaunt werden, wohin

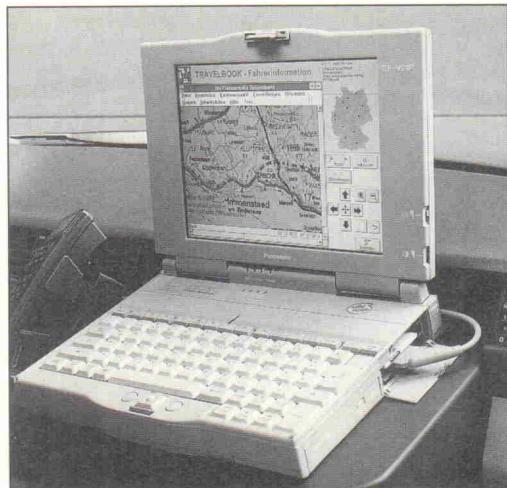
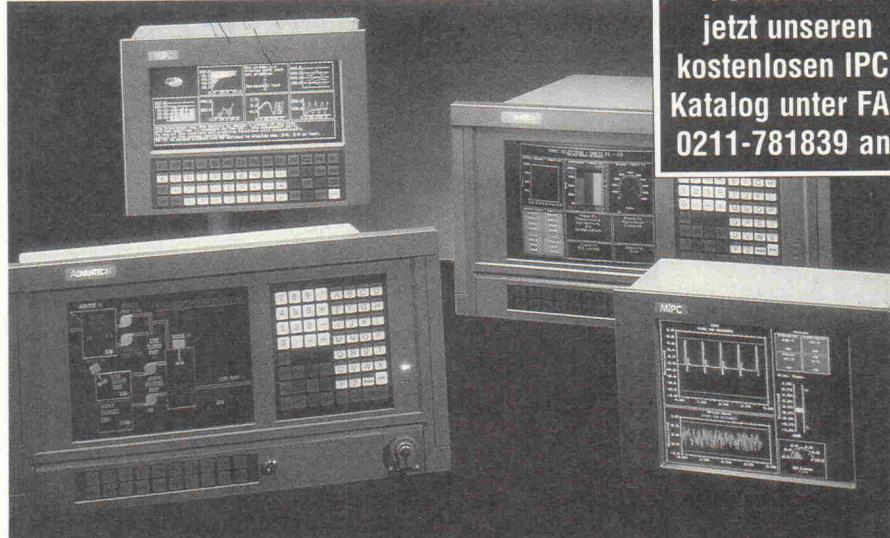


Bild 9. Ein Notebook mit Anbindung an einen Datenkanal für Verkehrs-informationen kann ein wichtiges Instrument für den Fahrer sein.

Leistungsstarke PC-Workstations für Industrielle Automation



Fordern Sie jetzt unseren kostenlosen IPC-Katalog unter FAX 0211-781839 an!

Anspruchsvolle, industrielle Systeme für eine ideale Interaktion zwischen Mensch und Maschine

AWS Serie

- ◆ 19-Zoll Workstations für Rack-Montage
- ◆ 10-Zoll CRT/LCD/EL Displays (1024x768), kratzunempfindlich und reflektionsfrei
- ◆ Entspricht dem IP65 Industriestandard
- ◆ Membran-Tastatur mit 70 Tasten sowie 10 vom Anwender programmierbaren Makrotasten
- ◆ 4-schichtiges Backplane mit 10 ISA-Erweiterungssteckplätzen, 200 W Netzteil

MiPC Serie

- ◆ Mini-Workstations für Panelinstallation
- ◆ 10-Zoll CRT/LCD/EL Displays (640x480), kratzunempfindlich und reflektionsfrei
- ◆ Entspricht dem IP65 Industriestandard
- ◆ 4-schichtiges Backplane mit 4 ISA-Erweiterungssteckplätzen, 65 W Netzteil
- ◆ Bis zu zwei 3½-Zoll Laufwerke im extrem kompakten Design
- ◆ Externer Tastenblock mit 56 oder 20 Tasten
- ◆ Halbgroße 286/386/486 CPU Karten

Industrial & Lab Automation with PCs
ADVANTECH

Zimmer Nr. 611, Willi-Becker-Allee 11,
D-40227 Düsseldorf.
Tel: 0211-781834 Fax: 0211-781839





Bild 10. Die Karte ist eine 'echte' Papierkarte; das Fadenkreuz zum Anzeigen der Position wird vom LC-Display dargestellt (Teldix CoPilot).



Bild 11. Beim DKG 3 besteht der Bildschirm aus einem TFT-Display; die gesamte Elektronik (außer dem GPS-Empfänger) befindet sich im Kniebrett-Gehäuse.

der Trend bei rechnergestützten Straßenkarten geht und was bereits heute technisch machbar ist, wenn mehrere kompetente Unternehmen an einem Projekt zusammenarbeiten. Dornier, die Deutsche Aerospace, Mairs Kartenverlag, PTV/CAS mit Map&Guide und andere haben das sogenannte Travelbook für den Vielfahrer im Auto vorgestellt, eine Studie, bei der Aufwand und Preis erstmal keine Rolle spielen sollten (Bild 9). Dem Vernehmen nach sind aber bei den Kartenanbietern durchaus Überlegungen im Gange, aus der Studie eine verkaufsfähige Komplettlösung zu machen. Es handelt sich um ein Laptop mit CD-ROM, einen GPS-Empfänger und einen über Funktelefon oder RDS-Daten zugänglichen Kanal für Verkehrsempfehlungen – die dann auf dem Laptop angezeigt werden. Allerdings war auf der CeBIT über den Preis eines solchen Systems keine verlässliche Angabe zu erhalten – eigenen Schätzungen nach dürfte er bei den gegenwärtigen Kartenpreisen jenseits der 10 000-DM-Grenze liegen.

Teldix/Bosch

Außer Pixel- und Vektorkarten gibt es noch die schon erwähnte Zwitterlösung von Bosch; diese ist auf die Allgemeine Luftfahrt zugeschnitten und geht einen fast genial zu nennenden Zwischenweg: eine auf Papier gedruckte Karte wird in etwa 20 × 20 cm große Quadrate aufgeteilt, diese Teilstücke auf eine mechanisch feste Platte aufgezogen und unter ein ebenso großes LC-Display gelegt. Auf diesem werden lediglich ein Fadenkreuz und einige Hilfsangaben dargestellt; Speicherbedarf: Null; Kartoberfläche: wie gewohnt. Das Anzeigeteil ist als Kniebrett ausgeführt und enthält lediglich einen Controller zur Ansteuerung des großen und

eines weiteren kleinen Displays, auf dem die GPS-Zusatzinformationen dargestellt werden können. Die GPS-Daten selbst kommen über RS-232 von einem 'nackten' Trimble-OEM-Empfänger, der irgendwo im Cockpit festgeschraubt ist. Etwas nachteilig am System: Es müssen immer die voraussichtlich benötigten Kartenquadrate mitgenommen werden und der Preis von jenseits 6000 DM. Auch die Praxistauglichkeit eines 20 × 20 cm großen LC-Displays im rauen Flugbetrieb wird sich erst noch erweisen müssen (Bild 10).

Ein ähnlich wie die Teldix-Lösung anmutendes Gerät stammt von Dornier (DKG 3, Bild 11). Es ist Teil einer größeren, auch im militärischen Bereich ansiedelten Kartendarstellungs-Familie. Auch hier handelt es sich um ein Kniebrett-Gerät mit Schnittstelle zum externen GPS-Empfänger; die Karten sind jedoch keine Papierkarten, sondern 'richtige' digitale, und der Bildschirm ist ein TFT-Display – das Ganze also eine ausgewachsene High-Tech-Lösung mit Preisen ab 35 000,- DM in der Basisversion. Die Rasterkarte befindet sich in großvolumigen PCMCIA-Halbleiterspeichern und kann sowohl nach Norden ausgerichtet als auch gedreht in Flugrichtung betrieben werden; dies – und das kontinuierliche Nachführen der Karte – erfordert eine hübsche Rechenleistung im Kniebrett-Display.

Die Handlichen

Nach diesem Ausflug in höherpreisige Regionen der GPS-Welt nun ein Blick auf Produkte, die an im Consumerbereich verkäuflich sind. Unsere Auswahl beschränkt sich auf Geräte, die sowohl im allgemeinen Elektronikhandel erhältlich sind, als auch einen Preis um die 1000,- DM nicht über-



Bild 12. Sonys neuer Empfänger IPS 760 mit der Darstellung einer kleinen Insel in der nördlichen Adria.

schreiten sollten. Dabei fällt natürlich sofort das neue Sony IPS 760 mit einem Basispreis von 2900,- DM aus dem Rahmen, das eigentlich weit über diesem Limit liegt. Der Grund dafür sind einige Absonderlichkeiten sowohl technischer als auch vertrieblicher Art.

Sony

Das IPS 760 ist ein hervorragend durchentwickeltes Gerät mit grafischem Display (256 × 320 Bildpunkte), zwei 'Slots' für Speicherkarten, umfangreicher Peripherie (Halterungen, Akkupacks, Verlängerungskabel etc.). Die menügesteuerte Bedienung mit Gummitasten und deutscher Benutzerführung macht einen durchdachten Eindruck (Bilder 12 und 13). Laut Prospekt verfügt das Gerät sowohl über RS-232- als auch NMEA-Interface.

Mit dem 'nackten' Gerät kann die Position in einem System aus unterschiedlich einstellbaren Koordinaten angezeigt, gespeichert und anschließend dargestellt werden. Außerdem sind Waypoints und Routen per Hand einzugeben. Auf dem 'Bildschirm' ist bei dieser Betriebsart nur ein Gitternetz, ein Maßstab mit Angabe der Ra-

sterweite in Meter und die alphanumerische Positionsangabe in einem kleinen Extra-Fenster zu sehen. Nachdem dann der erste Satz Mignon-Zellen leer ist, möchte man – zwecks Batterieersparnis – ein Netzteil anschließen. Und an diesem Punkt erwischte den armen Benutzer die volle Breitseite der Sony-Philosophie, die besagt, daß Sony nur mit sich selbst kompatibel ist. Das beginnt beim Netzteilestecker, für den nur ein Spezialstecker von Sony verwendbar ist, das geht über IC-Cards, die es wiederum nur bei Sony gibt und auf denen eigentlich Pixel-Landkarten dem Gitternetz unterlegt werden sollten, bis zu den Schnittstellen, zu denen es keine fertigen Kabel und konsequenterweise dann auch keine offengelegten Protokolle gibt. Und über eine Software, mit der diese Schnittstellen angesprochen werden können und mit der man sich das nervtötende Eingeben der Wegpunkte ersparen könnte, wird doch tatsächlich schon nachgedacht – allerdings in Tokio. Wenn man dann zusätzlich noch erfahren hat, daß die C-Map-Karten ausschließlich in Italien hergestellt werden, aber auch deren Datenprotokoll strenger Geheimhaltung unter-



Bild 13. Nach dem Öffnen einer kleinen Klappe sind die Schächte für die Speicherkarten zugänglich (Sony).

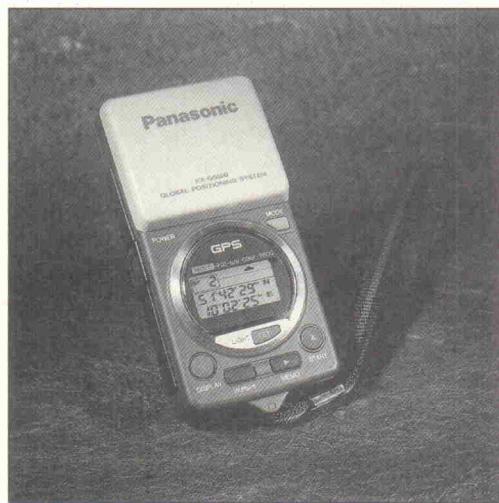


Bild 14. Der kleinste Kleine: Panasonic KX-G5500.

liegt, hat man ein prächtiges Beispiel von gut geplanter Umsetzverhinderung vor sich.

Panasonic KX G5500

Auch Conrad hat seit kurzem mehrere kleine GPS-Handies im Programm, wobei das gut durchgestylte und komplett mit Ladegerät, Akkupack und Batteriepack ausgestattete Panasonic um die 800 DM kosten soll (Bild 14). Das Gerät zeigt die Position alphanumerisch an und gestattet die Eingabe und das spätere Aufrufen von 99 Waypoints und 9 Routen; außerdem kann jede momentane Position als Waypoint gespeichert werden. Wenn die entsprechenden Funktionen gewählt sind, kann man sich den zu steuernden Kurs und die Entfernung zum nächsten Waypoint anzeigen lassen oder auch den Kurs über Grund und die Geschwindigkeit. Eine andere Funktion zeigt die Abweichung vom vorgesehenen Kurs, die Richtung der Abweichung (also rechts oder links) und die Größe der Abweichung.

Der Panasonic-Empfänger hat zwar nur wenige Tasten mit dem Vorteil einer aufgeräumten Optik, dies macht aber bei vie-

len Bedienungsschritten den erneuten Blick ins Handbuch nötig.

Magellan Trailblazer

Auch dieses Handy ist bei Conrad im Vertrieb; es kostet allerdings um die DM 1200 und wird 'ohne alles' geliefert – was spätestens dann ärgerlich wird, wenn Waypoints über die Schnittstelle einzugeben sind oder wenn das Gerät aus einer externen Quelle versorgt werden soll. Ein spezieller 6poliger Stecker befindet sich an der Unterseite – allerdings wird er sowohl im englischen als auch im deutschen Handbuch nur mit der Bemerkung erwähnt, daß es ihn gibt ... Die Antenne ist drehbar und abnehmbar an der rechten Seite gelagert und wird zum Gebrauch hochgeklappt. Auch auf diesem relativ großen Display wird die Position alphanumerisch ausgegeben (Bild 15).

Im Betrieb hat man zum Navigieren zwei Möglichkeiten. Das Kursdisplay zeigt den Kurs zum nächsten Waypoint sowie die Entfernung; der Kursindikator dagegen den vollständigen Satz an Informationen: Kurs bis zum nächsten Waypoint, Entfernung, Kurs über Grund, Geschwindig-

keit über Grund und ein Kursindikator, wie er beispielsweise aus Funknavigationsgeräten der Luftfahrt (VOR) bekannt ist.

Stag GP2002

Dieses Gerät aus bundesrepublikanischer Entwicklung ist erst seit kurzem auf dem Markt und soll auch etwa um 1200 DM kosten (Bild 16). Die Antenne ist dreh- und arretierbar an der Stirnseite angebracht und kann bei Bedarf mit einem Schraubenzieher ausgeklinkt und über ein (mitgeliefertes) Verlängerungskabel abgesetzt betrieben werden. Allerdings sollte man dabei vorsichtig zu Werke gehen; die Rasthilfen sind aus Plastik und schnell 'zermatscht'. Im Beipack befinden sich sechs NiCd-Mignonzellen mit 700 mAh und ein passendes Steckernetzteil zum Nachladen. Der Kontrast des vierzeiligen Displays ist einstellbar und die Anzeige unter allen Bedingungen gut zu erkennen.

Das Navigationsfeld erreicht man mit der Taste 'GOTO' gefolgt von einer Nummer (wenn man die Nummer des Waypoints kennt) oder einem Buchstaben. Dann zeigt das Display die Nummer und den Namen des Waypoints sowie die Güte des momentanen GPS-Empfangs in der ersten Zeile, den Kompaßkurs 'TO' und 'FROM' sowie die Abweichung vom Kurs (CDI) in der zweiten, die Entfernung, den Richtungspfeil und die Geschwindigkeit in der dritten, die Ankunftszeit bei der angezeigten Geschwindigkeit,

den Kompaßkurs und schließlich die lokale Zeit in der vierten Zeile. Besonders zu erwähnen ist der Richtungspfeil, der – vorausgesetzt, man hat das Gerät in normaler Haltung vor sich in der Hand – immer in die Richtung zeigt, in der das zu erreichende Ziel liegt. Wenn der Pfeil also 'immer in Richtung der Nase nach' zeigt, liegt das Ziel direkt voraus. Das Ganze funktioniert sogar im Fußgängertempo ausgezeichnet; eine gewisse minimale Geschwindigkeit ist aber unabdingbar, da das Gerät aus den aufeinanderfolgenden Einzelortungen die einzuschlagende Richtung ermittelt.

Genauer als DCF77

Eine auf den ersten Blick abwegige Anwendung des Navigationssystems GPS als schlichte Uhr scheint beim zweiten Blick durchaus attraktiv zu sein, vor allem, wenn die Stärken eines solchen Zeitmessers richtig eingesetzt sind. Unser deutsches DCF77-Signal mag zwar in Mitteleuropa ganz gut funktionieren, wer sich aber einmal die, je nach Feldstärke mehr oder weniger schrägen, Signalflanken des Analogsignals aus Mainflingen angesehen hat, mag an der 'Atomgenauigkeit' dieses Signals im Sekunden- oder Millisekundenbereich zweifeln. Weiter ist das DCF77-Signal bei Gewitter regelmäßig gestört, und das Wichtigste: Es ist nicht weltweit verfügbar, sondern nur in einer relativ kleinen Region. Die Verfügbarkeit einer GPS-Uhr ist daher beson-

Adressen

Hopf Elektronik
Postfach 1847
58468 Lüdenscheid

Map&Guide/CAS
Boeckstr. 9
76137 Karlsruhe

Teldix (Bosch Telecom)
Postfach 105608
69046 Heidelberg

Trimble Navigation
Innerer Ring 1b
63486 Bruchköbel

P/S-Software
Brandteichstr. 19
17489 Greifswald

Stag
Bad-Meinberger-Straße 1
Gilde-Zentrum
32760 Detmold

Conrad
Claus-Conrad-Str. 1
83362 Hirschau

Sony
Hugo-Eckener-Str. 20
50829 Köln

Unitronic GmbH/Rockwell
Postfach 350252
40444 Düsseldorf

Cardy
Nobelstr. 3–5
41189 Mönchengladbach

C-Map/M.E.Y.
Postfach 29
83251 Rimsting

Luckow und Deutschen
Biewerer Str. 73
45293 Trier

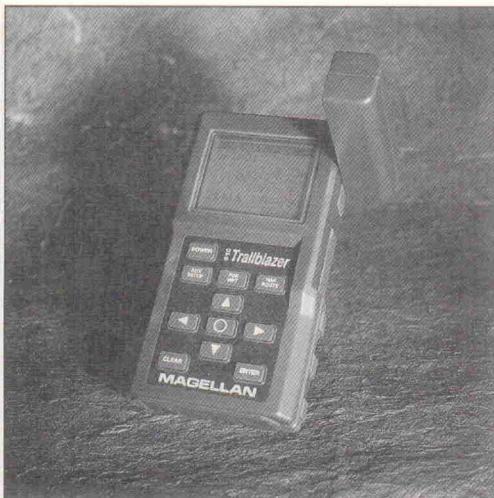


Bild 15.
Magellan Trailblazer; der Finger rechts am Gehäuse ist die Antenne.

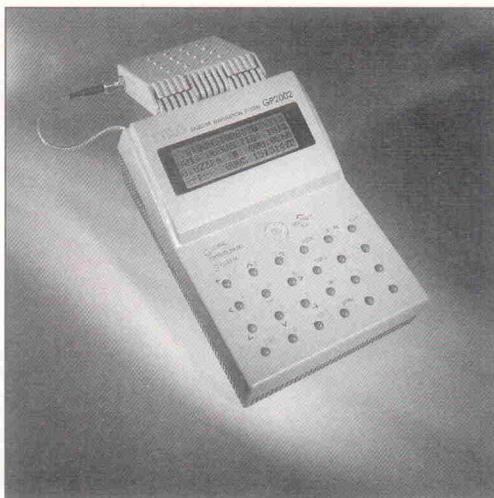


Bild 16.
GP 2002
von STAG.

ders für Exportbereiche nützlich. Die GPS-Modelle von Hopf sind daher ausschließlich für den professionellen Einsatz gedacht und haben dementsprechend viele Möglichkeiten, mit rauher industrieller Umgebung zu kommunizieren, beispielsweise DCF-Signale zu simulieren und andere Tochteruhren zu steuern, Kraftwerksnetze zu synchronisieren oder auf Schiffen die jeweils lokale Zeit automatisch richtig anzuzeigen. Der Preis einer solchen Uhr (Bild 17) orientiert sich denn auch an anderen Kriterien als an denen der DCF-Massenware: In der Basisversion kostet eine GPS-Uhr etwa 6000 DM.

GPS für Blinde

Ein noch mehr exotisch anmutendes Projekt ist in Santa Barbara an der University of California von einer interdisziplinären Gruppe von Wissenschaftlern entwickelt worden: Orientierungshilfe für Blinde (unsere Kollegen von der Zeitschrift 'Wireless World' aus England berichteten im März 94 darüber). Es handelt sich hierbei (noch) um eine nur per Rucksack zu transportierende Einrichtung (Bild 18), die es Sehbehinderten und Blinden erlaubt, sich in völ-

lig unbekannter Umgebung zu orientieren. Ein GPS-Empfänger liefert Angaben über die aktuelle Position, ein elektronischer Stadtplan fügt dieser Positionsangabe die 'Umgebung' in Form von Straßen, Telefonzellen und Gebäuden hinzu, und ein 'virtuelles akustisches Display' übersetzt diese typischen Bausteine einer Karte in für Blinde aufnehmbare synthetisch erzeugten Töne und Geräusche. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß durch einen mit dem Benutzer verbundenen Kompaß die Richtung festgestellt werden kann, in die dieser gerade 'sieht', damit das zur Blickrichtung passende Geräusch eingespielt werden kann. Versuche haben dabei ergeben, daß eine Sprachansage durch den Computer wohl eher verwirrend und nervend wirkt als die Geräuschübersetzung – allerdings wird auch hier noch geforscht. Auf jeden Fall hat man erkannt, daß Blinde – wenn erstmal die Übersetzungs-tabelle zwischen Gebäude und Geräusch gut genug ist, sehr sicher verschiedene Kartenmerkmale auseinanderhalten können. Seine Grenzen hat das System immer dort, wo einzelne Details nicht in die Karte übernommen oder übersetzt werden können, beispielsweise bei lokalen Ab-

sperrungen oder bei solch simplen Dingen wie Frostlöchern im Fußweg – hier werden Hunde, weiße Taststöcke und die Hilfe eines sehenden Mitmenschen weiterhin gefragt sein.

Polizei und Feuerwehr

In einem sicherheitstechnischen Bereich ergeben sich Anwendungsfelder von GPS-Sensoren, die für Normalbürger immerhin erstaunlich wirken können. Wußten Sie beispielsweise, daß bei vielen Einsätzen von Feuerwehr und Polizei in der Zentrale jemand aus der Registratur einen zum Einsatzort gehörenden Aktenordner holt, um spezielle Informationen über die Lage von Hydranten, Hintereingängen von Banken oder die Höhe von Bäumen vor Altersheimen im Bedarfsfall parat zu haben? Und daß dann im Fall des Falles von den Beamten vor Ort in der Zentrale nach Details zurückgefragt wird?

Hier ergibt sich ein sinnvoller Einsatz von GPS-Sensoren plus Rückmeldung über Telemetrie-Funk in die Zentrale – damit die Kollegen in der Zentrale sehen können, wo sich die Einsatzfahrzeuge gerade befinden.

Durch Verknüpfen der Positionsdaten mit einer Datenbank können sehr viel schneller als bisher die zum Ort gehörenden Daten – sowohl in Form von Texten als auch Bildern – abgerufen werden.

Die Vorstellung, daß einer der Beamten 'sich schon auskennen werde', weil er im Stadtteil groß geworden ist und sozusagen jeden Grashalm kennt, ist zwar in Einzelfällen möglich, aber nicht die Regel – meist handelt es sich hier um eine fromme Fiktion polizeilicher Presseabteilungen. Insofern sind solche unpersönlichen Datenbanken aus Bürgersicht das kleinere Übel, stellen sie doch sicher, daß der Einsatzleiter zumindest die Anzahl und die Lage der Hydranten kennt. Ob daraus dann die richtigen Entscheidungen abgeleitet werden, ist wieder eine ganz andere Sache.

Die Entwicklung von solcher Software kann immer nur eine Einzellösung sein, die speziell auf Land, Stadt oder Kommune zugeschnitten ist. Auf der CeBIT '94 fanden wir zwei Firmen, die sich mit diesen Problemen beschäftigen: P/S-Software aus Greifswald und Luckow und Deutschen GbR. aus Trier.

roe



Bild 17.
Technisch
kühl und
ohne
Schnörkel,
die GPS-
Uhr von
Hopf.

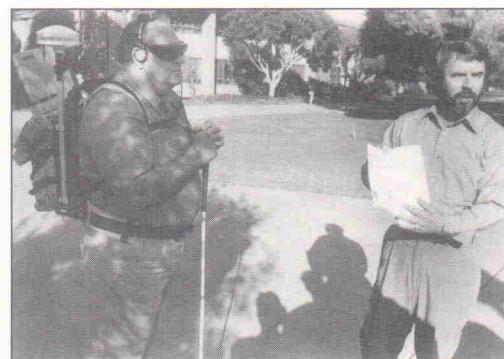
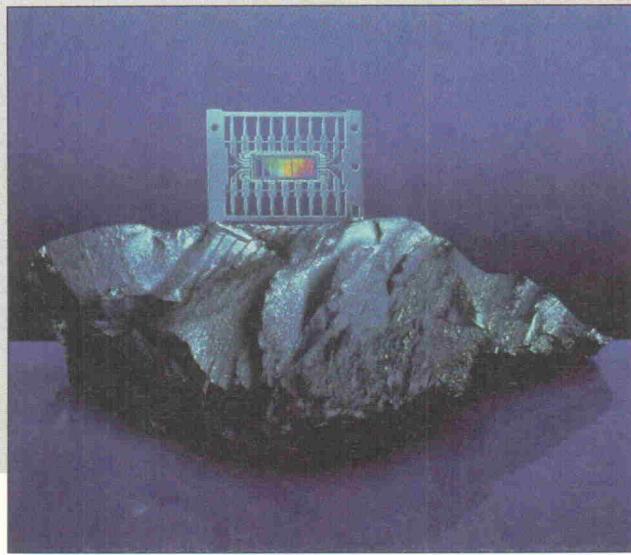


Bild 18. Ein noch etwas voluminoses Hilfsgerät für Blinde, um sich in unbekannter Umgebung orientieren zu können.

Fit for Fuzzy?

Preisaufgabe, die zweite



Falls Ihnen die Fuzzy-Aufgabe aus dem letzten Heft gefallen hat: Es geht in die nächste Runde. Zum zweiten Male harrt ein Regelungsproblem seiner fuzzy-logischen Lösung. Außer etwas Erfahrung in der unscharfen Technik können Sie wieder ein paar scharfe Preise gewinnen.

Die Lösungen der ersten Preisaufgabe (ELRAD 7/94) sind bereits in der Redaktion angekommen und werden gerade gewissenhaft ausgewertet. In der nächsten Ausgabe folgt die Bekanntgabe der Gewinner. Professor Frank vom Zentrum für Fuzzy-Informationstechnik in Dortmund hat noch ein neues Regelungsproblem ausgearbeitet. Die Aufgabe sollte mit verschiedenen Entwicklungssystemen zu lösen sein. Dabei ist nicht der technische Overkill gefragt. Zur Not lassen sich die Fuzzy-Regeln auch auf einem Stück Papier formulieren. Für die Bewertung zählt letztlich nur die Umsetzung des Problems.

Die Aufgabe:

Die Fuzzy-Regelung soll ein (nichtmilitärisches) Kettenfahrzeug kontrollieren. Zwei getrennte Elektromotoren 24 V/1 A treiben die Ketten des Vehikels an und steuern die Fahrtrichtung. 90° phasenverschobene Impulsgeber messen die zurückgelegte Wegstrecke. Pulsweitenmodulierte Signale steuern Geschwindigkeit und Drehrichtung der Motoren. Die Fahrtrichtung kann über das Vorzeichen der Aus-

gangsgröße ermittelt werden. Die Impulsgeber erfassen indirekt die Wegstrecken A und B der beiden Antriebe, so daß die Anzahl der Impulse pro Zeittakt neben der Sollgeschwindigkeit und dem Lenkanteil die Eingangsgrößen des Regelwerks bilden. Die Ausgangsgrößen sind zwei PWM-Signalwerte PWM-A und PWM-B, welche die beiden Motoren ansteuern.

Die Aufgabe besteht darin, eine Regelbasis und deren Realisierung in Fuzzy-Logik zu finden, die das synchrone Starten beider Motoren bis zum Zustand einer Endgeschwindigkeit V der angetriebenen Ketten sowie synchrones Abbremsen bis zum Stillstand ermöglicht. Ein ruckfreier Übergang zum Lenkbetrieb ist zu gewährleisten. Während des Lenkbetriebs ist kein synchroner Betrieb gefordert. Es ist die Max-Min-Inferenz nach Zadeh/Mamdani und die Schwerpunktmetode für Singletons zu verwenden.

Viel Erfolg!

Die Preise:

Der erste Preis ist diesmal das Entwicklungs- und Simulations-

programm Insight für die neue NLX-22x-Familie von Neuralogix im Wert von 900,- DM. Diese Windows-Software ermöglicht Ihnen Erstellung, Simulation und Test von Fuzzy-Regelsätzen. Insight stellt die Ein- und Ausgangsgrößen des Fuzzy-Reglers grafisch oder numerisch dar. Als zweiter Preis – ebenso wie der erste gestiftet von Unitronic Düsseldorf – wartet ein Stand-alone-Modul mit dem schnellen Fuzzy-Controller-NLX 230 im Wert von 600,- DM auf einen Gewinner. Es arbeitet mit achtkanaligen 8-Bit-AD- und DA-Wandlern und erlaubt den Aufbau eines eigenständigen Reglers. Die 'Bronzemedaille' ist das Fuzzy-Projekt aus ELRAD 5 und 6/93 im Wert von 268,- DM: Ein Bausatz des Entwicklungssystems für den NLX 230. Als vierter bis zehnter Preis ist je ein Gutschein für Bücher aus dem Programm des Verlags Heinz Heise

im Wert von 120,- DM ausgesetzt.

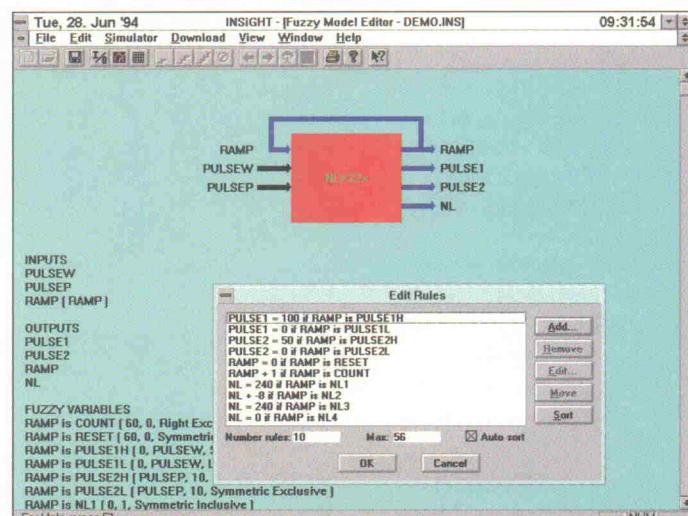
Die Lösung:

Ihre Lösung senden Sie bitte per Post unter dem Stichwort 'Fuzzy-Aufgabe' an den:

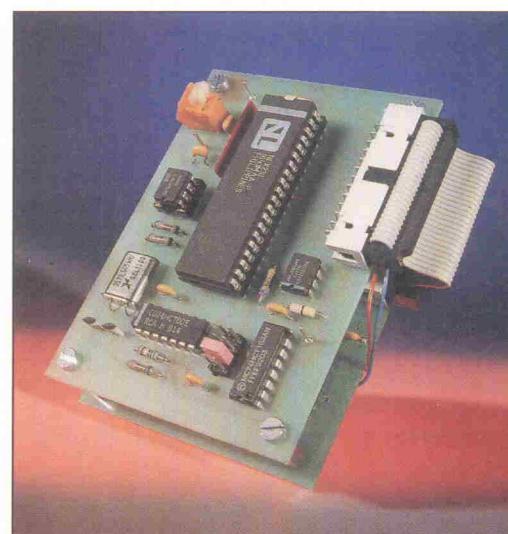
Verlag Heinz Heise
Redaktion ELRAD
Postfach 61 04 07
30604 Hannover

Sie können die Lösung auch per Fax an die Nummer 05 11/53 52-404 schicken. Einsendeschluß ist der 12. August '94, es gilt das Datum des Poststempels beziehungsweise des Fax-Eingangsdatums. Wer selbst vor einem kniffligen Regelungsproblem steht, das sich mit Fuzzy lösen läßt, kann es uns in Form einer Aufgabe zuschicken. Vielleicht können schon in der nächsten ELRAD andere Fuzzy-Experten an der Lösung mitknobeln. cf

Grundlagen



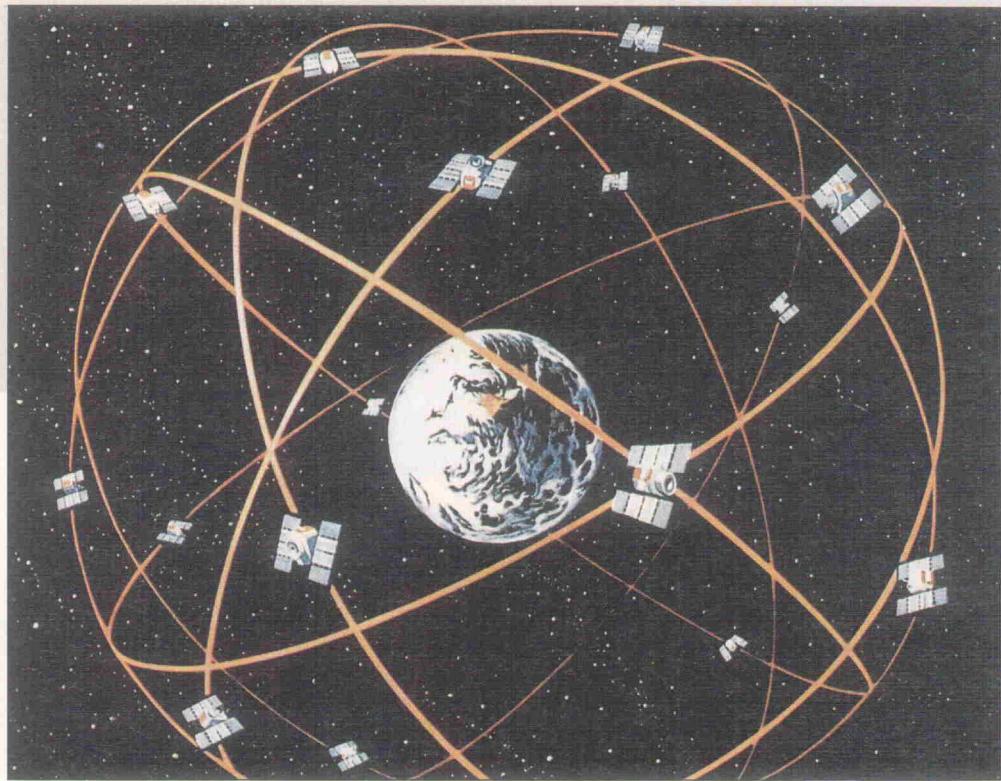
Erster Preis: Die Fuzzy-Entwicklungssoftware für den NLX 220 von Neuralogix, die im Simulationsbetrieb auch ohne Hardware funktioniert.



Zweiter Preis:
Dieser kleine 'Doppel-decker' ist ein kompletter Fuzzy-Regler mit NLX 230 und AD/DA-Wandler.

24 fixe Sterne

Global Positioning System, Teil 5: Datenformat des NavCore V



Dr. P. Fismeyer

Für die Beschäftigung mit GPS-Empfängern ist (wie für die meisten Anwendungen auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung) charakteristisch, daß man viel mehr brüten als löten muß. Auf die kurze Phase mechanischen Aufbaus, die eigentlich ziemlich ungetrübt verlaufen sein sollte, wenn die Pins Tx und Rx korrekt mit dem PC verbunden wurden, folgt jetzt der Niedergang in rechnerische Tiefen: das Datenformat der Rockwellschen GPS-Empfänger ist zu diskutieren.

Wenn Pin 14 des NavCores beim Einschalten auf +5V gelegt war, erfolgt der Datenaustausch über die serielle Schnittstelle mit 9600 bps. Lag der Pin auf GND, wird mit 76 800 bps gesendet und mit 19 200 bps empfangen. Standard ist die 9600er-Rate (in beide Richtungen). Jedes Byte wird in einen Rahmen aus Startbit, Paritätsbit und Stopbit gefügt, so daß die gesamte Sequenz aus 11 Bits besteht. Das Paritätsbit macht die Zahl der Einsen ungerade, es wird also das Odd-Parity-Protokoll benutzt. Sie sollten daher die serielle Schnittstelle Ihres PC auf 9600 bps und odd-parity einstellen. Der entsprechende Jumper auf dem Interface-Board (für Pin 14) sollte 'high' sein. Leider wird Sie QBasic bei dieser Einstellung verlassen, auf 11 Bits ist es nicht gefaßt. Wer selig einen Amiga hat, kann problemlos mit BASIC arbeiten; ansonsten sind teurere Sprachen zu verwenden.

Nehmen wir an, Sie hätten es bis zur Ausgabe eines Zahlen-

stroms auf dem Monitor gebracht. Es fällt sofort das rhythmische Pulsieren auf, einmal pro Sekunde. Sieht aus wie Leben im GPS. Das NavCore hat eine Update-Rate von 1/Sekunde und erlaubt eine sehr rasche Erfassung von Geschwindigkeitsänderungen et cetera; alle Daten werden als Messages verpackt, und einmal pro Sekunde ist die Message 103 dabei, die wichtigste von allen. Von ihr bekommen Sie die Navigationsdaten.

Bevor auf die Message-Struktur eingegangen wird, steht ein Exkurs in die Zahlenformate an: Wie Sie wissen, werden Strings in aufsteigender Reihenfolge der Zeichen im Speicher abgelegt. 'ABC' bekommt also für 'A' die Adresse n, für 'B' n + 1 und für 'C' n + 2 zugeordnet. Bei Zahlen ist dies nicht so einfach. Motorolas Prozessoren sind easygoing und achten auf Gleichberechtigung. Die Intel-Gemeinde hat zu beachten, daß Zahlen mit den Bytes auf der höchsten Adresse beginnen und das LS-

Byte ($2^0 - 2^7$) auf die niedrigste Adresse kommt.

Innerhalb jedes Bytes nun wiederum kommt das höchste Bit an den Anfang. Die Dezimalzahl 1025 (= 0401h) hat als Hexzahl und 2-Byte-Integer die Bitfolge 0000 0100 0000 0001.

So wird sie von Motorola-Prozessoren und Kompatiblen auch gespeichert:

0000 0100	Adresse n	MSByte
0000 0001	Adresse n + 1	LSByte

Bei Intels 80xx-Prozessorfamilie wird sie als

0000 0001	Adresse n	LSByte
0000 0100	Adresse n + 1	MSByte

im Speicher abgelegt.

Das NavCore hält sich intern an Konvention (I):

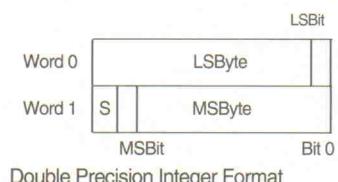
Sign-Bit		MSByte	LSByte
Bit 15			Bit 0

Rockwell Short Integer
(Single Precision Integer Format)

Dafür überträgt es an der seriellen Schnittstelle jedoch bei

jedem 16-Bit-Wort das LSB zuerst. Wenn man auf dem PC dafür sorgt, daß die Bytes von der Schnittstelle in aufsteigender Reihenfolge in den Speicher gelangen, paßt das Ganze wieder und man kann direkt mit den übernommenen Zahlen rechnen.

Auch Long Integers können durch diesen Mechanismus ohne Probleme übernommen werden.



Double Precision Integer Format

Diese Zahlen kommen über die Schnittstelle mit dem LSByte zuerst herein und enden mit dem MSByte. Negative Integers haben das Sign-Bit gesetzt und werden im Zweierkomplement dargestellt, also auch hier keine Gefahr.

Bei den Floats sollten Sie vorher besser das Minenräumkommando verstündigen: Wie jeder weiß, hält sich der IEEE-754-Standard an den Exponenten-Offset 127 (Format siehe Bild 1.1).

Diese Form beschreibt Single Precision Floats ($s = \text{Sign-Bit}$, $e = \text{Exponenten-Bit}$, $m = \text{Mantissen-Bit}$); als Darstellungsbeispiel ist $+4,5$ in Bild 1.2 zu finden. ($4,5 = 1,125 \times 2^2$, Exponent = $2 + 127 = 10000001\text{b}$, Mantisse = 1,125, die Eins wird durch das Sign-Bit ersetzt (positiv = 0)).

Rockwells Format hat einen Exponenten-Offset von 129, und der Exponent kommt ins LS-Byte; ein 4-Byte-Single-Precision-Float sehen sie in Bild 1.2. ($4,5 = 1,125 \times 2^2$, Exponent = $2 + 129 = 10000011\text{b}$, Mantisse = 1,125, die Eins wird durch das Sign-Bit ersetzt (positiv = 0)).

Floats mit Exponent = 0 und Mantisse $<> 0$ sind nicht erlaubt. Null ist, wenn alle Bits = 0 sind. Ausgelesen wird die Geschichte von hinten nach vorn, also erst der Exponent und zum Schluß das MSByte mit dem Sign-Bit. Bei der Konversion ins IEEE-Format muß zunächst der Exponent um 2 erniedrigt werden.

(eeee eeee)
- 2
= eeee eeee Rockwell

IEEE

see ee ee mm mm mm mm mm mm

Bild 1.1

0100 0000 1001 0000 0000 0000 0000 0000

Bild 1.2

$+4,5 =$	0001 0000	0000 0000	0000 0000	1000 0011	(Rockwell)
	s m m m m m m m m m m m m m m	m m m m m m m m m m m m m m	m m m m m m m m	e e e e e e e e	
	1. Byte	2. Byte	3. Byte	4. Byte	

Bild 1.3

see ee ee ee mm mm MM MM MM MM MM MM

Bild 1.4

s m m m m m m m m m m m m m m MM MM e e e e (Rockwell)

Bild 1.5

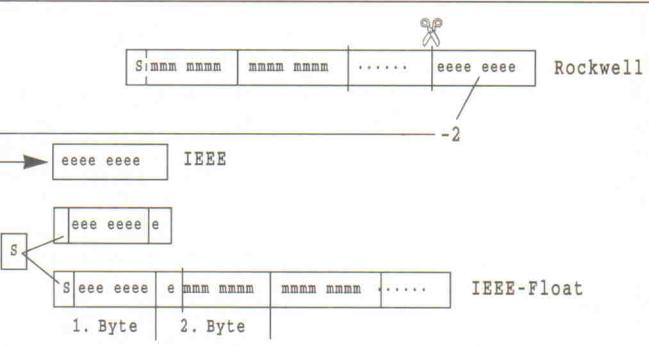
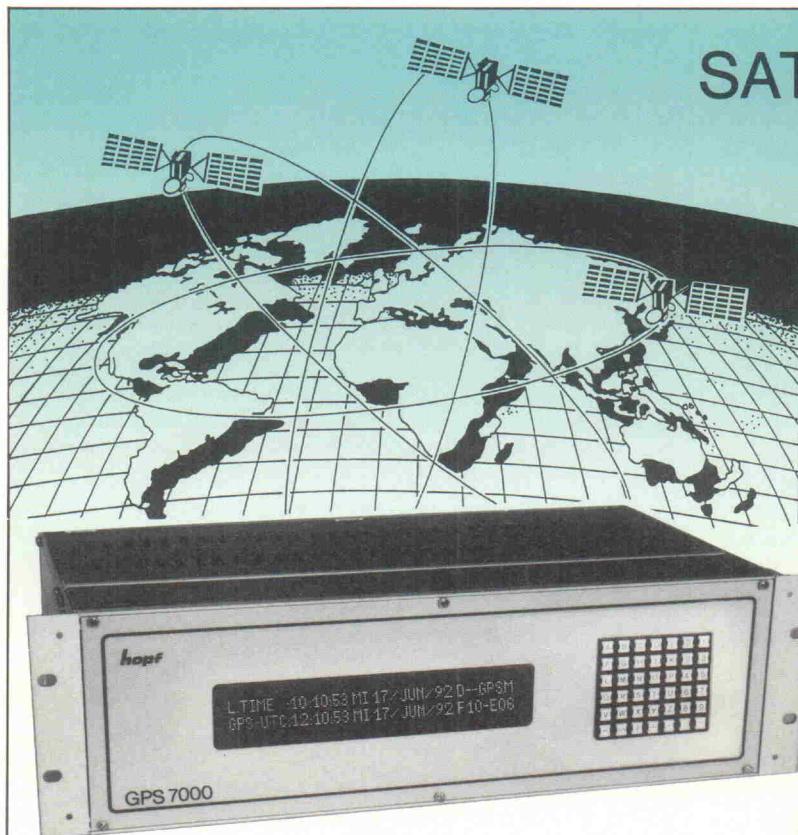


Bild 2: Konversion vom Rockwell- ins IEEE-Format.



SATELLITEN FUNKUHR GPS

- weltweiter Empfang
- hohe Genauigkeit +/- 100 nsec.
- hohe Störsicherheit des Signals
- gute Freilauf - Eigenschaften durch Nachregelung des Quarzes
- DCF - Simulation
- modularer Aufbau des Systems
- einfache Bedienung der Tastatur
- vielseitige Schnittstellen
1 pps - Impuls, RS 232, RS 422, TTY, IRIG - A, IRIG - B, usw.

DCF-Funkuhren seit 1974

Elektronik GmbH

hopf®

Weltweit - genaue Zeit

Postfach 18 47 · 58468 Lüdenscheid · Nottebohmstraße 41 · 58511 Lüdenscheid · Telefon (02351) 4 50 38 · Telefax (02351) 45 95 90

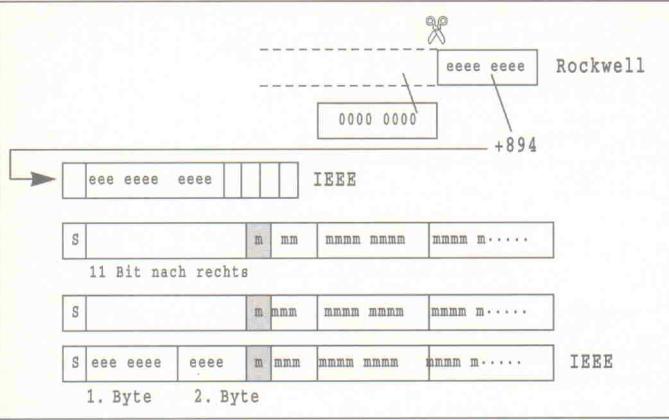


Bild 3. Umwandlung von Extended Floats.

Dann kann er zwischen das Sign-Bit und die Mantisse geschoben werden (siehe Bild 2).

Wer dies in einer Hochsprache macht, muß für vorzeichenlose Variablen sorgen. Nun zum IEEE Extended Float: Der Exponent hat einen Offset (Bias) von 1023, das Bitformat ist in Bild 1.4 zu sehen.

Rockwell Extended Floats behalten ihren alten Offset von 129 bei. Lediglich die Mantisse ist um 2 Byte länger als beim Single Precision Float (Bild 1.5).

Diese Zahlen sind also 'nur' 6 Byte lang. Die Exponenten unterscheiden sich um $1023 - 129 = 894$. Das Konversionsschema Rockwell → IEEE für Extended Floats beschreibt Bild 3.

Die gesamte Mantisse muß 1 Bit nach rechts geschoben werden, das rechte Ende wird durch Anfügen von Nullen um 13 Bits erweitert. Da es zur Initialisierung des NavCore erforderlich ist, Datum/Uhrzeit/Position zu übertragen und da die Positionskoordinaten als Rockwell Extended Floats im Bogenmaß erwartet werden, kann sich der geneigte Leser bereits seelisch auf die Programmierung der Umkehrroutinen einstimmen. Dies sollte keine Schwierigkeiten bereiten. Bei den IEEE Extended Floats gehen die letzten 13 Mantissen-Bits verloren. Dies ist jedoch kein Problem, denn die erreichte Genauigkeit ist immer noch weit höher als erforderlich. Man sollte unbedingt darauf achten, daß die Koordinatenberechnungen im PC selbst immer mit Extended Floats vorgenommen werden, um Rundungsfehler zu

vermeiden. Mit 4-Byte-Floats kommt man gerade eben nicht mehr aus, die Mantisse ist um einige Bits zu kurz.

Bleibt noch das Message-Format zu erläutern. Jede Message hat einen 5 Worte langen Header (also 10 Bytes). Daran schließt sich gegebenenfalls ein Datenabschnitt mit angefügter eigener Checksumme an. Der Message-Header besteht aus 4 Worten Daten und einer Header-Checksumme. Das erste Wort bleibt immer gleich, egal um welche Message es sich handelt. Das LSByte jedes Wortes wird zuerst gesendet. Der Aufbau des Header ist in Bild 4 beschrieben.

Der Kasten Message-ID's zeigt eine Auflistung der wichtigsten NavCore-Messages. Um auch mit drei Satelliten navigieren zu können, muß nach dem Einschalten Bit 5 des Kontrollworts der Message 201 (Bit 5/WORD 6) = 1 gesetzt werden. Sobald mit vier Satelliten navigiert werden kann, setzt das NavCore die Gültigkeit dieses Bits jedoch zurück, so daß bei Bedarf mittels Message 203 die 3-Satelliten-Navigation angefordert werden muß.

Wenn die Positionswerte im Labor schwanken und sich das Gebäude laut GPS auf und ab bewegt oder mit 1,73 Knoten Osten driftet, denken Sie an die Selective Availability und atmen Sie tief und entspannt durch. Das NavCore ist in diesem Fall unschuldig. Wenn man es zu nehmen weiß, ist es im Gegenteil recht flott und stellt eine große Menge Daten zur Verfügung.

roe

Word 1	1000 0001	1111 1111
Word 2	0000 0000	ID
Word 3	Data Word Count	
Word 4	000R AN00	
Word 5	Header Checksum	

Bild 4. Aufbau des Header.

Message-ID's

zu WORD 2: Das NavCore gibt einmal pro Sekunde Message 103 aus (die Daten gelten genau zum Time-Mark-Signal auf Pin 7 bei steigender Flanke). Message 102 wird alle 2 Minuten gesendet, die übrigen Messages nur auf Anforderung. Die Message-ID wird als Integer erwartet (beispielsweise 102 = 0066h). Es werden folgende Message-IDs verwendet:

- 101 = Built-In Test Results
- 102 = Visible Satellite Azimuth/Elevation
- 103 = Navigation Solution and Status (Time Mark Solution)
- 104 = Almanac Data
- 105 = Age of Almanac

optional (nur bei bestimmten NavCore-Typen):

- 106 = Differential GPS Status
- 107 = Power Management Status
- 111 = Satellite Information
- 112 = Ephemeris Data Message
- 113 = Ionospheric/UTC Data

folgende Messages können vom User ans NavCore gesendet werden:

- 201 = Initialisierungsdaten (Position, Geschwindigkeit, Zeit)
- 202 = Selbsttest
- 203 = Altitude Hold Enable
- 204 = Altitude-Hold-Änderungen
- 205 = Almanach-Daten ans NavCore
- 206 = Anforderung von Almanach-Daten
- 207 = Anforderung des Almanach-Alters
- 208 = willkürliche Satelliten-Auswahl durch Benutzer

optional (nur für bestimmte NavCore-Typen):

- 209 = Differential-GPS aktiv schalten
- 210 = Differential-Daten
- 211 = Power-Managment
- 213 = Output-Konfiguration

zu WORD 3: DATA WORD COUNT gibt an, wieviele Datenwörter nach dem Message-Header gesendet oder empfangen werden. Der Datenteil wird ebenfalls mit einer Checksumme abgeschlossen, diese ist jedoch *nicht* im DATA WORD COUNT enthalten. Manche Messages haben keinen Datenteil. Hier wird Null angegeben, und die Daten-Checksumme entfällt.

zu WORD 4: FLAGS Die Bits 10, 11, 12 dienen als Flags für R = Request Acknowledge A = positive Acknowledge N = negative Acknowledge

Wenn das R-Bit gesetzt ist, wird die Bestätigung einer Eingabe erwartet. So kann beispielsweise das Kommando zum Selbsttest mit Message 202 gegeben und das R-Bit dabei gesetzt werden. Das Testergebnis (Message 101) kann bis zu 10 sec auf sich warten lassen. Innerhalb von 0,25 sec wird jedoch vom NavCore der Empfang bestätigt, indem der gleiche Message-Header zurückgegeben, mit R-Flag gelöscht und entweder A- oder N-Bit gesetzt wird. Die Checksumme wird dem neuen Inhalt angepaßt. Das A-Bit wird nur gesetzt, wenn die gesamte Message fehlerfrei (ohne Checksummen- und Paritäts-Fehler) empfangen wurde. Das N-Bit wird gesetzt, wenn im Datenteil ein Übertragungsfehler vorlag. Ein fehlerhafter Message-Header wird nicht zurückgegeben. Wenn also innerhalb von 0,25 sec keine Antwort erfolgte, wurden die Daten nicht akzeptiert.

zu WORD 5: Checksumme – die Checksumme wird über die Header-Worte 1 bis 4 gebildet. Sie ist einfach zu berechnen, wenn man die Summe aller Worte modulo 2^{16} bildet, also die Carry-Bits bei einer 16-Bit-Addition außer acht läßt. Von dieser Summe wird das Zweierkomplement gebildet (z. B. durch Subtraktion von FFFFh und Addition von +1 zum Ergebnis). Das Resultat ist die Checksumme. Um keine Verwirrung aufkommen zu lassen: wenn als Summe 8000h, also -32 768 entsteht, ergibt das Komplement wieder 8000h – was völlig in Ordnung ist.

Daten-WORDS: Bei n Datenwörtern wird im Header (WORD 3) diese Zahl n eingesetzt. Die Checksumme wird über alle n Datenwörter gebildet, also von WORD 6 der Message bis WORD 5 + n. Das Verfahren ist dasselbe wie bei der Header-Checksumme (WORD 5), die Daten-Checksumme wird in WORD 5 + n + 1 eingetragen. Damit schließt die Message ab, sie ist inklusive Header n + 6 WORD lang. Wenn kein Datenteil vorliegt, also beispielsweise bei Message 202, beträgt die Message-Länge 5 Worte und WORD 3 ist = 0. Es wird also nur ein Header übertragen.

Messages: NavCore/User: ID 102, 103

Message-ID: 102, Länge: 18–58 Words (es können bis zu 9 Satelliten bearbeitet werden)

Word-Nr.	Bezeichnung	Typ	Einheit	Bereich	Genauigkeit
1–4	Header				
5	Header-Checksumme				
6–7	Zeit	DI	20 ms	0–2 ³¹	20 ms
8–10	Wochen-Zeit	EFP	s	0–604 800	10 ⁻⁶ s
11	(GPS-)Woche	I	Wochen	0–32 767	
12	sichtbare Satelliten				

– max. 9 sichtbare Satelliten:

13	PRN-Code	I		1–32	
14–15	Elevation	FP	Bogenmaß	0–π/2	10 ⁻⁶
16–17	Azimuth	FP	Bogenmaß	0–2 × π	10 ⁻⁶
usw.					
58 (max.)	Daten-Checksumme				

Message-ID: 103, Länge: 64 Words

Word-NR.	Bezeichnung	Typ	Einheit	Bereich	Genauigkeit
1–4	Header				
5	Header-Checksumme				
6–8	Wochen-Zeit	EFP	s	0–604 800	10 ⁻⁶ s
9	(GPS-)Wochen	I	Wochen	0–32 767	
10	UTC-Gültigkeit	B			gültig/ungültig
11–13	UTC-Tageszeit	EFP	s	0–86 400	10 ⁻⁶ s
14	Tag (UTC)	I	Tag	1–31	
15	Monat (UTC)	I	Monate	1–12	
16	Jahr (UTC)	I	Jahre	1980–2048	
17–18	Zeit	DI	20 ms	0–2 ³¹	20 ms
19–21	Y-Position	EFP	m	± 9 000 000	10 ⁻⁴ m
22–24	Y-Position	EFP	m	± 9 000 000	10 ⁻⁴ m
25–27	Z-Position (bezogen auf WGS-84-Erdmittelpunkt)	EFP	m	± 9 000 000	10 ⁻⁴ m
28–29	Geschwindigkeit Ost	FP	m/s	± 1000	10 ⁻⁴ m/s
30–31	Geschwindigkeit Nord	FP	m/s	± 1000	10 ⁻⁴ m/s
32–33	Geschwindigkeit aufwärts (bezogen auf Tangentialebene an WGS-Ellipsoid)	FP	m/s	± 1000	10 ⁻⁴ m/s
34–36	Breite	EFP	Bogenmaß	± π/2	10 ⁻¹¹
37–39	Länge	EFP	Bogenmaß	± π	10 ⁻¹¹
40–41	Höhe	FP	m	± 50 000	10 ⁻⁴ m

Unschärfe (DOP-Dilution of Precision):

42	horizontal	I	0,01	1,0–327,67	0,01
43	vertikal	I	0,01	1,0–327,67	0,01
44	Position	I	0,01	1,0–327,67	0,01
45	Zeit	I	0,01	1,0–327,67	0,01
46	geometrisch		0,01	1,0–327,67	0,01
47	Statuskanal 1	B	(Bit 0–5: PRN-Code, Bit 6–8: offen Bit 9–11: Aktivität: 000 = nichts 001 = Codesuche 101 = Codeverfolgung Bit 12–14: Kanal-ID (1–5) Bit 15: offen)		
48	C/No-Kanal 1	B	(Carrier/Noise in dBHz, Bit 0–7: offen Bit 8–13 : 0–63 dB Bit 14–15 : offen)		
49/50	Kanal 2				
51/52	Kanal 3				
53/54	Kanal 4				
55/56	Kanal 5				

Erwarteter Positionsfehler

57	horizontal	I	m	0–32 767	1 m
58	vertikal	I	m	0–32 767	1 m
59	zeitlich	I	m	0–32 767	1 m
			(Division durch Lichtgeschwindigkeit ergibt Sekunden)		
60	Geschwindigkeitsfehler (horizontal)	I	0,01 m/s	0–32 767	0,01 m/s
61–62	reserviert (keine Angaben)				
63	Status	B	DTTT MMMM CSSS NHUA mit A = 1: Amended Hold (MSG 204) wird akzeptiert U = 1: Amended Hold wird benutzt H = 1: Altitude Hold wird ggf. benutzt N = 1: gültige Position N = 0: (noch) ungültig SSS: Zahl der Satelliten, die zur Positionsbestimmung benutzt werden (0–5) C–1: Cold Start kommt ohne Initialisierungsdaten aus MMMM: Genauigkeit 1 = besser als 7,5; 2 = 7,5–12,5 m 3 = 12,6–25 m; 4 = 26–50 m 5 = 51–250 m; 6 = 251–500 m 7 = schlechter als 500 m 9 = unbrauchbar TTT: Housekeeping-Kanal (0,5) D = 1: Differential-Navigation		
64	Daten-Checksumme				

I = Integer, DI = Long Integer, FP = Float, EFP = Extended Float, B = Boolean, (0 = falsch, 1 = wahr)

TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre Telefax-Anfrage direkt an die betreffende Firma, nicht an den Verlag.

*

Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

Ich habe angefragt
am _____
bei _____
Fax _____
erl.: _____

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX
Direkt-Kontakt

Der ELRAD-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.
 Datenblätter/Prospekte Applikationen
 Preislisten * Consumer-, Handels-
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters
 Vorführung Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____ Telefax: _____



ELRAD-Fax-Kontakt: Der fixe Draht zur Produktinformation

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover

Unser Fertigungsprofil :
 Einseitige Leiterplatten
 Doppelseitige Leiterplatten
 Flexschaltungen
 Multilayer
 Elektronische Prüfung im Haus
 CAD/CAM Station
 Eigener Fotoplotter

 UL-Zulassung und
 ISO-9001 beantragt

 ...und alles
 made in Germany

Thema Leiterplatten :

Sie verarbeiten Leiterplatten und suchen einen zuverlässigen Lieferanten, weil Sie selbst sehr zuverlässig sind ?
 Sie erwarten hochwertige Qualität, weil auch Sie hochwertige Qualität fertigen ?
 Sie schätzen eine gute technische Beratung, damit Sie auch zukünftig mit Ihren Produkten ganz weit vorn bleiben ?
 Sie erwarten aktiven Umweltschutz und zwar bis hin zur Produktentsorgung, weil auch Sie Ihren Kunden diesen Service bieten ?

Was ist Ihnen lieber :

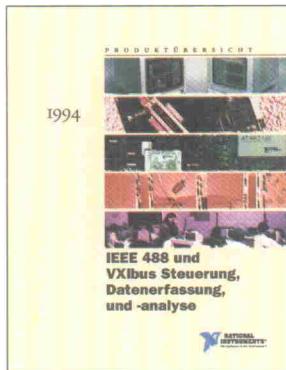
- Neuschäfer Elektronik GmbH soll mich anrufen
- Ein Außendienstmitarbeiter von Neuschäfer Elektronik GmbH soll mich besuchen
- Ich möchte gern zunächst einmal viel mehr von Neuschäfer Elektronik GmbH wissen und bitte um die Zusendung von weiteren Informationen

... Vielen Dank für Ihre Lesezeit - Neuschäfer Elektronik GmbH

NEUSCHÄFER ELEKTRONIK GmbH - Siegener Str. 46 - 35066 Frankenberg
 Tel.: 06451 - 4095 Fax.: 06451 - 23364 MODEM : 06451 - 23408



Deutsche Produktübersicht 1994



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

Alle Werkzeuge für den effektiven GPIB-Einsatz



- PCMCIA, ISA, EISA, serielle und parallele Controller und nur eine Treibersoftware, NI-488.2 für DOS und Windows.
- TNT4882C ASIC reduziert Software-Overhead und übernimmt die High-Speed Datenübertragung.
- Bibliotheken für viele Sprachen, wie Microsoft Visual Basic für Windows, C und andere.
- Kostenlose GPIB Debugging-Software für DOS und Windows Applikationen.
- Anwendungsbeispiele mit Programmen, um Entwicklungszeit zu sparen.
- Programmportabilität für den Einsatz auf den Computerplattformen von heute und morgen.



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

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 Kontaktlaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

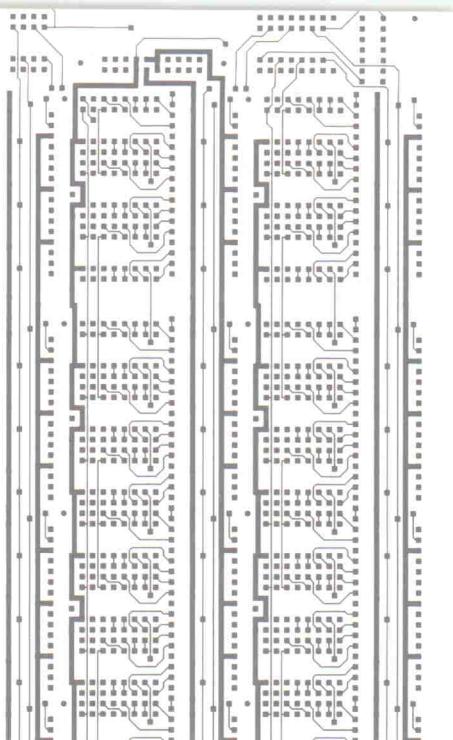
Absender nicht vergessen!

Absenderangaben:

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

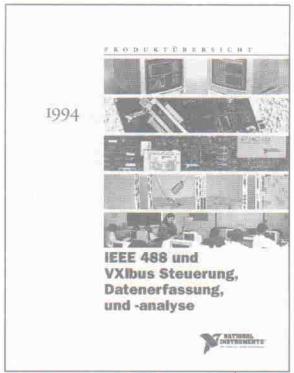
© Copyright 1994 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Produkt- und Firmenamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.

NEUSCHÄFER
NEUSCHÄFER
ELEKTRONIK GMBH
Siegener Str. 46
35066 Frankenberg



NATIONAL INSTRUMENTS
The Software is the Instrument

Deutsche Produktübersicht 1994



NATIONAL INSTRUMENTS
The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München

eir 8/94

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

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

DSP-aided Tuning

Tunerkonzepte für Mehrbandempfänger auf DSP-Basis

Jörg Matschke
Clay Olmstead
Mike Petrowski

Fortschritte sowohl bei der Entwicklung von Analog/Digital-Wandlern als auch in der VLSI-Technik eröffnen ein weites Anwendungsfeld für digitale Signalprozessoren mit hohen Abtastraten. Dies betrifft hauptsächlich den Einsatz von DSPs in Zwischenfrequenzstufen von Mehrbandempfängern. Nutzt der Schaltungsentwickler konsequent die sich bietenden Möglichkeiten, so kommt er in den Genuss hoher Temperatur- und Langzeitstabilität und erreicht Betriebsdaten, die mit herkömmlichen analogen Mitteln nicht zu realisieren sind.

Die Autoren sind bei Harris Semiconductor im Bereich Digitale Signalverarbeitung für Applikation und Marketing tätig.

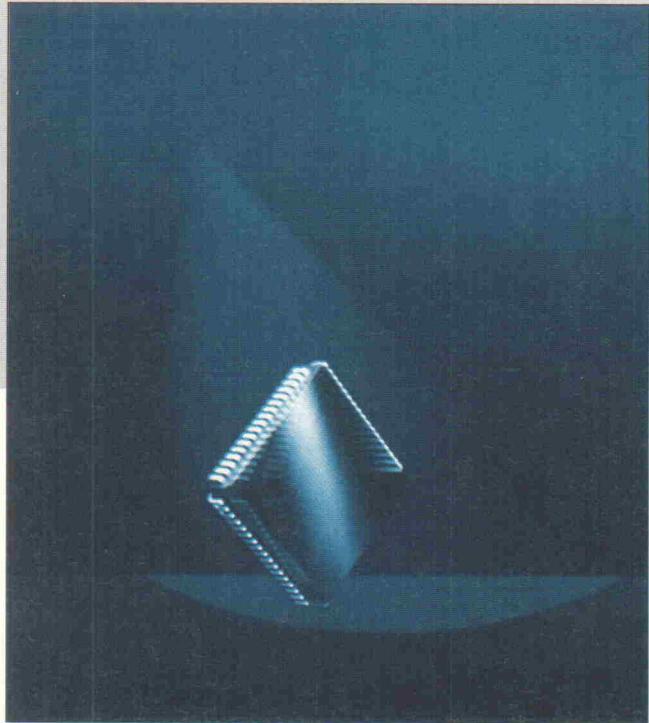


Bild: Siemens Bereich Halbleiter

In den vergangenen Jahren ist das Interesse an Empfängern mit einem großen Frequenzbereich, beispielsweise Scannern, erheblich gestiegen. Diese Empfänger können aus einem Bereich von einigen zehn, hundert oder gar tausend Megahertz ein bestimmtes, den Benutzer interessierendes Schmalbandsignal empfangen. Wegen der enormen Kosten solcher Empfänger in der Vergangenheit konnten sich bisher nur das Militär, Behörden und professionelle Nutzer hochwertige Empfänger leisten. Es ist jedoch ein Trend zu relativ billigen Empfängern zu beobachten. Die DSP-Technik ist für kommerzielle Anwendungen wie etwa drahtlose Computervernetzung, Funktelefone und Bündelfunk beinahe ideal geeignet, kann aber auch in Amateurfunkgeräten deutliche Vorteile bringen.

Um sich die alternative DSP-Technik besser vorstellen zu können, betrachte man die herkömmliche Schaltung eines Einkanalempfängers in Bild 1. Wie der Name schon sagt, soll dieser Empfänger ein Signal auf einem eingestellten Kanal emp-

fangen und demodulieren. Solche Einkanalempfänger werden in vielen Bereichen eingesetzt. Viele Geräte lassen den Empfang mehrerer Kanäle in einem bestimmten Frequenzbereich zu. Dazu sind aber besondere Vorkehrungen zu treffen: Entweder sind die Vorstufen entsprechend breitbandig auszulegen, oder man hat sie bei einem Kanalwechsel nachzustimmen. Außer als Betriebsempfänger benutzt man Einkanalempfänger noch in verschiedenen anderen Anwendungen wie beispielsweise in Analysatoren.

In aller Regel arbeiten Einkanalempfänger auf Doppelsuper-Basis. Das ankommende Signal passiert einen Bandpaß, wodurch Beeinflussungen durch Signale aus den Nachbarbändern unterdrückt werden. Dieses Filter muß einerseits breit genug sein, um alle gewünschten Frequenzen durchzulassen, andererseits ist auf die erste Zwischenfrequenz Rücksicht zu nehmen. Spiegelfrequenzen sollten möglichst außerhalb des Filter-Durchlaßbereichs liegen. Hin und wieder verwendet man auch zusätzliche Notch-Filter in Form

von Saug- oder Sperrkreisen, die starke Signale innerhalb des Empfangsbereichs abschwächen. Auf diese Weise lassen sich relativ schwache Signale auch in unmittelbarer Nähe eines Hochpegsignals empfangen.

Das gefilterte Signal wird nun mit dem Ausgangssignal des ersten Mischoszillators (Local Oscillator = LO) gemischt. Dieser erste Mischoszillator ist heute meist als Synthesizer ausgeführt, der an seinem Ausgang eine Sinus-Schwingung bereitstellt. Üblicherweise liegt die Arbeitsfrequenz dieses Oszillators über der Empfangsfrequenz, damit die Spiegelfrequenz möglichst tief liegt. Ein Spiegelfrequenzfilter sorgt für die Unterdrückung nicht gewünschter Mischprodukte. Die physikalisch unvermeidbare Unsymmetrie im Mischer und die Fehlanpassung zwischen Mischer und umgebenden Baulementen bewirken, daß sich das Signal des ersten Mischoszillators mit sich selbst mischt. Das Ergebnis ist ein Störsignal mit der doppelten Frequenz des ersten Mischoszillators, das von einem Spiegelfrequenzfilter abgeschwächt werden muß. Die Differenz zwischen der Ausgangsfrequenz des ersten Mischoszillators und der höchsten zu empfangenden Frequenz wirkt sich nicht nur auf die Bandbreite und damit auf die Komplexität des Spiegelfrequenzfilters aus, sondern auch auf die Bandbreite des Eingangsfilters. Dies liegt darin begründet, daß Eingangssignale, die der Summe aus der Mischoszillatorenfrequenz und der Empfangsfrequenz entsprechen, ebenfalls heruntergemischt werden.

In herkömmlichen analogen Systemen kann man das Signal mischen und mit einem Bandpaß filtern, um dann einen Basisband-Ausgang zu erhalten. Die Bandbreite dieses Bandpasses bestimmt die Bandbreite des Empfangskanals.

An diesem Punkt meinte man, daß die Frequenz niedrig genug sei, um einen preiswerten Analog/Digital-Wandler einzusetzen, um ein digitales Ausgangssignal für die weitere Verarbeitung zu erhalten. Bei einem solchen Konzept gibt es aber eine ganze Reihe von prinzipiellen Einschränkungen. Eine davon besteht aus der physikalischen Grenze des verzerrungsfreien Dynamikbereichs des ersten Mischoszillators. Dieses Limit gilt auch für den zweiten

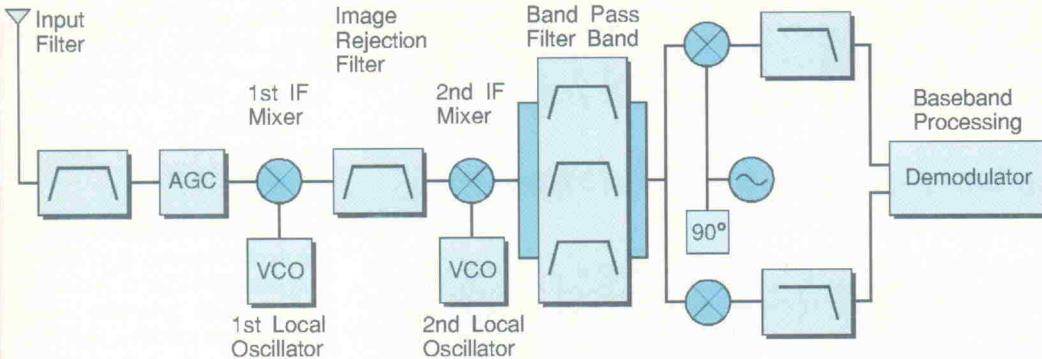


Bild 1. Blockschaltbild eines herkömmlichen Doppelsuper-Empfängers mit mehreren umschaltbaren Bandbreiten.

Mischoszillator. Andere Schwierigkeiten handelt man sich mit dem Bandpaß hinter dem zweiten ZF-Mischer ein. Um die Ausgangsbandbreite des Empfängers zu verändern, ist dieser Bandpaß umschaltbar auszuführen. Pro geforderter Bandbreite ist ein Bandpaß notwendig. Weil es sich dabei um analoge Filter handelt, sind diese in ihrer Güte und Steilflankigkeit begrenzt. Dieses wiederum wirkt sich auf die Nachbarkanal Selektion des Empfängers aus. In hochentwickelten Systemen lassen sich diese Einschränkungen umgehen, indem man einen digitalen Signalprozessor so nah wie möglich an der Antenne einsetzt. In den meisten praktischen Ausführungen erfolgt dies in der Signalverarbeitungsstufe der zweiten Zwischenfrequenz.

Wie Bild 3 zeigt, kann man zum Verarbeiten der zweiten Zwischenfrequenz eine digitale Signalverarbeitungskette einsetzen. Ein ADC digitalisiert das Signal und führt es einem digitalen Mischern zu, der den Datenstrom moduliert, um das Nutzfrequenzband in den Gleichspannungsbereich umzusetzen. Die Frequenzumsetzung zerlegt die digitale Zwischenfrequenz in einen komplexen Abtastdatenstrom, der aus In-Phase- und Quadratur-Termen zusammengesetzt ist.

Der Vorteil dieser Technik besteht darin, daß die komplexen Abtastdaten die Amplituden- und Phaseninformation des äquivalenten realen Signals bei halber Sample-Rate bewahren können. Daher kann ein Tiefpaß die Quadratur-Anteile auf die minimale Sampling-Rate vermindern, die

man zum Darstellen des Nutzsignals benötigt. Als Ergebnis der Filteroperation sinkt die Datensatzrate von einigen Dutzend Megasamples pro Sekunde (MSPS) auf wenige tausend Kilosamples pro Sekunde (KSPS). Die herabgesetzte Datensatzrate erlaubt eine Reihe von Basisband-Bearbeitungsfunktionen mit Standard-DSP-Bauelementen. In der Vergangenheit war die Implementation eines digitalen Zwischenfrequenz-Prozessors durch den Hardwareaufwand begrenzt, der zur Filterung, Signalsynthese und Basisbandbearbeitung erforderlich war. Heute erleichtert ein aus drei ICs bestehender digitaler Abwärtsumsetzer diese Aufgabe. Die digitale ZF-Verarbeitung fängt unmittelbar nach der zweiten Zwischenfrequenzstufe an. Per Sample-and-Hold und Analog/Digitalwandler zerlegt man das Signal und setzt es in die quantisierte Form um. Dies betrachtet man oft als eine einzige Funktion. Tatsächlich sind die dafür erforderlichen Komponenten in einem Hybridschaltkreis oder monolithischen IC integriert. Weil die Parameter dieser Funktion die Konstruktion des Restsystems wesentlich beeinflussen, handelt es sich hier um ein entscheidendes Bauteil der Empfängerschaltung.

Störquellen

Zwei Parameter kennzeichnen üblicherweise den Störabstand

der Sample-and-Hold-Stufe und des A/D-Wandlers: der Signal/Rauschabstand (Signal to Noise Ratio = SNR) und der verzerrungsfreie Dynamikbereich (Spurious Free Dynamic Range = SFDR). Rauschen entsteht in diesen Schaltkreisen durch zufällige Ereignisse im Übertragungskanal, die von Unzulänglichkeiten der analogen Elektronik wie beispielsweise thermisches Rauschen, Übersprechen und Unstabilitäten der Versorgungsspannung herrühren. Zudem wirken hier auch Apertur-Jitter, differentielle Nichtlinearitäten und Quantisierungsfehler mit. Den Signal/Rauschabstand SNR kann man – unter der Voraussetzung eines additiven weißen Gauß-Rauschens (Additive White Gaussian Noise = AWGN) – durch Filtern des Schmalband-Abtastdatenstromes verbessern. Das Breitbandrauschen ist gleichmäßig über der Frequenz verteilt. Führt man dem Mikroprozessor nur einen kleinen Teil des gesamten Eingangsspektrums zu, fällt auch der Rauschanteil entsprechend gering aus, und man kommt dadurch in den Genuss eines verbesserten Signal/Rauschverhältnisses.

Zum störenden Rauschen tragen sowohl die begrenzte Anstiegsgeschwindigkeit analoger Elektronik als auch die Nichtlinearitäten der S/H- und A/D-

Stufen bei. Im Falle digitaler Abwärtsumsetzung kommen noch die Quantisierungsfehler in den Verweistabellen (Look Up Tables) für Sinus und Cosinus hinzu. Diese Störungen können sich als ein echtes Problem erweisen, weil dem Nutzsignal entsprechende Signalannteile überlagert sind, die man nicht per Schmalbandfilterung beseitigen kann. Zusätzlich ändern sie sich in ihrer Eigenart, wenn man die Parameter des Empfängers ändert, beispielsweise eine neue Empfangsfrequenz einstellt. Verschiedene Methoden sollen dieses Problem je nach den Erfordernissen des Systems auf unterschiedliche Art umgehen. Für Spektrumanalysatoren hilft das oft nur 'rohe Gewalt'. Es ist so, daß die Leistung eines Systems davon abhängt, welche Störung im schlimmsten Fall auftritt. Man könnte dem Signal auch Rauschen hinzufügen und auf diese Weise versuchen, die Störsignale zu überdecken, um sie mit einer Schmalbandfilterung zu eliminieren [1].

Die derzeit im Handel erhältlichen Hochgeschwindigkeits-S/H- und -ADC-Bauelemente besitzen Abtastraten im Bereich von rund 1 MSPS bis 10 MSPS bei einem Signal/Rauschabstand von bis zu 90 dB und einem SFDR-Wert über 70 dB. Schnellere Abtastraten sind bei verringertem Dynamikbereich möglich. Bei 20 MSPS ist ein SFDR über 60 dB realisierbar; Wandler der Kategorie 300...500 MSPS verfügen hingegen über einen Dynamikbereich in der Größenordnung von 30 dB bis 40 dB. Diese Höchst-

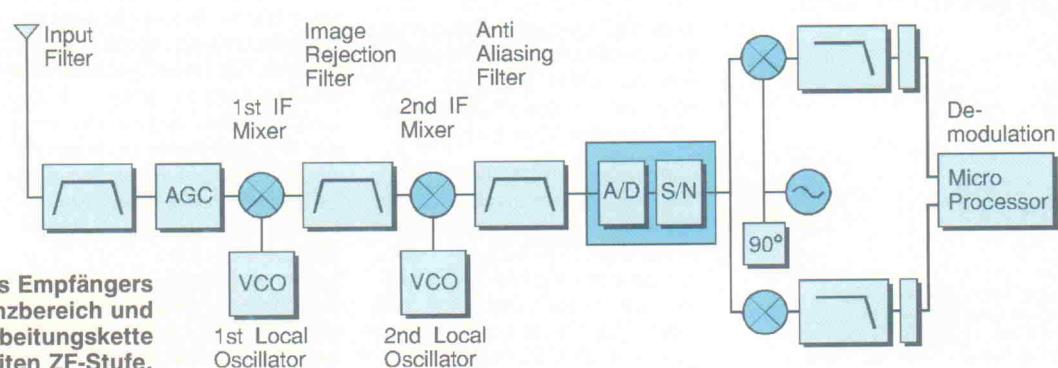


Bild 2. Blockschaltbild eines Empfängers mit großem Frequenzbereich und einer digitalen Signalverarbeitungskette in der zweiten ZF-Stufe.

leistungen erreicht man mit Hybrid-Lösungen und Platinenschaltungen, die für viele Anwendungen viel zu kostspielig sind. Glücklicherweise braucht der Entwickler eines Mehrbandempfangssystems nur jeweils einen ADC pro System. Neue Entwicklungen im Bereich der monolithischen Schaltkreise führten zu Hybridlösungen mit 3 MSPS bei einem Dynamikbereich von 75 dB. Derartige Produkte sind bereits verfügbar.

Um die Leistungen voll auszunutzen zu können, müssen die Parameter der digitalen Hochgeschwindigkeitselektronik dazu passen. Die zur Zeit erhältlichen Mikroprozessoren hinken bei der Signalverarbeitung derartiger Signale um ein bis zwei Größenordnungen bei der Amplitude hinterher. Die Lücke zwischen dem digitalisierten Breitbandsignal und der Rechenleistung eines Mikroprozessors schließt ein digitaler Abwärtsumsetzer, der das interessierende Schmalbandsignal extrahiert und die Datenrate in den Bereich von 10...100 KSPS herabsetzt.

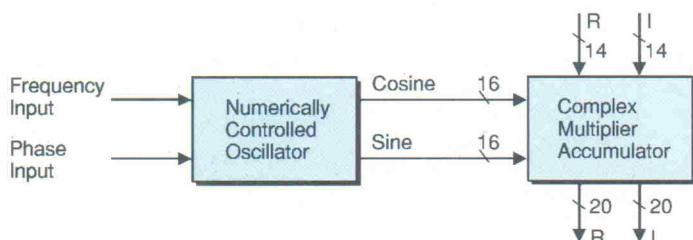


Bild 3. Blockschaltbild des Harris HSP 45116 NCM. Das IC enthält einen numerisch gesteuerten Oszillatoren (NCO) sowie einen komplexen Multiplizierer/Akkumulator (CMAC). Am Eingang liegen digitale Daten an, die die Frequenz und Phase des sinusförmigen Ausgangssignals bestimmen. Das Ausgangssignal besteht aus zwei digitalen Datenströmen, die die entsprechenden Sinus- und Cosinus-Funktionen darstellen. Der CMAC ist das digitale Gegenstück eines analogen Mischerpaars.

Die Abtastrate des ADC liegt üblicherweise um den Faktor 2,5 höher als der höchste Frequenzanteil im Breitband-ZF-Signal. Während das Nyquist-Kriterium zu einer minimalen Abtastrate der doppelten höchsten Frequenz zwingt, greift man bei praktischen Anwendungen zum Oversampling, um die Schaltung des Anti-Aliasing-Filters vor dem ADC zu vereinfachen.

Das Ausgangssignal des A/D-Wandlers gelangt zum digitalen Abwärtsumsetzer, der das

Schmalbandsignal aus dem Breitband-Datenstrom extrahiert und damit die Empfangsfrequenz festlegt. Der Abwärtsumsetzer wird dazu noch von dem numerisch gesteuerten Oszillatoren/Modulator (Numeric Controlled Oscillator Modulator = NCOM), einem HSP 45116, und zwei digitalen Dezimierfiltern (Digital Decimating Filter = DDF) vom Typ HSP 43220 ergänzt (Bild 5). Der NCOM nimmt das mit Raten bis zu 33 MSPS digitalisierte Breitbandsignal auf und wandelt das interessierende Signal in das Basisband. Er stellt das digitale Gegenstück zu einem VCO und einem Quadraturmischer dar.

Die beiden DDF-Bausteine filtern die Quadraturanteile des NCOM-Ausgangssignals, die wegen der Verminderung der komplexen Abtastrate Tiefpassfilter darstellen, um dem extrahierten Signal den gewünschten Frequenzgehalt zuzuordnen. Beispielsweise kann das DDF die Ausgangsabtastrate auf etwa fünf komplexe KSPS vermindern, wenn der ZF-Prozessor

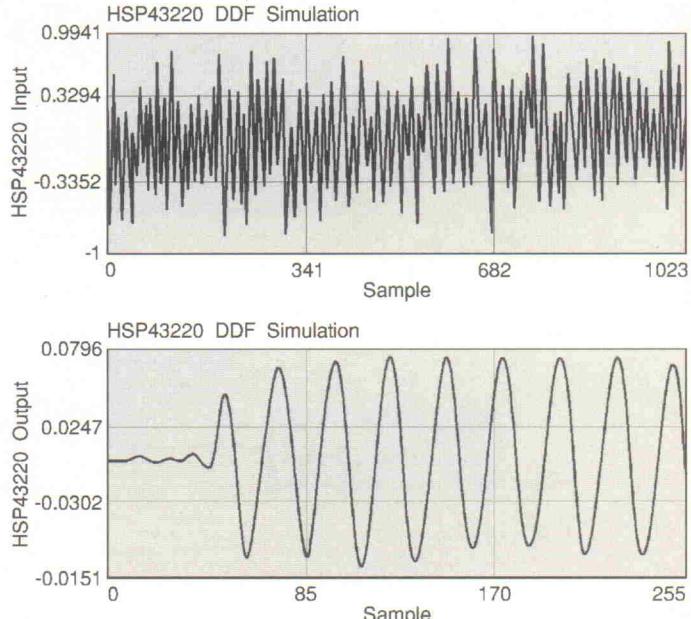


Bild 5. Mit einer Bandbreitenreduktion lässt sich der Signal/Rauschabstand erheblich steigern.

ternen Mischoszillators spektral verschoben ist. Der Mischoszillator hat eine Spektralreinheit von mehr als 90 dB, man kann ihn mit einer Genauigkeit von 0,007 Hz von $-f_s/2$ bis $+f_s/2$ durchstimmen. Um Anwendungen gerecht zu werden, bei denen eine kohärente Abwärtsumsetzung stattfindet, kann man dem Mischoszillator einen Phasenoffset bis 0,01 Grad hinzufügen. Eine Standardschnittstelle zum Mikroprozessor gestattet einen Steuermechanismus, der in weniger als 0,1 Mikrosekunden die Frequenz oder Phase des Mischoszillators ändern kann. Bild 7 zeigt eine Anwendung des NCOM in einem Spektrumanalysator. Hier kann man eine FFT-Analyse in sehr kleinen Frequenzschritten durchführen. Ein Beispiel: Es ist ein 25 kHz breiter Bereich um 4 MHz herum zu untersuchen. Dabei sind Spektrallinien von 1 kHz zu erfassen. Dies würde eine Digitalisierung mit 10 MSPS erfordern. Die Fast-Fourier-Transformation (FFT) benötigt 8192 Punkte (entsprechend einer Wurzel-aus-2-FFT), um Spektrallinien von 1,22 kHz zu erkennen. Zusätzlich kann die hohe Frequenzauflösung des NCOM große Abstimmsschritte der ersten ZF-Stufen zulassen, was die Schaltung des analogen Eingangsteils vereinfacht.

Der NCOM dient als digitales Gegenstück des zweiten ZF-Mischers. Sein Einsatz ist mit etlichen Vorteilen verbunden. Zu ihnen zählen die Langzeit-Betriebsstabilität, die Temperaturstabilität, die Möglichkeit, in nur 0,1 μ s die Frequenz oder die Phase zu wechseln sowie die hohe spektrale Reinheit des Mischoszillators.

Zusätzlich kann die hohe Frequenzauflösung des NCOM große Abstimmsschritte der ersten ZF-Stufen zulassen, was die Schaltung des analogen Eingangsteils vereinfacht.

Das DDF besteht aus zwei hintereinandergeschalteten Tief-

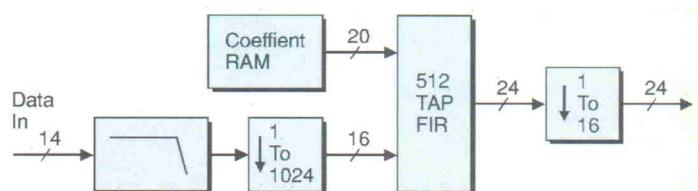
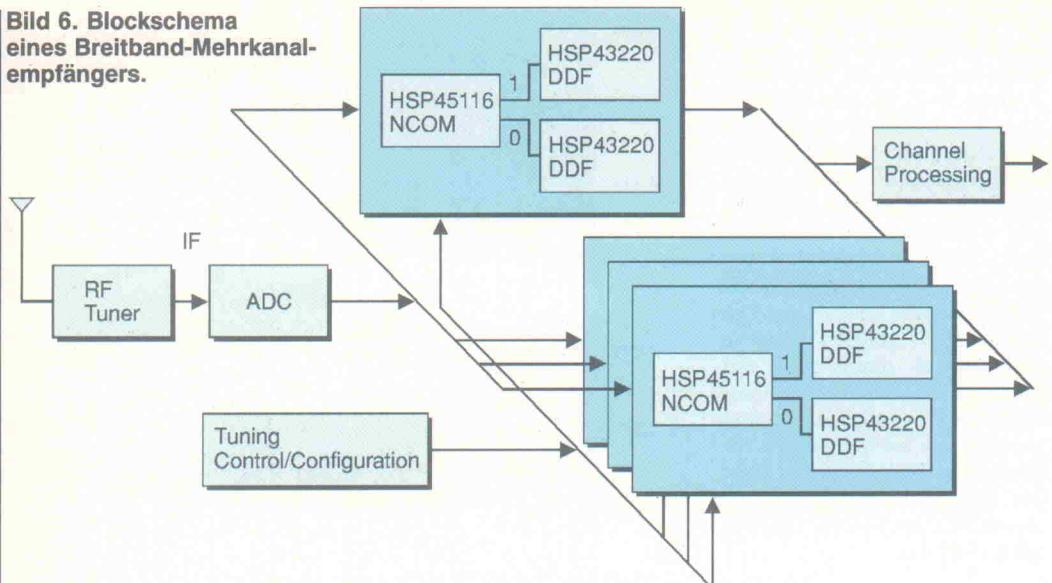


Bild 4. Blockdiagramm des Harris HSP 43220 DDF.

Bild 6. Blockschema eines Breitband-Mehrkanal-empfängers.



paßfiltern. Die erste Stufe liefert eine grobe Filterung und eine programmierbare Abtastwertdezimierung bis 1024. Die zweite Stufe enthält einen Finite-Impulse-Response-Filter (FIR) mit 512 Abgriffen (taps), das den Durchlaßbereich einengt sowie eine weitere Dezimierung bis zu 16 gestattet. Zusammen erreichen beide Stufen eine Dezimierung von bis zu 16384 mit einer Sperrdämpfung von bis zu 120 dB. Ähnlich wie den NCOM kann man das DDF schnell über eine Standard-Mikroprozessorschnittstelle konfigurieren.

Die Flexibilität und Leistung des DDF macht es zu einem willkommenen Ersatz analoger Filter nach dem zweiten ZF-Mischschaltung. In Systemen, bei denen die Filterstufe der zweiten ZF aus einer Reihe von Filtern für die verschiedensten Betriebsarten besteht und damit viel Platz auf der Platine benötigt, reicht jetzt ein einziges DDF, um für jede Betriebsart die richtige Bandbreite zu erhalten. Ein zusätzlicher Nutzen des DDF ergibt sich daraus, daß sich im Gegensatz zu analogen Filtern mit Formfaktoren von 3:1 oder 4:1 jetzt auch solche von 1,5:1 realisieren lassen. Die Verbesserung des Formfaktors geht oft mit einer Verbesserung der Sperrdämpfung auf mehr als 90 dB einher. Analoge Schaltungen erreichen hier typische Werte von 50...70 dB. Zudem läßt sich der FIR-Filterteil des DDF zum Ausgleich des Amplitudenverlaufs des analogen Eingangsteils heranziehen.

Benötigt man für einen Hochleistungs-Digitalempfänger eine Präzisionsfilterung, erleichtert

der hohe Grad der Abtastwertreduzierung des DDF praktische Implementierungen bei besserer Nachbarkanaldämpfung. Außerdem hat der Entwickler die Möglichkeit, Demodulation und Signalanalyse rein softwaregesteuert durchzuführen. Die Reduzierung der Abtastrate verbessert übrigens auch den Signal/Rauschabstand bereits vor der Basisbandverarbeitung. Dies hat seine Ursache darin, daß das Rauschen außerhalb des Nutzbereichs durch das Anti-Aliasing-Filter des DDF je nach eingestellter Filtercharakteristik um 96 dB und mehr abgesenkt wird. Unter der Annahme, daß das Rauschen eine gleichmäßige spektrale Verteilung aufweist, wie es bei der Quantisierung oder beim thermischen Rauschen der Fall ist, errechnet sich der Verbesserungswert folgendermaßen:

$$\text{SNR (dB)} = 10 \cdot \log(BW_1/BW_0)$$

Dabei sind mit BW_0 die Ausgangsbandbreite und mit BW_1 die Eingangsbandbreite bezeichnet. Wenn man also beispielsweise ein 10-MHz-Signal mit 25,6 MSPS digitalisiert und 10 kHz herausfiltert, diese Frequenz dann um den Faktor 2048

dezimiert und auf diese Weise eine Datenrate von komplexen 12,5 KSPS entsteht, so erzielt man eine Verbesserung des SNR-Werts um über 33 dB. Die Zerlegung des realen Eingangssignals in einen komplexen Datenstrom führt 'automatisch' zu einer Verbesserung um 3 dB, weil bei AM oder FM nur ein Seitenband des empfangenen Signals ausreicht, um die Information zu gewinnen.

Die erreichten Verbesserungen des Signal/Rauschabstands erlauben es dem Anwender, die Anforderungen an den A/D-Wandler gegen die Filter- und Dezimierungsmöglichkeiten des DDF abzuwegen. Das von einem 8-Bit-ADC hervorgerufene Rauschen beispielsweise ist viel höher als das von einem 16-Bit-ADC. Jedoch kann ein 8-Bit-ADC ausreichen, wenn eine genügende SNR-Verbesserung mit der Reduktion der Abtastrate realisierbar ist. Falls es unabdingbar ist, einen störungsfreien Dynamikbereich zu erhalten, könnten hochauflösende ADCs zum Einsatz gelangen, da die Bandbreitenreduktion keine Auswirkung auf Störsignale im Empfangsbereich hat. Die vielen Möglichkeiten des

digitalen Tuner-Chipsatzes zur Signalverarbeitung und Filtrierung erlauben die Einführung neuer Strukturen in Empfängerschaltungen. Bandbreiten zwischen einigen hundert Hz bis hin zu mehreren 100 kHz sind problemlos verwirklichbar. Der Quadraturausgang erlaubt einem DSP die Demodulation beispielsweise von AM-, FM-, FSK- und PSK-Signalen. Die Softwaresteuerung gestattet auch die Auswertung diverser Datenmodulationen. Frequenzsprungverfahren sind durch die hohe Frequenzagilität des Empfangssystems problemlos verwirklichbar.

Mit dem Erscheinen von ADCs mit einer Abtastrate von 10 MSPS und VLSI-Implementierungen eines digitalen Tuners wurde ein weiterer Schritt getan, den DSP der Antenne näherzubringen. Weitere Verbesserungen dieser Technik garantieren höhere Abstraten verbunden mit einer höheren Integration der digitalen Abstimmung und Demodulation. Die sinkenden Kosten dieser Technik machen den DSP zu einer willkommenen Alternative für die Lösung von Kommunikationsproblemen. kb

Literatur

[1] Chester, Damerow, Olmstead, *Analog to Digital Converter Requirements and Implementations for Narrowband Channelization*, IEEE Proceedings of ICASSP 91, Vol. IV, Seiten 325...328, San Francisco 1992

[2] Chester, Riley, Damerow, Olmstead, *VLSI Implementation of a Wide Band, High Dynamic Range Digital Drop Receiver*, IEEE Proceedings of ICASSP 91, Vol. D, Seiten 1605...1608, Toronto 1991

[3] Riley, Chester, Razavi, Taylor, *High Decimation Digital Filters*, IEEE Proceedings of ICASSP 91, Vol. D, Seiten 1613...1616, Toronto 1991

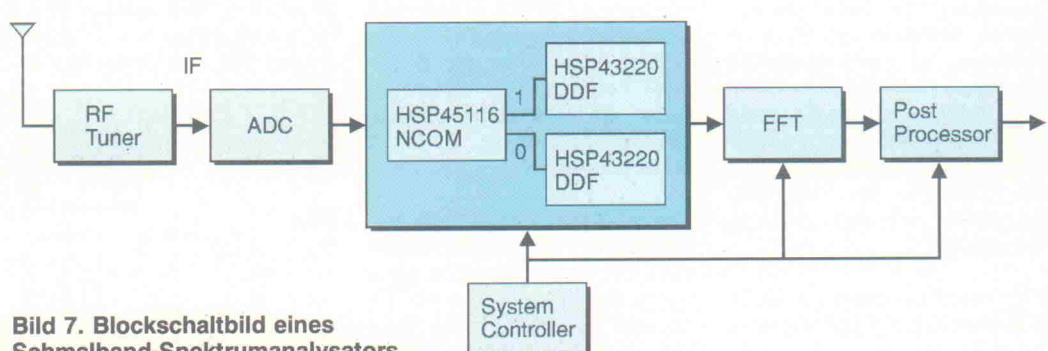


Bild 7. Blockschaltbild eines Schmalband-Spektrumanalysators.

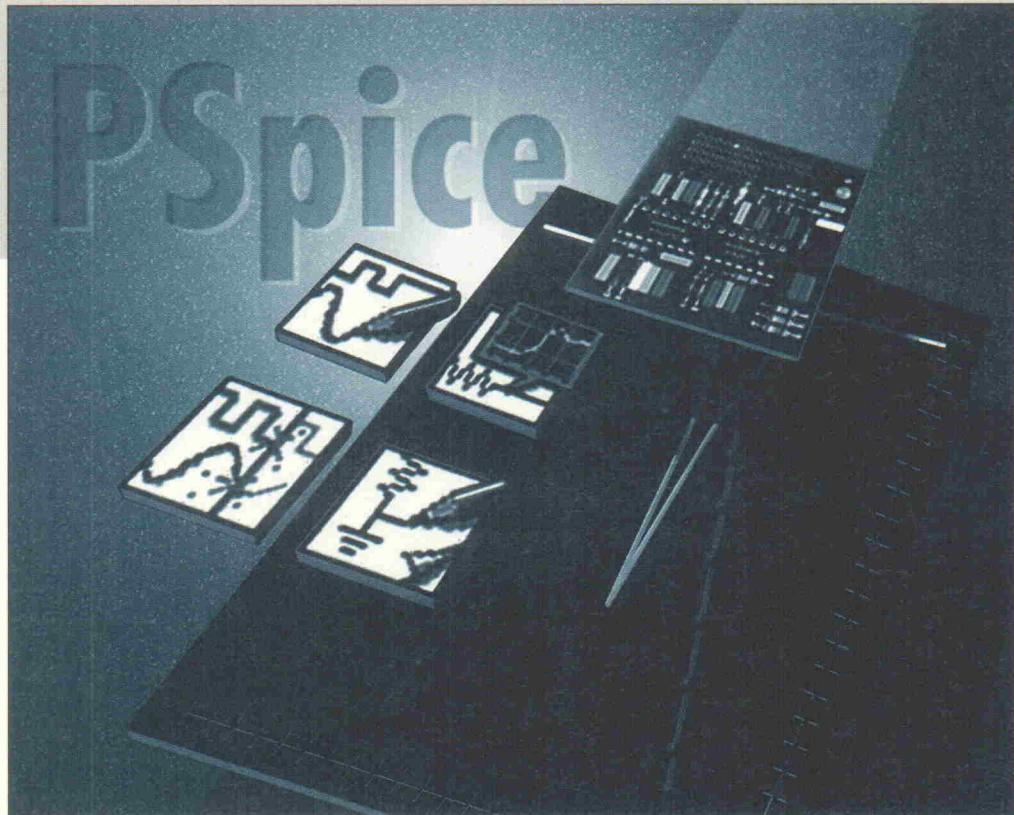
Schaltungssimulation mit PSpice

Teil 1: Grundlagen am Beispiel von passiven LC-Filtern

Stephan Weber

Simulation bringt dem Entwickler von elektronischen Schaltungen einen Traum näher: Keine mühseligen Berechnungen mehr, keine langwierigen und unsicheren Messungen an einem Drahtverhau, kein umständlicher Austausch von Komponenten zum Test verschiedener Schaltungsvarianten. Wo der Traum beginnt, was die Grundlagen sind, wovor man auf der Hut sein muß und was heute mit einfachen Mitteln am PC möglich ist, davon handelt diese Serie.

Dipl.-Ing. Stephan Weber studierte E-Technik an der TU Berlin. Seit vier Jahren ist er am Berliner Hahn-Meitner-Institut beschäftigt, wo er unter anderem am BMFT-Verbundprojekt 'Modellbibliothek für komplexe analoge Bauelemente' mitwirkt und in diesem Zusammenhang seit längerem mit dem PSpice-Design-Center arbeitet.



Entwicklung

Der heutige Schaltungsentwickler benutzt zwar immer noch Papier, Bleistift und Taschenrechner, aber meist nur noch, um das Konzept zu erarbeiten. Alle weiteren Aufgaben werden mit Hilfe des Computers erledigt. Mathematikprogramme unterstützen bei der Entwicklung der schaltungsbeschreibenden Gleichungen, Schaltungsentwurfsprogramme erleichtern das Erstellen von Blockdiagrammen oder Schaltbildern, Simulationsprogramme helfen, das Verhalten von Schaltungen zu testen und Fehler aufzufinden. Sie greifen dabei auf die gleichen mathematischen Zusammenhänge zurück wie sie auch bei der Entwicklung von Hand erforderlich sind. Schließlich vereinfachen Grafikprogramme die Auswertung der Simulationsresultate. Während man beim Halbleiter-

Design kaum ohne Rechnersimulation auskommt, gibt es immer noch viele Ingenieure, die beim Entwurf diskreter Schaltungen eher den Messungen an einem Versuchsaufbau als einer Simulation trauen.

Die *Schaltungssynthese*, also beispielsweise die Untersuchung der Frage, ob man in einer Schaltung besser ICs oder diskrete Transistoren einsetzt, läßt sich zur Zeit noch nicht allgemeingültig computerisieren. Anders verhält es sich mit der *Schaltungsanalyse*, um die es in dieser Serie geht. Die Ergebnisse können überraschend genau und verblüffend aufschlußreich sein, was einen dann von der Bedeutung der Simulation überzeugt. Unter Umständen können die Ergebnisse aber auch sehr verwirrend sein. Meist hat man jedoch etwas falsch gemacht.

Welche Fehler oft gemacht werden und wie man sie vermeiden kann, wird diese Serie an vielen Stellen verdeutlichen.

Der praktische Weg, um elektrische Schaltungen zu überprüfen, ist, sie aufzubauen. Jedoch bei sehr komplexen Problemen, zum Beispiel dem Entwurf einer integrierten Schaltung, kann man schon aus Kostengründen nicht nach der 'Try and Error'-Methode vorgehen. Auch zeigen diskrete Versuchsaufbauten meist ganz andere Eigenschaften als der spätere Chip. Außerdem lassen sich komplexe Schaltungen praktisch nicht mehr von Hand bis ins Detail analysieren, so daß man hier auf den Computer angewiesen ist. Die Entwicklung vieler elektronischer Schaltungen ist ohne den Einsatz von Simulation nicht mehr vorstellbar.

PSpice bietet eine Vielzahl verschiedener Simulationen

- .OP Die Arbeitspunktanalyse liefert Arbeitspunktinformationen, wie z. B. alle Knotenspannungen oder Transistorkenndaten im aktuellen Arbeitspunkt
- .DC Sie liefert Knotengleichspannungen und Bauteilströme in Abhängigkeit von einer Steuerquelle (z. B. Ausgangskennlinienfeld oder Stromverstärkung usw.)
- .AC Es wird eine Wechselspannungsanalyse durchgeführt (z. B. Frequenzgang eines Verstärkers oder Verlauf der Eingangsimpedanz mit der Frequenz). Vorher wird grundsätzlich eine .OP-Analyse durchgeführt.
- .TRAN Die Transientenanalyse liefert den zeitlichen Verlauf von Spannungen und Strömen, bei Anregung z. B. mit Sinusquellen, Impulsen usw.
- .FOUR Analysiert den Oberschwingungsgehalt und ermittelt auch den Gesamtklirrfaktor. Grundlage ist immer eine zuvor durchgeführte Transientenanalyse.
- .NOISE In Verbindung mit der Wechselspannungsanalyse kann auch eine Rauschsimulation durchgeführt werden. Ergebnis ist die Rauschspannungsdichten pro Hz in Abhängigkeit von der Frequenz.

Einige etwas seltener benutzte Analyseformen :

- .SENS DC-Empfindlichkeitsanalyse, z. B. Ermittlung von $dV(1)/dR1$
- .TF DC-Kleinsignal-Transferfunktion, z. B. $dV(2)/dV1$
- .MC Monte-Carlo-Analyse
- .WCASE Worst-Case-Analyse

Was nicht geht :

- Begrenzt ist die Rechengenauigkeit, so daß Filter mit extremen Güten (z. B. Quarzfilter) oder sehr klirrarme Verstärker nur begrenzt simuliert werden können.
- Die Modellierung der arbeitspunktabhängigen Bauteil-Eigenerwärmung wird nicht unterstützt.
- Es kann nicht der stationäre Zustand im Zeitbereich ermittelt werden. Aus diesem Grunde lassen sich Mischer, Schaltnetzteile u. ä. nur sehr zeitaufwendig simulieren.
- Das Rauschen kann nur linear, nicht aber nichtlinear, wie bei Mischern notwendig, ermittelt werden.
- Die Pole und Nullstellen im Frequenzgang können nicht extrahiert werden. In SPICE3 ist diese Möglichkeit vorhanden.
- Symbolische Analysen können nicht durchgeführt werden. Es wird immer mit den konkreten Bauelementwerten gerechnet. Hier kann das Programm SSPICE empfohlen werden.
- Optimierungen sind nicht möglich, sie wären auch sehr zeitaufwendig. Simulatoren mit integriertem Optimierer sind z. B. HP-MDS, H-SPICE, Libra und Microwave Harmonica.

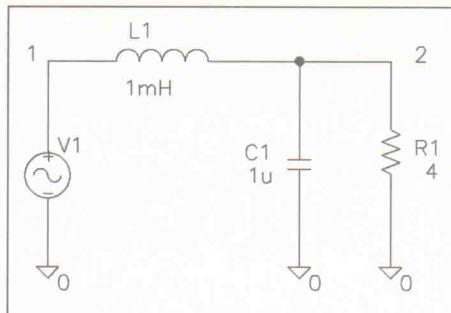


Bild 1. LC-Filter als passive Lautsprecherweiche mit einer Grenzfrequenz von $f_g = 645$ Hz.

gramm SPICE entwickelt (Kasten 1). Da es kostenlos abgegeben wurde, erreichte es sehr schnell eine weite Verbreitung und entwickelte sich so zum Quasi-Standard. Der Universitätsversion folgten sehr bald verbesserte kommerzielle Fassungen, zu denen auch das PC-Programm PSpice von Microsim gehört.

Die Serie basiert ausschließlich auf der Grundlage von PSpice. Dieser Simulator ist weit verbreitet, eine Studenten- beziehungsweise Evaluationsversion ist kostenlos erhältlich und liegt zudem abrufbereit in der ELRAD-Mailbox (Tel.: 05 11/ 53 52-401). Sämtliche Schaltungen dieser Reihe sind so ausgelegt, daß man bereits mit dieser Version auskommt – auch wenn an manchen Stellen etwas getrickst werden muß. Das Programm ist sowohl in einer DOS- als auch in einer Windows-Variante (dann mit Circuit-Editor) erhältlich. Die einzigen Einschränkungen sind die Schaltbildgröße (Size A), die Knotenzahl (maximal 64) und die Bauelementezahl (maximal 10 Transistoren oder 2 OPs oder 2 gekoppelte Leitungen oder 1000 Logiktransistoren). Die heute unter dem Namen PSpice-Design-Center laufende Software umfaßt neben dem eigentlichen Simulator PSpice – bei dem es sich um einen kompletten Mixed-Mode-Simulator handelt – eine Reihe wichtiger Hilfsprogramme: Eine Shell 'PS' (nur unter DOS), von der man die anderen Programme starten kann, einen Postprozessor PROBE zur Grafikausgabe, ein Parameterextraktionsprogramm PARTS (in der Evaluationsversion leider nur auf Dioden beschränkt) und ein Signaleditor STMED (nur für Sinusquellen).

$V(f) = u_2/u_1$
mit der Kreisfrequenz $\omega = 2\pi$ und der imaginären Einheit $j^2 = -1$

Für die Maschen- und Knotenregel gilt Allgemein: $\sum u = 0$ beziehungsweise $\sum i = 0$. Für die konkrete Schaltung nach Bild 1 ergibt sich

$$i_C + i_R - i_L = 0$$

und

$$u_L + u_C - u_1 = 0.$$

Für die einzelnen Bauelemente gelten folgende Beziehungen:

$$\text{Widerstand } i_R = u_R/R$$

$$\text{Kondensator } i_C = u_C \cdot j\omega C$$

$$\text{Spule } u_L = i_L \cdot j\omega L$$

Durch Einsetzen und mit $u_r = u_c = u_2$ folgt für die Gesamtgleichung:

$$(u_1 - u_2)/j\omega L = u_2 \cdot (j\omega C + 1/R)$$

und hieraus die Lösung:

$$V = u_2/u_1$$

$$= [1 - \omega^2 LC + j\omega(L/R)]^{-1}$$

$$|V| = [(1 - \omega^2 LC)^2 + (\omega L/R)^2]^{-1/2}$$

Die Vorgehensweise in PSpice verläuft analog. Zunächst werden die Schaltungsknoten durchnumeriert. Danach spezifiziert man die für die Simulation

Erfahrungswissen besitzt ein Simulator jedoch nur soweit, wie Modelle von Bauelementen und damit deren Verhalten implementiert sind. Auch das ist Thema dieser Serie: Wie kommt man zu wirklichkeitsnahen Modellen, und wie setzt man sie ein?

Geschichtliches

Schon früh, in den 50er und 60er Jahren gab es erste Ansätze zur Entwicklung diverser Simulationsprogramme. Am Anfang standen Programme, die oft nur Teilespektre der Entwicklung abdeckten, wie beispielsweise die Gleichspan-

nungsverhältnisse, um den Ruhearbeitspunkt einer Schaltung einzustellen, oder aber der Frequenzgang und das Zeitverhalten. Unter Umständen interessierten auch das Rauschverhalten oder die Frage, wie empfindlich eine Schaltung auf Toleranzen der einzelnen Bauelemente oder auf unterschiedliche Betriebstemperaturen reagiert.

Erst am Anfang der 70er Jahre gab es universelle Simulatoren. Die Entwicklung wurde meistens von großen Firmen wie IBM oder von Universitäten getragen. An der Universität Berkeley wurde 1972 das Pro-

Datei LC.CIR	Kommentar
LC-Filter	Überschrift (immer die 1. Zeile)
V1 1 0 AC 1	1-V-Spannungsquelle zwischen Knoten 1=Pluspol und 0=Minuspol=Masse
L 1 2 1m	1mH-Induktivität zwischen Knoten 1 und 2
C 2 0 1u	1uF-Kapazität zwischen Knoten 2 und 0
R 2 0 4	Ohmscher Widerstand 4_ zwischen Knoten 2 und 0
.AC dec 20 10 100k	Anweisung zur Ausführung einer Wechselspannungsanalyse von 10Hz...100kHz
.PROBE	Anweisung, damit die Ergebnisse auch grafisch ausgegeben werden können
.End	Ende-Anweisung für SPICE

Listing 1. Die CIR-Datei zur Schaltung aus Bild 1.

notwendigen Informationen (siehe Kasten) in Form einer Knotenliste, die mit einigen Zusätzen in eine Datei mit der Endung *.CIR – zum Beispiel LC.CIR abgespeichert werden (Listing 1). Damit der Simulator die Anweisungen auch versteht, bedient man sich einer speziellen Nomenklatur, die auszugsweise im Kasten auf Seite 76 wiedergegeben ist. Bei der Windowsversion geht vieles einfacher. Der Schaltplan wird in einem speziellen Circuit-Editor gezeichnet, der auch die Nummerierung der Knoten und Bauelemente vornimmt. Zum Schluß legt man noch die Analyse-Methode fest. Hier interessiert zunächst der Frequenzgang (AC-Sweep) im Bereich 10 Hz...100 kHz.

Bei der Erstellung der CIR-Datei ist grundsätzlich darauf zu achten, daß immer ein Bezugsknoten 0 = Masse vorhanden ist und von allen Knoten

ein Gleichstrompfad (zumindest indirekt) zum Knoten '0' besteht. Während in SPICE zur Kennzeichnung der Knoten nur Zahlen zugelassen sind, dürfen in PSpice auch ganze Worte verwendet werden.

Nun ruft man den Simulator auf – unter DOS 'PSPICE1 LC.CIR', unter Windows aus dem Schematic unter dem Menüpunkt 'Analyse'. War die Berechnung erfolgreich, geht es gleich weiter zum Grafikausgabeprogramm. PROBE bedient sich dabei der Simulationsergebnisse, die PSpice in einer Datei mit der Endung *.DAT abgespeichert hat (hier LC.DAT). Mit dem Befehl 'Add Trace' läßt sich der interessierende Knotenpunkt zum Beispiel V(2) selektieren, danach erscheint der Graph zu den Simulationsberechnungen auf dem Bildschirm (Bild 2). Die Ach-

Einige Grundbauelemente in PSpice

SPICE unterscheidet keine Groß- und Kleinschreibung. Die Werte für die einzelnen Bauteile können Sie mit den physikalischen Vorsilben angeben oder in Exponentenschreibweise, z. B. 1E-3 oder 1m. Aufpassen muß man nur bei 10^6 = Meg und nicht M = m = 10^{-3}

Typ

Unabhängige Signalquellen :

Vxyz	+K	-K	Wert	0V-Quelle häufig als Ampermeter benutzt
Ixyz	K1	K2	Wert	bei K1 fließt der Strom hinein!

Passive Bauelemente :

Rabc	K1	K2	Wert	ohmscher Widerstand	
Cabc	K1	K2	Wert	Kapazität	
Labc	K1	K2	Wert	Induktivität	
Tabc	K1	K2	K3	Parameterliste	Laufzeitleitung

Halbleiter :

Dabc	Anode	Kathode	Modell Diode	
Qabc	Kollektor	Basis	Emitter(Substrat)	Modell Bipolartransistor
Mabc	Drain	Gate	Source (Substrat)	Modell MOSFET
Jabc	Drain	Gate	Source	Modell JFET
Babc	Drain	Gate	Source	Modell GaAs-FET

senskalierung erfolgt in der Regel automatisch, sie läßt sich aber nachträglich über das Menü 'Plot' den eigenen Vorstellungen anpassen.

Eine Grafik spiegelt zwar gut das Verhalten einer Schaltung wider, aber oft geht es um genaue Werte zu bestimmten Ereignissen einer Kurve. Zu die-

sem Zweck bietet PROBE Grafik-Cursoren. Mit Hilfe eingebauter Suchfunktionen für Minimum, Maximum und ähnlichem können sie bestimmte Punkte eines Graphen exakt ansteuern. Wer etwas tiefer einsteigen möchte, kann sich nun auch die Phasenverschiebung VP(2) oder die Gruppenlaufzeit VG(2) ansehen. Interessant sind

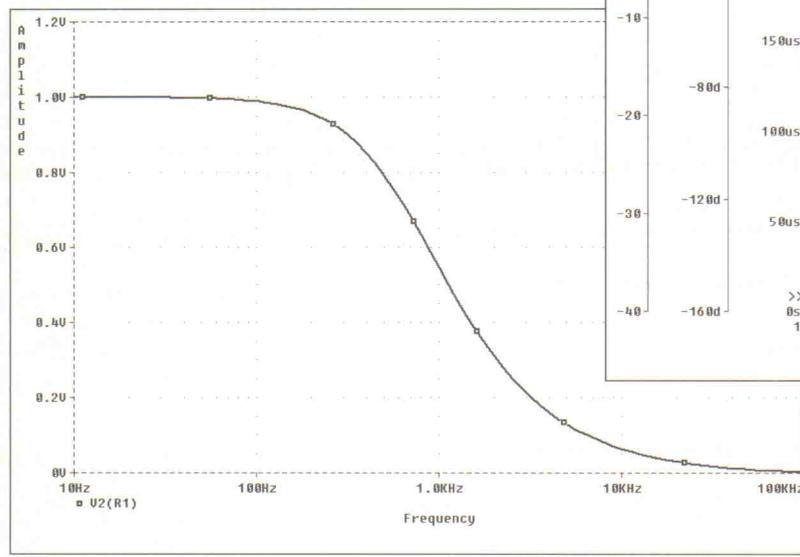


Bild 2. Das erste Simulationsergebnis zeigt den typischen Spannungsverlauf eines Tiefpasses, aufgetragen gegen die Frequenz.

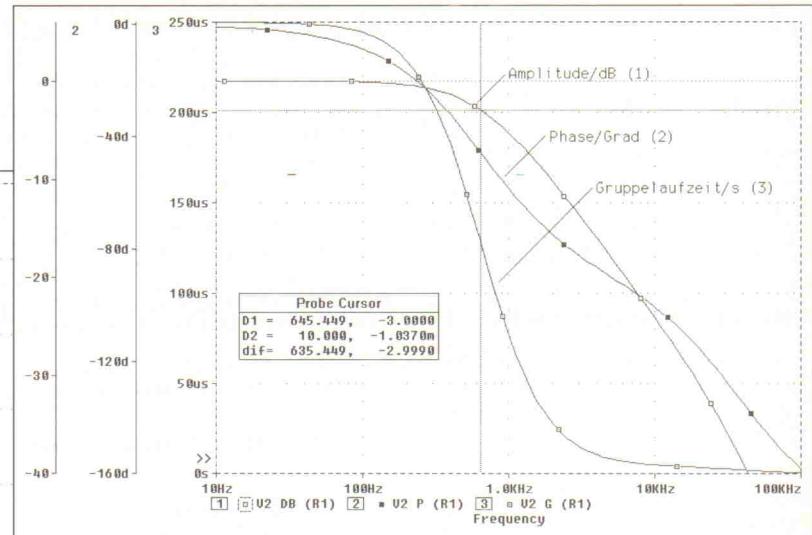


Bild 3. Amplitudenverlauf dB-skaliert sowie Phase und Gruppenlaufzeit der Ausgangsspannung V(2) in PROBE.

Einmaliges Angebot ULTboard Lite 349 DM

ULTcap Schaltbild- und ULTboard PCB-Designsystem DOS; ca. 500 Pins Designkapazität • 3 Monate telefonischer Support (keine Updates) • 448 Seiten + Deutschsprachige Intro- und Übungsbücher

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.

(incl. MwSt & Versand: 295 DM zzgl. MwSt. statt 795 DM zzgl. MwSt) gültig bis 30.9.94

ULTIMATE	TECHNOLOGY
Hauptsitz : NL	
Tel. 00-31-2159-4444	
Fax 00-31-2159-43345	
Taubé El. Design	Tel. 030-6914646 Fax-6942338
Infotron	Tel. 089-4309042 Fax-4304242
infocomp GmbH	Tel. 0972-18474 Fax-185588
PDE CAD Systeme	Tel. 08024-91226 Fax-91236
Kmega GmbH	Tel. 07721-91880 Fax-28561

```

LC-Filter
V1 1 0 AC 1 PULSE(0 1)
1-V<v>AC<D>-Spannungsquelle mit Sprung von
0 auf 1V
Kommentar, fängt immer mit * an
*Tiefpaß
L1 1 2 0.68m
C1 2 0 10u
R1 2 0 4
*Hochpaß
L2 3 0 0.68m
C2 1 3 10u
R2 3 0 4
.AC DEC 20 10 100K
.TRAN 0.1m 2m 0 0.1m
.PROBE
.End
10

```

Listing 2. CIR-Datei zur Schaltung in Bild 4.

auch die Ausgabe in Dezibel VDB(2) oder Real- und Imaginärteil VR(2) beziehungsweise VI(2) der Übertragungsfunktion. Bild 3 zeigt das LC-Filter mit dB-skaliertem Amplitudenverlauf, Phasengang und Gruppenlaufzeit im Bereich 10 Hz...100 kHz. Man sieht, daß die Phasenverschiebung zunächst gegen 90° läuft und oberhalb 20 kHz weiter gegen 180° abfällt. Die Gruppenlaufzeit geht für hohe Frequenzen gegen Null. Um den genauen Wert für die -3-dB-Eckfrequenz zu erhalten, positioniert man den Cursor mittels des Befehls s f le(-3) [search forward level(Pegel)] im Menü 'Tools', Untermenü 'Cursor', 'Search-Commands' auf exakt diesen Punkt und kann die Größe direkt ablesen.

Arbeitspferd

PSpice ist bei der Berechnung ganz analog zur 'Handrechnung' vorgegangen. Anhand der eingegebenen Knotenliste hat das Programm die Maschen- und Knotengleichungen aufgestellt. Der Simulator geht dabei

systematisch nach dem sogenannten modifizierten Knotenpotentialverfahren vor. Es benutzt zunächst alle Knotengleichungen und für noch fehlende Gleichungen zusätzlich die Maschenbeziehungen. Erst dann setzt der Simulator die Bauteilbeziehungen ein, löst das Gleichungssystem und erspart dem Anwender viel Rechenzeit.

Bei der 'Handrechnung' wurde nach dem intuitiv sehr naheliegenden Einsetzungsverfahren vorgegangen. Sicher erinnert sich der eine oder andere auch an das Gaußsche Eliminierungsverfahren. Dort wird das Gleichungssystem auf Dreiecksform gebracht und dann Schritt für Schritt eingesetzt. PSpice benutzt eine modifizierte Form dieses Algorithmus, die sogenannte LU-Zerlegung (Lower Upper) mit Rückwärtseinsetzen, da dies numerisch günstiger ist.

Eine wesentliche Weiterentwicklung von SPICE gegenüber früheren Simulatoren ist der Einsatz von sogenannten Sparse-Matrix-Verfahren zur Gleichungslösung. Die Netzwerkgleichungen kann man auch in

Matrixform aufschreiben. Dabei stellt man fest, daß bei großen Gleichungssystemen die Matrizen überwiegend mit Nullen gefüllt sind, weil typischerweise jeder Knoten nur mit einigen Nachbarknoten verbunden ist. Beim Lösen eines Gleichungssystems mit N Gleichungen mit dem Gaußverfahren oder mit LU-Zerlegung liegt die Anzahl der Rechenoperationen in der Größenordnung von N^3 , das heißt, es nimmt bei großen Netzwerken der Lösungsaufwand stark zu. Wenn man nun aber berücksichtigt, daß man Nullelemente der Matrix gar nicht erst abspeichern muß und Nullmultiplikationen überflüssig sind, dann kann man den Lösungsaufwand auf etwa $N^{1.5}$ senken.

Impulse und Antworten

Oft interessiert bei Filtern neben dem Frequenzgang auch das zeitliche Verhalten der Ausgangsspannung als Antwort auf einen Eingangsimpuls (Transienten-Analyse). Dazu muß der Zeitverlauf der Eingangsquelle definiert werden. Denkbar sind zum Beispiel eine Impulsquelle PULSE(U_0 U_S t_D t_R t_F t_B T) mit:

U_0 = Ruhespannung
 U_S = Sprungspannung
 t_D = Verzögerungszeit
 t_R = Anstiegszeit
 t_F = Abfallzeit
 t_B = Pulsbreite
T = Periode

eine Sinusquelle SIN(U_0 U_S f t_D D Φ) mit

U_0 = Ruhespannung
 U_S = Amplitude

f = Frequenz
 t_D = Verzögerung
D = Dämpfungsfaktor
 Φ = Phase,

oder eine Polygonzug-Quelle PWL(t_0 U_0 t_1 U_1 t_2 U_2 ...)

t_1 = 0

U_0 = Spannung zur Zeit t_0

t_1 = Zeitpunkt der ersten Stützstelle
 U_1 = Spannung zur Zeit t_1 ...

Die Stützstellen (t_n , U_n) und (t_{n+1} , U_{n+1}) verbindet PSpice mit Geradenstücken (lineare Interpolation).

Bei der AC-Analyse mußte der Frequenzbereich spezifiziert werden, analog muß nun der Zeitbereich und die maximale Schrittweite angegeben werden, zum Beispiel:

.TRAN 0.1m 2m 0 0.1m,

steht für eine Transienten-Analyse im Bereich 0...2 ms mit 0,1 ms Ausgabeschrittweite und 0,1 ms Simulationsschrittweite. Die beiden Schrittangaben können auch verschieden sein. PSpice besitzt eine Schrittweitensteuerung, die erkennt, ob im Netzwerk gerade viel Aktivität herrscht (kleine Schrittweite für genügende Genauigkeit) oder ob nur geringe Veränderungen geschehen (große Schrittweite, um Rechenzeit zu sparen). Zur Einstellung der Genauigkeit und ähnlichem mehr in einer späteren Folge.

Glatter Verlauf

Das zweite Beispiel (Bild 4) ist eine Erweiterung des ersten. Schaltet man dem LC-Tiefpaß noch einen entsprechenden Hochpaß parallel, kommt man

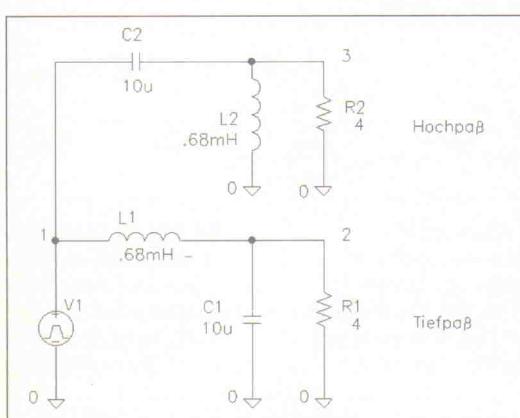


Bild 4. Die Schaltung einer kompletten 2-Wege-Lautsprecherfrequenzweiche mit 2-kHz-Eckfrequenz.

Bild 5. Ausgabe im PROBE für 2-Weg-Weiche. Einstellung der logarithmischen Darstellung im Menü 'Plot'.

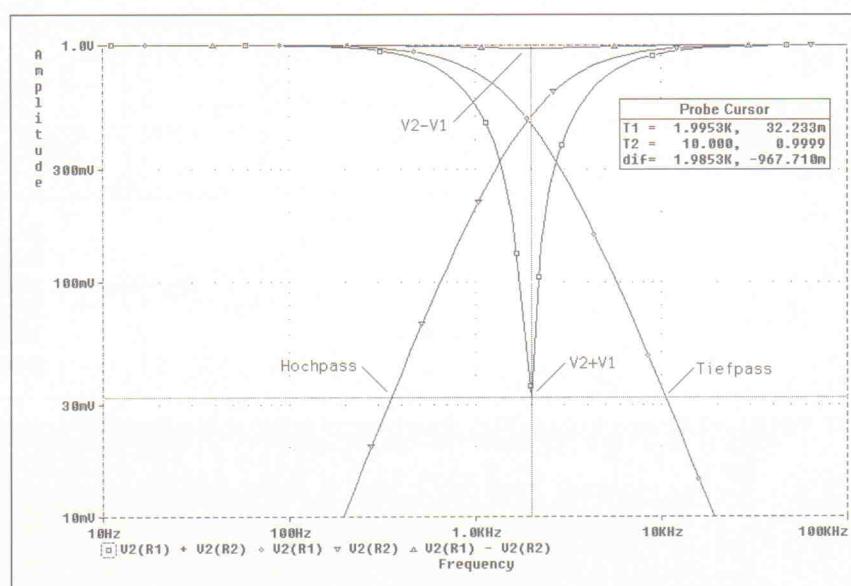
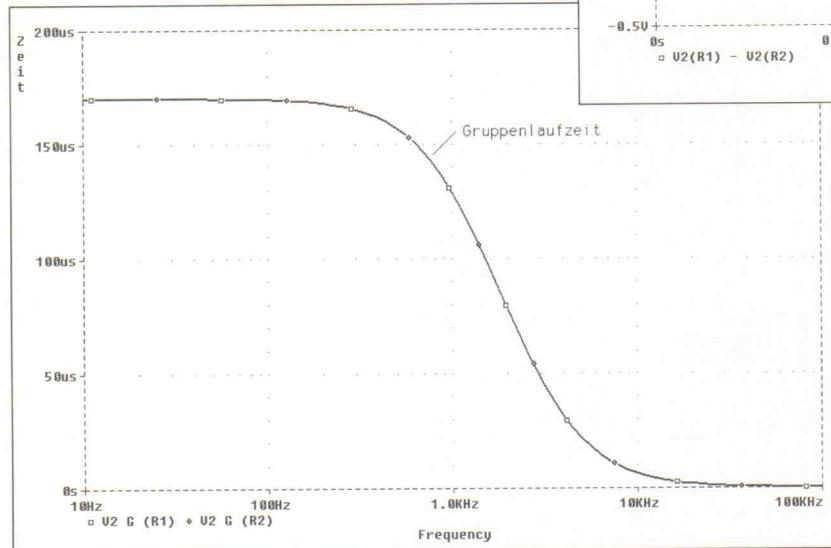


Bild 7. Gut, aber nicht ideal. Der zeitliche Verlauf der Sprungantwort. Um die Zeitschrittweiten sichtbar zu machen, aktiviert man im Menü 'Tools', Untermenü 'Options', den Punkt 'Mark-Data-Points'.

Bild 6. Die Gruppenlaufzeit des Gesamtsystems.



zu einer 2-Wege-Lautsprecherfrequenzweiche mit einer Übergangsfrequenz bei 2 kHz. Hoch- und Tieftöner sollen sich so ergänzen, daß sich für den Gesamtfrequenzgang ein möglichst glatter Verlauf ergibt:

$$[V(2) + V(3)](f) = \text{constant}$$

Listing 2 zeigt ein sogenanntes Linkwitz-Filter. $V(2)$ liefert wie gehabt das Tiefpasssignal und $V(3)$ das Hochpasssignal. $V(2) + V(3)$ wäre bei sonst idealen Lautsprechern das Gesamt signal. Leider stellt man jedoch in PROBE einen starken Einbruch um 2 kHz herum fest (Bild 5). Die Abhilfe ist in diesem Fall bekannt: ein Lautsprecher muß umgepolzt werden. Das Ergebnis entspricht der Darstellung von $V(2) - V(3) = V(2, 3)$

(Bild 5). Ist nun alles o. k.? Nur fast, denn sieht man sich die Gesamtgruppenlaufzeit $VG(2, 3)$ an, so stellt man fest, daß sie nicht konstant ist (Bild 6). Ein Problem, an welches sich schon Generationen von Entwicklern die Zähne ausgebissen haben. Im Zeitbereich (Bild 7) sieht das Ergebnis noch dramatischer aus. $V(2, 3)$ entspricht beileibe nicht dem idealen Eingangsimpuls. Die Schaltung ist eben nur gut, aber nicht perfekt, trotz Linkwitz. Dem menschlichen Ohr scheint das im übrigen nur wenig auszumachen.

Bei komplizierteren Analysen kann es mitunter lange dauern, bis man die richtigen Einstellungen und Dimensionierungen gefunden hat. Hier freut man sich über jede Automatik. Soll beispielsweise der Bereich um

die Grenzfrequenz mit veränderten Werten des Lastwiderstands genauer untersucht werden, muß man PSpice mehrmals aufrufen. Die Tastatureingaben innerhalb von PROBE lassen sich dazu in einer Log-Datei mit der Endung *.CMD speichern. Nach erneutem Aufruf von Probe und der Command-Datei läuft ein kleiner Zeichentrickfilm ab, und die Grafik steht so wie zuvor. Bei der DOS-Version ist es ratsam, nach Verlassen des Grafikprogramms die letzten beiden Zeilen der Command-Datei mit Hilfe eines Text-Editors zu löschen oder vor 'Exit' den Befehl 'Pause' einzufügen. Dadurch wird verhindert, daß PROBE automatisch gleich wieder verlassen wird.

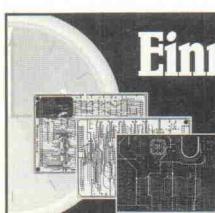
Ausblick

Neben den Kirchhoffsschen Gesetzen verwendet die 'Handrechnung' die Bauteilbeziehungen für die einzelnen Elemente Widerstand, Kondensator und Spule. Wenn aber die Spule L nicht ideal ist, sondern aufgrund des Wicklungswiderstandes

auch noch einen Reihenwiderstand aufweist, muß man die Modellgleichung erweitern und kommt so zu einem etwas anderen Ergebnis.

Die Verwendung falscher – meistens zu einfacher – Modelle ist auch der Hauptgrund, warum die Realität manchmal ganz anders aussieht als die Simulation. Besonders gilt dies für komplexe Bauelemente wie beispielsweise Transistoren. Hier sind die einzelnen Kennlinien – zum Beispiel die Stromverstärkung – mathematisch zu beschreiben. Zum Glück bietet PSpice bereits vorgefertigte Modelle an. Allerdings weisen auch diese noch eine Reihe von Grenzen auf, die unbedingt Beachtung finden müssen. So werden beim Modell für Bipolartransistoren Durchbrucheffekte, Gehäuseeinflüsse und die Eigenerwärmung nicht beachtet. Zum Teil ist dies historisch zu erklären, da SPICE ursprünglich nur für integrierte Schaltungen entwickelt wurde. Die für diskrete Transistoren notwendigen Erweiterungen muß der Anwender selbst durchführen. Wie wäre es mit einer 3-Wege-Weiche, Filtern höherer Ordnung oder mit verlustbehafteten Spulen? Simulation ist ein sehr umfangreiches Werkzeug, dessen Anwendung man Schritt für Schritt lernen muß

(incl. MwSt & Versand: 295 DM zzgl. MwSt.
statt 795 DM zzgl. MwSt) gültig bis 30.9.'94



Einmaliges Angebot ULTiboard Lite 349 DM

ULTIcap Schaltbild- und ULTiboard PCB-Designsystem DOS; ca.

500 Pins Designkapazität • 3 Monate telefonischer Support (keine Updates) • 448 Seiten + Deutschsprachige Intro- und Übungsbücher

ULTIBOARD
COMPUTER AUDIO PCB DESIGN

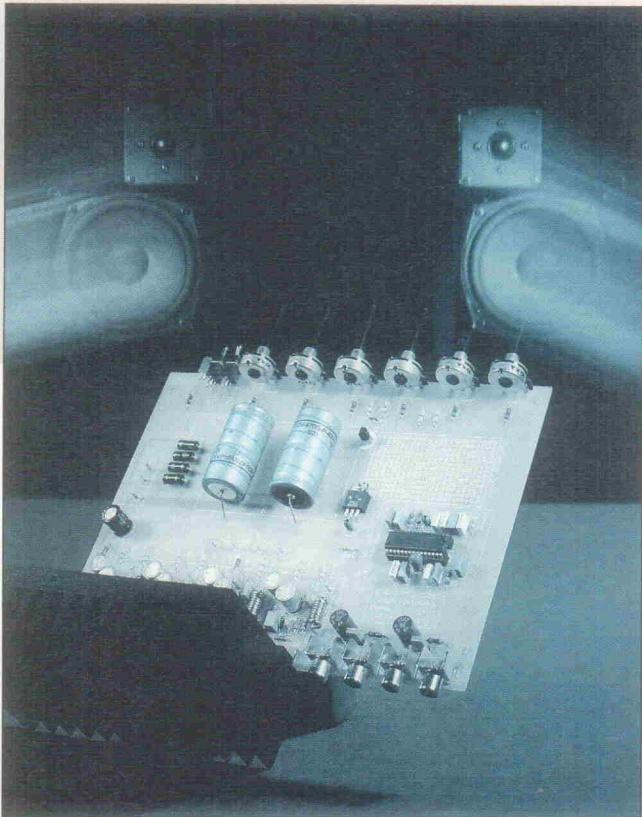
Vergleichbar von einer low-cost DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTiboard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

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

Toube El. Design	Tel. 030 - 691-4646	Fax -6942338
Infotron	Tel. 089-4309042	Fax 4304242
Infocomp GmbH	Tel. 09721-18474	Fax -185588
PDE CAD Systeme	Tel. 08024-91226	Fax -91236
Kmea GmbH	Tel. 07721-91880	Fax -28561

Umzingelt

Audioprocessing Teil 2: Evaluation-Board für NEC µPC1892 und National LM2876/LM3876



Matthias Carstens

Die Surround-Wut greift um sich.
Umzingelt von Lautsprecherboxen dürfen auch Stereofernseher älteren Datums nicht abseits stehen. Kosten- sparend, ohne Dolby-Lizenz und doch ausgestattet mit zusätzlichen Audio- kanälen. NEC bietet mit dem µPC1892 den passenden Baustein, National Semiconductor liefert unter dem Namen 'Overture' Audioverstärker-ICs aus neuester Entwicklung. Eine günstige Kombination also für ein Surround-Board, das gleich die nötige Leistung für richtigen Raumklang mitbringt.

Rund 6000 Filme sind seit Anfang der 80er Jahre im Dolby-Surround-Verfahren produziert worden. Das Kinosound-Erlebnis ist aber schon längst keine Domäne der Filmtheater mehr. Den Reiz des fülligen Klangs haben auch schon die Programm-Macher einiger Fernsehanstalten entdeckt. Immer öfter werden Filme in Stereo ausgestrahlt, wobei es den Surround-Klang als kostenlose Zusage gibt. Mit einem stereotückigen Fernseher, einem Surround-Decoder und Zusatzboxen kommt der audiovisuelle Nervenkitzel auch nach Hause. Daß man dabei durchaus auch auf eine Dolby-Lizenz verzichten kann, beweist das hier vorgestellte Surround-Board: Im Mittelpunkt stehen das Soundprocessing-IC µPC1892 sowie vier Endstufen vom Typ LM3876 (Bild 1). Ob als Evaluation-Board für die brandaktuellen Bausteine, oder um mit einem fertigen Gerät in die Surround-

Welt hineinzuschnuppern, alle Möglichkeiten stehen offen.

Klangzauber

Nach der Lektüre des Artikels über Stereobasisverbreiterung (Teil 1 in ELRAD 7/94) sind die Innereien des µPC1892 auf Anhieb verständlich (Bild 2). Auffällig ist die Ähnlichkeit zum bekannten TDA3810. Der NEC-Baustein ist praktisch nur um einige Schaltungsteile ergänzt. Von besonderer Bedeutung ist der Surround-Kanal $\phi(L - R)$, der die rückwärtigen Lautsprecher speist (Rear Out-

put). Das 7 kHz Tiefpaß-Filter LPF2 bewirkt hierbei nicht nur einen Dolby-ähnlichen Frequenzgang der hinteren Lautsprecher, sondern beschränkt die Wirkung der in der Matrix erzeugten Basisverbreiterung auf den mittleren Frequenzbereich. Des weiteren sind in dem IC diverse Pegel- und ein Effektsteller integriert sowie eine Klangregelung mit Kuh- schwanzentzerrung. Auch an den Center-Lautsprecher haben die Entwickler gedacht – hier ein in der Lautstärke einstellbarer L + R-Ausgang.

Der µPC1892 bietet drei Betriebsmodi, die sich digital oder einfach über zwei Schalter einstellen lassen (Tabelle 1). Bei 'Music' handelt es sich um eine 'normale' Stereobasisverbreiterung. Die Betriebsart 'Movie' erzeugt zusätzliche Raumeffekte sowohl auf den vorderen wie hinteren Lautsprechern. Der 'Simulated'-Mode generiert aus einem Monosignal einen Pseudostereo-Effekt.

Letzterer nutzt als Grundlage die Monosumme (L + R) und erzeugt mittels Allpaß – bestehend aus einer Hoch-/Tiefpaß-Kombination sowie einem integrierten Operationsverstärker (Pins 27...29) – das Simulated-Signal. Dieses wiederum durchläuft einen mehrstufigen Phasenschieber und steht danach – nochmals tiefpaß-gefiltert (LPF2) – als Surround-Signal zur Speisung der rückwärtigen Lautsprecher zur Verfügung. Gleichzeitig wird es aber auch den Hauptkanälen über die sogenannte 'Matrix' zugemischt. Hinter diesem Begriff steckt im Prinzip nur eine simple OP-Schaltung (Bild 4). Sie addiert das Surround-Signal zum einen phasengleich auf den rechten und zum anderen phasenverdreht auf den linken Hauptkanal. Ohne diese Phasendrehung würde nicht nur die Stereosimulation, sondern auch der 'Music'-Mode (normale Basisverbreiterung) nicht funktionieren. In der Betriebsart 'Movie' wird der Phasenschieber von einem Differenzverstärker gespeist (L - R) und setzt

Modus	MS1 (Pin 7)	MS2 (Pin 8)
Off	L	L
Music	H	L
Movie	L	H
Simulated	H	H

Tabelle 1. Die Betriebsarten des µPC1892.

zumindest ein Stereo- – besser noch ein Dolby-Surround-kodierte – Signal voraus. Das ausgekoppelte Surround-Signal ist in erster Linie für Raumklangeffekte auf den rückwärtigen Lautsprechern zuständig. Da es aber gleichzeitig auch der Matrix aufgeschaltet ist, sorgt es auch für gewisse Effekte auf den vorderen Lautsprechern.

Für Musikwiedergabe (Betriebsart ‘Music’) wird die Schaltung auf einen normalen Stereobasisverbreiter reduziert. Zusätzliche Phasenverschiebungen des Differenzsignals haben bei Musikwiedergabe auch eher negativen Einfluß. Bei Zuschaltung der rückwärtigen Lautsprecher

liegt, abgesehen von der hier nicht abschaltbaren Basisverbreiterung, eine Quasi-Quadrofonie-Applikation vor. Aber auch für Dolby-Surround-Material läßt sich diese Einstellung sehr gut nutzen, nämlich dann, wenn man in den ‘Rear Output’ – wie beim Original-Dolby vorgesehen – eine Zeitverzögerung einschleift. Diese liefert beispielsweise der Surround-Processor YM7128 von Yamaha, der im dritten Teil der Trilogie vorgestellt wird.

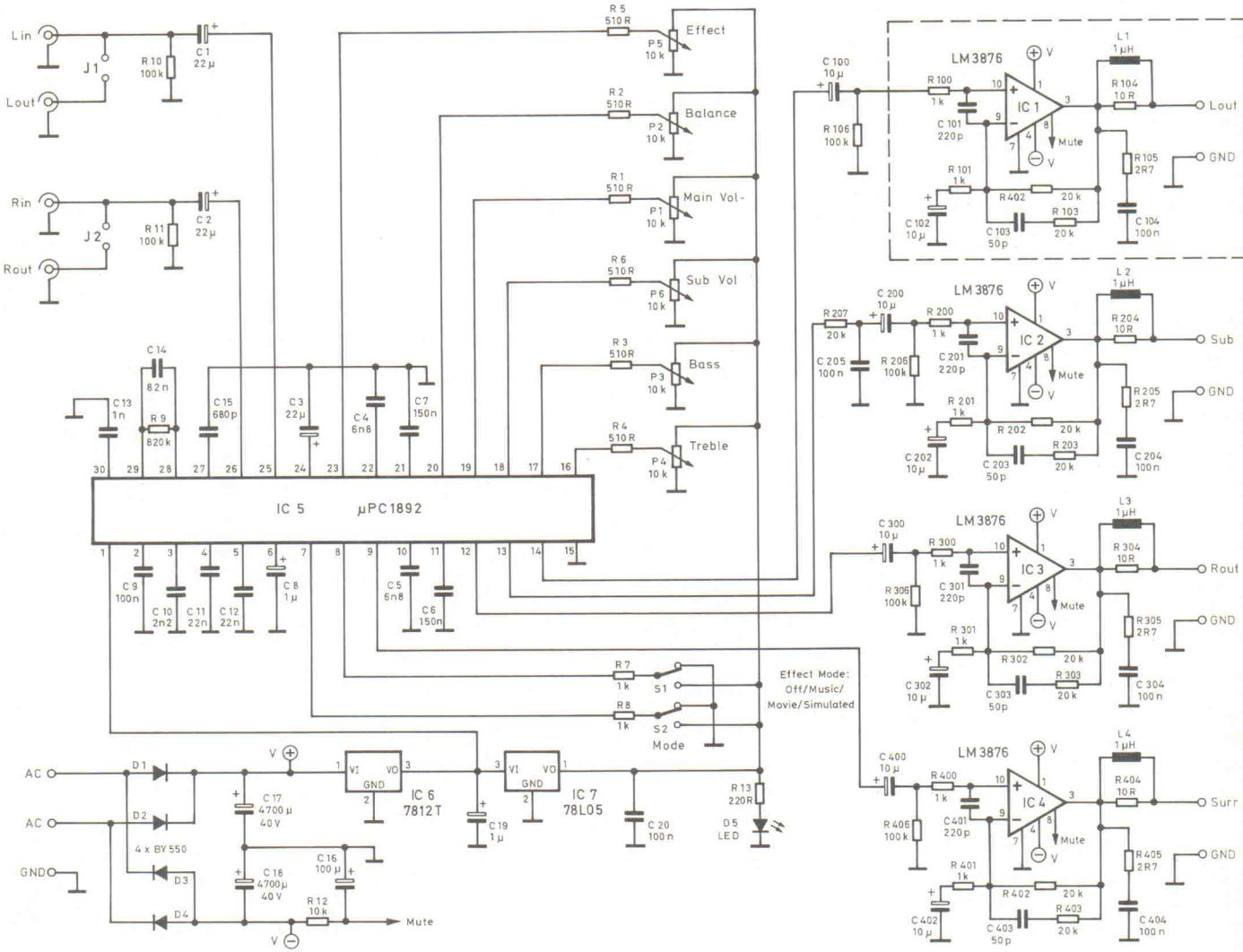
Klang-, Pegel- und Effekt-Einsteller sind im µPC1892 mittels VCAs realisiert. Die notwendigen Steuerspannungen lassen sich entweder mittels D/A-

	LM 2876	LM 3875	LM 3876
Betriebsspannung: min.	±9 V	±10 V	±9 V
max.	±30 V	±42 V	±42 V
Dauerausgangsleistung (min.)	25 W/8 Ω	40 W/8 Ω	40 W/8 Ω
THD+N (20Hz...20kHz)	0,06 %	0,06 %	0,06 %
Rauschabstand: 1 W	98 dB	98 dB	98 dB
40 W	114 dB	114 dB	114 dB
IMD: 60 Hz, 7 kHz, 4:1	0,004 %	0,004 %	0,004 %
Audiostummschaltung	ja	nein	ja

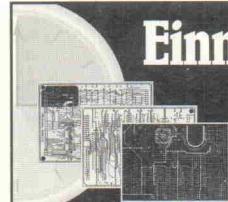
Tabelle 2. Die ‘Overture’-Familie auf einen Blick.

Wandler digital oder einfacher wie bei diesem Board per Poti auf analogem Weg erzeugen. Mit einem von den VCAs für die Lautstärkekontrolle verursachten Klimmfaktor von circa 0,15 %

Bild 1. Mehr Aufwand muß man nicht betreiben, um in den Genuss von Surround-Processing zu kommen: ein Spezial-IC und vier integrierte Endstufen.



Einmaliges Angebot ULTiboard Lite 349 DM



ULTIcap Schaltbild- und ULTiboard PCB-Designsystem DOS; ca.

500 Pins Designkapazität • 3 Monate telefonischer Support (keine Updates) • 448 Seiten + Deutschsprachige Intro- und Übungsbücher

Vergißbar 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-Layou-systemen.

(incl. MwSt & Versand; 295 DM zzgl. MwSt.
statt 795 DM zzgl. MwSt) gültig bis 30.9.94

ULTIMATE
TECHNOLOGY
Hausitz: NL
Tel. 00-31-2159-4444
Fax 00-31-2159-43345

Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338
Infotron Tel. 089-4309042 Fax -4304242
Infocomp GmbH Tel. 09721-18474 Fax -185588
PDE CAD Systeme Tel. 08024-91226 Fax -91236
Kmego GmbH Tel. 07721-91880 Fax -28561

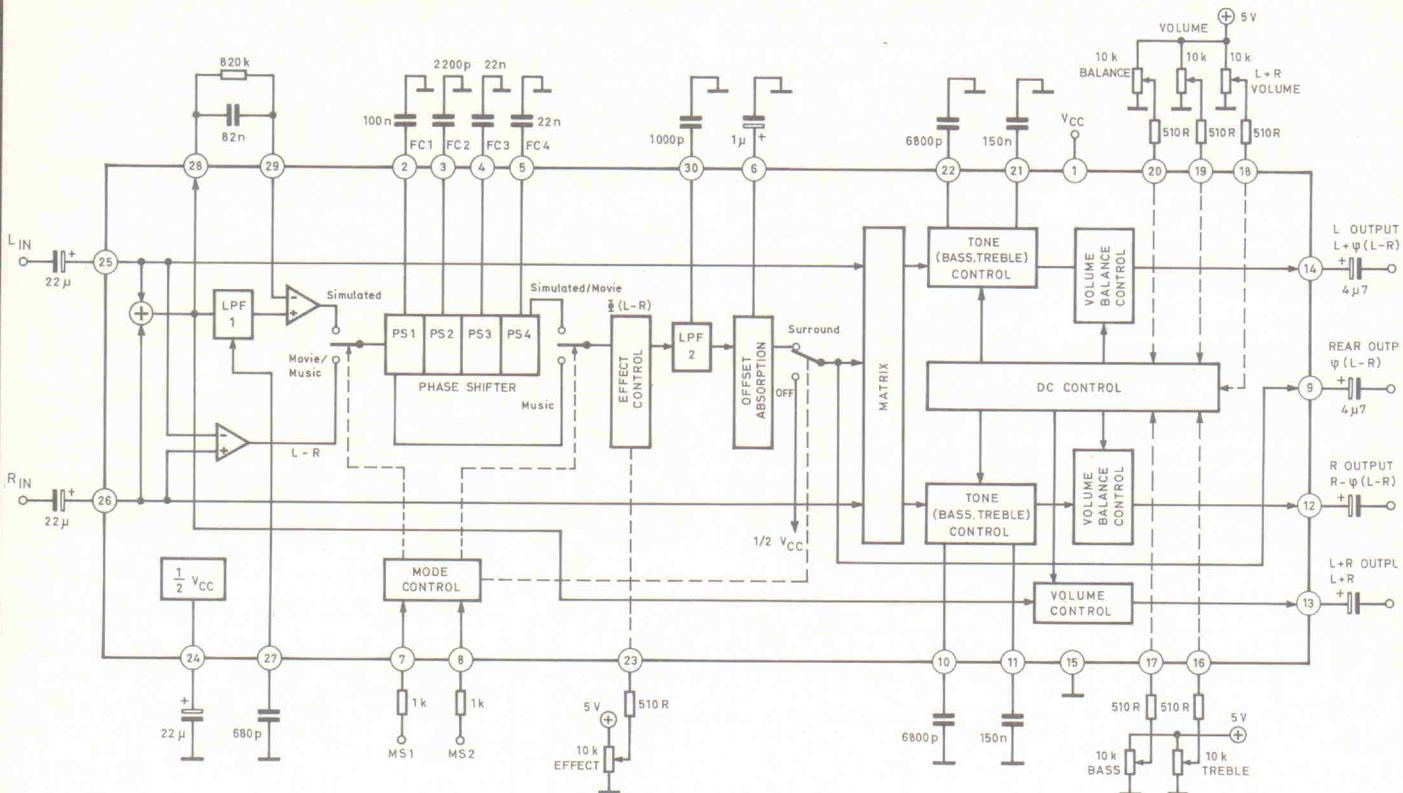


Bild 2. Der schematische Innenaufbau des NEC μ PC 1892.

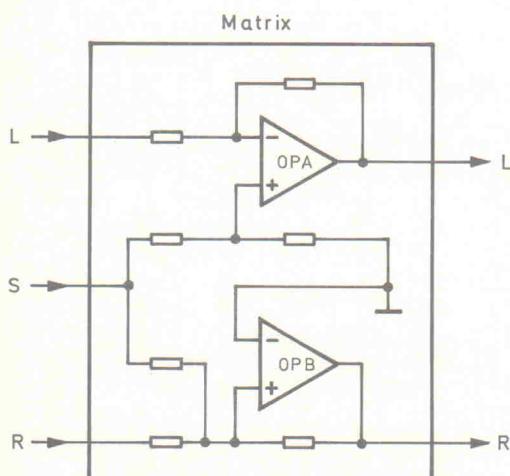
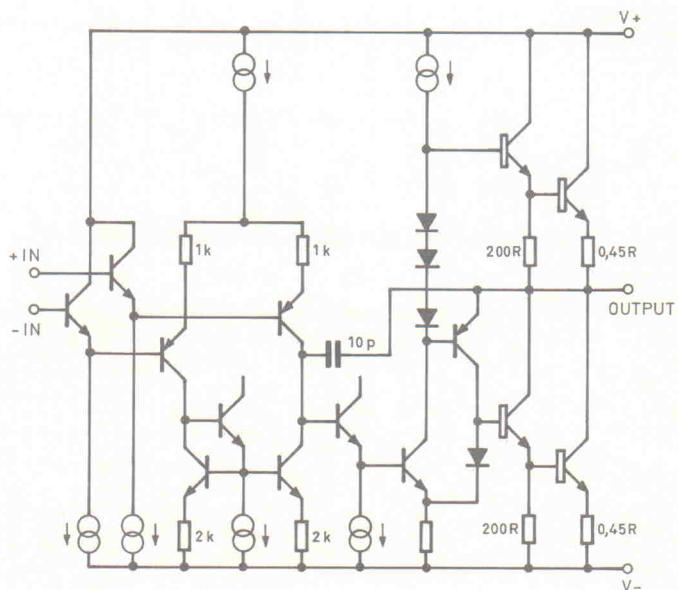


Bild 3. Diese einfache OP-Schaltung dürfte dem Geheimnis der 'Matrix' recht nahe kommen.

Bild 4. Die Innereien des Overture kommentiert National Semiconductor mit den Worten:
Excluding active protection circuitry.



dürften die minimalwertsüchtigen HiFi-Enthusiasten zwar Probleme haben, trotzdem: Eine Dynamik von 100 dB (114 dB bei geschlossenem VCA) kann sich sehen lassen und bedient den Videobereich mehr als ausreichend.

Ouvertüre in Silizium

Wer mit Surround experimentieren will, benötigt zusätzliche Endstufen. Da kommt die neue, 'Overture' genannte Familie integrierter Audio-Endstufen von

National Semiconductor gerade recht (Tabelle 2). Verpackt in ein elfbeiniges TO-220 Gehäuse, liefern sie je nach Typ eine Dauerausgangsleistung bis zu 40 Watt an $8\ \Omega$ in CD-Qualität. An externen Bauteilen ist praktisch nur das Rückkopplungsnetzwerk erforderlich (Bild 2). Alle drei Typen arbeiten dabei nicht als Brückenschaltung, sondern ganz konventionell als symmetrische Gegentaktendstufe (Bild 4).

Audio-Entwickler dürften in der Grundschaltung mindestens

zwei Trimmer vermissen, nämlich einen für den Gleichspannungsoffset und einen für die Ruhestrom-Einstellung. Solche Dinge regelt 'Overture' intern. Die Schaltung hierfür ist mit Sicherheit aufwendiger als die der eigentlichen Endstufe. Das SPiKe titulierte Schutzkonzept unterteilt sich in verschiedene Bereiche:

- Überspannungs-/Unterspannungsschutz
- Überlastschutz
- Schutz gegen Kurzschluß

nach Masse oder den Betriebsspannungen

- Schutz gegen thermische Selbstzerstörung
- Dynamisch geschützte SOA (Safe operating area)
- Ein-/Ausschaltknack-freier Ausgang

Der Unterspannungsschutz schließt den Ausgang nach Masse kurz, solange die Betriebsspannung an Pin 4 nicht mindestens -9 V erreicht. Auf diese Weise ist ein Relais zur

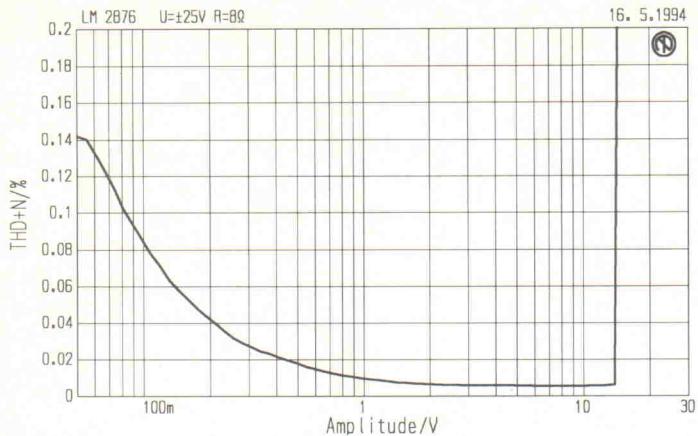


Bild 5. THD + N über Amplitude, gemessen bei 1 kHz und ± 25 V Betriebsspannung.

Vermeidung von Ein-/Ausschaltknacks überflüssig. Tatsächlich ist nach dem Einschalten des Netzteils beim Betrieb der Endstufen ohne NEC-Chip im Lautsprecher absolut nichts zu hören. Lediglich beim Ausschalten kann man mit Mühe und Not ein verzögertes Knackgeräusch feststellen. Der an einerseitiger Betriebsspannung laufende µPC1892 verursacht jedoch beim An- und Ablegen der Versorgung ein lautes Popp, das sich mit der Muteschaltung der

Nationals leider nicht unterdrücken lässt, da hierzu mindestens eine Sekunde Verzögerung nötig wäre. Aber dann verläuft der Ein- und Ausschaltvorgang der Endstufen hörbar verzerrt.

Der Überspannungsschutz ('voltage clamping') begrenzt den maximalen Ausgangsstrom auf circa 4 A. Bei 165 °C wird der Chip abgeschaltet, nach Abkühlung auf 155 °C ist er wieder aktiv. Kurzezeitige Peaks, die zum Hitzetod der



Bild 6. Oszilloskopgramm eines Kurzschlusses am Ausgang bei Vollaussteuerung (y = 0,5 mV/Div., x = 0,2 ms/Div.).

Endtransistoren führen könnten, werden von SPIKE rigoros verhindert. Das Oszilloskopgramm eines 1-kHz-Sinus zeigt für diesen Fall eine Signalverformung, die an die statische Strombegrenzung älterer Endstufenkonzepte erinnert. Mit anderen Worten: Die Amplitude wird schnell reduziert und genauso schnell wieder zurückgesetzt, was jedoch zu hörbaren Verzerrungen führt, die insbesondere für Hochtöner zu einer Gefahr werden können.

Bild 5 zeigt die gemessenen THD+N-Werte über der Amplitude. Sie liegen jedoch deutlich besser als die Daten in der Tabelle, da der Amplitudensweep fest mit 1 kHz erfolgte. Bei maximaler Aussteuerung (Klippgrenze), einer Betriebsspannung von ± 25 V und einem 8-Ω-Lastwiderstand bietet die Endstufe einen Dynamikbereich von 105 dB, eine Ausgangsleistung von 24,5 W und eine perfekte Kurzschlußsicherheit. Testhalber wurde mittels eines kur-

Neu von Hung Chang

Bargraph - Multimeter HC-81K mit Temperaturfühler bis 1370°C

Anzeige 3 3/4 (3999)
Grundgenauigkeit 0,3%
Speichert Minimal- u. Maximalwert
DATA-HOLD und MEMORY Funktion
Relativmessung
Frequenzmessung 0,5Hz bis 1MHz
Auflösung 1mHz/0,1Hz/1Hz/10Hz/100Hz.
Kapazitätsmessung 4 nF bis 40 µF
Auflösung 1pF/10pF/0,1nF/1nF/10nF
Temperaturmessung -20°C bis 1370°C
Diodentest, Durchgangstest opt.u.ak. Gleichspannung 400mV bis 1000V
Wechselspannung 4V bis 750V
Widerstand 400 Ohm bis 40 M Ohm
Gleich- und Wechselstrom 4mA bis 10 A
Kleinste Auflösung 1µA, 250V 4A Sicherung
Automat.u. manuelle Bereichswahl für Volt, Ohm und Kapazität.
Auto-Power-Off nach 30 min.
Im Preis enthaltenes Zubehör; Temperatursensor, Holster (Hartgummischutz),
Sicherheitsmeßleitungen mit aufschraubbaren Kroko-Klemmen, Handbuch, deutsche Bedien- und Sicherheitsanleitung und für die ersten 200 Bestellungen - kostenlos "Aufbau und Wirkungsweise von Digitalmultimetern" eine technische Einführung.

Rabatt ab 3 Stück 10%. Bestellnummer HC-81K, nur

129,-DM

CB35D Tragetasche 10,-DM

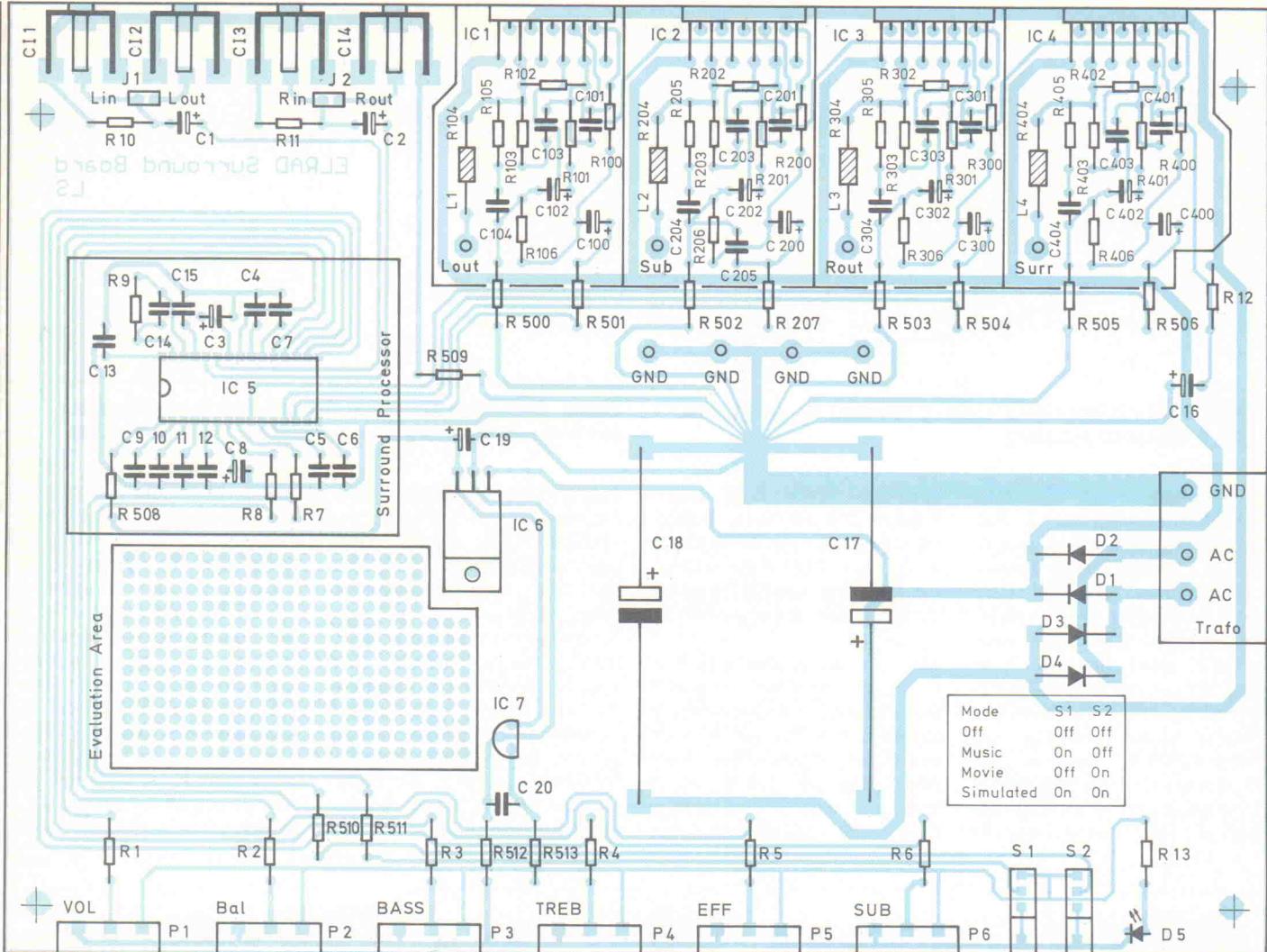
Österreich HC-81K

CB35D 72,-ÖS



Deutschland
BRENNER Elektronik
D-84384 Wittibreut, Kerneigenstr. 1
Tel. 08574-295, Fax. 08574-852

Österreich
Elektronik Discount
A-4950 Altheim, Marktplatz 28
Tel. 07723-4311, 07723-4311



zen Drahtes ein LM2876 am Ausgang gegen Masse unter Vollast wiederholt kurzzeitig gebrückt, was im Normalfall zum sofortigen Tod der Endtransistoren führen würde. Bild 6 dokumentiert die restliche Ausgangsspannung bei Kurzschluß am Ausgang und damit die strombegrenzende Arbeitsweise der internen Schutzschaltung bei niederstohmigem Abschluß.

Daß die erhöhte Betriebssicherheit mit einer höheren Verlustleistung erkauft wird, zeigt sich bei einem Vergleich Betriebsspannung/Ausgangsspannung. Dort 'fehlen' bei Vollaussteuerung für jede Speisespannungshälfte 5,2 Volt Spitz, ein deutlich höherer Wert als bei herkömmlichen Konzepten. Die Differenz wird scheinbar in Wärme umgesetzt. Auch der Ruhestrom von 38 mA trägt dazu bei, dem Chip einen etwas größeren Kühlkörper zu spendieren. Andernfalls wird die integrierte Schutzschaltung eine Überhitzung durch Begrenzung oder Abschaltung verhindern. Die Gleichspannung am Aus-

gang ist mit 3,8 mV im Leerlauf für eine nicht abzugleichende Endstufe jedoch recht niedrig. Und auch die Dynamik überzeugt, ist doch selbst mit dem Ohr direkt am Hochtöner praktisch kein Rauschen feststellbar.

Je nach verwendetem Netztrafo und geforderter Leistung sind die Typen LM 2876 (25 W, ±25 V) oder LM 3876 (40 W, ±35 V) einsetzbar. Der LM 3875 besitzt unverständlichweise eine abweichende Pinbelegung. Der Endstufe für den Monokanal (L + R) ist zusätzlich ein RC-Tiefpaß mit 6 dB/oct vorgeschaltet (R207, C205), da er hauptsächlich als Subwoofer fungiert. Bild 7 zeigt den Bestückungsplan. Durch die vier Cinch-Buchsen ergibt sich eine hohe Flexibilität. Entweder das Signal wird einfach zu einem vorhandenen Verstärker durchgeschliffen, oder, nach Abziehen der Steckbrücken J1/J2 und Verbinden der Ausgangsbuchsen mit den L/R-Ausgängen des µPC1892, ein externer Verstärker erhält das Ausgangssignal des Surround-

IC. Damit wären dann zwei Endstufen auf dem Board überflüssig.

Bild 7. Das Surround-Board bietet noch genügend Raum für eigene Erweiterungen.

Stückliste

Surround-Board

Widerstände		
R1...6	510R	1n
R7,8,100,101,200,201, 300,301,400,401	1k	82n
R9	820k	680p
R10,11,106,206,306,406	100k	100µ, 40V
R12	10k	4700µ, 40V
R13	20k	10µ, 25V
R102,103,202,203,207, 302,303,402,403	220R	220p
R104,204,304,404	10R, 2W	50p
R105,205,305,405	2R7, 2W	Halbleiter
R500...R513	0R, Drahtbrücken	U1...4 LM2876/3876
P1...6	Poti 10k lin, Print	U5 µPC 1892
Kondensatoren		U6 7812
C1...3	22µ, 25V	U7 78L05
C4,5	6n8	D1...4 BY550
C6,7	150n	Sonstiges
C8,19	1µ, 25V	L1...4 ca. 1µH, 11 Wdg. Cu-Draht um die 10-Ω-Wid. gewickelt
C9,20,104,204,205, 304,404	100n	CI1...4 Cinchbuchse, Print
C10	2n2	J1,2 Jumper 2pol.
C11,12	22n	S1,2 Printschalter, 1 x Um 11 Lötnägel 1 Platine

Sparschwein goes Windows

**Low-Cost-IEEE-488-Controller für den PC,
Teil 2: Turbo-Pascal-Unit, DLL und VisualBasic**

Frank Heines

Kraftfutter fürs Sparschwein: Mit BASIC lernte es laufen, richtig in Trab kommt es jetzt mit Turbo Pascal und zum grafischen Überflieger wird es dank VisualBasic. Eine Unit für TP sowie eine DLL stellen die passenden Flügel dar.



Projekt

Ausgangspunkt der Pascal-Unit ist ein objektorientierter Ansatz, da dieser es am besten gestattet, die Struktur des IEC-Busses in Programmstrukturen transparent abzubilden. Hierbei wurde die Hardware in die beiden Objekte *oDataBus* und *oCtrlBus* gekapselt, die wiederum in das 'Oberobjekt' *oIECBus* eingebettet sind. *oIECBus* ist für das Softwareprotokoll zuständig und kümmert sich dem objektorientierten Prinzip folgend nicht darum, wie die einzelnen Bits auf die oder von den Leitungen kommen. Dies ist von besonderem Interesse, denn im Gegensatz zum Datenbus kann der Controlbus (8255-Port C) die Leitungen einzeln adressieren. Auch um die physikalische Darstellung der logischen Pegel kümmert sich das Software-Protokoll nicht. Es erklärt dem Daten- beziehungsweise Control-Portobjekt lediglich bei der Initialisierung, daß alle Bits in negativer Logik erscheinen. Diese Objekte besorgen dann

selbständig die notwendigen Konvertierungen.

Das Objekt *tobPort* (Type-Objekt-Byte-Port) enthält Datenfelder und Methoden zum Ansprechen eines Hardware-Ports. Hierzu gehören die Datenfelder *InpAddr* und *OutAddr*. In diesen Feldern liegt die Eingabe- beziehungsweise Ausgabeadresse des Ports. Dazu kommt *Value* als Zwischenspeicher für den momentanen Portwert. Mittels *Logic* legt man für jedes einzelne Bit des Ports die Ausgabelogik fest. Steht *Logic* nach der Initialisierung auf 0FFH, dann handelt es sich um negative Logik für den gesamten Port. Bei *Logic* = 00H erhielt man positive Logik. Genauso ist es aber auch möglich, bitweise gemischt positive und negative Logik zu benutzen, jeder Wert zwischen 00H und 0FFH ist zulässig.

tobPort gehören folgende Methoden an: *Init* hat die Aufgabe, das Objekt durch Einspeichern der Portadressen und der zu ver-

wendenden Logik zu initialisieren. *Input* und *Output* übernehmen das Einlesen beziehungsweise Setzen eines Portwertes. Diese Methoden sind als 'privat' zu betrachten. Sie werden von den anderen Methoden im Bedarfsfall aufgerufen. Ein direkter Aufruf macht wenig Sinn, da sie auf dem Datenfeld *Value* arbeiten, das nach objektorientierter Ideologie von außen nicht benutzt werden sollte (Kapselung). *GetValue* und *SetValue* sind die beiden Schnittstellenmethoden für den Portwert. Hierüber kann das aufrufende Programm ein komplettes Byte einlesen respektive ausgeben. Einen feineren Zugriff gestatten *ClearBit* und *SetBit*. Damit löscht oder setzt man einzelne Bits innerhalb des Portwertes. Hierzu liest die Unit den aktuellen Portwert ein, verknüpft ihn mit dem entsprechenden Bit und gibt das Resultat anschließend wieder aus. *GetBit* ermöglicht die Abfrage eines bestimmten Bits innerhalb des Portwertes. Die Methode *Done* wurde lediglich der Vollständigkeit halber aufgenommen. Sie gäbe bei Anlage eines Portobjektes auf dem Heap die VMT (Virtual-Method-Table) wieder frei.

Das Objekt *tobCtrlPort* stellt ein von *tobPort* abgeleitetes Objekt dar, das heißt, es erbt alle Eigenschaften und Datenfelder von diesem. Es enthält ein zusätzliches Datenfeld *CtrlOutAddr*. Im Gegensatz zum Datenport kann man den Controlport sowohl byte- als auch bitweise adressieren, wofür das Statusbyte des 8255 beschrieben werden muß. In *CtrlOutAddr* legt man dazu die zu verwendende Portadresse ab. Die Methoden entsprechen im wesentlichen denen von *tobPort*: *Init* ruft die Init-Routine des übergeordneten Objekts *tobPort* auf, bevor der Wert des Datenfeldes *CtrlOutAddr* eingespeichert wird. *ClearBit* und *SetBit* besitzen die gleiche Funktion wie bei *tobPort*. Hier kommt lediglich die Funktionalität des 8255 zur Einzelbitsteuerung zur Anwendung. *SetCtrl* beschreibt das Statusbyte der PIO, dieser Aufruf stellt die Betriebsart des 8255 ein.

Angelpunkt

toIECBus ist das Hauptobjekt. Es handelt das gesamte Software-Protokoll und bildet die verschiedenen Buszustände ab. Zu *toIECBus* gehören verschiedene Datenfelder: *DataBus* und *CtrlBus* sind die beiden Portobjekte mit der eingangs beschrie-

benen Funktionalität. *TimeOut* enthält die Zeit in Millisekunden, nach der beim Warten auf den nächsten Buszustand – beispielsweise Quittieren eines Listener per 3-Draht-Handshake – ein Timeout erfolgt. In *StartTick* legt das Programm den Startzeitpunkt einer Timeout-Abfrage ab, entsprechend enthält *WaitTick* den Endzeitpunkt, zu dem das Timeout erfolgt, wenn vorher kein gültiger Buszustand eintritt.

toIECBus verfügt über folgende Methoden: Mittels *Init* übergibt man die Basisadresse der IEC-Buskarte sowie die Timeout-Zeit. Neben der Initialisierung des 8255 schaltet *Init* alle Leitungen passiv, das heißt physikalisch high beziehungsweise logisch 'false'. Die Methoden *ClearCtrlLine* und *SetCtrlLine* verweisen direkt auf entsprechende Gegenstücke des CtrlBusobjekts. Sie wurden in *TestCtrlLine* zur besseren Lesbarkeit des Source-Code eingefügt. *StartTimeout* dient zum Starten der Timeout-Abfrage. Es speichert die Startzeit in *StartTick* und die berechnete Abbruchzeit in *WaitTick*. *TimedOut* liefert den Wert True, wenn *WaitTick* überschritten wurde. *BusCommand* setzt ein Buskommando, beispielsweise Adressiersequenzen, ab.

Die wichtigsten Buskommandos enthält die Unit als Aufzählungstyp (*tCmd*). Im Konstanten-Array *Cmnds* sind dazu die entsprechenden Bitmuster zusammengetragen. Nach erfolgreichem Absetzen des Buskommandos liefert die Funktion *BusCommand* den Wert True. Das meistbenötigte Buskommando wird IFC (InterFace Clear) sein, dieses erzeugt eine IFC-Nachricht durch Setzen der entsprechenden Kontrolleleitung nach Neuprogrammierung des 8255. Ein IFC sollte einmalig bei Beginn der Kommunikation gesendet werden. Danach kann man diese Nachricht benutzen, um 'hängende' Busteilnehmer in einen gültigen Zustand zurückzuversetzen.

Die Methoden *AddressListener* respektive *AddressTalker* adressiert das per Adresse angegebene Gerät als Listener beziehungsweise Talker. Nach erfolgreicher Adressierung liefern die Funktionen den Wert True. Bei der Adressierung können sowohl Primär- als auch die selten benötigte Sekundäradresse dienen. Falls Sekundäradressen nicht vorkommen, muß man hier den Wert 0 übergeben.

Dynamisch gelinkt

Um die Möglichkeiten der IEC-Bus-Kommunikation auch aus anderen Programmiersprachen heraus nutzen zu können, stellt eine auf Basis der Pascal-Unit entwickelte DLL (Dynamically Linked Library) alle nötigen Aufrufe für den Datentransfer zur Verfügung. Dabei heißen die Routinen wie ihre entsprechenden Basic-Gegenstücke.

Der DLL-Source-Code besteht lediglich aus Anpassungen der Übergabeparameter an das Windows-übliche C-Format. Dies erfordert eine weitere Unit (Strings, gehört zum Lieferumfang von TP/BP7), die die entsprechenden Konvertierungsroutinen zur Verfügung stellt. Der größere Teil der DLL-Routinen liefert ein boolesches Ergebnis, damit das Hauptprogramm den Erfolg oder auch Mißerfolg einer Transaktion sofort feststellen kann.

Als einzige Variable deklariert die DLL eine Instanz des Objektes *toIECBus* namens *oIECBUS*. In dieser Instanz speichert sie alle benötigten Daten der entsprechenden Aufrufe. Im Quelltext der DLL ist die Aufrufkonvention von Objekt-Methoden gut zu erkennen. Die Methoden werden durch den vorgestellten Instanzen-Bezeichner zusammen mit dem Methodennamen selbst identifiziert. Die DLL stellt folgende Prozeduren bereit:

IBINIT(Address,Timeout) muß man als erste Prozedur nach dem Rechnerstart aufrufen. IBINIT legt die Basisadresse der IEC-Buskarte und die Zeit für dieTimeouts fest. Nach dem Aufruf und der Konfiguration des 8255 gehen dessen Ports physikalisch auf high und schalten damit den gesamten Bus inaktiv.

IBCLEAR sollte vor dem Beginn der Kommunikation über den Bus aufgerufen werden. IBCLEAR initialisiert den Steuerbus durch Aktivschalten der REN-Leitung (REN = Remote ENable, Fernsteuern angeschlossener Geräte) und durch Absetzen einer IFC-Nachricht.

IBSETEOS(Value) Mit diesem Aufruf kann man das Buskommando EOS (End Of Sequence), das standardmäßig gleich 0AH (LF, Line Feed) ist, umprogrammieren. Dies wird notwendig, wenn ältere Geräte zum Einsatz kommen, die 0DH (CR, Carriage Return) als Endezeichen benutzen.

Der normale Datenaustausch über den Bus geschieht via boolescher Funktionen. Diese übergeben nach dem erfolgreichen Abschluß ihrer Transaktion den Wert TRUE (#0). Der Wert FALSE (0) kommt zurück, wenn entweder ein Timeout aufgetreten ist oder ein unzulässiger Buszustand erkannt wurde.

IBLISTEN(PrimAddr,SecAddr) gibt eine Listener-Adressiersequenz auf den Bus aus. PrimAddr stellt die primäre Gerätadresse dar, SecAddr ist eine optionale Sekundäradresse. Falls man keine Sekundäradresse verwendet, sollte hier Null stehen.

Mittels *WriteDataByte* überträgt man ein Zeichen per 3-Draht-Handshake. Zuvor müssen ein oder mehrere Listener adressiert worden sein, die das Datenbyte entgegennehmen sollen. Nach erfolgreicher Transaktion gibt die Routine den Wert True zurück. Das Umgekehrte erreicht man über *ReadDataByte*. Diese Routine nimmt ein Datenbyte von einem adressierten Talker entgegen. Will man gleich eine ganze Zeichenkette an den oder die adressierten Listener abschicken, so geschieht

das über die Methode *WriteStr*. Hierbei wird nach Abschluß der Übertragung der Zeichen das Buskommando EOS (End Of Sequence) zusammen mit der Kontrolleleitung EOI (End Or Identify) gesendet, um den Abschluß einer Übertragungssequenz zu kennzeichnen. *ReadStr* dreht das Ganze um und liest einen kompletten String ein, bis EOI oder EOS auftreten.

Die abseits des 'Bustrubels' vorhandene Routine *Delay* stellt eine Nachbildung der in der

IBTALK(PrimAddr,SecAddr) adressiert einen Talker mit der Primäradresse PrimAddr und der optionalen Sekundäradresse SecAddr. Letztere ist üblicherweise Null.

IBUNL setzt ein Unlisten-Kommando ab, das alle aktiven Listener entadressiert.

IBUNT gibt ein Untalk-Kommando auf den Bus aus, dieses entadressiert den aktiven Talker. Der Talker sendet nach Empfang der Untalk-Nachricht keine weiteren Daten mehr an die aktiven Listener, bis er wieder als Talker adressiert wird.

IBIN(Value) liest ein Zeichen (Byte) vom IEC-Bus mittels 3-Draht-Handshake. Dabei ist Voraussetzung, daß ein aktiver Talker adressiert wurde. Value besitzt den Datentyp Word (zwei Byte, von denen nur das Lowbyte ausgewertet wird), um kompatibel zu dem in Visual-Basic deklarierten Integer-Typ zu bleiben.

IBOUT(Value) gibt ein Zeichen an die adressierten Listener aus. Auch hier ist der übergebene Wert Value vom Typ Word.

IBWRITE(pData) sendet den nullterminierten String, auf den der Pointer pData zeigt, an die aktiven Listener. Diese müssen vorher adressiert worden sein. Die ausgegebene Zeichenkette schließt IBWRITE mit dem Buskommando EOS ab. Gleichzeitig aktiviert es die Steuerleitung EOI (End Or Identify).

IBREAD(pData) liest eine Zeichenkette vom aktiven Talker ein, bis entweder EOS oder EOI eintreten. Die Zeichenkette wird als nullterminierter String in den durch pData festgelegten Speicherbereich kopiert. Falls der Speicherbereich nicht groß genug ist, schneidet die Funktion die überstehenden Zeichen ab.

Grenzen der Dynamik

Vorsicht ist angebracht, wenn mehrere Programme die DLL gleichzeitig nutzen wollen. Da die DLL keinerlei Kontrollmechanismen bereitstellt, die die Datenblöcke auseinanderdividieren, kann das Sparschwein bisweilen in die Irre galoppieren: Falls ein Windows-Programm einen Talker und kurz darauf ein anderes Programm einen weiteren Talker adressiert, liest dessen Daten dann das erste Programm ein, während das zweite vergebens wartet, daß sein Talker antwortet.

Braucht man die DLL-Funktionen zeitweise nicht, sollte es unterbleiben, sie mittels *FreeLibrary* aus dem Speicher zu entfernen, da die Kartenadressen im Datensegment der DLL gespeichert sind und beim Entladen verlorengehen. Dann würde nur noch eine Neu-Initialisierung mittels IBINIT und IBCLEAR weiterhelfen.

DOS-Unit von Turbo Pascal definierten Warteschleife dar, da Turbo Pascal für Windows diese nicht enthält. Es wurde hier darauf verzichtet, einen der raren Windows-Timer zu belegen. *GetTickCount* stellt gleichfalls eine Nachbildung dar, aber diesmal anders herum. *GetTickCount* ist in der Unit WinProcs definiert, unter DOS aber nicht vorhanden. Dank der Compilerschalter kann man die Unit ohne Änderung sowohl unter Windows als auch unter DOS kompilieren und laufen lassen.

Wichtig bei der Verwendung der Unit ist, daß eine Instanz des Objekts *toIECBus* deklariert werden muß. Danach kann man die Methoden durch Voranstellen des Objektnamens aufrufen. Dies gibt zwar mitunter einen eher lästig anmutenden Ausdruck, der sich aber bei entsprechender Wahl der Objektbezeichner sehr gut lesen läßt.

Hallo, Pascal

Das Programm IEC_TEST demonstriert einige der Möglichkeiten der Unit IEC_BUS. Die Steuerung erfolgt über die Eingabezeile. Es ist sowohl unter Windows als auch unter DOS lauffähig. Die Kommandozeilenparameter besitzen folgende Bedeutung: '-T' überprüft die Hardware mittels eines Kurzschlußtests zwischen den einzelnen Leitungen. Dies ist natürlich nur im Leerlaufbetrieb sinnvoll. Als mögliche Ausgaben erhält man:

- Ok: die Leitung wurde erfolgreich getestet,
- C: es trat ein Konflikt mit einer oder mehreren Leitungen des Control-Bus auf,
- D: eine oder mehrere Leitungen des Datenbus kollidieren.

Gibt man beim Aufruf '-?' an, dann zeigt das Programm die aktiven Listener an. Via '<Dateiname> <Gerätenummer>' kann man eine ASCII-Datei an das durch 'Gerätenummer' spezifizierte Gerät übertragen.

Sichtbares BASIC

Jeder Programmierer sehnt sich nach einer schönen Oberfläche für seine Applikationen, die intuitiv zu bedienen ist und dazu noch mit möglichst geringem Aufwand erstellt werden kann. Deshalb hat VisualBasic für Windows (VB) einen Siegeszug angetreten, der seinesgleichen sucht. Denn es erlaubt, die Benutzeroberfläche grafisch zu entwerfen. Somit sieht der Entwickler sofort, was er seinem Anwender zumutet. Sozusagen als Abfallprodukt des Oberflächenentwurfs entsteht ein Programmgerüst, das die wichtigsten Windows-Botschaften widerspiegelt, die sogenannten Ereignisprozeduren.

Das ganze legt VB strukturiert in Form-Modulen ab, so daß sich der Programmierer nach dem Oberflächendesign voll auf

die Funktionalität stürzen kann, ohne sich über strukturierte Programmierung oder die genaue Position der einzelnen Steuerelemente Gedanken machen zu müssen. Der größte Nachteil von VB ist für Elektronik-Entwickler, daß es keinerlei Sprachelemente zur hardwarenahen Programmierung zur Verfügung stellt. So sind die aus dem Standard-BASIC wohl bekannten Kommandos 'Peek', 'Poke', 'Inp' und 'Out' bei der Windows-Portierung einfach unter den Tisch gefallen, um dem Windows-Traum der Hardwareunabhängigkeit gerecht zu werden.

Damit man trotzdem das Sparschwein treiben und Meßwerte vom IEC-Bus auf den Bildschirm bringen kann, muß eine DLL (Dynamically Linked Library, siehe Kasten 'Dynamisch gelinkt') her. Diese stellt den hardwarenahen Teil des Programms – sozusagen als Treiberersatz – dar. Dabei hat eine DLL noch mehr Vorteile, als es auf den ersten Blick scheint, denn sie ist völlig (programmier-) sprachenunabhängig und mehrere Programme können sie gleichzeitig nutzen. Man kann sich so eine Menge redundanten Codes ersparen. Aus diesem Grund sind auch alle Windows-Systemdienste in DLLs gekapselt.

Einer dieser Windows-Dienste erledigt das Laden von DLLs. Er ist in der Library 'Kernel' zu finden: *LoadLibrary(LibName)*. Ein Aufruf dieses Dienstes lädt die angegebene DLL in den Speicher oder erhöht ihren Livecount um eins, falls die DLL bereits resident ist. Das entsprechende Gegenstück zum Entfernen einer DLL aus dem Speicher heißt *FreeLibrary*. Diese Routine verringert den Livecount um eins. Erreicht der Zähler den Wert 0, dann schmeißt Windows die DLL aus dem Speicher: Ihr Austrittscode wird ausgeführt und der belegte Speicher wieder freigegeben.

Um all diese Details muß sich ein VB-Programmierer nicht kümmern. Er deklariert lediglich die benutzten Funktionen der DLL in einem Declare-Statement und verwendet danach die Routinen, als wären sie in BASIC geschrieben. Eine DLL-Funktion kann sowohl über ihren Namen als auch über ihren Index-Eintrag importiert werden. Beim Importieren über den Funktionsnamen muß Windows bei jedem Aufruf die passende

Einsprungadresse in der DLL heraussuchen. Daher ist es ratsamer, die Zuordnung per Index vorzunehmen, dies beschleunigt das Aufrufverhalten erheblich. Ein typisches Declare-Statement sieht beispielsweise so aus:

```
Declare Sub IBINIT Lib
'IEC_DLL.DLL' (ByVal Address As Integer, ByVal Timeout As Integer)
```

Diese Deklaration muß im Modulebenen-Code einer Form oder in einem Extra-Code-Modul (quasi Include-Dateien für VB-Programme) stehen. Nach der Lib-Anweisung folgt der vollständige DLL-Dateiname. Ist der Funktionsname schon durch eine VB-Funktion oder eine globale Konstante belegt, dann kann man bei der Deklaration der DLL-Funktion per Alias auch einen anderen Aufrufnamen zuordnen:

```
Declare Sub IEC_Init Lib
'IEC_DLL.DLL' Alias 'IBINIT'
(ByVal...)
```

Der Alias-Operator wird ebenfalls für die Zuordnung über den Index-Eintrag benutzt:

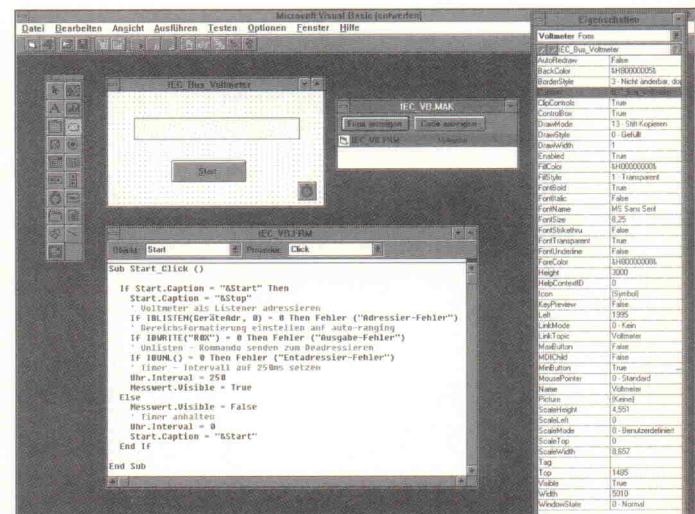
```
Declare Sub IblInit Lib 'IEC_DLL.DLL'
Alias '#1' (ByVal ...)
```

Wichtig bei der Deklaration der Funktionen ist die richtige Angabe der Datentypen. Vor allem, ob es sich um Referenzen auf eine Variable handelt oder ob nur der Inhalt (ByVal) der Variable übergeben werden soll. Auch die Datentyppläne (Byteanzahl) muß unbedingt stimmen, da das Programm sonst aufgrund einer 'Falschen DLL-Aufrufkonvention' abbricht.

Der letzte Fallstrick, der noch zu beachten ist, betrifft Übergaben von Zeichenketten (Strings). Hier bedeutet die Verwendung

von ByVal, daß eine Referenz (Pointer) auf einen Speicherbereich übergeben wird, der den angegebenen String variabler Länge enthält. Dieser String ist nullterminiert, hinter dem letzten Zeichen steht ein Null-Byte. Die DLL kann nun diesen Speicherbereich manipulieren und somit den String verändern, obwohl er als ByVal übergeben wurde. Lediglich vergrößern kann die DLL den String nicht. Deswegen muß man vor dem Aufruf sicherstellen, daß ein genügend großer Speicherbereich zur Verfügung steht, um alle Zeichen aufzunehmen, die die DLL-Funktion zurückliefern will. Dies erreicht man üblicherweise mittels einer Zuweisung der Art *InputStr=Space\$(255)*, bevor man die Funktion auruft.

Als einfaches Beispiel für ein VB-Programm dient die Ansteuerung eines Digital-Multimeters, wobei die VB-Form sehr einfach bleiben soll. Sie besteht lediglich aus einem Button, der einen Windows-Timer startet beziehungsweise stoppt. Bei jedem Timer-Tick soll das Programm dann einen Meßwert einlesen und am Bildschirm anzeigen. Der Entwurf der Oberfläche geht entsprechend rasch vonstatten. Man öffnet das Hauptfenster durch den Aufruf 'Neues Projekt' und bringt es danach mit ein paar Mausklicks in die gewünschte Größe, dann verpaßt man der Form noch einen Namen und ändert einige Attribute im Eigenschaftsfenster, um dem ganzen ein professionelles Verhalten zu geben (Caption = IEC_Bus_Voltmeter, Name = Voltmeter, BorderStyle = 3,



IEC-Bus-Voltmeter unter Windows. Dank der strikten Kapselung von Prozeduren und Objekten behält man bei der Programmierung mit VisualBasic den Überblick.

Hard- und Software mit MCU



Die Entwicklung im MCU-Markt zeigt, daß eine MCU nicht allein über Preis und Funktion Zugang zu Applikationen findet. Eine entscheidende Rolle im Entwicklungsvorgang spielt der Faktor Zeit. Dabei stehen die Fragen nach Entwicklungswerkzeugen und bereits existierenden Applikationen im Vordergrund. Der Autor bietet dem professionellen Entwickler ein rein funktionell aufgebautes Handwerkszeug, das „in depth“ alle Aspekte der MC68HC05-MCU behandelt. Eine große Zahl an Abbildungen macht die Darstellung anschaulich. Die beigelegte Diskette enthält neben zahlreichen Beispielprogrammen eine funktionierende Shell.

**1. Auflage 1994
Gebunden, 269 Seiten
mit 3,5"-Diskette
DM 68,-/öS 530,-/sfr 68,-
ISBN 3.88229-034-X**

C.034-X 1/2h

Im Buch- und Fachhandel erhältlich



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

MaxButton = False). Danach muß noch ein Label-Feld, das die Meßwerte darstellen soll, ein CommandButton zum Starten und Stoppen der Meßwertaufnahme sowie ein Timer positioniert werden.

Der Timer ist hier keine Spieldreier, sondern dringend notwendig, da VB ereignisgesteuert arbeitet. Man kann das Voltmeter also nicht durch Polling in einer Schleife abfragen, da hierdurch das gesamte System ‘hängen’ würde. Vielmehr muß man eine Meßwertabfrage durch ein Ereignis auslösen, dieses kann statt des Timerablaufs auch ein Tastendruck oder ein Mausklick sein. Die Meßwerte sollen aber fortlaufend dargestellt werden, daher bleibt nur eine periodische Ereigniserzeugung mittels Timer.

Beim Label wird die Visible-Eigenschaft auf False gesetzt, da das Textfeld erst als Reaktion auf die Benutzereingabe sichtbar werden soll. Weiter werden die Hintergrundfarbe, Vordergrundfarbe und Schriftgröße etwas ansprechender gewählt.

Damit ist das Oberflächendesign bereits abgeschlossen, und es geht an die eigentliche Programmierung. Hierzu füllt man nur einen Bruchteil der angebotenen Ereignisprozeduren mit Leben:

Form.Load tritt als erstes Ereignis nach dem Programmstart ein. Daher übernimmt es sinnvollerweise die Initialisierung des IEC-Bus.

Form.Unload stellt das Gegenstück zu *Form.Load* dar. Es wird als letztes Ereignis ausgeführt, bevor das Programm terminiert. In unserem Beispiel überprüft diese Prozedur, ob die Kommunikation mit dem Voltmeter abgeschlossen ist und beendet sie gegebenenfalls.

CommandButton.Click enthält alle Aktionen, die VisualBasic auf die Button-Betätigung hin ausführen soll. Hier startet und stoppt die Meßwertaufnahme, indem das Timer-Intervall umdefiniert wird. Damit der Anwender auch erkennt, was die nächste Button-Betätigung bedeutet, wechselt der Button-Text, und das Textfeld zur Darstellung der Meßwerte wird eingeblendet.

In *Timer.Timer* findet die eigentliche Meßwertabfrage und Darstellung statt. Das Aufrufintervall (Intervall = 0 bedeutet Timer-Stop) sorgt dabei für das

richtige Taktgefühl. Da die gesamte Adressier-, Abfrage- und Entadressiersequenz in dieser Ereignisroutine enthalten ist, kann man das Programm auch mehrfach starten, um verschiedene Digitalmultimeter abzufragen und deren Meßwerte in einem eigenen Fenster darzustellen. Man muß hierbei aber sicherstellen, daß vom Beginn bis zum Ende der Kommunikation keine andere Anwendung auf den Bus zugreift, da sonst unvorhersehbare Adressierkonflikte auftreten können.

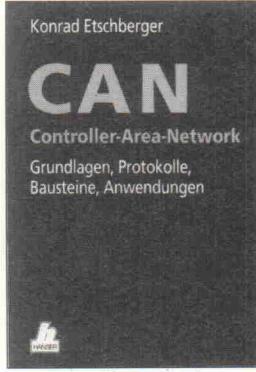
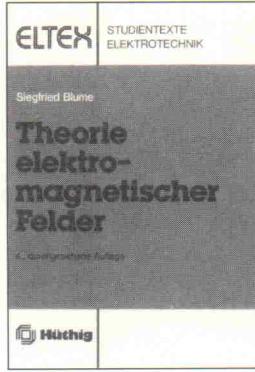
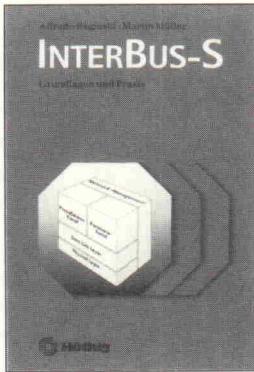
Um die Funktion abzurunden, gibt das Programm bei einem entsprechenden Fehlverhalten eine Meldung per Message-Box aus und terminiert danach (Subroutine *Fehler*).

Für die IEC-Bus-Kommunikation benötigt das Beispiel die DLL und die entsprechenden Declare-Statements im Modul-ebenen-Code. Jetzt muß nur noch die Geräteadresse des Multimeters bekannt sein, und schon kann die Messung beginnen.

Dieses Beispiel hat natürlich keine echte praktische Bedeutung, denn den Meßwert kann man leichter am Display des Multimeters ablesen. Es soll nur zeigen, wie einfach es mittlerweile unter Windows ist, eine ansprechende Meßwertabfrage zu programmieren. Interessant würde so ein Programm, wenn man noch die Meßbereichsumschaltung mittels Pull-down-Menüs programmiert und die eingelesenen Meßwerte mittels DDE an eine Tabellenkalkulation schickt, um sie dort grafisch darzustellen. Diese Aufgaben sind mit VB ebenfalls relativ leicht zu bewältigen, würden aber den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Die hier beschriebene Software liegt nicht nur in der ELRAD-Mailbox (05 11/53 52-401) zum Download bereit. Wer über einen Internet-Zugang verfügt, kann die Datei SPARSCHW.LZH entweder von ‘ftp.uni-paderborn.de’, Verzeichnis /elrad/Area-10’ oder ‘mvmpc9.ciw.uni-karlsruhe.de’, Verzeichnis /elrad’ abholen. Nachfragen zum Sparschwein erfreuen die Autoren besonders, wenn diese per EMail ankommen: khweis@mvmpc9.ciw.uni-karlsruhe.de (Karl-Heinz Weiß) und frank@mvmpc9.ciw.uni-karlsruhe.de (Frank Heines) lauten die entsprechenden Adressen dafür.

ea



Messen, Steuern und Regeln mit Fuzzy-Logik

Der Fuzzy-Vater Zadeh bezeichnet dieses Buch im Vorwort als Wegweiser in die Zukunft der industriellen Regelung. In diesem Werk stellen die drei Autoren ausführlich die Anwendungsmöglichkeiten der Fuzzy-Theorie in Meß- und Regelungstechnik, Systemidentifikation, Diagnose und Qualitätskontrolle dar. Der erste Abschnitt bereitet die Grundlagen der Fuzzy-Logik von der Fuzzy-Variablen über Zugehörigkeitsfunktionen bis zur Entscheidungsfindung auf. Dem aktuellen Trend in der Fuzzy-Technik folgend, beschreibt das Buch dann die Kombination von Fuzzy und neuronalen Netzen. Den eher theoretischen Einführungen folgt eine Beschreibung der Hardware vom Sensor bis zur Ausgabe. Professor Aliev verarbeitet hierbei auch Forschungsergebnisse des Instituts für Regelungstechnik in Baku. Daher orientieren sich diese Abschnitte an den praktischen Bedürfnissen des Ingenieurs, der den mathematischen Ansatz begreifen und selbständig implementieren will. cf

InterBus-S

Einleitend stellt das Buch die Feldbustechnik der konventionellen Verkabelung gegenüber. Davon ausgehend erläutert es ausführlich das InterBus-S-Konzept (Bustopologie, Übertragungsverfahren, ID-Codes) für den Anschluß von Sensoren und Aktoren. Im weiteren wird erläutert, wie sich komplexe Teilnehmer (beispielsweise Frequenzumrichter), die nur bedarfsweise Daten austauschen, mittels des Peripheral Communication Protocol (PCP) in den InterBus-S einbinden lassen. Das Buch führt detailliert die von solchen Teilnehmern zu erfüllenden Kommunikationsdienste auf. Einen wichtigen Bestandteil stellt das fünfte Kapitel dar, in dem der InterBus-S-Anwender Hilfestellung zur Systemdiagnose findet. Von der Auswertung der Anzeigen auf Anschaltebaugruppen über LED-Meldungen busfähiger Geräte bis zum Einsatz von Diagnosesoftware findet man Hinweise zur schnellen Fehlersuche in InterBus-S-Netzen. Das Buch erfüllt seinen Anspruch, Grundlagen und Praxis zu vermitteln, wobei der Schwerpunkt auf den Grundlagen liegt. ea

HiFi-Schaltungen

Eigentlich ist dies ein Buch für Weihnachten, verleiht es doch schon beim ersten flüchtigen Durchblättern zum mentalen Griff nach dem Lötkolben. Der Leser bekommt 18 Bauanleitungen serviert, die sich rund um die heimische und automobile Musiksanlage ranken: Das reicht vom 150-W-Subwoofer über Autoendstufen und zwei verschiedenen Boxenpärchen bis zu einer Sammlung von nützlichen Hilfsschaltungen. Auch hat sich der Autor nicht darauf beschränkt, die Bauanleitungen lediglich rezeptartig vorzuzeigen, sondern bietet zu jeder Schaltung noch Tips, Tricks, Meßverfahren und mögliche Variationen an, so daß beim Lesen und Nachbauen ganz automatisch eine gehörige Portion praktisches Fachwissen vermittelt wird. Dies und die fünfunddreißig Seiten mit Platinenlayouts und Bestückungsplänen am Ende des Buches lassen einen hervorragenden Eindruck zurück. roe

René Füllmann
HiFi-Schaltungen
Das Baubuch für Einsteiger, Freaks, Techniker, Tüftler
München 1994
Hüthig Buch Verlag
176 Seiten
DM 42,-
ISBN 3-7905-0636-2

Theorie elektromagnetischer Felder

Ausgangspunkt für die Theorie elektromagnetischer Felder sind die Maxwellschen Gleichungen. Für die verschiedenen Teilgebiete elektrischer und magnetischer Erscheinungen werden im Buch die Methoden zur Lösung der Maxwell-Gleichungen abgeleitet und durch zahlreiche Beispiele verdeutlicht. So beschäftigt sich der Autor – seines Zeichens Professor an der Ruhr-Universität Bochum – unter anderem mit klassischen Verfahren zur Lösung von Randwertproblemen wie Orthogonalentwicklungen, die Methode der Greenschen Funktion oder Multipolentwicklungen. Auch die Fitzgeraldische Transformation zur Ableitung der Felder des magnetischen Elementardipols bleibt nicht unerörtert. Da der Lehrtext ausgiebig Gebrauch von der Vektoranalysis und von den Methoden der mathematischen Physik macht, sind die Grundlagen hierzu im ersten Kapitel vorangestellt. Als Zielgruppe kann man Studierende und Naturwissenschaftler im Bereich der theoretischen Physik nennen. cb

Siegfried Blume
Theorie elektromagnetischer Felder
Heidelberg 1994
Hüthig Buch Verlag
357 Seiten
DM 64,-
ISBN 3-7785-2337-6

CAN

Im Vorwort spricht der Herausgeber es bereits an: Mit dem vorliegenden Buch soll eine fundierte und geschlossene Darstellung aller für die Realisierung und Anwendung von CAN-Netzwerken erforderlichen Grundlagen und Fragestellungen gegeben werden. Einleitend betrachtet es die Datenkommunikation im Feldbereich, beleuchtet Modelle, Protokolle und Buszugriffsverfahren, schildert die Einsatzbereiche von Feldbusssystemen und streift auch andere Busse, darunter Bitbus, Profibus, InterBus-S und EIB. Danach folgt CAN im Detail: neben dem Protokoll und der physikalischen Übertragungsschicht stellt das Buch typische CAN-Bausteine wie 82C150/200/250, 80C592 und andere vor, beschreibt eingehend die Anwendungsschicht CAL mit den Bestandteilen CMS, DBT, NMT, LMT und gibt im letzten Kapitel Hinweise zur Projektierung und Realisierung von CAN-Systemen. Den eingangs gestellten Anspruch erfüllt das Buch somit. ea

Konrad Etschberger
(Hrsg.)
Controller-Area-Network
Grundlagen, Protokolle, Bausteine, Anwendungen
München 1994
Hanser-Verlag
284 Seiten
DM 76,-
ISBN 3-446-17596-2

Aliev, Bonfig, Aliev
Messen, Steuern und Regeln mit Fuzzy-Logik
München, 1994
Franzis-Verlag
309 Seiten
DM 89,-
ISBN 3-7723-5391-6

A. Baginski, M. Müller
InterBus-S
Grundlagen und Praxis
Heidelberg 1994
Hüthig Buch Verlag
195 Seiten
DM 78,-
ISBN 3-7785-2293-0

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 7/94.

Operationsverstärker (3)

Ein Operationsverstärker kann beliebig verlaufende Spannungen mathematisch miteinander verknüpfen, beispielsweise addieren oder subtrahieren. Ausgangspunkt für derartige Rechenschaltungen ist ein invertierender Verstärker.

Als Konrad Zuse seine ersten mit Relais bestückten Digitalrechner in Betrieb nahm, gab es bereits Analogrechner im weitesten Sinne. Dafür benötigte man natürlich komplexe Bausteine, eben Operationsverstärker; dieser Name war damals aber noch nicht üblich. Noch in den 60er Jahren wurden in der Fachpresse Schaltungen für Operationsverstärker mit Röhren veröffentlicht. Dann kamen Operationsverstärker mit Einzeltransistoren auf den Markt, die immerhin nur Streichholzschatzgröße erreichen. Allerdings war deren Preis für Consumer-Anwendungen indiskutabel. Seit den 70er Jahren sind integrierte OVs erhältlich, die zunächst nur hinsichtlich ihrer Abmessungen, jedoch nicht qualitativ mit den aus Einzeltransistoren aufgebauten OV-Schaltungen konkurrierten. Heute sind preiswerte Operationsverstärker verfügbar, die den Idealvorstellungen schon sehr nahekommen. Viele Informationsverknüpfungen lassen sich so mit Analogrechnern – sprich Operationsverstärkern – einfacher und unter Umständen auch billiger realisieren als mit dem Kollegen Computer.

Analogrechenschaltungen weisen eine große Ähnlichkeit mit Rechenschiebern auf. Für Schiebeungsgenauigkeiten stehen dabei die Widerstandstoleranzen. Aus diesem Grund sind Rechentoleranzen unter 1 % praktisch kaum möglich, in Sonderfällen sind immerhin 0,1 % erreichbar. Zum Steuern und Re-

geln von beispielsweise Fotoapparaten, Küchenmaschinen und Einspritzpumpen reicht diese Genauigkeit aber allemal aus. Doch nun zur Schaltungstechnik.

Addierer und Subtrahierer

Es ist zweckmäßig, für einen analogen Addierer beziehungsweise Subtrahierer von einem invertierenden Verstärker nach Bild 24 auszugehen. Bild 26 zeigt die entsprechende Schaltung. Der invertierende Eingang des OV führt auch hier zu einem virtuellen Nullpunkt. Die Summe der von den Eingangsspannungen über die Widerstände einfließenden Ströme wird dabei durch einen entgegengerichteten Strom von der Ausgangsspannung über Widerstand R2 kompensiert. Unter der Annahme, daß die Widerstände R1 gleich groß sind, lautet die mathematische Beziehung:

$$U_a = -(R2/R1) \cdot (U_{e1} + U_{e2} + U_{e3} + U_{e4} \dots)$$

Somit ist ersichtlich, daß in Bild 26 die Schaltung eines invertierenden Addierers dargestellt ist, also eines Subtrahierers. Weisen die Widerstände R1 und R2 den gleichen Wert auf, addieren sich die Eingangsspannungen invertiert am Ausgang:

$$U_a = -(U_{e1} + U_{e2} + U_{e3} + U_{e4} \dots)$$

Die einzelnen Eingänge lassen sich durch ungleiche Widerstände R1 auch unterschiedlich wichten:

$$U_a = -((R2/R1.1) \cdot U_{e1} + (R2/R1.2) \cdot U_{e2} + \dots)$$

Es ist zu berücksichtigen, daß für diese Berechnungen die verschiedenen R1-Werte auch den jeweiligen Innenwiderstand der Spannungsquellen umfassen.

Sind die Eingangsströme des verwendeten OV nicht kleiner als

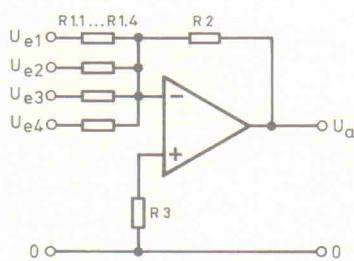


Bild 26. Der invertierende Addierer entspricht in seiner Funktion einem Subtrahierer.

1/100 des zu erwartenden Stromes durch R2, so ist zur Kompensation dieser Eingangsströme ein Ausgleichswiderstand R3 erforderlich, dessen Wert der Parallelschaltung aller Widerstände R1 und R2 entsprechen sollte. Um Fehler zu vermeiden, darf dann aber keiner der Eingänge offen bleiben. Besser ist es aber, a priori einen Operationsverstärker mit einem gegen Null tendierenden Eingangsstrom einzusetzen, zum Beispiel einen Typen mit FET-Eingang. Die Widerstände R1 und R2 können dann Werte im 10-kΩ- bis 100-kΩ-Bereich aufweisen, unter Umständen auch darüber. Der Widerstand R3 übernimmt in diesem Fall nur noch eine Schutzfunktion, eventuell kann er auch ganz entfallen.

Mit der in Bild 27 dargestellten Schaltung lassen sich gleichpolige Spannungen addieren und subtrahieren. Praktisch handelt es sich dabei um eine Kaskadenschaltung aus zweimal Bild 26, allerdings mit dem Unterschied, daß OV2 das Ausgangssignal von OV1 invertiert. Auf diese Weise erscheinen die Spannungen U_e1...U_e4 addiert, während die Spannungen U_e5...U_e7 subtrahiert werden. Im übrigen gelten hier sinngemäß die zu der Schaltung aus Bild 26 gemachten Aussagen.

Für höhere Anforderungen sollte man auf einen Symmetrieabgleich (Nullabgleich) nicht verzichten. Übrigens können beide Schaltungen nicht nur Spannungen, sondern (über Widerstände) auch Ströme addieren und subtrahieren.

brauchbar ist. Wegen der großen Variationsmöglichkeit der die Verstärkung bestimmenden Widerstände sollte in dieser Applikation unbedingt ein OV mit Niedrigstromeingang (zum Beispiel mit einer FET-Eingangsstufe) eingesetzt werden. Der Widerstand R3 übernimmt lediglich eine Schutzfunktion. Da ein invertierender Verstärker die Signalamplitude um den Faktor $v = R2/R1$ anhebt, beträgt die Ausgangsspannung:

$$U_a = U_e \cdot R2/R1$$

Führt man, wie im Bild gezeigt, die beiden Widerstände R1 und R2 und die gegenüber R1 niedrigerohmige Spannungsquelle einstellbar aus, kann man mit dieser Schaltung multiplizieren und dividieren. Für handelsübliche OVs sollte der Wert der Begrenzungswiderstände R1 nicht unter 2 kΩ liegen. Hier einige Anhaltswerte für einen Probeaufbau: OV = TL 071, TL 081, LF 355 oder ein anderer Typ mit FET-Eingang; $U_b = \pm 12$ V; eventuell ist ein Nullabgleich erforderlich; $U_e = 0 \dots \pm 1$ V; $R_1 \leq 100 \Omega$; $R1' = R2' = 10 \text{ k}\Omega$; $P1 = P2 = 100 \text{ mW}$; $R3 = 10 \text{ k}\Omega$.

Mit dieser Schaltung kann man also im Prinzip zwei Widerstandswerte miteinander oder mit einer Spannung über eine Multiplikation beziehungsweise Division verknüpfen. Nachteilig ist, daß keiner der Widerstände an Masse liegt – sie ‘floaten’. Außerdem müssen sie relativ hochohmig sein, da der Ausgangsstrom des OV begrenzt ist.

Elektronischer Rechenschieber

In Bild 28 ist die Schaltung eines elektronischen Rechenschiebers dargestellt, der zwar kaum praktischen Nutzen hat, aber zum Verständnis der Zusammenhänge

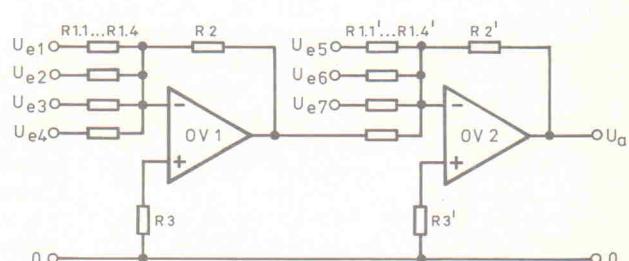


Bild 27. Addierer und Subtrahierer für gleichpolige Spannungen.

dergegeben, die folgende Bedingungen zu erfüllen hat: OV mit FET-Eingang wie oben; $R_2/R_1 = R_3/R_4$, häufig $R_2 = R_1$ und $R_3 = R_4$; Schutzwiderstand $R_5 = 4,7 \text{ k}\Omega$; eventuell ist ein Nullabgleich des Offsetes erforderlich.

Für hohe Genauigkeitsanforderungen (Ausgleich der Widerstandstoleranzen) ist sowohl R_1 als auch R_2 ein Trimmopotentiometer geeigneter Größe in Reihe zu schalten. Bei 1%igen Widerständen aus der gleichen Fertigungsschicht ist diese Maßnahme zumeist nicht erforderlich. Die Ausgangsspannung beträgt:

$$U_a = U_e \cdot R_x / R_4$$

Sind R_2/R_1 und R_3/R_4 gleich, die Eingangsspannung Null und der Widerstand R_x unendlich, so stellt sich am Ausgang des Operationsverstärkers und damit auch am Schaltungsausgang ein undefinierter Spannungspegel ein, da die beiden OV-Eingänge immer mit einer Differenzspannung von Null beaufschlagt werden, und zwar unabhängig von der OV-Ausgangsspannung U_{aOV} . Weist nun der Widerstand R_x einen Wert von Null (Kurzschluß) auf, werden U_{aOV} sowie die beiden OV-Eingänge zu Null geregelt. Diese Arbeitsweise bleibt erhalten, auch wenn die Eingangsspannung von Null abweicht. Damit bleibt auch die Ausgangsspannung U_a auf dem Wert Null, und es fließen ein Eingangsstrom von U_e/R_1 sowie ein entgegengesetzter Gegenkopplungsstrom von $-U_{aOV}/R_2$. Für die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers gilt dann:

$$U_{aOV} = U_e \cdot - (R_2/R_1)$$

Nimmt Widerstand R_x einen von Null abweichenden Wert an, so fällt über R_x eine Ausgangsspannung ab, die proportional zur Eingangsspannung U_e und zum Widerstand R_x verläuft. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers errechnet sich dann zu:

$$U_{aOV} = U_a - ((R_2/R_1) \cdot (U_e - U_a))$$

Beim Dimensionieren der Schaltung ist darauf zu achten, daß die Spannung U_{aOV} einen genügenden Sicherheitsabstand zu den Betriebsspannungen des Operationsverstärkers wahrt.

Mit dieser Schaltung läßt sich also eine Spannung mit einem Widerstand multiplizieren, die beide einpolig an Bezugsnull (Masse) ge-

Bild 28. Elektronischer Rechenschieber.

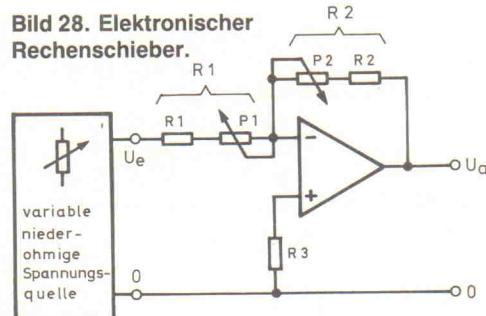
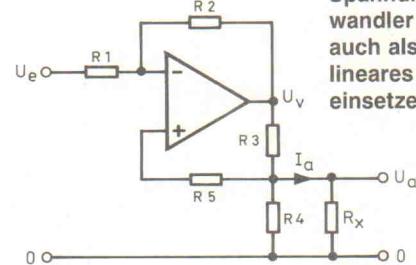


Bild 29. Den Spannungsstromwandler kann man auch als ein lineares Ohmmeter einsetzen.



schaltet sind. Von Vorteil ist dabei, daß die Eingangsspannung bei entsprechender Hochohmigkeit der Widerstände R_1 und R_4 nur gering belastet wird. Nachteil: Die Ausgangsspannung U_a nimmt bei niedrigem R_x -Wert relativ kleine Werte an. Diese läßt sich jedoch mit einem weiteren OV leicht auf handliche Amplituden verstärken. Es ist auch möglich, die Widerstandsverhältnisse R_2/R_1 und R_3/R_4 größer als 1 zu definieren und statt der Spannung U_a die OV-Ausgangsspannung U_{aOV} zu nutzen. Diese ist jedoch, wie aus den oben angeführten Gleichungen zu ersehen ist, sowohl mit einer konstanten als auch mit einer proportionalen Fehlerkomponente behaftet.

Mehrbereichs-Ohmmeter

Die niedrige Ausgangsspannung der Schaltung nach Bild 29 läßt sich erhöhen und zusätzlich der unter Umständen sehr hohe Innenwiderstand auf handliche Werte erniedrigt, wenn man nicht die Spannung U_a zur Anzeige bringt, sondern die direkte Ausgangsspannung U_V des Operationsverstärkers. Aus dem bisher Gesagten geht allerdings hervor, daß diese sowohl einen Relativ- als auch einen Absolutfehler aufweist. Beide Komponenten lassen sich bei einem Ohmmeter mit Bereichsumschaltung entsprechend Bild 30 wie folgt kompensieren: Der relative Fehler wird mit P_2 , der absolute mit P_1 abgeglichen. Mit P_1 gleicht man den Wert Null (Kurzschluß) ab, mit P_2 und einem bekannten Widerstand (dekadiisch oder 1-3-10-30) auf Vollausschlag beziehungsweise auf einen Sollwert im oberen Drittel der Skala. Ein zusätzlicher Offsetabgleich ist nicht erforderlich.

Zum Erzeugen der Konstantspannung eignet sich besonders eine temperaturkompensierte Z-Diode, die beide einpolig an Bezugsnull (Masse) ge-

für besonders hohe Ansprüche setzt man statt des Widerstandes R_5 eine Konstantstromquelle ein.

Die einzelnen Widerstände sind dabei wie folgt zu dimensionieren: Für einen konstanten Strom durch R_x muß $R_4/R_3 = R_2/R_1$ gelten. Gebräuchlich ist $R_4 = R_3$ sowie $R_2 = R_1$, wobei für übliche OVs mit einem begrenzten Ausgangsstrom der Wert der Widerstände R_1 und R_2 nicht unter 1 kΩ betragen sollte. In diesem Fall nimmt die Ausgangsspannung bei einem Kurzschluß des Meßeingangs ($R_x = 0$) den invertierten Wert der Referenzspannung U_1 an. Unter der Voraussetzung, daß bei Vollausschlag des Meßwerks die Beziehung $R_x = R_1 = R_2$ gilt, verdoppelt sich der Betrag der negativen Ausgangsspannung. Dann sind P_1 und P_2 auf den gleichen Widerstandswert einzustellen, und zwar auf $P_1 = P_2 = U_1/I_m$. Der Ausdruck I_m steht dabei für den Strom durch das Meßwerk bei Vollausschlag.

Sinnvollerweise werden die Widerstandskomponenten in einen Festwiderstand und ein Trimmopot aufgeteilt. Der Innenwiderstand des Meßwerkes ist in den meisten Fällen vernachlässigbar, da er üblicherweise sehr klein gegenüber P_1 und P_2 ausfällt. Für den Wert der Widerstände $R_3 = R_4$ wählt man etwa 22 kΩ, die Z-Diode sollte über R_5 einen Arbeitsstrom von rund 5 mA erhalten. Als Operationsverstärker ist ein Typ mit FET-Eingang vorsehen.

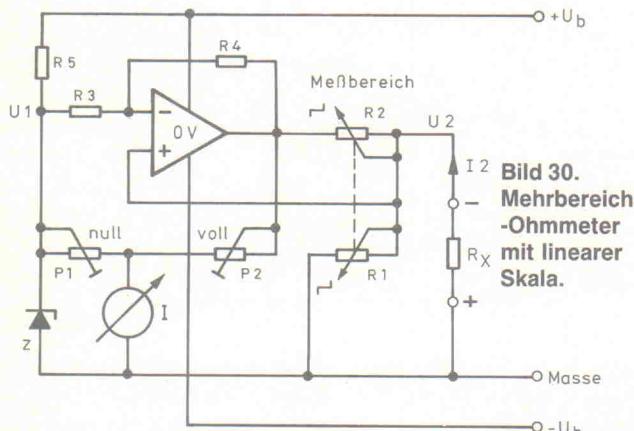
Hier eine erprobte Dimensionierung: OV = TL 066, TL 087, LF 155, LF 412 A, AD 548, AD 549 oder ähnlich (mit FET-Eingang); $\pm U_b = \pm 12 \text{ V}$; $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$; $Z = ZTE 5,1$; $R_3 = R_4 = 22 \text{ k}\Omega$; $I_m = 100 \mu\text{A}$ ($R_i = 1 \text{ k}\Omega$); $P_1 = P_2 = \text{Festwiderstand } 39 \text{ k}$ plus Trimmot 22 k. Die Widerstände R_1 und R_2 sind dem Meßbereich entsprechend umschaltbar ausgeführt, beispielsweise zwischen 1 kΩ und 30 M. Schließt man

eine digitale Meßinstrument an, so genügt eine dekadische Bereichunterteilung; für ein Zeigerinstrument sollte die Abstufung 1-3-10... oder 1-2-5-10... betragen. Bei Meßbereichen unter 1 kΩ ist dem OV ein Leistungstreiber nachzuschalten (dazu später mehr). Für Bereiche über 30 M sind Operationsverstärker mit einem extrem niedrigen Eingangsstrom (zum Beispiel AD 515 A, AD 548 oder AD 549) sowie eine der später beschriebenen Schuttringschaltungen einzusetzen. In diesem Fall sind Meßbereiche von über 1000 M Vollausschlag möglich. Allerdings ist dann auch der Bereichsumschalter – insbesondere in den höchstohmigen Bereichen – mit einem Schuttring auszustatten.

Die Schaltungen nach Bild 29 und Bild 30 gehören schaltungstechnisch zur Gruppe der NICs (negative impedance converter), die zusammen mit Gyratoren, Zirkulatoren und ähnlichen Anordnungen in einem späteren Abschnitt gesondert untersucht werden.

Meßverstärker mit OVs

Die Nettoverstärkung von OVs hängt praktisch nur vom Verhältnis einiger Widerstände der Außenbeschaltung ab. Der OV-bedingte Verstärkungsfehler selbst läßt sich leicht unter einem Promille halten. Da aber handelsübliche Widerstände selten geringere Toleranzen als 1 % aufweisen, ist bei besonders hohen Anforderungen an die Verstärkungsgenauigkeit einer der verstärkungsbestimmenden Widerstände um 2...10 % variabel auszuführen. Sind die zu messenden Spannungen außerdem nicht groß (Faktor 50...100) gegenüber der Offsetspannung des gewählten OV, kann man leider auch nicht auf einen Nullabgleich der Offsetspannung verzichten.



ild 30.
Lehrbereichs
Ohmmeter
mit linearer
Skala.

Es sei aber erwähnt, daß OV's mit fest eingestellter Verstärkung (meist $v = 1, 10, 100$ oder 1000 , teilweise auch umschaltbar) erhältlich sind, und zwar mit Verstärkungstoleranzen von $\pm 0,01\%$ und sogar darunter. Als Beispiele kann man hier die Typen LT 101, LT 1102 und LTC 1100 nennen, wobei der letztgenannte auch noch den Offset auf $\pm 1\text{ }\mu\text{V}$ reduziert. Zunächst sollen aber noch Standard-OV's mit bipolaren oder FET-Eingängen im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen.

Für genaue Messungen ist in aller Regel ein Nullabgleich des Offsets erforderlich. Die Bilder 31 und 32 zeigen einige Varianten des Offsetabgleichs. Gemäß Bild 31 sind entweder die Widerstände R5, R6 und P2 an die Abgleichpins des OV anzuschließen, oder der nicht an das Nutzsignal angeschlossene Eingang des OV wird nicht über einen Widerstand beziehungsweise direkt an Masse (Bezugsnull) geschaltet, sondern an eine niederohmige Spannungsquelle, deren Potential um einige mV gegen Masse verschiebbar ist. Diese Potentialverschiebung kann beispielsweise mit den Bauelementen R1, R2, R3, R4 und P1 erfolgen. Als Richtwerte gelten dabei folgende Beziehungen: $R3 = R4 = P1$ mit etwa 100Ω , $R1 = R2 = 100 \text{ k}\Omega$. Da niederohmige Potentiometer ein wenig problematisch sind, sollte man besser die Schaltung nach Bild 32 heranziehen. Die Widerstandskomponenten P und R4 erhalten hier einen Wert von $10 \text{ k}\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$ sowie R3 etwa 100Ω . Diese Angaben gelten allerdings nur unter der Bedingung, daß R1 wesentlich größer als R3 ausfällt. Zum Ermitteln der korrekten Werte für die Kompensation

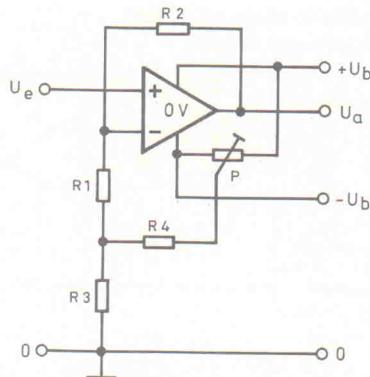


Bild 32. Nullabgleich mit einem hochohmigen Trimmpotentiometer.

der Offsetspannung genügt die Anwendung des Ohmschen Gesetzes.

Sehr komfortabel ist der 'halbautomatische' Nullabgleich entsprechend Bild 33, in dem ein invertierender Verstärker mit einem Verstärkungsfaktor von $v = R_2/R_1$ dargestellt ist. Der Widerstand R_3 erhält auch hier einen Wert, der sehr viel kleiner als R_1 ist, beispielsweise $100\ \Omega$. Für die Widerstände R_4 und R_5 wählt man einen Wert von etwa $100k$; der mit einer hochwertigen Kunststoffisolation versehene Kondensator C weist eine Kapazität von $1\ \mu F$ auf.

In der gezeichneten Schalterstellung ($U_c = 0$) erzeugt OV2 an Widerstand R3 einen Spannungsabfall, der die Offsetspannung kompensiert. Diesen Wert speichert der Kondensator C, so daß nach dem Umschalten auf Stellung M (= messen) die Kompensation erhalten bleibt. Selbstverständlich funktioniert die Anordnung nur dann, wenn der Eingang von OV2 sehr hochohmig ist; ein FET- oder CMOS-Eingang ist somit Bedin-

gung. Unter der Annahme, daß der Eingangsstrom unter 1 pA liegt, ergibt sich ein 'Fortlaufen' des Offsets von 1 μ V/s. Diese automatische Kompensation ist vor allem dann von Interesse, wenn Temperaturschwankungen das Meßergebnis beeinflussen können. Für den Operationsverstärker OV2 sind zum Beispiel folgende Typen geeignet: OPA 602, OPA 606, OPA 111, OPA 128, AD 515, TLC 251, TLC 2201, TLC 2272, TLC 89.

Differenzverstärker

Unter einem Differenzverstärker versteht man normalerweise eine Schaltung, die ein zu Masse symmetrisches, floatendes Signal asymmetriert und dazu eventuell noch verstärkt. Diesen Effekt kann man zwar auch mit einem Transistor erzielen, aber OVs sind wesentlich billiger und breitbandiger. Prinzipiell ist jeder OV als Differenzverstärker ausgeführt. Eine besonders einfache Schaltung ist im Bild 34 dargestellt. Ihre Verstärkung beträgt:

$$v = U_a/U_{eq} = R3/R1$$

Diese Gleichung gilt unter der Voraussetzung $R_1 = R_2$ und $R_3 = R_4$. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß zu R_1 und R_2 der Quellenwiderstand des Eingangssignals zu addieren ist. Für Niederfrequenzanwendungen liegt die Größenordnung von R_1 und R_2 bei $10k\dots 100k$. Die gezeigte Schaltung ist unter anderem für den Anschluß eines Piezo-Mikrofons geeignet, das über ein verdrilltes, gemeinsam geschirmtes Kabel (Schirmung an Schaltungsmasse) mit den Eingängen des Differenzverstärkers verbunden wird. Die obere Grenzfrequenz hängt von der Kapazität C des Mikrofons und von den Widerständen R_1 und R_2 ab:

$$f_s = 1/(2\pi \cdot (R1 + R2) \cdot C)$$

Als Operationsverstärker lässt sich in dieser Schaltung beispielsweise den Typ OP 43 einsetzen. In Sonderfällen können zuweilen unterschiedliche Eingangswiderstände erforderlich sein. Die oben genannte Gleichung gilt auch, wenn die Relation $R_3/R_1 = R_4/R_2$ eingehalten wird.

Für Meßzwecke wünscht man sich natürlich einen Verstärker mit einem symmetrischen und möglichst hochohmigen Eingang. Bild 35 zeigt ein Schaltungsbeispiel, das auch für den Anschluß von Kondensatormikrofonen mit einem symmetrischen Ausgang geeignet ist. OV1 und OV2 arbeiten hier als nichtinvertierende Verstärker mit einem Verstärkungsfaktor von:

$$v = 2 \cdot (1 + R_2/R_V)$$

Dieser Zusammenhang gilt unter der Voraussetzung, daß alle vier mit R2 bezeichneten Widerstände den

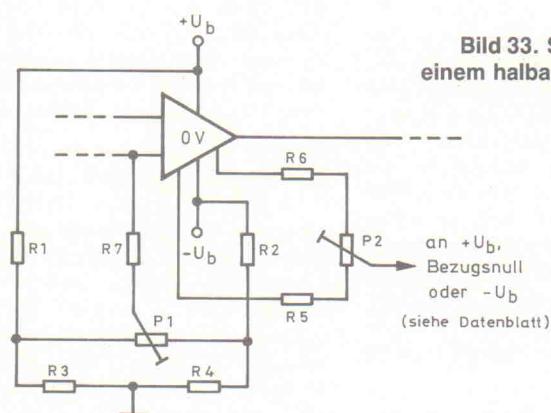


Bild 33. Schaltung mit einem halbautomatischen Nullschwinger

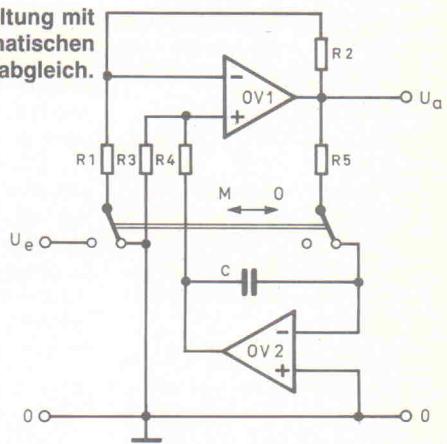


Bild 31. Zwei Varianten zum Kompensieren der Offsetspannung.

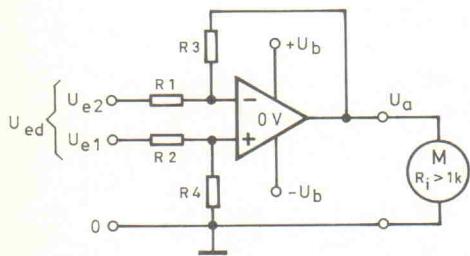
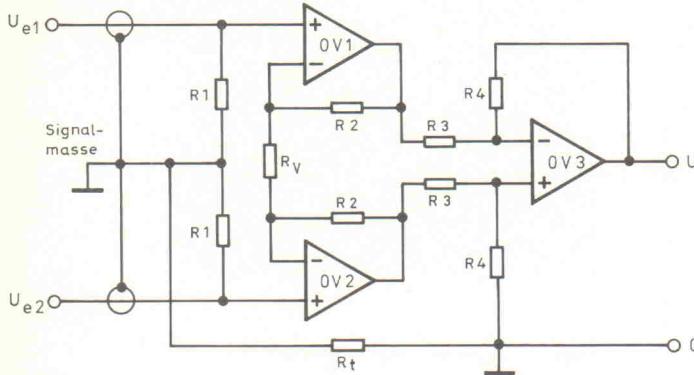
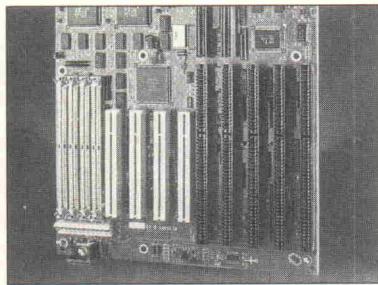


Bild 36. Gebräuchliche Schaltung eines Differenzverstärkers mit drei OVs und einem hochohmigen Eingang.



Das bringen

ct magazin für computer technik



PCI-Chipsätze: Intel kriegt Konkurrenz, die Preise purzeln

Schrifterkennung: Moderne Software-Techniken machen OCR besser

Probleme mit DOS 7: Hat Novell ge-pfuscht oder sind die Anwender zu dumm?

Computer und Lernen: Die Revolution hat schon begonnen

Tintendrucker: Preisgünstige Mono-chrom-Maschinen auf dem c't-Prüfstand

Bild 34.
Differenzverstärker mit einem definierten Eingangswiderstand.

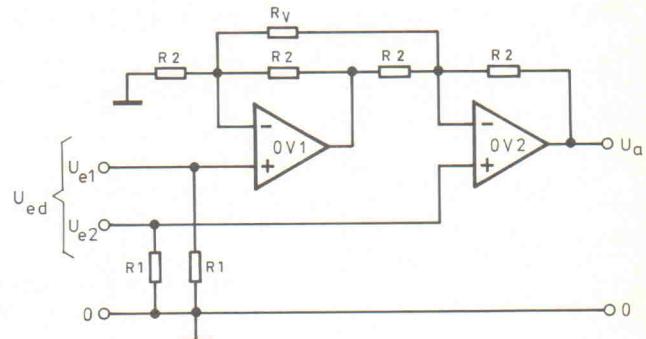


Bild 35.
Differenzverstärker mit zwei OVs und einem hochohmigen Eingang.

gleichen Wert aufweisen. Falls erforderlich, kann man mit R_V die Verstärkung einstellen. Die Widerstände R_1 dienen als Abschlußwiderstand, bei kapazitiven Spannungsquellen ist ihr Einsatz zwingend erforderlich.

Sehr gebräuchlich ist eine Differenzverstärkerschaltung mit drei OVs entsprechend Bild 36. Sie hat den Vorteil, daß ein eventueller Nullabgleich nur an OV3 nötig ist. Bei der Schaltung handelt sich

praktisch um einen Differenzverstärker nach Bild 34, dem jeweils ein Elektrometer-Verstärker vorgeschalet ist. Damit errechnet sich die Verstärkung zu:

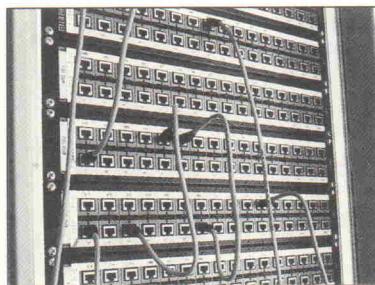
$$v = U_a / (U_{e2} - U_{e1}) \\ = 1 + (2 \cdot R_2 / R_V) \cdot R_4 / R_3$$

Auch hier gilt die Bedingung, daß alle gleich bezeichneten Widerstände den gleichen Wert aufweisen. kb

Hinweis: Fortsetzung in Heft 9/94.

Änderungen vorbehalten

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION



Verkabelung: Die 'Lebensadern' eines Netzes planen, erweitern und verwalten

Datenautobahn: Von der klassischen Telekommunikation zu neuartigen Breitbanddiensten

Report: Integrierte ISDN-Lösungen und Video-Conferencing-Systeme im Überblick

Corporate Networks: Konzeption und Einsatzmöglichkeiten der Sprach- und Datenkommunikation

iX
MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN



Ghostscript 3.0: Vollständige Unterstützung von PostScript Level 2

Animation: Marktübersicht zu Grafikbeschleunigern und ein Programmierbeispiel

TeX(t)-Konverter: Was taugen Wandler von Dokumentenformaten?

Programmiertips: Tips für die C++-Programmierung

Projekt Objektorientierung: Windkanalsoftware in C++

MIDI-Bausätze

Master-
Keyboards
MIDI-Out-Nachrüstungen für
Akkordeons, Orgeln, Tastaturen,
Babpedale ...
MIDI-
Analog-
Sequenzer
MIDI-Expander • Merger
Babpedale • Volumenpedal • Filter
Mischpultautomaten • Interfaces für
MIDI-to-CV/TTL/Relais/SYNC CV-to-MIDI
Alle Bausätze auch als Fertigeräte lieferbar
Ausführliches Infomaterial DM 2 - In Briefmarken

DEEPER
MUSIKELEKTRONIK
GMBH
Lenbachstr. 2 D-82166 Grafelfing
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 85 41 98

Fernstudium

Fernseh-Techniker
Computer-Techniker
Elektronik-Techniker

Ausbildung mit Reparatur- und Servicepraxis. Haupt-/Nebenberuf oder Hobby. Die Ausbildungskosten sind niedrig und machen sich schnell bezahlt.

Info-Mappe kommt sofort von:
FERN SCHULE WEBER
Abt. 7 - 12
26192 Großenkneten - PF 21 61
Tel. 04487/263 - Fax 04487/264

★ CAD-Layout-Service ★

Komplett mit Dokumentation / Stromlaufplan
Qualität zum marktgerechten Preis

Klaus Müller · Technisches Büro
Mitglied im Fachverband Elektronik-Design e.V.
Tel. 08142/9483, Fax 08142/9344, 82194 Gröbenzell, Birkenstr. 15

μ-BASIC/51-Compiler - Assembler/51
MIDI/RS232 - 80C535 -
51-er Mikro-Controller-Entwicklungs-Systeme

μ-BASIC/51-Compiler

1 Strukturiertes BASIC
• 32-Bit Fließkomma-Arithmetik • Komfortable Stringfunktionen • Für alle 51-er Mikrocontroller geeignet • Zellennummernfrei • Dynamische Speicher-Verwaltung • Small & Large Memory-Modelle • Trigon. Funktionen • Symbolisch lösbarer Code • Interrupts • Deutsches Handbuch

Assembler/51-Paket

2 Makrosassembler
• Symbolischer Linker • Komfortabler Source-Level-Debugger • RS232/MIDI Kommunikationsbibliothek bis 115kBaud • Shell mit Projektmanager • Viele Demos: 2-Schrittmotorsteuerung, LCD-Display, Sprach-Synthesizer... • Deutsches Handbuch

Hardware (Bausatz)

3 80C535-Controller (emuliert z. B. 8031, 8032, 8751...) • 8 A/D-Wandler bis zu 10 Bit • je 32KB RAM + EPROM • Serielle RS232- und MIDI-Schnittstelle • 7-25 Volt, 30mA • 40 I/O Ports • Eigenes Betriebssystem als Sourcecode • Inkl. aller el. & mech. Bauteile, EPROM fertig gebrannt

Preisbeispiele:
Komplettes Assembler-Entwicklungs-System, Software für PC oder ATARI, inkl. Hardware: **228,-**
Dlo., inkl. μ-BASIC Compiler, Sw. für PC oder ATARI: **357,-**

Versand NN 8.50, Vorkasse (Scheck) 5 - Lieferungen ins Ausland und Lieferungen auf Rechnung (nur öffentl. Einrichtungen und Großfirmen) Preisaufschlag 3% und 3% Skonto (7 Tage) auf Anfrage.

Telefonzeiten: Mittwochs: 9h-11h, 15h-18.30h
Montags & Freitags: 9h-11h, 13h-15h
0721 / 98 88 49-0 Fax / 88 68 07

WICKENHÄUSER ELEKTROTECHNIK
Dipl.-Ing. Jürgen Wickenhäuser
Rastatter Str. 144, D-76199 Karlsruhe

Kostenlose Info anfordern!

TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA
Anpassungsrafo für 100 V System
Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor
FLETRA-Transformatoren
Nürnberg Str. 13, 91221 Pommelsbrunn
Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

MÜTER

Degausser
macht farbreine Bildröhren
CBE DM 126,-

Allergiker-Hilfe
gegen Rauch, Pollen, Hausstaub
ION 2 DM 157,-

VDE-Kombi-Tester
für Elektro, TV, Audio, Computer; VDE 0701, Teile 1 bis 240;
SP 701 DM 555,-

Neu! Trenn-Trafo
TT 500 DM 447,50

Infos kostenlos
Ulrich Müter GmbH & Co. KG
Krikeddilweg 38, 45739 Oer-Erkenschwick
Tel. (02368) 2053, Fax 57017

Regenerier-Computer
Die NEUEN von Müter machen verbrauchte Bildröhren hell wie neu; auch alle Problem-Röhren, wenn alte oder andere Geräte versagen.

Audio-Meßplatz
ersetzt 16 Geräte; leichte Bedienung; Buchsen jeder Norm; misst wirklich alles; AT 2 DM 1263,-

Regel-Trenn-Trafos
1100VA o. 650VA, 270V, RTT 2 803,- RTT 3 677,-

Testbildsender
VHF, UHF, S-Kanäle, 7 Bilder, RGB, Scart, Kreis CSG 5 1103,-

Rechner clever nutzen

Stefan Rau / Christoph Gießeling

HP 28S/48

Programme für Mathematik und Elektrotechnik

Wer mit seinen Taschenrechnern HP28S oder HP48 Probleme aus den Bereichen Mathematik und Elektrotechnik in Studium und Beruf lösen möchte, ist mit Raus und Giebelinks Werk bestens bedient. Sie stellen u. a. eine Uhr, Spiele, Demos und viele Utilities vor. Zu den Highlights gehören:

- Spline-Interpolation;
- Polynomdivision;
- grafische Darstellung eines Frequenzganges;
- Optimierung logischer Ausdrücke;
- Datenbank;
- Digital-Analog-Uhr auch für HP28S.

Die Lektüre von **HP 28S/48** gibt eine Menge Anregungen für eigene Programmierideen.

1. Auflage 1994
Broschur, 208 Seiten
mit Diskette
DM 58,-/öS 452,-/sfr 58,-
ISBN 3-88229-031-5

Im Buch- und Fachhandel erhältlich

C.031-5 1/2h

HEISE

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

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1991 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefaßt beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6502 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regelns gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlkarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optoentkoppelt oder über Relais). Darüberhinaus auch Buserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen eine sehr weite Auswahl an preiswerten Universalprogrammiergeräten. Sowohl GAL- und EPROM-Programmierer, als auch Universal-Programmierer. Allein an Universal-Programmierern bieten wir Ihnen MM-PROTOOL von Seng, der in ELRAD 4/93 vorgestellt wurde für 1148,- DM, ALL-03A und ALL-07 von HILO-Systems ab 1498,- DM und ChipLab-32 und ChipLab-48 von DATA I/O ab 2059,- DM. Fordern Sie Unterlagen zu diesen Geräten an, oder informieren Sie sich über unsere Mailbox.

KAT-Ce 68332

Die neue KAT-Ce mit 68332-CPU. Erstmals vorgestellt von Hans-Jörg Himmeröder in ELRAD 3/94 und 4/94. Europakarte in 4-Lagen-Multilayer. Betriebssystem wie die bekannte Software zu den bisher in der c't veröffentlichten KAT-Cen 1.3, 1.4 und 70, also auch mit Pascal-Compiler.

KAT332-LP	Leerplatine, ohne Software	118,- DM
KAT332-LP/SW	Leerplatine, mit Software	257,- DM
KAT332-BS1	Bausatz mit 64KB RAM, jedoch ohne 82684, MAX244, RTC und Akku	398,- DM
KAT332-BS2	wie BS1, jedoch mit 82684, MAX244, RTC und Akku	598,- DM
KAT332-BS1/SW	wie BS1, jedoch mit Software	498,- DM
KAT332-BS2/SW	wie BS2, jedoch mit Software	698,- DM
KAT332-FB1	wie BS1, jedoch Fertigkarte	498,- DM
KAT332-FB2	wie BS2, jedoch Fertigkarte	698,- DM
KAT332-FB1/SW	wie FB1, jedoch mit Software	598,- DM
KAT332-FB2/SW	wie FB2, jedoch mit Software	798,- DM
32-Term/PC	spez. Terminalprogramm für PC	15,- DM
32-Term/ST	spez. Terminalprogramm für Atari	15,- DM
323-DAT/S 3	Motorola-Datenb. zu 323 CPU/TPU	46,- DM

LOGIC-ANALYSATOR 50-32

Der Logicanalysator als PC-Einstektkarte! Vorgestellt von Jürgen Siebert in ELRAD 3/94. Sowohl als Fertigkarte als auch als Bausatz erhältlich in zwei Versionen, die sich nach der Anzahl der triggerbaren Kanäle definieren. Es können 16 von 32 Kanälen (Version A) oder sämtliche 32 Kanäle (Version B) getriggert werden.

LOG50/32AAB	Teilbausatz für Version A. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	378,- DM
LOG50/32BBS	Teilbausatz für Version B. Enthält Leerkarte, LCA, GALs, SW u. Endblech	448,- DM
LOG50/32AFB	Fertigkarte Version A, mit Software	498,- DM
LOG50/32FB	Fertigkarte Version B, mit Software	598,- DM
LOGAMV/LP	Leerplatine für aktiven Meßverstärker	29,- DM
LOGAMV/FB	Fertiger Meßverstärker mit Kabeln	107,- DM

CM-51

Recht kleines (79mm x 64mm), komplettes Rechnermodul mit 80C31 (DIL-Gehäuse) und 32KB stat. RAM. Speicherplatte für bis zu 64KB EPROM bzw. RAM/EEPROM. Watchdogtimer, RS232, Adress-GAL. Taktfrequenz 11.0592 MHz.

CM-51/1	Rechnermodul mit 80C31, mit Handbuch	198,- DM
CM-51/10	10 Stück 80C31-Rechnermodule, 1 Handbuch	1680,- DM

CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz), 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sind onboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5V/100 mA.

CP-537M-3/A	Fertigkarte ohne RAM, EPROM, RTC und seiti. Stiftleisten	360,- DM
-------------	--	----------

BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und BasControl). Das mit BXC 51 kompilierte Interpreter-Programm ist um bis zu Faktor 50 schneller als das Interpreter-Programm. BXC 51 übersetzt den Basic-Text zunächst in ein 8051-Assembler-Quellenprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-Hex-File übersetzt.

- Die Eigenschaften von BXC 51:
- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 80535, 80552.
- Sprachumfang kompatibel zur 8052AH-Basic-V.1.1-Version
- Schutz des übersetzten Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung 100% – 500% im Vergleich zum Basic-Interpreter-Programm.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellenprogrammes.
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.
- Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbare.
- Handbuch in englisch – hotline in deutsch.

895,- DM

... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,- DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,- DM
SYS8052 Toolbox /MS-DOS	245,- DM
COMPRETRER-52 Komfortable Entwicklungssoftware für 8052.	
MS-DOS- oder WINDOWS-Version	298,- DM
A-51 Assembler/Keil	690,- DM
C51 Professional Kit/Keil	4542,- DM
C51/A51/BL51/RTX51/dSOPE51/-EDIT	4503,- DM

UCASM — univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in der mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alle-Prinzip“.

Mit dem Cross-Assembler UCASM 7.1 steht dem Anwender ein sehr preiswertes und höchst universelles Software-Werkzeug für den gesamten 8-Bit-Bereich zur Verfügung, das mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit arbeitet.

UCASM 7.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 verschiedene 8-Bit-CPU/Controller (incl.Z 280).

UCASM V.7.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Bit-Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang. 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch

248,- DM

ZWERG 11

Unser allerkleinsten Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerp 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgebung.	ab ca. 250,- DM
ZWERG 11 ohne Software ab	99,- DM
10 St.	720,- DM

NEU: ZWERG/Plus mit 32K RAM und 32 K EEPROM. Bitte Info anfragen.

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerte HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatine	64,- DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,- DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,- DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,- DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,- DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,- DM

MOPS11/V.2.1 in allen Lieferformen im Katalog

MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Varianten: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extra light“ (XL). Zu diesen neuen Moppen ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Varianten umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebsystems erschienen.

Die Preise:		
MOPS-L-LP	Leerplatine	59,- DM
MOPS-XL-B5	Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,- DM
MOPS-L-B5	wie XL-B5 zuzüglich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,- DM
MOPS-L-FB	Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,- DM
MOPS-BX/L	MOPS-Betriebssystem für XL- u. L-Version für PC	90,- DM

IC11B

Nur Scheckkartengroßer (Aufsteck-) Rechner mit Motorola 68HC11A1-Controller, 32KB stat. RAM, 32KB Eprom-Socket und Reset-Controller. Optional ist die RTC4553 mit Batterie möglich. Stromaufnahme 5V/35mA.

IC11B	Fertigkarte, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11BOPT	Option RTC und Batterie	39,90 DM
IC11MAN	Handbuch zum IC11B	34,20 DM
IC11ENT	Entwicklungssystem zum IC11B. Enth. IC11B mit 64KB RAM, Handbuch, PC-Crossassembler, Monitor im EPROM, Terminalprogramm, IF232LP-Modul, RTC und Batterie	399,- DM

PICSTART

Der ganz schnelle Einstieg in die PICs: original Microchip PIC-START-Kit! Enthält Programmierer, Crossassembler, Simulator, Datenbücher und zwei „Probe-PICs“ 16C57 und 16C71 (lösbar).

PICSTART/16B original Microchip Starterkit 348,- DM

mcm166-ENT

Entwicklungspaket mit 80C166-Modul. Das Entwicklungspaket enthält 1 Stück 80C166/40MHz-Modul mit 64 KB stat. RAM und Handbuch, 1 Stück ASM-166 LowCost-Assembler und Handbuch, 1 Stück EM166-Monitorprogramm im EPROM und Handbuch.

mcm166-ENT Entwicklungspaket 80C166 1148,- DM

HiLo-UpGrade-Aktion!!

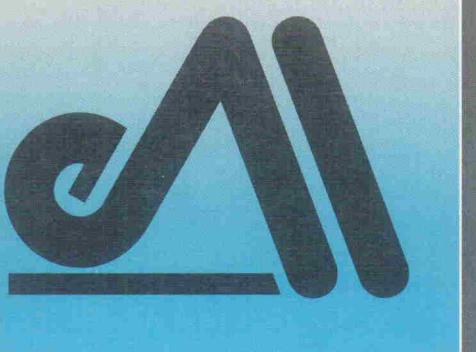
Zusammen mit HiLo-Systems können wir unseren Kunden zum zweiten Mal eine „UPGRADE-AKTION“ anbieten. Sofern Sie bei uns oder unseren autorisierten Vertriebspartnern innerhalb der letzten 5 Jahre einen ALL-01, einen ALL-02- oder einen ALL-03 gekauft haben, können Sie diesen unter Zuhilfenahme von 1150,- DM (incl. MwSt.) in einen brandneuen ALL-07 umtauschen. Der neue Programmierer hat volle Garantie und Sie haben natürlich für ein Jahr kostenlose Zugriff auf unsere Update-Mailbox. Diese Aktion ist zeitlich begrenzt und gilt nur für Programmierer mit offizieller deutscher Seriennummer.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH	0 30/4 63 10 67
W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold	0 41 54/28 28
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97	05 31/7 92 31
Mailbox 0 52 32/8 51 12	0 69/5 97 65 87
oder	
BERLIN	0 7154/8160810
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	0 51 51/7 92 31
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
STUTTGART	0 7154/8160810
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	0 3 41/2 13 00 46
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	0 22 22/50 21 27
NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39

Platinen & Software

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gehobt und mit Lötkontakten versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten und Programme stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert: oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer, E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die ELRAD-Redaktion jeweils mittwochs von 10.00 – 12.30 und 13.00 – 15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/53 52-400.



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.: 05 11/53 72 95
Fax: 05 11/5 35 21 47
Telefonische Auskünfte nur
von 9.00 – 12.30

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
PC-Projekte					
Byte-Former Seriell/Parallelwandler IEEE488-PC inkl. GAL	86 101 46/ds	39,00			
	019-695/ds/E	73,00			
Uni Count Timer/Zählerkarte EPROM-Simulator	111-904/ds	70,00			
	040-816/ds/E	68,00			
— Anwendungssoftware	S040-816M	29,00			
Achtung, Aufnahme					
— AT-A/D-Wandlerkarte inkl. 3 PALs + Recorder (Assemblerroutinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Vollständige Aufnahmesoftware D1 und D2 (mit On-Line-Filtrierung)	S100-855M	78,00			
— Event-Board inkl. PAL	100-856/ds/E	89,00			
Unik Hochspannungsregeneratorkarte	082-931	70,00			
Mpeg PC-Audiofrequenzsystem					
— 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)					
Betriebsoftware auf drei 5,25"-Disketten	S 061-884 M	35,00			
UniCard PC-Multifunktionskarte	041-877	70,00			
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
Hotline PC-Spektrum-Analyser					
— RAM-Karte inkl. Analyse-Software	091-894/ds	64,00			
— 16-Bit-ADC-Karte	101-897/ds	64,00			
— 12-Bit-ADC-Karte	101-898/ds	64,00			
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00			
Oszillograph PC-Speicherzilloskop					
— Rechnerplatine					
— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)					
— Netzeilplatine					
— EPROM					
— Betriebsoftware für den PC, Mac oder Atari	102-933	250,00			
— A/D Wandlerplatine	102-934	64,00			
GAL-Brenner					
— GAL Brenner Platine					
— GALEO-Software	112-937	84,00			
SendFax-Modem					
— Platine	071-891/ds	64,00			
— EPROM		25,00			
Messfolio Portfoliowerungen					
— 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					
— Anwendungssoftware	023-970	398,00			
InterBus-S-Chauffeur					
— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware	043-971	395,00			
Fuzzylord Fuzzy-Entwicklungsyste					
— 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			
PC-CAN					
— Platine, Monitor-EPROM					
— 2 GALs, Treibersoftware	123-1006	228,00			
PC-LA PC-Logikanalysator					
— Platine, GAL-Satz					
— LCA, Montageblech					
— Windows-Software					
— Vorverstärkerplatine	034-1010	448,00			
— High Noon					
— PC-Analog-Interface					
— Platine+ 4 GALs + Testsoftware	064-1021/ds	198,00			
Sparschwell					
— Low-Cost-IEEE-488-Board					
— Platine + Diskette	074-1022	45,00			
Software					
Flowlearn Vers. 2.6.					
Regelungssimulationsprogramm					
— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette					
LabPascal Softwarepaket für die Meßtechnik					
— Offline-Version					
— Online-Version mit integr. Treiber, wahlweise 'Achtung, Aufnahme', Wandelboard oder Stecker A/D 'UniCard' oder MultiPort					
Mikrocontroller-Projekte					
MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11					
— Platine					
— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)					
— Entwicklungsumgebung					
— PC-Diskette inkl. Handbuch					
MOPSlight Miniboard f. 68 HC 11					
— Platine und Software					
MOPS Talk					
— Platine und Betriebssoftware EPROM					
IE3-IF-Modul IEEE-488 Interface für EPROMs					
Von A bis Z 80					
— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs					
— Emulator-Platine					
535-Designer 80535-Entwicklerboard					
BasicControl 8052 EPC-Platine inkl. GAL					
Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL					
Z-Maschine mit Z280					
— Platine, Mach110, Monitor					
TASK 51 Multitasking f. 8051					
— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch					
51erKombi inkl. GAL					
Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141					
— Platine inkl. Trafo					
Bus-Depot Interbus-S-Controller					
— Platine inkl. SuPI II und Handbuch					
Vport-152/k Bitbus-Controller					
— Platine inkl. Monitor-EPROM, Handbuch und Terminalprogramm					
— Bitbus Master-EPROM					
— Bitbus Slave-EPROM					
— IF-Modul Platine RS-485					
— IF-Modul Platine RS-232/Strömschleife					
— PIF-Modul Platine, seriell					
— PIF-Modul Platine, parallel					
Reg Regular					
— Miniproz.-Controllerplatine Win Reg.-Simulationsprogramm Betriebsprogramm-EPROM					
PIC-Programmer V.2.0					
— Platine					
— Betriebssoftware EPROM					
— Betriebssoftware PC-Diskette					
— PIC-Adapter (2-Platinensatz)					
— PIC-Simulator					
— PIC-Evaluationskarte					
KatCe 68 32Z					
— Platine, EPROM-Satz					
— PC-Terminalprogramm					
— Handbuch					
CANTate CAN-Bus-Knoten					
— Platine					
— Update-EPROM f. PC-CAN					
Audio-Projekte					
Röhren-Endstufe mit EL84					
— Endstufe					
— Netzteil					
SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer					
— Beigordner					
µPA					
MOSFET-Monoblock					
Mpeg PC-Audiofrequenzsystem					
— Platine inkl. Testsoftware					
IR-Fernbedienung					
— Sender/Empfänger inkl. Netzteil					
— Motorsteuerung					
Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler					

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Atari-Projekte		
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
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszilloskop 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
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Hameg-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuersoftware	S101-899A	30,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, 1EPROM und Software	033-966/ds	179,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
ST-MessLab		
— Platinensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		
Sonstige Projekte		
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Mode-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 optoentkoppelt	013-940	25,00
Her(t)zflimmern 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
Stellvertreter Konverter RS-232/IEEE-488		
— Platine, Firmware-EPROM	024-1008/ds/E	89,00
VMEconomy		
— 12-BitA/D-Wandlerkarte für den VME-Bus		
Platine und GAL	064-1019/ds	129,00
Entwicklungs hilfe		
— 64 KWorte Speichererweiterung für DSP-Starter-Kit + GAL	064-1020/ds	79,00
24 fixe Sterne		
— Träger-Board für NavCore V	074-1023	68,00

CAN - TOOLS

- PCCAN - intelligente PC-Karte, inkl. Software in SRC-Code **DM 825**
- Scheckkarte (HC11/CAN) Scheckkartenrechner inkl. Kommunikations- und I/O-Routinen **DM 265**
- CANMon Monitor für CAN-Bus unter Windows **DM 298**
- CAN-Messbox für Industrie-einsatz, 8x12-Bit Analog-In, (opt. 16 Bit), 2x12Bit Analog-Out, 2 x Relay-Out, 4 x dig-In (optional Visualisierung) **DM 918**
- SLIO-Knoten (Elrad 4/5 94) **DM 391**
- Starterkits

Ing.-Büro Sontheim

Mittere Eicher Str. 49 - 78435 Kempten
Tel 0831-18230 Fax 0831-22921

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der direkte Draht

Tel.: (05 11)
53 52 - 4 00

Technische Anfragen:
mittwochs

10.00 bis 12.30 Uhr

und

13.00 bis 15.00 Uhr

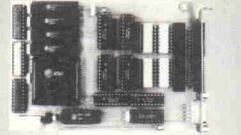
Telefax: (05 11) 53 52-4 04

PC - Messtechnik Entwicklung & Vertrieb

AD, D/A und TTL-I/O Karten (kleiner Auszug)
AD 12 LC 16 Kanal: 35js mit ADC574, 8 TTL-I/O 269.
AD 12 Bit Karte 257/μs, 4 s8h, 16 ch, 16 TTL-I/O 598,-/749.
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298.
48 TTL I/O Karte mit 2x SPI 8255, 2 LED 129.
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 2 TTL-I/O 248,-/339.
OPTO-1 Optokopplerkarte mit 16 N OUT 369.
TIMER-1 Karte mit 9 x 16 Bit Timer und 8 TTL-I/O, IRQ 298.
TTY-2 Karte, COM1, 4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5 349.
3'24Bit I/O Drehgeber Karte mit TTL-Eingängen 549.
UNITIMER Karte mit individuell progr. Timer/Counter 598.
LOGIC100/32 Logic-Analyser, 100 MS/s 749.

Neu: Logikanalysator

- 50 MSamples/s
- 32 Kanäle
- kurze PC-Einsteckkarte



schnell ab DM 498,-

AB-7	X	X	X	X	X	X	X	0
DD-7	X	X	X	X	X	X	X	50
DD	X							
D1	X							

Meßmodule für die Parallele Schnittstelle
Parallel-Modul mit 48 TTL-I/O und 16 Bit Counter 298.
Parallel-Modul mit 8 Relais und Schraubklemmen 298.
Parallel-Modul mit 8 Optokoppler-Eingängen 298.
Parallel-Modul mit 16'A/D, 12/16Bit, 35μs 498,-/598.
Parallel-Modul mit 2'D/A, 12 Bit, 0...10 Volt 498,-

QUANCOM

Heinrich Esser Str. 27 D-50321 Brühl
Tel.: 02232 / 9462-0 Fax: 9462-99
NEU: Info-System per Modem: 9462-98



LaserTechnik GmbH

Lasern statt Fräsen? ist Anlagen umrüsten? Wo? Bei uns!

Zum Nach-/Umrüsten benötigen Sie:

Unsere CO₂ Rohre von 5-20 Watt,

ein entsprechendes Netzteil, eine

Linse, ein paar Spiegel.

Materialkosten für

20 Watt weniger als **DM 3500,-**

Eine Investition, die sich lohnt!

CO₂ Rohre ab 2 Watt, für Laserbe-

schriftung, Textilbearbeitung, z. B.:

QJC-250, 2 Watt **DM 610,-**

QJC-600, 15 Watt **DM 1334,-**

CO₂-Netzteil für Rohre bis 20 Watt,

einstellbarer Strom, **DM 998,-**

Ge Linsen, antireflex beschichtet,

f=75/100/150mm **DM 287,50**

YAG-Stäbe 0,7 % dotiert, verspiegelt,

35%/99,6% D 4 x L50 mm **DM 593,-**

D 6,3 x L65 mm **DM 730,-**

Rubin-Stäbe fertig verspiegelt, 50%/99%

D 4 x L 50 mm **DM 1299,-**

D 5 x L 65 mm **DM 1515,-**

Laserspiegel, breitbandig, 94% Reflektion,

z.B.: 10 x 10 x 1 mm **DM 9,70,-**

25 x 25 x 1 mm **DM 13,50**

Sie wollen mit Lasern werben? Unser

Topangebot ist unser Scanningsystem mit

Galvo nometern und kolimierter 630nm-4

4mW Laserdiode komplett **DM 5850,-**

Neu! Unser Holographiekit "HoloBox", mit allen Teilen, ohne Laser nur **DM 298,-**

Sie hätten gerne unseren neuen Katalog? Mit DM 5,- (in Briefmarken) sind Sie dabei. Besuchen Sie uns doch einmal! (Bitte um Voranmeldung)

GTU LaserTechnik 76534 Baden-Baden
GmbH Im Lindenbosch 37 Tel. 07223/58915
Fax 07223/58916

es-Lasersysteme Dirk Baur
Berggasse 10
D-72110 Mössingen
Tel 07473/7142 u. 24445
Fax 07473/24461



Laser und Zubehör
Umfangreichen Katalog "Laserworld 94"
gegen 5,- DM Briefmarken anfordern!

Karl-Heinz Müller Elektrotechnische Anlagen

Wagenfelder Str. 2 Telefon 05773 / 1663 Fax 8455 32381 Stemwede-Oppenwehe

Ihr Elektronik-Spezialist

NEU: jetzt umfangreiches Fernbedienungsprogramm in allen Preisklassen, sowohl programmierbar, als auch vorprogrammiert. Z. B. Top Tel 1 + 2, One for all etc.
Und ganz aktuell: Das CD-Reparatur- und Reinigungs-Set, sowie die neue Metex-Dual-Display-Serie



Weiterhin bieten wir zu günstigen Preisen:

- Mischpulte
- Netzgeräte
- Lötarbeit
- Alarmanlagen
- Anzeigegeräte (analog, LED, LCD)
- Meßgeräte (analog + digital)
- Print-Halo- und Ringkerntrafos
- Knöpfe, Griffe, LED's etc.
- Telefone mit Zubehör
- Gehäuse
- und vieles mehr

Fordern Sie unseren Katalog mit Preisliste an (Nur gewerbliche Anfragen)



Pop electronic GmbH
Postfach 220156, 40608 Düsseldorf
Tel. 0211/200023-34
Fax 0211/2000254



ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1

6917024  **CONRAD**
Center
Hosenheide 14-15
10967 Berlin
030/6917024

Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

Postleitbereich 2

balü
electronic
20095 Hamburg
Burchardstraße 6 - Sprinkenhof -
Tel. 040/33 03 96
24103 Kiel
Schülperbaum 23 - Kontorhaus -
Tel. 0431/67 78 20

291721  **CONRAD**
Center
Homburger Str. 127
22083 Hamburg
040/291721

Elektronische Bauelemente HiFi
Computer Modellbau Werkzeug
Meßtechnik Funk Fachliteratur

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
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst
Tel. 04221/17768
Fax 04221/17669

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
Kaisersstraße 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**
Center
Goseriede 10-12
30159 Hannover
0511/1319811

Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
30451 Hannover · Limmerstr. 3-5
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

ELSA - ELEKTRONIK


Elektronische Bauteile und Geräte,
Entwicklung, Wartung, Groß- und
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse
für die Elektronik, Lernsysteme
N. Craesmeyer, Borchner Str. 16, 33098 Paderborn
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE - COMPUTER


Berger GmbH
Heeper Str. 184+186
33607 Bielefeld
Tel.: (0521) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (0521) 32 43 33 (Bauteile)
Telex: 9.38.056 alpha d
FAX: (0521) 32 04 35

Armin Hartel
elektronische
Bauteile
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 Tel. 06 41/2 51 77
35398 Giessen

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 41065 Mönchengladbach
Telefon 021 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 41236 Mönchengladbach
Telefon 021 66/42 04 06

K **KUNITZKI**
ELEKTRONIK
Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 020 65/633 33
Telefax 028 42/426 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



Uerdinger Straße 121 · 47441 Moers
Telefon 028 41/32221

238073  **CONRAD**
Center
Viehofer Str. 38-52
45127 Essen
0201/23 8073

Elektronische Bauelemente HiFi
Computer Modellbau Werkzeug
Meßtechnik Funk Fachliteratur

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hohenzollernstr. 22
Tel. (0231) 16863

Postleitbereich 7

2369821  **CONRAD**
Center
Eichstraße 9
70173 Stuttgart
0711/2369821

Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug •
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
74072 Heilbronn

Postleitbereich 8

2904466  **CONRAD**
Center
Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Tel 29
80331 München
089/2 90 44 66


JANTSCH-Electronic
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 083 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Postleitbereich 9


Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Instr. 23
... immer ein guter Kontakt!

30-111  **CONRAD**
Center
Klaus-Conrad-Str. 1
92240 Hirschau
096 22/30-111

Elektronische Bauelemente HiFi
Computer Modellbau Werkzeug
Meßtechnik Funk Fachliteratur

Radio - TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 90402 Nürnberg
Ruf (0911) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

263280  **CONRAD**
Center
Leonhardstr. 3
90443 Nürnberg
0911/26 32 80

Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur

Frequenzzähler

- Ideal für Service und Labor
- Batterie und Netzbetrieb
- 5 Hz bis 1300 MHz
- 0,0001 mHz Auflösung
- Große 8 Digit-Anzeige

Modell PFM 1300
Bestell-Nr. 102/229
Versand per Nachnahme
od. Verrechnungs-Scheck
zzgl. Porto u. Verpackung

Sofort lieferbar!
DM 298,-
zuzüglich MwSt.



Telemeter Electronic GmbH
Posthof 4, 86609 Donauwörth
Tel. 09 06 / 7 06 93-0, Fax 2 17 06

PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal	DM 139,-
1x12Bit DA: upp 0-9V, bsp. 9-9V, 500ns. 16x1Bit AD: 8bit, mit 25-Pin Kabel und Software	
AD-D A Karte 16 Bit 16 Kanal	DM 329,-
1x14Bit DA: 2bit, 1x14Bit A/D: 2bit, upp. 8Bit, bsp. 9-9V, 500ns. mit 25-Pin Kabel und Software	
Relais I/O Karte	DM 299,-
16 Relais (5V/1A out und 16 Photo-in)	
B255 Parallel 48 x I/O Karte	DM 82,-
48 x 10 max 2MHz, 3x16Bit 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 IRQ-15 oder mit 16550	
PC-Disk 128/384/512/1024/4096K	ab DM 119,-
SRAM/PROM selbstbootend	

JÜRGEN
MERZ
COMPUTER & ELECTRONIC

Lieferprogramm kostenlos
Änderungen und
Zwischenverkauf vorbehalten:
Lieferung per UPS-Nachnahme
+ Versandkosten

4 9 5 3 6 Lienen
Lengericher Str. 21
Telefon 05483 - 1219
Fax 05483 - 1570

16C5x u. 16C84 Simulator

Wirklichkeitsnahe Simulation der µC 16C54 - 16C57 u. 16C84 von Microchip auf dem PC.

- sichere, bequeme Mausbedienung
- alle CPU-Zustände auf einen Blick
- "Anschluß" div. Signalgeneratoren
- wechseln der I/O-Pegel im GO-Modus
- 31 Funktionen, Beispieldateien

incl. Assembler nur **DM 149,50**

+ Versand: NN DM 11,00; Vork. DM 4,00
16C5x-Programmiergerät nur DM 199,-
>>Upgrade: Originaldiskette und DM 20,-
Außerdem: Z80-EMULATOR nur DM 649,-

INGENIEURBURO
LEHMANN
Fürstenbergstr. 8a, 77756 Hausach,
Telefon und Fax (07831) 452

GALEP-II Pocket-Programmer



- Der kleinste professionelle GAL/EPROM-Programmer!
- Netzunabhängig - läuft mit Wechselakkum oder Batterie
- Laptop-tauglich - PC-Anschluß über Druckerport
- Blitzschnell - z.B. 27C512 verify 4 Sek., brennen 13 Sek.
- Komfortable Software mit Split/Shuffle-Funktion, Hex-Editor, PAL-zu-GAL-Konverter und GAL-Assembler
- Brennt EPROMs/EEPROMs von 2716 bis 274001
- Brennt GALS 16V8, 20V8, 18V10, 20RA10, 22V10, 6001
- Adapter für Microcontroller und PLCC-Gehäuse (Option)
- Dateiformate: JEDEC, binär, Intel/Hex, Motorola-S

GALEP-II Set mit Netz/Ladegerät .. **DM 633,-**

Adapter für 8751/8752 DM 172,- für 647180 DM 286,-
für LCC-EPROMs DM 286,- für PLCC-GALS .. DM 286,-

SCONITEC DATENSYSTEME
64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • fon 06071-92520 • fax 06071-925233

Compiler für die 8051-Familie

Leistungsfähige Werkzeuge zur Programmierung

PASCAL & C

int. Entwicklungspakete mit:

- SAA-Bedienoberfläche
- Editor
- C- oder Pascal-Compiler
- Macro-Assembler
- Simulator
- Linker/Locator
- Standard-Library
- Floating-Point-Library
- umfangreiches Hilfesystem



- schneller, kompakter Code
- diverse Optimierungen
- Make-Funktion
- Hochsprachen-Debugging
- Hotline und Updateservice

SYSTEM51-P: 2012,50 DM
SYSTEM51-C: 2012,50 DM
DEBUG51: 977,50 DM

Bitte fordern Sie ausführliche Informationen mit Demo-Diskette an!

Soft- und Hardwareentwicklung
Jürgen Engelmann & Ursula Schrader

Am Fuhrengelgehege 2, 29351 Eldingen, Tel. 05148/2 86, Fax 05148/8 53

Signalprozessor & A/D-D/A-Karten und Software



MuD16/DA

Multichoice mit 16 Differenz-Eingängen, 333.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereiche 0-10 V, ±5 V, ±10 V, 12 Bit Auflösung, Speichertiefe 2048 Meßwerte, 24 Digital-Ein-/Ausgänge, 4-Kanal-

12-Bit-D/A, Wandlungsraten 300 kHz, wahlweise Strom (0-20 mA, 4-20 mA) oder Spannung (0-10 V, ±5 V, ±10 V). **2988,48**

MuS32/DA

Multichoice mit 32 massebezogenen Eingängen, technische Daten wie oben.

2.988,48

MuD16/O

Multichoice mit 16 Differenz-Eingängen, 333.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereiche 0-10 V, ±5 V, ±10 V, 12 Bit Auflösung, Speichertiefe 2048 Meßwerte, 24 Digital-Ein-/Ausgänge, Abmessung: 330 mm x 110 mm x 12 mm

2.412,18

MuS32/O

Multichoice mit 32 massebezogenen Eingängen, technische Daten wie oben.

2.412,18

Die Basisadresse ist allgemein auf \$3000 eingestellt. Sollten Sie eine andere Basisadresse wünschen, ist dies bei der Bestellung anzugeben.

PC-DSP-56-1

Signalprozessorkarte Motorola 56001, 27 MHz, 24*64 kByte Speicher

1.952,70

PC-DSP-56-2

Signalprozessorkarte Motorola 56002, 50 MHz, 24*64 kByte Speicher

2.182,70

MH_DSP

Multifunktionskarte Motorola 56002 Signalprozessor, 50 MHz, 24*64 kByte Speicher, 32 massebezogene Eingänge, 320.000 Messungen/sec, Eingangsspannungsbereiche ±5 V, ±10 V, 12 Bit Auflösung, optional 8 Kanäle mit simultanen S&H, Übergabespachertiefe zum PC-Bus 2048 Meßwerte, 16 Digital-Ein-/8 Ausgänge, 4-Kanal-D/A, 12 Bit Auflösung, 150 kHz Wandlungsraten, ±10 V Ausgangsspannung, Timer AM9513, Timer NEC8254, Abmessung: 178 mm x 119 mm

1.1385,-

VMEconomy (siehe Projekt ELRAD 6/94)

16 Single-Ended o. 8 Differenz-Eingänge, 100 kHz Abtastrate, 12 Bit Auflösung, Speichertiefe 2048 Meßwerte, 16 Digital-Ein-/Ausgänge, Leerplatine inkl vier GALs und Abgleichprogramme

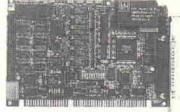
798,-

129,-

Zu allen Karten bieten wir kundenspezifische Lösungen und Entwicklungen auf Anfrage an sowie komplett Datenerfassungssysteme. Es ist für alle Karten Standard Software zur Meßdatenerfassung erhältlich sowie kostenlose Windows-Treiber. Auf alle Karten 12 Monate Gewährleistung.

S & H E. Goldammer GmbH

38440 Wolfsburg, Schubertring 19, Tel. 053 61/2 46 19, Fax 053 61/1 27 14



Für PC / LPTx / COMx



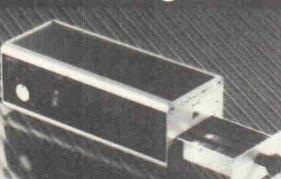
XELTEK SUPERPRO II

- ✓ Made in USA
- ✓ Voller deutscher Support
- ✓ Laborgerät mit High-Speed PC-Karte
- ✓ Programmiert mehr als 2000 Bauteile
- ✓ JEDEC-Schnittstelle zu ABEL b. XILINX
- ✓ HEX-Daten, Testvectoren u.s.w.
- ✓ Kostenlose Updates über MailBox

LCC / PLCC - Adapter

EPROM-Simulatoren

UV-Löschergeräte



Bitte Informationen anfordern!

E L S electronic • Erwin Steinke
Kurfürstenstraße 47 D-47179 Duisburg
0203-991714+ Zentrale-O FAX-1 BBS-2

3 Schrittmotoren an jedem PC ohne Controller

mit unserer universellen Software

PC-NC

Gravieren Bohren Fräsen Schneiden und mehr...

Info bei : Burkhard Lewetz
Postfach 1221
88071 Meckenbeuren
Tel. (07542) 21886

OSZIFACE

externes digitales Speicheroszilloskop für PC

- 40 MHz Abtastrate (80 MHz bei 2 Kanälen)
- integrierte Logikanalyse für 8 Signale pro AD-Karte
- 2MHz - 20MHz Eingangsspannungsbereiche bei 1MΩ, 7pF
- besondere Triggerstellungen wie Pre-Trigger, Filter etc.
- alle von Standardoszilloskopen bekannte Funktionen wie z.B.
ext. Trigger, ext. Takt, Offset, Single Shot, Langzeitmessung
- umfangreiche Wertendarstellung: X-Y-Zoom, Drucken usw.

MULTIFACE:

Steuern und Messen mit PC
- 12 Digitalausgänge 4 davon zur Direkteinstellung von Relais
- 8 Analogeingänge 2 davon mit 12 Bit Auflösung
- 1 Analogausgabe (12 Bit, ±10V, 200mA, geschützt)

- Timer / Rechteckgenerator mit weitem Einstellbereich

- 2 Analogeingänge mit 1MQ, 7pF, ua. mit den Funktionen
Voltmeter (X-Y-Darstellung), Differenzbildung, Grenzwertgeber,

umfangreiche Frequenz- & Zifferfassung, 2-Bit Laufzeit, Phase

beiden genannten

- PC-Ausgabe über galvanisch getrennte serielle Schnittstelle

- interner modulärer Aufbau (leicht, auch günstig, erweiterbar)

- umfangreiche, leicht bedienbare Software

- komfortable Bedienung sämtlicher Funktionen über Rechner

- durch geringe Abmessungen in jede Umgebung integrierbar

- mobiler Einsatz mit separatem erhaltlichem AkkuPack möglich

Preise: OSZIFACE, 1 Kanal, kompl. incl. Software 1200,- DM

MULTIFACE, 1 Kanal, kompl. incl. Software 1200,- DM

jeder weitere 1 Kanal oder jede weitere MULTIFACE-Karte 600,- DM

Teilbausatz (OSZIFACE) 440,- DM

Porto und Verpackung (bei Vorrat) 9,- DM

Infos und Bestellung bei den Entwicklern:

Ing. Büro Pohl

Tel./Fax (030) 6213433

Okerstraße 36

12049 Berlin

HP8640B MESSENDER 500KHZ-520MHZ, HP-8620C SWEEPER 1220 DM +, SINGER SG1000 2000 DM + HP435A POWERMETER 900 DM +, HP8754-H26 NETWORKANALYZER MIT HP-8501A 7500 DM + ALLE GERÄTE MIT 30 TAGEN GARANTIE, ANDERE GERÄTE AUF ANFRAGE. FA LOTHAR BAIER, BLUMENSTRASSE 8, 95213 MÜNCHBERG, TEL. 09251/6542, FAX: 09251/7846.

Copy-/ Anti-Viren-/ Hardware Service Technische-Software für PC-Systeme BD-Computer Systeme mit 3 J. Garantie Datenkonvertierung aller Art. Controller-Prog. Brennservice für EPROM's & Controller. Anfragen unter: Brzeske Datentechnik, Rosenstraße 11, 74626 Betzfeld-Schwabbach, Tel./Fax: 07946/6022.

Biete DSO GOULD 450 2 x 100 MS/s + Cursor + Farbplotter + Zubehör (neuwertig) NP > 10000,- DM für VB 6000,- W. Schiegg, Tel. 08261/3606 ab 17 Uhr.

WELLENREITER Platinen und Bauteilsatz (teilw. bestückt) DM 850,- Tel. 089/7596288.

Erfahrener HW-Entwickler (NF, HF, OPTO) realisiert Ihre Ideen kostengünstig. – Vom Pflichtenheft zum Produkt. Dipl.-Ing. 089/7901320, Fax 7901353.

HAMEG-Oszi HM 205-3, 20 MHZ, Speicher. Tel. 07774/8413 ab 17 Uhr.

Aktuelles IC Datenbuch (Forts. Werk) zu verk. 7 Jahre Abo, 8 Ordner, ca. 6000 Seiten, VB 1000 DM. Tel. 0221/433146, ab 19 Uhr.

KNÜLLERPREISE :
HP8505 NETWORKANALYZER 9500 DM +, HP-8754-H26 8000 DM +, HP8756A 6500 DM + TEK TL12 SPECTRUM ANALYZER 3500 DM +, 7L18 5000 DM +, AIL757 10500 DM + HP435A 800 DM +, HP8620C 1150 DM +, HP8350B 7500 DM +, HP8443 1300 DM +, HP8743 1000 DM + LIEFERUNG INKLUSIVE HANDBÜCHER, 30 TAGE GARANTIE, WEITERE GERÄTE AUF ANFRAGE. FA LOTHAR BAIER, TEL. 09251/6542, FAX: 09251/7846.

albs M ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik. Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die ALPS-Produktlinie: High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepot., Motorpoti. und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten 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 Wandlerspezialisten BURR-BROWN“ – von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt – und exklusiv im Vertrieb.

- Die neuen DC-gekoppelten Modulreihen DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin. sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4/4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrerverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferverweise • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkelos bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpot. 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-Metal-ICs • Fertiggerade nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Personl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,- (mit 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 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Fax 07041/83850

albs M ALPS

Datenaustausch Simatic S5 < PC (Com1-4)

Multitaskingfähige, Interruptgesteuerte Pascal-Unit (incl. Source & Demo). Zum Datenaustausch über PG-Schnittstelle, 950,- DM. ATIS GmbH. Tel./Fax: 04852/4090.

Dig. Speicherzosiloskop. HAMEG HM205 DM 400,-, Dig. Speichervorsatz THURLBY DSA524 DM 650,-, Plotter HP7475 (DIN A3) DM 700,-; CAD-Softw. für Leiterplatten „LPKF“ incl. Monitor 21" + Grafikkarte DM 400,- EPROM-Programmer „GP“ XP640 incl. s/w Monitor DM 700,-; EUROCOM II inc. Netzteil, Tastatur, Gehäuse DM 150,- Tel. 06021/25070.

SOLARMODULE 52 Wp, hochwertige Ausführung, monokristalline Zellen. Frontseite: thermisch gehärtetes Glas. Rückseite: Tedlar. Einrahmung: Elox. Alu-Rahmen: 96x44 cm, komplett mit wasserdichter Anschlußdose (35 mm). Eigene Herstellung. Preis: DM 538 + MwSt. Datenblatt anfordern: Solarcon GmbH, Enschestr. 14, 48529 NORDHORN, Tel. 05922-1227, Fax 05922-1475.

Meßgeräte v. privat: HP851B/8551B Spectrum Analyzer, (VHB 2200 DM), 2 Power Netzgeräte HP6002A, Roteke 3970 Kalibrator, Racal 5002A, Marconi Synthesizer TF 2020 (bis 520 MHz), mit Handbüchern, Preis VHS wegen Hobbyaufgabe. Tel./Fax 06221/410851.

HGPL-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,-.

TMS320G26NFL Ca. 20 STCK á 40,- DM; SCHLOTTMANN, G., TEL. 07231/765123; AB 18 UHR.

LPKF FRÄS- UND BOHRPLOTTER!

Typ 101 LC/VS bis 420x375 mm, Platinen und Frontplatten. Komplett mit Rechner und Werkzeugen. Tel. 0161/1640587.

Halogen-Kaltlicht-Reflektorlampen direkt vom Importeur ab 2,69 DM/St. Weitere Info: Fa. Zi, Tel./Fax: 0711/847119.

PC ALS SPEICHEROSZILLOSKOP UND MULTIMETER ÜBER DRUCKERPORT. INFO KOSTENL. TEL./FAX: 06336-1392.

MC-Tools 4,9 und 10, Platine bestückt + funktionsfähig, NP DM 435,- für DM 300,- Tel. 07231/61856.

VME-Eltec: 18-fach intelligente serielle Schnittstelle (IBAM + IPIN) 980,-, ACRTC Grafikkarte mit 1 Mbyte VideoRAM (PIG1) 650,- Tel. 06223/2933.

Entwickler, langjährige Erfahrung mit Hard- und Software für 8051 Controller, sucht Aufträge im Bereich Programmierung, Hardware-design, Prototypenherstellung etc. Tel. 02173/80229.

UKW DREHKOS NEU 6 DM/STCK, AM LUFTDREHKOS 6 DM/STCK, FOLIENDREHKOS 2,50 DM, FOLIENTRIMMER 0,50 DM/STCK, WEITERE TEILE AUF ANFRAGE, LISTE ANFORDERN TEL. 09251/6542, FAX: 09251/7846.

PD/Shareware (XT/AT) Entwicklungsssoftware für 68HC11: 3 versch. Crossassembler, Disassembler Simulator, BASIC-Interpreter, Fortran-Compiler ... auf 1,44MB-Disk für 20 DM in bar/Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

PD/Shareware (XT/AT) Entwicklungssoftware für die 8051er Familie: 6 versch. Crossassembler, PASCAL/BASIC-Compiler, 2 Simulatoren, Dissass., Editor, auf. Anleitungen und unseren Katalog auf 1,44MB-Disk für nur 20 DM in bar/Scheck: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0: Das beste Shareware-Programmpaket (ab AT286) zum Entwurf von Schaltplänen und Platinen erhalten Sie auf 1,44MB-Disk für nur 20 DM in bar/Scheck bei: M. Rueß electronic, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim.

STOP!

Hier könnte
Ihre Anzeige stehen.

3 Zeilen kosten Sie
als gewerblicher
Anbieter nur 21,60 DM.

3 Zeilen als privater
Anbieter nur 12,90 DM.

Entsprechende Karte
in der Heftmitte.

ELRAD

Intel's MCS Basic-52 Handbuch in deutsch. Autorisierte Originalübersetzung 98,- frei Haus. Alleinvertrieb Udo Kuhn, Arheiliger Str. 78, 64289 Darmstadt, 06151/719646, Fax 06151/719647.

Auftragsentwicklung: Analog u. Digital 80x86, 8031 PIC u.v.a. Udo Kuhn, Industrie-Elektronik, Arheiliger Str. 78, 64289 Darmstadt, 06151/719646.

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.: 09776/9816, Fax: 7185.

Von A-Z 6000 Artikel: Neue Lautsprecher, Selbstbauzubehör, Mischpulte, Verstärker, Disco-Party-Lichteffekte, Nebelgeräte, Lichtsteuergeräte direkt vom Hersteller bzw. Importeur. Farbkatalog (248 Seiten) für DM 10 anfordern. Für Händler supergünstige EK-Preise. **STEINIGKE SHOWTECHNIK GmbH**, Andreas-Bauer-Str. 5, D-97297 Waldbüttelbrunn, Tel. 0931/406660, Fax 4066770.

Für Soft- u. Hardwareentwicklungen mit MC der 51er Familie sind noch freie Kapazitäten vorhanden. Aufträge oder Mitarbeit erwünscht. Tel.: 0441-84886, Fax: 0441-8850454, Oldenburg.

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle. PE 232 (12 Bit) / PE 200 5½ Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports, 8Bit Ein/Aus 1200-9600 Baud. mit Softw. (incl. Sourcecode) für PC. Preis 219,-/299,-. Infos kostenlos. Tel. 0461/74967, Fax 0461/745642, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29.

LEIPZIG KOMMT #####
Erfahrenes Unternehmen aus der Industrie bietet profess. Softwareentw. WINDOWS C/C++ u. µC * Schaltungsentw. * CAD-Layout * Bestückg. Gerätebau * Dokumentation (dt/engl/russ.) * Service * Von der Idee zum fertigen Gerät. **sigma Prüf- u. Meßtechnik GmbH**, Alfred-Kästner-Str. 69, 04275 Leipzig, Tel. 0341/3955235.

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste. Tel. 09545/7523, Fax 5668.

PIC-Programmer (Elrad 1/94 und 6/94). **PIC-In-Circuit-Simulator** (Elrad 6/94). **PIC-Adapter 17C42 und 16C64** (Elrad 6/94). **PIC-Evaluation-Prototypenkarte** (Elrad 5/94). MSR-kundenspezifische Problemlösungen. **Ingenieurbüro Yahya**, Tel.: 02431-6444, Fax: 4595.

Suche MM 5314 u. Fluoresz.-Uhrendisplays. Bartoschek, Häfnerstr. 6, 97762 Hammelburg.

--- Ingenieurbüro abends nachrichtentechnik --- Sie haben die Idee, wir machen daraus ein serienreifes Produkt. Nutzen Sie unsere mehrjährige Erfahrung in der Entwicklung von Mikrocontroller-systemen und Windows-Software. Interesse geweckt? Dann faxen Sie 02206/84558.

RS485-Rs232-20mA ISA-Steckkarten (2/4fach) mit FIFO; Schnittstellenwandler galv. getr. Fax: 09842/7262, Tel. 09842/1725.

KLEIN ganz groß

Nutzen Sie den
Kleinanzeigen-Teil in ELRAD.

Die Bestellkarte
finden Sie in der Heftmitte.

LPS
Lasershow
Vermietung
Verkauf

Individuelle Systemlösungen von Lasershow-Anlagen für Ihre Anwendung

ab 20 mW HeNe; bis 5 Watt Weißlicht und 10 Watt Tandemsystem; Glasfaser bis 100 meter; Highspeed Scanner für professionelle Grafiken; Colorbox bis 7 Farben; optische Bank bis 16 Actuatoren und beliebige Beameffekte; Steuerpult bis 56 Filme abrufbar; Software; Computer ...

Infos anfordern:
S. Ruff • Wilhelm-Röntgen-Straße 2 • D-72116 Mössingen
Telefon: 0 74 73/2 66 77 <27 11 77> • Telefax: 0 74 73/2 66 78

Die Inserenten

ADVANTECH, Düsseldorf.....	57	Gerth, Berlin	13	Pohl, Berlin	99
albs-Alltronic, Ötisheim.....	100	Goldammer, Wolfsburg	99	POP, Erkrath	97
ASIX, Ettlingen.....	23	GTU Laser Technik, Baden-Baden	97	Quancom Electronic, Brühl	97
Beta Layout, Hohenstein.....	8	Hema, Aalen	17	Reichelt, Wilhelmshaven	46, 47
Bitzer, Schorndorf	6	Hewlett-Packard, Böblingen	19, 34	RS Components, Mörfelden-Walldorf....	7
Brenner, Wittibreut	83	Hopf Elektronik, Lüdenscheid	6, 63	SPEA Software, Starnberg	9
Bungard, Windeck.....	41	Hoschar, Karlsruhe.....	45	taskit Rechnertechnik, Berlin	6
CadSoft, Pleiskirchen.....	11	IBS Sontheim, Kempten.....	97	Telemeter Electronic, Donauwörth.....	99
CONITEC, Dieburg.....	99	isel-automation, Eiterfeld	103	Ultimate Technology, NL-Naarden.....	77, 79, 81
DME Däter & Müller, Berlin	6	Lehmann, Hausach	99	Unitronic, Düsseldorf.....	13
Doepfer, Gräfelfing.....	94	Lewetz, Meckenbeuren	99	Wickenhäuser, Karlsruhe	94
Elektronik Laden, Detmold.....	95	LPS Lasertechnik, Mössingen.....	101	Wilke, Aachen.....	104
ELS electronic, Duisburg.....	99	Maier, München	6		
eMedia, Hannover	96, 97	Merz, Lienen.....	99		
Engelmann & Schrader, Eldingen.....	99	Messcomp, Wasserburg	6		
es Lasersysteme, Mössingen.....	97	MOVTEC, Pforzheim	8		
Fernschule Bremen, Bremen.....	94	Müller, Gröbenzell	94		
FLASHPOINT, CZ-Cheb.....	6	Müller, Stemwede-Oppenwehe	97		
Fletra, Pommelsbrunn	94	Mütter, Oer-Erkenschwick	94		
Friedrich, Eichenzell	15	Mutronic, Rieden	8		
		Niedermeier, München	16	Bitte schenken Sie folgender Teilbeilage Ihre Aufmerksamkeit: Meilhaus Electronic, Puchheim.	

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
Email <Redakteurskürzel>@elrad. ix.de

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)

Leitender Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),
Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoff-Beyer (kb, -395), Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Röbke-Doerr (roe, -397)

Ständiger Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionsssekretariat: Carmen Steinisch (cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent)

Gerd Öskar Bausewein, Barer Straße 36, 80333 München,

Telefon: 0 89/28 66 42-11, Fax: 0 89/28 66 42-66

Korrespondent USA: Dr. Sabine Dutz, 2855 Castle Drive, San Jose, CA 95125 U.S.A.

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Litg.), Peter-Michael Böhm, Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Angela Hilberg, Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Brigitta Zurheiden

Technische Zeichnungen: Margarete Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meßlabor: Wolfgang Tege

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Litg.), 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. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinraus

Anzeigeneleitung: Irmgard Ditgens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigendisposition: Rita Asseburg (-219)

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hottenbacher Mühle 5, 55758 Stipshausen, Tel.: 0 67 85/5 97, Fax: 0 67 85/12 16

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069 Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiao Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1994

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 (8S 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 86,00 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80 (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung. Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Bank Austria AG Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 104-105-774/00

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060

Versand und Abonnementsverwaltung:

Abo-Service, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,

Telefon: 0 51 37/8 75-74

Fax: SAZ 0 51 37/87 87 12

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG

D-65047 Wiesbaden, Telefon: 0 61 12 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

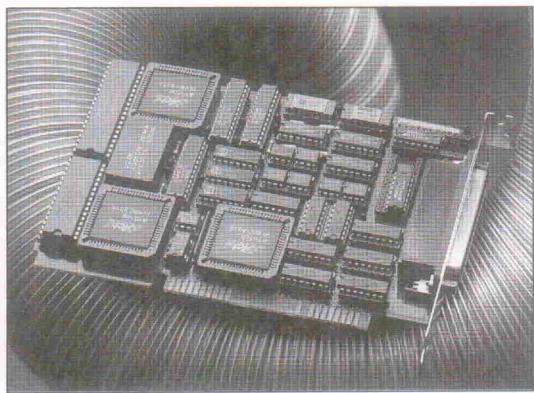
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

Test: PC-Multifunktionskarten

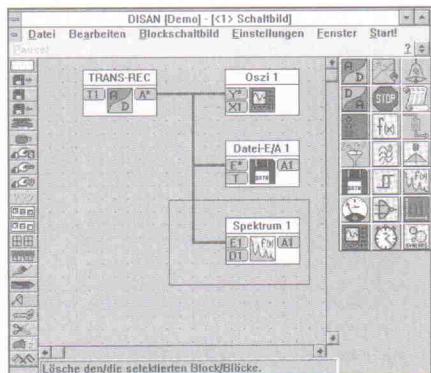


Quelle: Sorcier Computer GmbH

Multifunktions- und Meßwerterfassungskarten für IBM-kompatible PCs – speziell Boards aus dem unteren Preisbereich –

sind Gegenstand des nächsten ELRAD-Tests. Etliche Standardanwendungen in der Datenerfassung fordern nicht zwangsläufig Höchstleistungen bezüglich Wanderauflösung oder Geschwindigkeit, so daß hier sogenannte Low-Cost-Produkte oft eine echte Alternative darstellen können. Zum einen gestattet aktuelle Elektronik mittlerweile eine große Funktionsvielfalt bei dennoch günstigen Produktionskosten, zum anderen sorgt bereits seit längerem ein steigender Konkurrenzdruck auf dem Markt der PC-Meßtechnik für merklichen Preisverfall. ELRAD nimmt A/D-Wandlertypen mit Auflösungen von 8 und 12 Bit in Augenschein, die ihre Fähigkeiten im Anwendungstest beweisen.

Projekt: Transientenrecorder



Zwei simultan einsetzbare A/D-Kanäle, 8 Bit Auflösung, Abtastraten zwischen 200 kHz und 50 MHz sowie Speicher für 32k-Samples – so lauten die Leistungsmerkmale des

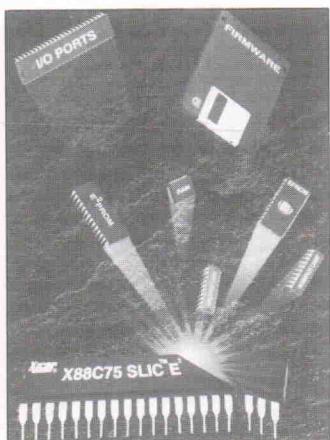
PC-Boards, das als Meßtechnik-Projekt für die kommende ELRAD-Ausgabe geplant ist. Der Transientenrecorder arbeitet je Kanal mit einem separaten A/D-Wandler, dessen Eingangsbereich sich auf $\pm 0,5$ V, ± 1 V oder $\pm 2,5$ V einstellen läßt. Er bietet externe Takteingänge sowie Posttrigger-Funktionen.

Zur Kontrolle des registerprogrammierbaren Boards und für die weitere Auswertung der aufgenommenen Daten gibt's natürlich eine Windows-Software.

Test: PCMCIA-Karten



In Laptops, Notebooks und Palmtops hat sich der PCMCIA-Slot mittlerweile für den Anschluß von Speicherkarten, Miniaturfestplatten und Modems durchgesetzt. Daß dieses Interface aber auch die Meßtechnik portabel machen kann, ist weitgehend unbekannt. ELRAD testet derzeit verfügbare A/D-Wandler- und IEEE-488.2-Karten dieses 'unaussprechlichen' Standards.



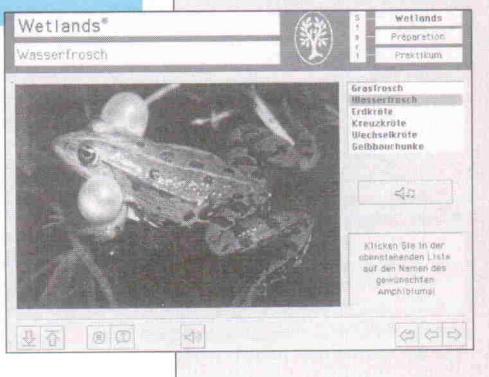
Schaltungstechnik: Selbstlader

SLIC heißt eine kürzlich erschienene Familie von EEPROM-Bausteinen der Firma Xicor. Die Chips X88C75 und X88C75 stellen 8 KByte EEPROM und 16 Byte SRAM speziell für µCs vom Typ 68HC11 respektive 80C51 bereit. Zudem gewinnt man durch zwei bidirektionale 8-Bit-Pins für den gemultiplexten A/D-Bus verlorengegangene I/O-Pins vom Controller zurück. Welchen besonderen Kniff es mit dem 'Self-Loading-Integrated-Code' (SLIC) auf sich hat, steht in der kommenden ELRAD.

Dies & Das

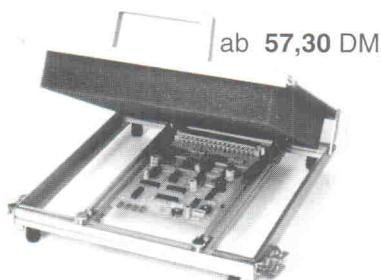
Glückliche Frösche ...

Wer sich irgendwann mit Biologie oder Medizin auseinandersetzt, kennt ihn – den Frosch-Nervenversuch. Sie nicht? Also: es geht um die Beobachtung der Reaktion einer durch Strom angeregten Nervenbahn. Letztere gehört möglichst frisch auf den Tisch und wird üblicherweise einem kleinen grünlich-braunen Amphibium entliehen – kaum reversible operative Eingriffe sind dabei leider nicht zu vermeiden. Kurz: einer dieser bewährten Versuche, die nie an erzieherischem Wert verlieren – ein wenig überflüssig vielleicht, aber auch in Schulen immer wieder gerne gesehen. Natürlich – das Ganze birgt eine gewisse Unappetitlichkeit und mancher Unkenruf ertönt angesichts der 'Spenderproblematik'. Drastischer Froscharmut tritt nun SimNerv entgegen – eine geschmackvoll arrangierte multimediale Simulation vom physiologischen Institut der Uni Marburg: Unlängst als beste Lernsoftware ihres Bereiches mit einem Hochschul-Software-Preis gekrönt, bietet das Programm neben virtueller Laborausstattung vor allem 'Spendermaterial' in beliebiger Menge. Für den Spaß beim Lernen sorgen einfühlsame Grafiken und Videosequenzen – schließlich muß dieses gewisse Etwas, das leicht perverse, erhalten bleiben. So wird in puncto Präparation Lehrreiches über fachgerechte Fallbeihilfungen und Disziplinen wie Hautabziehen oder Steißfett-Entnahme geboten. Am Ende stehen dann Messungen am extrahierten Nerv. Ein Bonbon für sensible Bio-Lehrlinge: Frosch-Grafiken inklusive Synthetik-Quaken per Mausklick – zur 'spielerischen Einführung in die Handhabung'.



isel® - Rund um die Leiterplatte - ...preiswerte Geräte für Hobby und Kleinserie

isel-Bestückungs-u. Lötrahmen

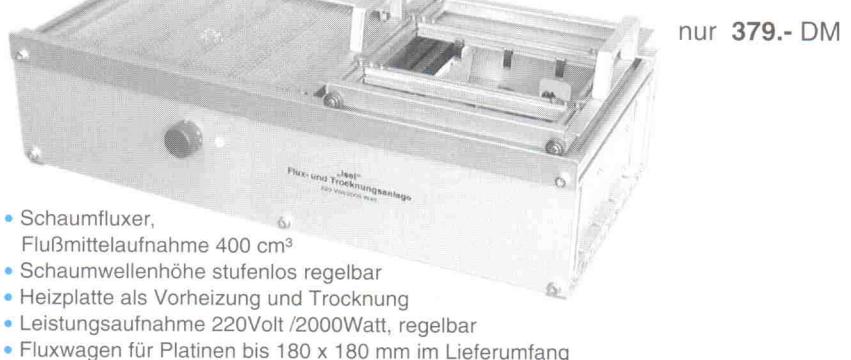
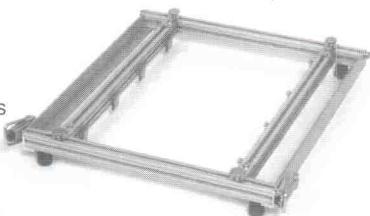


- Typ 1 L260 x B240 x H70 mm für Platinen bis maximal 230 x 185 mm (2 Euro-Karten)
- Typ 2 L405 x B260 x H70 mm für Platinen bis maximal 230 x 350 mm (4 Euro-Karten)
- Deckel mit Schaumstoffauflage als Niederhalter
- Bestücken und Löten mit 1 Gerät

isel-Bestückungsrahmen

- Typ 1 L260 x B240 x H32 mm für Platinen bis maximal 230 x 185 mm (2 Euro-Karten)
- Typ 2 L405 x B260 x H32 mm für Platinen bis maximal 230 x 350 mm (4 Euro-Karten)

ab 34,30 DM



isel-Lötanlage mit Lötwagen

nur 521.- DM

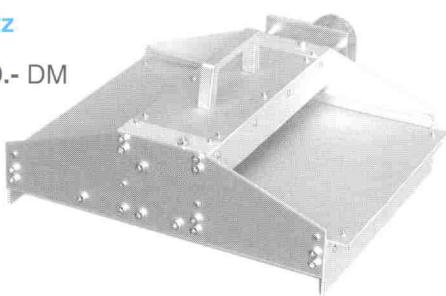


- Alu-Lötwanne mit Edelstahleinsatz 235 x 205 x 13 mm
- Lötmittel bedarf nur ca. 4kg
- Temperatur einstellbar 50-250°C
- Aluminiumgehäuse natur eloxiert
- Lötwagen verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

isel-Walzenverzinnungsaufsatz zur Lötanlage

nur 619.- DM

- Zinnauftrag bis max. 0,02 mm
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Aluminiumgehäuse natur eloxiert
- Transportgeschwindigkeit 1-8 m/min



Preise zuzüglich Versandkosten

**•MECHANIK
•ELEKTRONIK
•SOFTWARE**

A 1/02/03/94



Beispiele aus unserem Programm

Basismaterial, 1. Wahl

- fotopositiv beschichtet, 1,5 mm /0,035 mm Cu-Auflage
- Epoxyd FR 4, 1 seitig z. B. 100 x 160 mm, 2,85 DM / St.
- 160 x 233 mm, 6,65 DM / St.

Leucht u. Montagepulte

- Montagefläche 270 x 190 mm
- Preis 240.- DM

UV-Belichtungsgeräte

- Belichtungsfläche 160 x 250 mm
- Preis 287.- DM

Vakuum-UV-Belichtungsgeräte

- für einseitige Belichtung mit Belichtungsfläche DIN A4
- Preis 915.- DM

- Option:
Geräte für 2-seitige Belichtung u. Belichtungsfläche DIN A3

Entwicklungs-u. Ätzgerät

- mit Glasküvette 1¼ Liter für max. Platinengröße 250 x 175 mm
- Preis 190.- DM

Universal-Bearbeitungsmaschine BU 1

- zum Schneiden, Stanzen und Biegen
- max. Stanzdruck 2000 daN
- max. Bearbeitungsbreite 320 mm
- max. Materialstärken
 - Metallblech 1,0 mm
 - Alu-Blech 1,5 mm
 - Basismaterial 1,5 mm
- Preis 1978.- DM

MINIMOT-Tischbohrmaschine TBS 220

- 220V-Motor, 85W
- plangefräster Arbeitstisch 220 x 120 mm
- Pinolenvorschub 30 mm
- Drehzahlen: 2500,5000 und 7500 U/min
- Spindel zur Aufnahme von Spannzangen und Bohrfutter
- Preis 308.-DM

**isel-Eurogehäuse, Flachgehäuse,
Kühlrippengehäuse, Tischgehäuse,
Systemgehäuse u. Baugruppenträger
incl. Zubehör ab Lager lieferbar!**

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

Brillante Darstellungen selbst programmiert ...

im Handumdrehen: ● in Turbo-PASCAL ● in C / C++ ● in Visual BASIC ●

Real-Time Graphics und User Interface Tools

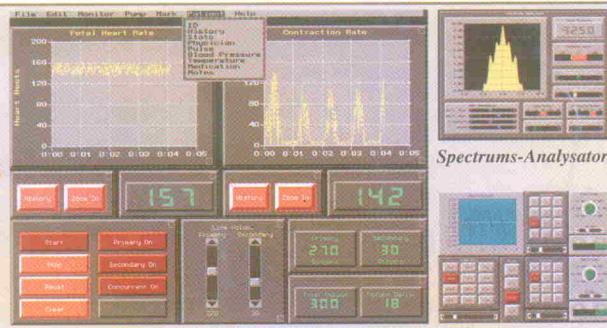
Starke Features für Ihre DOS-Programme:

- Fenstertechnik / Mouse-Bedienung
- brillante, bewegte Graphik
- komfortable Oberfläche

Jetzt können Ihre PASCAL- und C-Programme über eine professionelle Oberfläche und starke Funktionen verfügen - und Sie sparen wertvolle Entwicklungszeit (siehe rechts).

Real-Time Graphics und User Interface Tools enthalten alles was Sie für den sofortigen Erfolg benötigen:

- Window-Technik
- Mouse Unterstützung
- Hochauflösende Bildschirm-Grafik



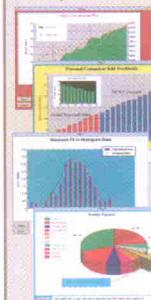
Herz-Monitor - programmiert an einem Nachmittag. Oszilloskop/Schreiber

- Zahlreiche Bedien-Elemente
- Menüs, Hilfsfunktionen
- Dialog Boxen, Hotkeys
- Hochauflösende Ausdrucke
- Real Time Datenreduktion
- Real Time Scheduler
- Digitale Filter
- PID-Regler
- Schnelle FFTs, Spektren
- Data Aquisition Support

Real-Time Graphics und User Interface Tools 4.0: Komplett mit umfangreichen Unterlagen und Applikations-Beispielen im Source-Code-Format für diese Compiler:

Borl/Turbo C/C++ 620,-/713,-
Borl/Turbo Pascal 620,-/713,-
MS / Visual C/C++ 620,-/713,-

Windows Charting Tools Science & Engineering Tools



Business- und Wissenschafts-Graphik für WINDOWS-Programme.

WINDOWS Charting Tools für:
Turbo Pascal 840,-/966,-
dto. mit Source 1560,-/1794,-
Turbo, MS, C/C++ 840,-/966,-
dto. mit Source 1560,-/1794,-
Visual BASIC 840,-/966,-
dto. mit Source 1560,-/1794,-

Science & Engineering Tools: Umfangreiches Graphik-Paket für alle Arten wiss./technischer Auswertungen in DOS-Programmen, für:

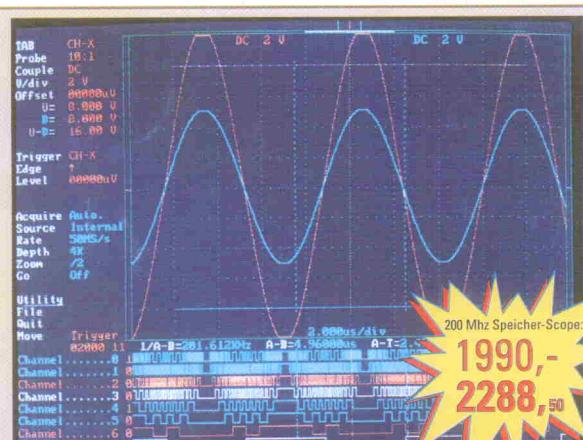
Turbo Pascal 360,-/414,-
Turbo C / C++ 360,-/414,-
MS C, Quick C 360,-/414,-



200 Mhz Speicher-Scope

Moderne Speicher-Oszilloscope Karten für PCs. Schnelle Abtastung, hohe Bandbreite, günstig wie nie zuvor:

- 200 Mhz Sampling-Frequenz
- Speichertiefe 8 K Samples
- 2-Kanal-Betrieb bis 100 MS/s
- 8-Kanal Logic-Analyser integriert
- komfortable Menü-Bedienung
- Zoom und Cursor-Messungen
- übersichtliche Bildschirm-Darstellung



200 Mhz Speicher-Scope:
1990,-
2288,-50

PC Scope 200 plus:

Oszilloscope + Spectrum-Analyser + Logic-Analyser in einer Karte! Gleichzeitige Darstellung über Zeit

und Frequenz. Noch mehr Speicher: bis zu 64 K Samples. Umfangreiches Zubehör:
..... 2990,-/3438,50

8051 In-Circuit-Emulatoren

Äußerst preisgünstiges In-Circuit-Emulator Package für 8051-Microcontroller. Komplett mit 8051 Cross-Assembler, symbolischem Debugger, Emulator-Unit mit Tastatur und Display. Unterstützt: 8051, 80C51, 8052, 80C52, 8031, 80C31, 8032, 80C32, weitere mit Adapter.



MICE-51 498,-/572,70

Professioneller In-Circuit-Emulator für 8051-Familie.

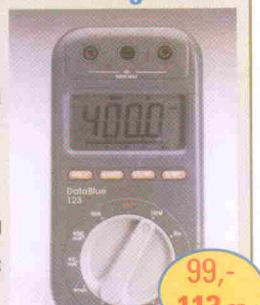
Außergewöhnliches Preis/Leistungsverhältnis. Deckt alle 40-poligen Chips des 8051 mit ext. EPROM ab. Für 80535 Umrüstkit verfügbar. Fenster-Technik, Pull-Down-Menüs, Online-Hilfen, Maus-Bedienung, High-Level-Language Debug, symbolische Ausdrücke und Disassembly, 16 Breakpoints, 32 kB Emulations-RAM, deutsches Handb.

PRICE-51 1550,-/1782,50

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik
Industrie-Automatisierung

Die neuen Multimeter

Robust, modern und leistungsstark:



99,-
113,85

Auflösung, Meßbereiche:

- 0,01 Hz ... 500 kHz
- 1 pF ... 40 µF
- 0,1Ω ... 40 MΩ
- 1 µA ... 10 A DC / AC
- 100 µV ... 1000 V DC
- 1 mV eff ... 750 V AC

DataBlue 123: 99,-
113,85

Weniger Meßbereiche, die gleiche hochwertige Ausführung

DataBlue 121: 49,-
56,35

Industrie-Converter

Hochisolierende galvanische Trennung

entsprechend UL, VDE, IEC, BS, je 2x3 Kanäle, völlig Code- und Protokoll-transparent, bis 115 kBd, 2 galvanisch getrennte Quellen, einsetzbar als Leitungsverstärker, Umsetzer u. Entkoppler. 220 V Netz, Metallgehäuse:

- IX1: RS-232•RS-232
- IX2: RS-232•20...60 mA
- IX3: RS-232•RS-422/485
- IX4: RS-232•TTL
- IX5: RS-232•TTL (invert)
- IX6: RS-485•20...60 mA
- IX7: RS-485•RS-422/85
- IX8: RS-485•TTL (T+F)



295,-
339,-25

19" Converter auch als 19"-Einschubkarten.
DC Alle Typen auch in DC Version: 20 - 60 Volt

**Wilke
Techno
Logy**

Wilke Technology GmbH
Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen
Telefon: 0241/154071, Telefax: 0241/158475